

[4] Richtlinien für die Geräuschmessung an Kraftfahrzeugen. Vk Bl. (1953) S. 467, (1955) S. 286.  
 [5] Fletcher, H. and Munson, W. A.: Loudness, Its Definition, Measurement and Calculation. J. Acoust. Soc. Amer. 5 (1933) S. 82.  
 [6] Robinsan, D. W.: The Subjective Loudness Scale. Communication from the National Physical Laboratory 1956.  
 [7] Beranek, L. L. u. a.: Calculation and Measurement of the Loudness of Sounds. J. Acoust. Soc. Amer. 23 (1951) S. 261.  
 [8] Mintz, F. and Tyzzer, F. G.: A Loudness Chart for Octave-Band Data of Complex Sounds. J. Acoust. Soc. Amer. 24 (1952) S. 80.  
 [9] Zwicker, E. und Feldtkeller, R.: Über die Lautstärke von gleichförmigen Geräuschen. Acustica 5 (1955) S. 303.  
 [10] Stevens, S. S.: Calculation of the Loudness of Complex Noise. J. Acoust. Soc. Amer. 28 (1956) S. 807.  
 [11] Cremer, L. und Schreiber, L.: Über die verschiedenen Darstellungsmöglichkeiten von akustischen Spektren. Frequenz 10 (1956) S. 201.

[12] Apps, D. C.: The AMA 125-Sone New-Vehicle Noise Specification. Noise Control 2 (1956) Nr. 3, S. 13.  
 [13] Kollenbach, W.: Anwendungsmöglichkeiten der Schallspektrographie bei akustischen Untersuchungen. Acustica 4 (1954) Akust. Beih. 1, S. 403.  
 [14] Lehmann, G.: Was ist und was bedeutet Lärm? Z. VDI 97 (1955) S. 1012.  
 [15] Meyer-Delius, J.: Wirkung des Schalles auf den Menschen. Erscheint in den VDI-Berichten 1957.  
 [16] Stevens, K. N., Rosenblith, W. A. und Bolt, R. H.: A Community's Reaction to Noise: Can It Be Forecast? Noise Control 1 (1955) Nr. 1, S. 63.  
 [17] Beranek, L. L. and Rudmose, H. W.: Sound Control in Airplanes. J. Acoust. Soc. Amer. 19 (1947) S. 357.  
 [18] Meister, F. J.: Schallpegel, Lautheit, Lästigkeit und Schädigung bei Geräuschbelastung des Ohres. Z. VDI 99 (1957) S. 329.

## Résumé:

*Dr. R. Martin: „Geräte und Methoden der Geräuschmessung.“*

*Der erhebliche Aufwand an Geräten, Zeit und Beobachtern bei der Lautstärkebestimmung durch subjektiven Hörvergleich mit einem Normton macht diese Art der Geräuschmessung für die praktische Anwendung ungeeignet. Dort wird der DIN-Lautstärkemesser benutzt, der bei reinen Tönen und Geräuschen mit einer stark hervortretenden Komponente gut mit dem subjektiv bestimmten phon-Wert übereinstimmt. Bei Geräuschen bleibt die Anzeige der DIN-Lautstärkemesser hinter dem durch Hörvergleich bestimmten Wert zurück. Aufbau und Arbeitsweise des DIN-Lautstärkemessers werden beschrieben. Neben der willkürlich festgesetzten phon-Skala hat seit einigen Jahren die sone-Skala in zunehmendem Maße Bedeutung erlangt, mit der die Lautstärke berechnet wird. Die Ergebnisse dieser Methode stimmen zwar besser mit den subjektiv ermittelten Werten überein, erfordern aber einen größeren Aufwand an Meßgeräten und sind noch uneinheitlich. Für die Beurteilung von Geräuschen in ihrer störenden oder schädigenden Wirkung auf den Menschen gibt es noch kein Meßgerät.*

*Dr. R. Martin: "Equipment and Methods Used in Noise Measurements."*

*The considerable expenditure of time and equipment and the number of observers necessary when attempting to determine the strength of sounds by subjective comparisons with a standard sound renders this method unsuitable for practical purposes. This method utilizes the DIN metering instrument, which in the case of pure tones and sounds having a strongly accentuated component, agrees generally with subjectively determined phon-values. In the case of noises, the readings obtained from the DIN sound metering instrument lag behind those obtained by sound comparisons. The construction and operation of the DIN sound metering instrument are then described. In addition to the pre-determined phon scale, the sone scale has also been increasingly used for sound metering during the last few years. Although the results obtained by this latter method compare better with those obtained subjectively, nevertheless, this method requires a greater amount of metering equipment and the results obtained so far are not yet quite uniform. There is no instrument at present available whereby the irritational or damaging effect of noises upon human beings can be determined.*

*Dr. R. Martin: «Les appareils et méthodes de mesure acoustique.»*

*Les essais comparatifs d'audition subjective au moyen d'un son normalisé exigent un appareillage complexe, et beaucoup de temps et d'observateurs de sorte qu'ils ne conviennent pas dans la pratique pour la détermination de l'intensité d'un bruit. On utilise donc le sonomètre DIN dont les résultats correspondent à peu près à ceux obtenus par des essais d'audition subjective, pourvu que les sons soient purs et que les bruits comportent un élément nettement distinct. Pour la mesure de bruits complexes, les valeurs obtenues par le sonomètre DIN sont inférieures à celles obtenues par les mesures comparatifs d'audition subjective. L'auteur décrit la construction et le mode de fonctionnement du sonomètre DIN. A côté de l'échelle en phones, établie arbitrairement, l'échelle en sones a obtenu une importance croissante au cours des dernières années pour la détermination de l'intensité d'un bruit. Cette dernière méthode permet d'obtenir des résultats qui correspondent mieux aux résultats découlant des essais d'audition subjective. Toutefois, elle exige des installations plus complexes et elle n'est pas encore appliquée d'une façon uniforme. Pour l'appréciation de bruits au point de vue de leur action irritante ou nocive sur l'individu, il n'existe pas encore un appareil de mesure.*

*Dr. R. Martin: «Instrumentos y métodos para la medición de ruidos.»*

*El gasto elevado en instrumentos, tiempo y personal en la definición del volumen de sonidos por comparación de audición subjetiva con un sonido norma hacen que en la práctica este procedimiento de medición resulte inconveniente. Aquí se emplea el fonómetro DIN que concuerda bien con el valor fónico precisado de forma subjetiva, cuando se trate de sonidos y ruidos claros con componente claramente dominante. Tratándose de ruidos, la indicación de los fonómetros DIN es menos exacta que el valor establecido por audición. Se describen la construcción y el funcionamiento del fonómetro DIN. Al lado de la escala fónica establecida arbitrariamente, desde hace algunos años la escala sónica, con la que se calcula el volumen del ruido, ha ido ganando importancia. Si bien los resultados de este método concuerdan mejor con los valores subjetivos, requieren por otra parte mucho aparato de instrumentos, sufriendo además de falta de uniformidad. Todavía no existe ningún instrumento que permita medir el estorbo o el efecto perjudicial que los ruidos puedan ejercer en el hombre.*

## Résumé:

*Dipl.-Ing. W. Kiene: „Nochmals: Geräuschmessungen an Ackerschleppern.“ (S. 83)*

*Der Verfasser ergänzt seinen Beitrag aus Heft 4/1956 dieser Zeitschrift. Er stellt wiederum fest, daß die subjektive Empfindung des Schlepperfahrers völlig anders sein kann als die objektive Messung des Gesamtgeräusches. Hier hilft nur eine Zerlegung des Geräusches in sein Spektrum weiter. Inzwischen ist von anderer Seite ein Kennlinienfeld aufgestellt worden, in dem Bewertungslinien für industrielle Schallstörung auf Grund gemessener Störgrenzen dargestellt sind, und zwar unter Berücksichtigung der normalen Anpassung des menschlichen Ohres. In dieses Bewertungskennlinienfeld trägt der Verfasser die Schallpegelkurven der geprüften Schlepper ein und kommt zu dem Ergebnis, daß fünf von den sieben Maschinen die Kennlinie „schädlich bei Dauereinwirkung“ in einzelnen Frequenzbereichen überschreiten. Er schließt daraus, daß von seiten der Motoren- und Schlepperhersteller noch eine große Entwicklungsarbeit auf diesem Gebiet zu leisten ist.*

*Dipl. Ing. W. Kiene: "More about Noise Measurements on Agricultural Tractors." (p. 83)*

*The Author supplements his article in No. 4 of this Journal for 1956. He has again determined that the subjective sensitivity to noise of the tractor driver can be completely different from the objective measurement of the total noise. Any progress beyond this point is only possible if the noise be split up into its various components. In the meantime, the Author has constructed a chart on which curves for the evaluation of various types of industrial noises with respect to measured limits have been laid down. The normal adjustment to noise of the human ear has been taken into consideration when laying out these curves. The Author has superimposed the sound curves obtained from the various tractors under test onto these curves. He has determined that in the case of 5 of the 7 tractors tested the curve exceeds the limits in various frequencies as defined by the curve marked "harmful when continuous." The Author arrives at the conclusion that there is still a lot of research and development work required in this field on the part of manufacturers of motors and tractors.*

*Dipl.-Ing. W. Kiene: «A nouveau à propos des mesures du bruit émis par les tracteurs agricoles.» (p. 83)*

*Cet article constitue la suite d'un article paru dans le Numéro 4 de l'année 1956 de cette revue. L'auteur précise à nouveau que la sensation subjective du tractoriste peut différer complètement du résultat de la mesure objective d'un bruit complexe. Seule la décomposition du bruit en son spectre ouvre de nouvelles possibilités de recherche. Entretemps, un autre chercheur a établi un diagramme sur lequel figurent des courbes de qualification de bruits industriels dont le caractère offensif plus ou moins grand fut déterminé par mesure, tout en tenant compte de l'adaptation naturelle de l'appareil auditif humain. L'auteur a utilisé ce diagramme et y a tracé les courbes du niveau sonore des tracteurs examinés. Il en tire la conclusion que 5 des 7 tracteurs examinés dépassent, dans certains champs de fréquence, la courbe «nuisible à l'exposition prolongée». Il conclut que les constructeurs de moteurs et de tracteurs doivent encore étudier d'une façon approfondie le problème de l'insonorisation de leurs constructions.*

*Ing. dipl. W. Kiene:*

*«Otra vez.: Mediciones del ruido producido por tractores agrícolas.» (p. 83)*

*El autor complementa su artículo publicado en el No. 4 del año de 1956 de esta revista. Hace constar que las sensaciones subjetivas del conductor de un tractor pueden ser distintas de las mediciones objetivas del ruido total. Para adelantar en este terreno, sólo puede servir la descomposición del ruido en su espectro. Entretanto otro autor ha establecido un cuadro de características, en el que se dan curvas de sonidos industriales a base de límites establecidos por medición, teniendo en cuenta la adaptación normal del oído humano. En este cuadro de curvas el autor inscribe las curvas de nivel sonoras de los tractores probados, con el resultado de que cinco de los siete probados pasan de la característica «perjudicial con incidencia de duración» en diferentes márgenes de frecuencia. Este resultado lo lleva a la consideración de que a los fabricantes de motores y de tractores les queda todavía mucho que hacer en este terreno.*

# Nochmals: Geräuschmessungen an Ackerschleppern

Schlepperprüffeld Marburg des KTL

In Heft 4/1956 dieser Zeitschrift habe ich über Geräuschmessungen an Ackerschleppern berichtet, die im Rahmen der Kleinschlepper-Vergleichsprüfung der DLG im Frühjahr des Jahres 1956 durchgeführt wurden; die dort gemachten Ausführungen bedürfen noch einiger Ergänzungen.

In jenem Beitrag hatte ich behauptet, daß über die Messung des Gesamtgeräusches allein keine Übereinstimmung zwischen objektiver Messung und subjektiver Beurteilung durch den Schlepperfahrer zu erzielen ist, daß dies aber mittels der Frequenzanalyse sehr wohl möglich ist.

In Tabelle 2 waren die Meßwerte für das Gesamtgeräusch in dB (Dezibel) angegeben und nicht in phon. Dazu ist mir der Vorwurf gemacht worden, wenn in phon gemessen worden wäre, dann wäre eine bessere Übereinstimmung erzielt worden. Das stimmt nicht ganz. Denn in dem uns besonders interessierenden Fall der Geräuschmessung am Ohr des Fahrers bei voller Motordrehzahl liegen die ermittelten Gesamtgeräuschwerte bei allen 7 an der Prüfung beteiligten Maschinen über 100 dB, bei Leerlauf des Motors immer noch zwischen 87 und 97 dB. In diesem Bereich verlaufen die Linien gleicher Lautstärke in phon parallel oder doch fast parallel zu den Linien gleichen Schallpegels in dB (Abb. 1). Dieses Bild wurde durch Umrechnung der Ordinate aus Abbildung 1 meines Beitrages aus Heft 4/1956 in dB gewonnen [1, 2]. Das heißt aber, daß in diesem Bereich des Schallpegels zwischen 90 und 110 dB, abgesehen von der geringen Absenkung der Linien gleicher Lautstärke im Frequenzbereich von 1500 bis 5000 Hz, die nur bei 3000 Hz mehr als 3 dB ausmacht, der Schallpegel in dB mit der Lautstärke in phon fast übereinstimmt. Erst bei Frequenzen über 5000 Hz tritt eine nennenswerte Abweichung auf. Eine Messung in phon hätte also keine wesentlich andere, brauchbarere Bewertung gebracht. Unterschreitet der Schallpegel Werte von 90 dB, dann kann auch bei Frequenzen unter 5000 Hz keine Gleichsetzung mehr erfolgen. Bei Leerlauf der Schlepermotoren ist dies bereits zum Teil der Fall.

Diese angenäherte Übereinstimmung von phon und dB bei Messung des Gesamtgeräusches am Ohr des Fahrers ändert aber nichts an der Tatsache, daß die subjektive Empfindung durch den Schlepperfahrer völlig anders sein kann als die objektive Messung. Hier hilft nur eine Zerlegung des Geräusches in sein Spektrum weiter. Am besten wäre hierbei eine möglichst weitgehende Zerlegung, wie sie die Suchtonanalyse gestattet, die für Forschungszwecke und den Laboratoriumsversuch sicher allen anderen Verfahren vorzuziehen ist; für Zwecke der Prüfung wird aber eine Terzanalyse, in den meisten Fällen auch schon eine Oktavanalyse, hinreichende Ergebnisse bringen. Deshalb wurde bei der Kleinschlepper-Vergleichsprüfung mit der Oktavanalyse gearbeitet.

In Tabelle 2 meines angeführten Beitrags erscheinen in der Spalte 1a drei Schlepper mit gleichem oder fast gleichem Gesamtgeräuschpegel: Maschine B mit 103,5 dB; Maschine D ebenfalls mit 103,5 dB und Maschine E mit 103 dB. Das Frequenzbild dieser drei Maschinen ist in Abbildung 2 dargestellt. Dieses Bild zeigt, daß Maschine B im Bereich von 200 bis 700 Hz einen außerordentlich hohen Schallpegelanstieg hat, dessen Maximum bei 400 Hz liegt. Da der Kammerton a, der Einstimmton in der Musik, wohl jedem bekannt ist — er hat eine Schwingungszahl von 440 Hz, ist die Tonhöhe gerade dieser Schallpegelanhebung der Maschine B auch für solche Personen, die sich nicht ständig mit Geräuschmessungen befassen, sehr gut charakterisiert. Tatsächlich wurde diese Maschine auch von allen beteiligten Schlepperfahrern als die Unangenehmste dieser drei empfunden. Die Maschine E hat dagegen zwar eine sehr starke Anhebung bei Frequenzen um 70 Hz, hier handelt es sich aber um sehr tiefe Brummtöne, die nicht unbedingt als unangenehm empfunden werden; sie hat eine weitere, nicht so hohe Anhebung bei 700 Hz, die aber nur gerade an das Niveau der beiden anderen Maschinen heranreicht. In

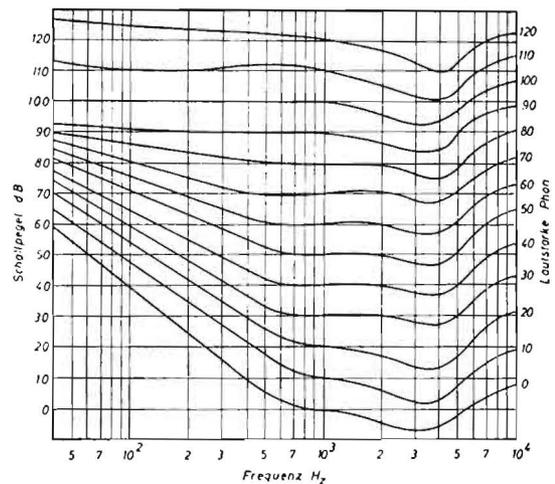


Abb. 1: Zusammenhang zwischen Schallpegel in dB und Lautstärke in phon, abhängig von der Frequenz

Übereinstimmung mit diesem Frequenzbild wurde die Maschine E als die angenehmste dieser drei empfunden, obwohl Übereinstimmung im Gesamtgeräusch bestand. Man sieht hieraus, daß tatsächlich die Oktavanalyse eine gute Übereinstimmung zwischen objektiver Messung und subjektiver Empfindung bringt. Sie gestattet es, mehrere Maschinen einwandfrei miteinander zu vergleichen.

Leider ist es aber auch mit der Frequenzanalyse allein nicht möglich, aus dem Spektrum des Geräusches eine Aussage über seine Verträglichkeit zu machen. Hier fehlte bislang noch

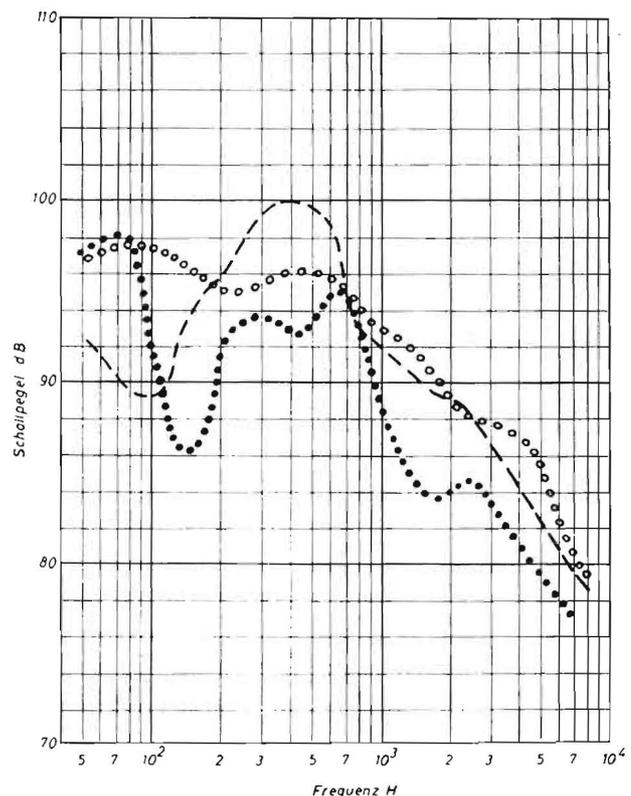


Abb. 2: Schallpegelkurven von drei Ackerschleppern mit gleichem Gesamtgeräuschpegel Messung am Ohr des Fahrers bei voller Motordrehzahl ohne Last

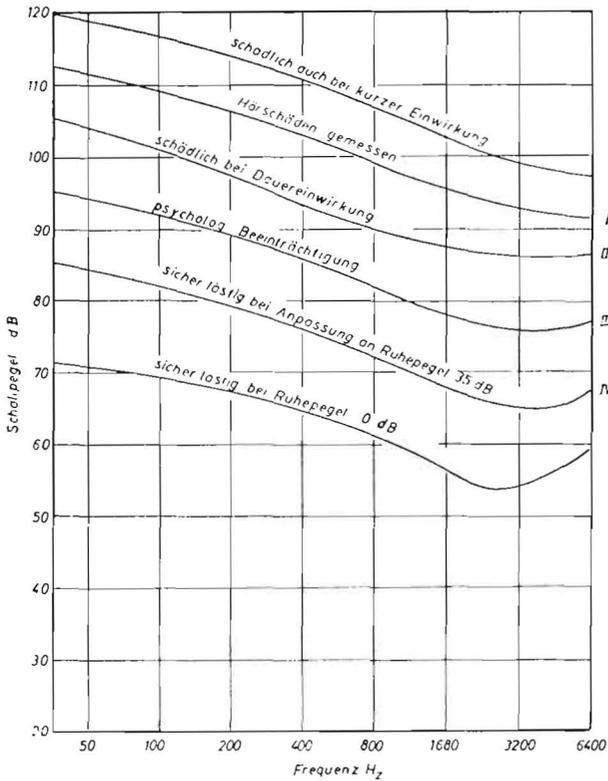


Abb. 3: Bewertungskennlinienfeld für industrielle Schallstörung auf Grund gemessener Störgrenzen unter Berücksichtigung der normalen Anpassung des menschlichen Ohres nach Meister

ein Bewertungsmaßstab für die physiologische und die psychologische Wirkung. Einen solchen aufzustellen ist wegen der Anpassungsfähigkeit des menschlichen Ohres und der sehr unterschiedlichen Empfindlichkeit des mit Geräusch belasteten Menschen außerordentlich schwierig. So können Geräusche, wenn sie aus der absoluten Ruhe heraus wirksam werden,

schon dann als störend und lästig empfunden werden, wenn ihr Schallpegel eine Höhe erreicht, die wesentlich niedriger liegt als der Schallpegel eines Allgemeingeräusches, dem der Mensch normalerweise ausgesetzt ist und das dabei noch keineswegs störend zu sein braucht. Hier hat uns nun Dr. Meister von der Medizinischen Akademie in Düsseldorf einen wesentlichen Schritt weitergebracht. Abbildung 3 zeigt ein Kennlinienfeld, in dem Bewertungslinien für industrielle Schallstörung auf Grund gemessener Störgrenzen unter Berücksichtigung der normalen Anpassung des menschlichen Ohres dargestellt sind [3].

Es ist außerordentlich bedauernd, daß dieses Bewertungskennlinienfeld nicht schon vor 12 Monaten bekannt war. Es wäre dann möglich gewesen, dem Richterausschuß der DLG-Kleinschlepper-Vergleichsprüfung nicht nur einen Maschinenvergleich an Hand zu geben. Es wäre darüber hinaus auch sehr wertvoll gewesen, wenn eine Beurteilung der Einwirkung der verschieden starken Schleppergeräusche auf den Fahrer hätte vorgenommen werden können. Ob eine in jedem Fall einwandfreie Beurteilung der psychologischen und physiologischen Einwirkung überhaupt möglich ist, ist sowieso fraglich, weil die Unterschiede in Konstitution und Kondition der Fahrer zu stark schwanken. Eine solche Beurteilung kann sich immer nur auf einen Normalmenschen beziehen. Aber schon die Möglichkeit, daß jetzt eine einigermaßen gesicherte Beurteilung gegeben ist, ist außerordentlich wertvoll.

Trägt man die in meinem letzten Beitrag veröffentlichte Abbildung 4 — Schallpegelkurven bei Höchstdrehzahl des Motors ohne Last, Mikrophon 10 cm neben dem Ohr des Fahrers — jetzt in dieses Bewertungskennlinienfeld ein (Abb. 4), so kommt man zu einem erschreckenden Ergebnis. Danach lag von allen sieben beteiligten Maschinen das Frequenzspektrum nur bei einer einzigen Maschine mit seiner Schallpegelhöhe vollständig unterhalb der Linie „Schädlich bei Dauereinwirkung“; die Schallpegelhöhe von vier Maschinen überschritt im mittleren Frequenzbereich irgendwo einmal diese Linie, wenn auch zum Teil nur in einem sehr schmalen Bereich und in schwankender Intensität; bei zwei Maschinen lag aber das gesamte Frequenzband mit Ausnahme der Bereiche unter 75 Hz und über 4500 Hz über dieser Linie.

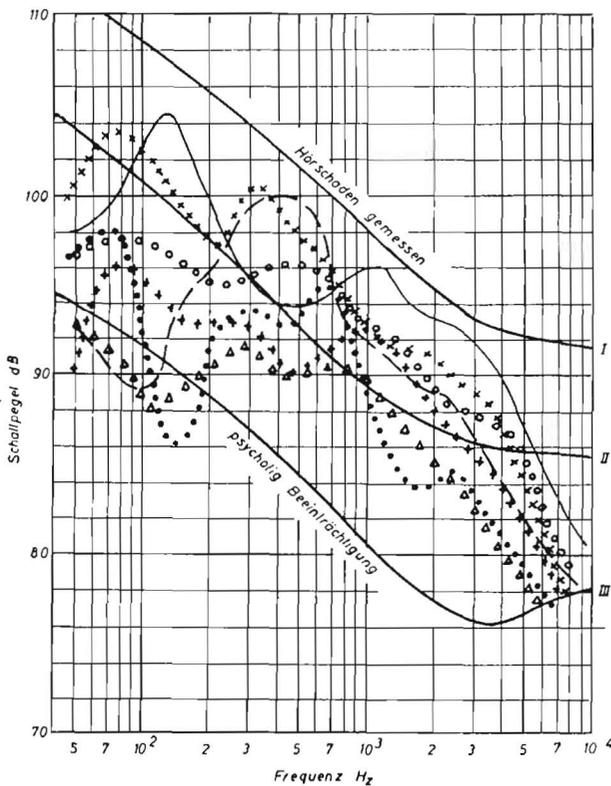


Abb. 4: Schallpegelkurven bei Höchstdrehzahl des Motors ohne Last, gemessen am Ohr des Fahrers, im Bewertungskennlinienfeld. Kurven I, II und III aus Abbildung 3

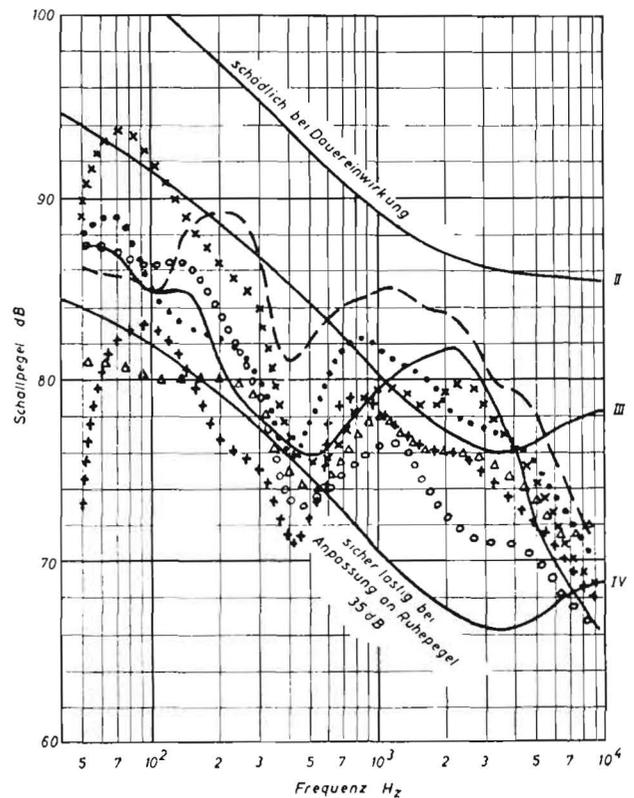


Abb. 5: Schallpegelkurven bei Höchstdrehzahl des Motors ohne Last — Mikrophon 7 m querab von Schleppermittle, 1,2 m hoch — im Bewertungskennlinienfeld. Kurven II, III und IV aus Abbildung 3

Bei drei Maschinen wurden dabei Spitzenwerte erreicht, die schon bedenklich nahe an den Bereich herankommen, der durch die Linie „Hörschäden gemessen“ gekennzeichnet ist. Besonders unangenehm ist bei Maschine A, daß dies hier gerade in den hohen Frequenzen mit einem sehr breiten Bereich der Fall ist.

Trägt man auch in die Abbildung 6 aus Heft 4/56 die Linien „Psychologische Beeinträchtigung“, „Schädlich bei Dauereinwirkung“ und „Sicher lästig bei Anpassung an Ruhepegel 35 dB“ ein, so zeigt sich (Abb. 5), daß alle Maschinen mindestens in dem Bereich über 700 Hz diese letztere Linie ganz erheblich überschreiten. Bei der praktischen Feldarbeit, die in den weitaus meisten Fällen fernab jeglicher anderen Geräuschquellen vor sich geht, wird man immer mit einem maximalen Ruhepegel von 35 dB rechnen können, so daß auch Hilfskräfte, z. B. das Bedienungspersonal einer Pflanzmaschine oder der Steuermann eines Hackgerätes, einer Belästigung unterliegen, die psychologische Folgen haben kann. Aus Abbildung 5 sieht man aber außerdem, daß die Maschine B von 1000 bis 5000 Hz eine sehr erhebliche Schallpegelanhebung hat, die schon relativ dicht an die Linie „Schädlich bei Dauereinwirkung“ heranreicht. Tatsächlich wurde diese Maschine bei der Beurteilung aus 7 m Entfernung als die unangenehmste der sieben Prüfungsmaschinen gewertet.

Wenn schon die einfache Darstellung der Schallpegellinien in Heft 4/56 unter den verschiedenen Bedingungen recht gute Aufschlüsse gab und wenigstens einen Maschinenvergleich gestattete, so kann man jetzt nach Vorliegen des Bewertungskennlinienfeldes von Dr. Meister erst recht sagen, daß noch eine große Entwicklungsarbeit seitens der Motoren- und Schlepperfirmen geleistet werden muß. Es ist sicher richtig, daß Prof. Klü s e n e r als Diskussionsleiter auf der Nürnberger Tagung des VDI „Die Anpassung des Fahrzeugs an den Menschen“ sagte: „Die Kraftfahrzeugingenieure sollten von den in den letzten Jahren erreichten Wirkungsgraden ruhig ein paar Prozente abstreichen und diese dem Menschen, der das Fahrzeug bedienen muß, zugute kommen lassen.“

#### Schrifttum:

- [1] Finkenzeller, R.: Einführung in die Geräuschmessung. Landtechnische Forschung 6 (1956) H. 4, S. 118/119.
- [2] Krügel: Geräuschmessungen an Kraftfahrzeugen. ATZ 59 (1957) S. 41/44.
- [3] Meister: Schallpegel, Lautheit, Lästigkeit und Schädigung bei Geräuschbelastung des Ohres. Z. VDI 99 (1957) H. 8, S. 329/334.
- [4] Meyer-Delius: Wirkung von Geräuschen auf Menschen; Vortrag auf der VDI-Tagung „Anpassung des Fahrzeugs an den Menschen“. Düsseldorf 1957 (im Druck).
- [5] Martin, R.: Geräuschmessungen an Kraftfahrzeugen; Vortrag auf der VDI-Tagung „Anpassung des Fahrzeugs an den Menschen“. Düsseldorf 1957 (im Druck) — (s. auch Beitrag in diesem Heft).

Prof. Dr.-Ing. H. Speiser, Hannover:

## Technische Probleme im Zuckerrohr- und Kaffeeanbau

Wenn man den nördlichen Wendekreis verfolgt, so ist bemerkenswert, daß überall dort, wo er Kontinente berührt, Wüstengebiete liegen. In Nordamerika sind es die mexikanischen Wüsten, in Afrika die Sahara, dann die arabischen Wüsten. Dieser Wüstengürtel rund um die Erde biegt dann allerdings, wie von der asiatischen Landmasse abgelenkt, über Persien und Afghanistan nach Norden ab zum Tarim-Becken und schließlich zur Wüste Gobi. Verfolgt man den südlichen Wendekreis, so durchschneidet er von Osten nach Westen die großen australischen Wüsten und in Südafrika die Kalahari. Dann aber kommt die große Ausnahme in der Folge dieser Wendekreis-Wüsten: In Südamerika liegen südlich und nördlich des Wendekreises Urwälder und fruchtbares Ackerland, auf dem im wesentlichen Zuckerrohr und Kaffee, auch Baumwolle, gebaut wird.

Das Zuckerrohr wird insbesondere in den Niederungen zwischen der atlantischen Küste und dem Randgebirge, am Paranà- und Paraguay-Fluß, sowie in den Niederungen zwischen dem südlichen Gran Chacó und den Kordilleren gebaut, also im Becken von Salta und Tucumàn. Der Kaffee, der zu meist in Verbindung mit Maisanbau auftritt, hat seine Hauptanbaugelände auf den Hochflächen westlich der Randgebirge bis zum Paranà. Südlich dieser Anbaugelände wird etwa vom 30. Grad südlicher Breite ab im Küstenstreifen das Zuckerrohr vom Reis, auf der Hochfläche der Kaffee vom Weizen abgelöst. Der Weizen- und Maisanbau zieht sich dann bis hinunter in die Tiefebene Argentiniens.

### Zuckerrohr

#### Verbreitung und Klimabedingungen für den Zuckerrohranbau

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, sind Brasilien und Argentinien zusammen nur mit rund einem Sechstel an der Weltproduktion von Zuckerrohr beteiligt. Die klimatischen Bedingungen sind in Südamerika eben nur stellenweise günstig für das Zuckerrohr. Die Jungpflanze verlangt in erster Linie Feuchtig-

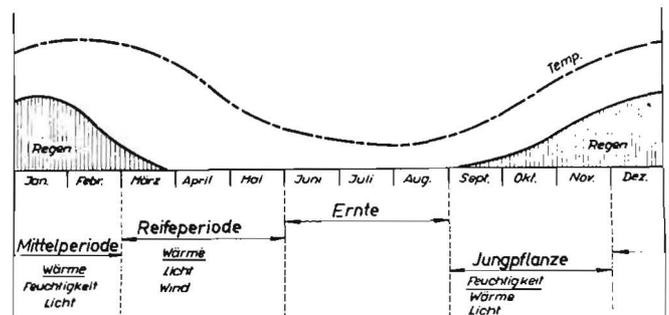


Abb. 1: Wachstumsbedingungen für Zuckerrohr

keit; Wärme und Licht sind nicht so wichtig. In der Hauptwachstumszeit dagegen ist unbedingt Wärme notwendig, Feuchtigkeit und Licht rücken an die zweite Stelle. In der Reifezeit ist wiederum Wärme besonders wichtig, dann das Licht, während an Stelle der Feuchtigkeit Wind auftreten muß, damit die Pflanzenflüssigkeit verdunstet und die Säfte in der Pflanze eingedickt werden (Abb. 1). Außerdem ist eine mittlere Jahrestemperatur notwendig, die über 20° C liegen muß. Als notwendige Regenmengen werden in der Literatur 1200 bis 2000 mm jährlich angegeben. Das Becken von Tucumàn in Nord-Argentinien, das einen reichen Zuckerrohranbau aufweist, hat allerdings nur etwa 900 mm. Die Hauptregenmengen fallen im Südsommer. Daher liegt die Reifezeit und die Ernteperiode im Südwinter.

#### Pflanzungsdauer

Das Zuckerrohr bleibt in Brasilien meist etwa sechs Jahre stehen. In den beiden ersten Jahren sind die Erträge noch gering, vom dritten bis fünften Jahr rechnet man mit den Höchsterträgen, dann fällt der Ertrag schnell ab, so daß man meist nur noch die sechste Ernte abwartet und das Land dann umbricht. Vom vierten Jahr ab wird Minereraldünger gegeben. In guten Wirtschaften wird das Land nach dem Umbruch des Rohrs mit Luzerne belegt. Diese Regel wird aber nicht überall eingehalten. Oft wird das Land auch nach dem Umpflügen einfach brach liegen gelassen, oft begnügt man sich mit einjährigem Luzerneanbau, pflügt um und pflanzt wieder Zuckerrohr.

Tabelle 1: Zuckerrohr- und Kaffeeanbauflächen in Brasilien und Argentinien 1953

Zuckerrohr Brasilien	991 000 ha (13 % der Weltproduktion)
Zuckerrohr Argentinien	278 000 ha ( 3 % der Weltproduktion)
Kaffee Brasilien	2 700 000 ha (50 % der Weltproduktion)