

## Résumé:

Dipl.-Ing. R. von Sybel: „Die Getreidetrocknung unter Wärmezufuhr durch Strahlung.“

In der vorliegenden Untersuchung ist der Frage nachgegangen, ob es nicht richtiger ist, das Getreide unmittelbar durch Strahlung oder Kontakt aufzuwärmen, statt die Wärme mit einem Luftstrom heranzuführen, inwieweit sich bei einer solchen Wärmezufuhr durch Strahlung die Trocknung beschleunigen läßt, und wie sich der andersartige Temperaturverlauf in Verbindung mit dem schnelleren Wasserentzug auf die Qualität des Getreides auswirkt. Nach einer Beschreibung der Versuchsapparatur und der Versuchsbedingungen werden die Versuchsergebnisse bekanntgegeben. Aus ihnen kann geschlossen werden, daß die Wärmezufuhr durch Strahlung einen hohen konstanten Wasserentzug über den ganzen interessierenden Bereich ermöglicht, unter der Voraussetzung einer ausreichenden Kaltluftkapazität.

Dipl.-Ing. R. von Sybel: "Drying of Grain by Radiant Heat."

The article examines the question whether it is possible to dry grain by radiant heat or by actual contact in place of currents of hot air. The article further examines whether the use of radiant heat hastens the drying process and also attempts to determine whether the difference in temperature combined with the quicker removal of moisture has any influence on the quality of the grain. The apparatus used and the method of conducting the experiments are then described and the subsequent results tabulated. Examination of these results leads to the conclusion that the utilisation of radiant heat causes the moisture to be extracted at a higher and more constant rate throughout the whole temperature range. An ample cold air capacity is a pre-requisite.

Dipl.-Ing. R. von Sybel:

«Le séchage des céréales par apport de chaleur sous forme de rayonnement.»

Cet examen a eu pour but de savoir, d'une part, s'il n'est pas plus efficace de chauffer les céréales directement par rayonnement ou contact au lieu d'amener la chaleur au moyen d'un courant d'air et, d'autre part, dans quelle mesure le séchage peut être accéléré par rapport de chaleur sous forme de rayonnement et quelle influence a sur la qualité des céréales l'évolution différente de la courbe de température en relation avec l'élimination plus rapide de l'eau. Après une description des appareils et conditions d'essai, l'auteur cite les résultats obtenus. On peut en conclure que l'apport de chaleur sous forme de rayonnement provoque une élimination d'eau très élevée et très constante dans toute la zone de dessiccation considérée à la condition qu'une capacité d'air froid suffisante soit disponible.

Ing. dipl. R. von Sybel: «El secado de los cereales por calor radiado.»

Por estas investigaciones se ha tratado de dilucidar las cuestiones siguientes: ¿ No resultaría más conveniente calentar el grano directamente por contacto o por radiación, en vez de por una corriente de aire caliente? ¿ El secado se conseguirá más pronto con el calentamiento por radiación? y ¿ Qué influencia ejercerán las temperaturas distintas en combinación con la deshidratación acelerada en la calidad del cereal? . Después de describir los aparatos empleados y las condiciones en que se hicieron los ensayos, se dan los resultados, de los que puede deducirse que el calentamiento por radiación permite una deshidratación constante muy elevada en todo el margen interesante, siempre que la capacidad de aportar aire frío sea suficiente.

Dr.-Ing. R. Finkenzeller, Mannheim:

## Einführung in die Geräuschmessung

Länge, Gewicht, Zeit und alles was damit zusammenhängt, läßt sich eindeutig definieren. Der Mensch schuf sich — um Vergleiche zu haben — die Bezugsgrößen Zentimeter, Gramm und Sekunde. Über viele von unseren Sinnen wahrnehmbare Feststellungen können somit eindeutige Angaben gemacht werden.

Es gibt aber auch Sinneswahrnehmungen, die man bis heute noch nicht messen, das heißt eindeutig, allgemein verständlich definieren kann. Hierunter zählen die Wahrnehmungen mit dem Geruchssinn, dem Geschmack und zum Teil dem Gehör. Wir sagen: es riecht gut oder schlecht, stark oder schwach, es schmeckt gut oder schlecht, also rein subjektive Feststellungen, deren Richtigkeit vom Einzelmenschen abhängt. Nicht viel anders verhält es sich mit dem durch das Gehör Wahrnehmbaren, das sich aus einer Anzahl Töne zusammensetzt.

### Einzeltöne

Einzeltöne kann man definieren nach:

- a) ihrer Schwingungsdoppelwechsellzahl (Frequenz) gemessen in Schwingungen je Sekunde = Hertz,
- b) der Größe ihrer Druckschwankung (Schalldruck)

gemessen in  $\mu$ -bar =  $\frac{1}{1\,000\,000}$  bar; 1 Bar = 1 kg/cm<sup>2</sup>  
1  $\mu$ -bar = 10 g/m<sup>2</sup>

Jedem Ton ist eine bestimmte Schwingungszahl eigen. Man denke nur an die Saite eines Musikinstrumentes. Wird die Saite durch Anschlagen (Klavier) oder Zupfen (Geige) aus ihrer Ruhelage gebracht, so schwingt sie hin und her, je nach ihrer Spannung, mehr oder weniger oft in der Sekunde. Würde man dieses Hin- und Herschwingen je Zeiteinheit zählen, so erhielte man die Zahl der Schwingungen/Sek. = Hertz.

Zieht man die Saite weit nach der Seite oder schlägt man sie sehr stark an, was ja denselben Effekt erzielt, so ergibt dies einen großen seitlichen Ausschlag der Saite, damit auch große Druckschwankungen in der die Saite umgebenden Luft und bekanntlich einen lauten Ton.

Sinkt die Schwingungsdoppelwechsellzahl unter 20 je Sekunde (20 Hertz), so sind die dabei entstehenden Töne für das menschliche Ohr nicht mehr vernehmbar. Das gleiche gilt bei Schwingungsdoppelwechsellzahlen über 20 000 je Sekunde. Der Bereich der für das menschliche Ohr vernehmbaren Schwingungen liegt also zwischen 20 und 20 000 Hertz.

Am besten reagiert das menschliche Ohr auf Schwingungen zwischen 1000 und 5000 Hertz; Voraussetzung aber ist, daß die Stärke der Druckschwankungen über einer gewissen Mindeststärke, der sogenannten Hörschwelle liegt.

Auf Grund vielfältiger Versuche wurde festgestellt, daß die für das menschliche Ohr gültige Hörschwelle bezüglich Schalldruck bei

$$\frac{2}{10\,000} \mu\text{-bar liegt. Dieser Wert wurde inter-}$$

national als Bezugswert bei allen Schallmessungen festgelegt, das heißt der Druck von

$$\frac{2}{10\,000} \mu\text{-bar} = 0,002 \text{ g/m}^2 \text{ wurde}$$

mit der Wertziffer 0 und der Bezeichnung Dezibel (dB) belegt.

Um das unbequeme Rechnen mit den in sehr weiten Grenzen sich bewegenden Wertziffern für den Schalldruck zu vermeiden, wurde die geometrische Zahlenreihe in eine arithmetische Reihe umgewandelt. Im vorliegenden Fall bedeutet dies, daß eine Steigerung des Schalldruckes jeweils um das Zehnfache, also von 0,002 g/m<sup>2</sup> auf 0,02 g/m<sup>2</sup> einer Steigerung um 20 dB gleichkommt.

Er ergibt sich somit:

Schalldruck:	0,002 g/m <sup>2</sup>	=	0 dB (Dezibel)
	0,02 "	=	20 dB "
	0,2 "	=	40 dB "
	2 "	=	60 dB "
	20 "	=	80 dB "
	200 "	=	100 dB "
	2 000 "	=	120 dB "
	20 000 "	=	140 dB "

Eine Schalldruckerhöhung von 20 auf 40 g/m<sup>2</sup>, das heißt verdoppelter Schalldruck, bedeutet also eine Steigerung von 80 auf 86 dB (Dezibel); eine Verfünffachung des Schalldruckes von 20 auf 100 g/m<sup>2</sup> bringt eine Änderung der Wertziffer von 80 dB auf 94 dB.

Nun kennt man heute allgemein die Bezeichnung „Phon“ als Definition für die Lautstärke. Bei einem Ton mit der Schwingungszahl von 1000 Hertz (= 1000 Schwingungen/Sek.) ist der Wert für „Phon“ gleich dem Schalldruck mit der Wertbezeichnung Dezibel (dB).

Also 50 Phon = 50 dB (bei 1000 Hertz)  
 oder 80 Phon = 80 dB (bei 1000 Hertz)  
 Lautstärke (Phon) = Schalldruck (Dezibel) bei 1000 Hz-Tönen.

Gibt die Bezeichnung dB (Dezibel) ein Maß für den Schalldruck an, so soll durch die Bezeichnung (Phon die Lautstärkeempfindung, wie ein Ton oder ein Geräusch vom menschlichen Ohr wahrgenommen wird, definiert sein. Die Lautstärkeempfindung des Ohrs ändert sich aber, wie oben erläutert, bei gleichbleibendem Schalldruck mit der Tonhöhe, das heißt der Schwingungszahl. Oder anders ausgedrückt: Soll das Ohr verschiedene Töne als gleich laut empfinden, so muß je nach Tonhöhe der Schalldruck stärker oder schwächer sein. Ein Ton von 1000 Hertz mit einem Schalldruck von 70 Dezibel =  $6,32 \text{ g/m}^2$  muß bei Erhöhung dieses Tones auf 6500 Hertz mit einem Schalldruck von 80 Dezibel =  $20 \text{ g/m}^2$  das menschliche Ohr treffen, um als „gleich laut“ empfunden zu werden. Es ist also bei dem höheren Ton ein mehr als dreifacher Schalldruck notwendig, um im menschlichen Ohr das Empfinden gleicher Lautstärke auszulösen. Ähnlich verhält es sich beim Absinken eines Tones von 1000 Hertz auf 80 Hertz, wo ebenfalls dreifacher Schalldruck für gleiches Lautempfinden notwendig ist.

Beispiel: 70 Phon = 70 dB bei 1000 Hertz  
 70 Phon = 78 dB bei 100 Hertz  
 70 Phon = 83 dB bei 10000 Hertz.

Unter Berücksichtigung dieser naturbedingten Gegebenheiten wurden die Beziehungen zwischen Lautstärkeempfindung und Schalldruck bei verschiedenen Tonhöhen — stets ausgehend von der Schwingungszahl 1000 Hertz — an Hand vieler Messungen bei zahlreichen Versuchspersonen ermittelt (statistischer Mittelwert). Diesen neugewonnenen Werten für die Lautstärkeempfindung bei Tönen beliebiger Höhe wurde die Bezeichnung „Phon“ zugeordnet. Die „Phon“-Zahl gibt somit die Lautstärke-Empfindung des menschlichen Ohrs — unabhängig von Tonhöhe und Schalldruck — an.

Man ersieht daraus, daß der Schalldruck, definiert mit Dezibel, nur bei dem Ton mit 1000 Schwingungen/Sek. gleich der Phon-Zahl ist.

Von den Schallmeßgeräten, die bekanntlich den Schalldruck aufnehmen, wird die Phon-Zahl angegeben. Die Schallmeßgeräte berücksichtigen dabei in grober Näherung den der Tonhöhe entsprechenden Korrektur-Faktor.

### Ton-Gemische

Bisher wurde nur von Einzeltönen und ihrer Bewertung bezüglich Lautstärke gesprochen. Wesentlich komplizierter gestaltet sich die Messung von Ton-Gemischen. Diese Gemische werden bei periodischer Wiederholung einer nicht allzu komplizierten Schwingungsform als „Klang“, beim Zusammenkommen von Schwingungen mit sehr dicht nebeneinanderliegenden Frequenz-Komponenten als „Geräusch“ bezeichnet. Zeitlich kurz dauernde Geräusche werden „Knall“ genannt.

Leider kommen in der Praxis — insbesondere bei der Lärmfeststellung zum Zweck der Lärmbekämpfung — „Einzeltöne“ oder einfache Ton-Gemische so gut wie nicht vor. Die „Geräusche“, die man in ihrer Stärke oder Lästigkeit bestimmen will, bewegen sich gewöhnlich über den gesamten Hörfrequenz-Bereich.

Da die Addition mehrerer dicht benachbarter Töne gleicher Einzelstärke wesentlich kleinere Schallempfindungserhöhungen ergibt als Töne gleicher Lautstärke mit großem Frequenz-Abstand, sind die mit dem Phon-Meßgerät ermittelten Werte nur bedingt richtig. Man hat deshalb neuerdings zur genaueren Bestimmung von Geräuschen den Hörfrequenz-Bereich aufgeteilt in Oktav-Bänder. Die gemessenen Phon-Werte jeder einzelnen Oktave werden addiert. Der Summenwert entspricht dann mit erträglich kleinen Fehlern bei vielen breitbandigen Geräuschen, das heißt solchen, die viele Teiltöne von den tiefsten bis zu den höchsten Frequenzen enthalten, der vom Ohr wirklich empfundenen Lautstärke.

In den USA wurde eine auf diesem Prinzip aufgebaute Geräusch-Meßmethode einschließlich der entsprechenden Laut-

heit-Skala genormt. Die hierfür gültigen Werte erhielten die Bezeichnung „Sone“. Die Vergleichswerte zwischen „Phon“ und „Sone“ zeigt folgende Tabelle:

Phon:	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Sone:	0,001	0,014	0,1	0,38	1,0	2,15	4,64	10	21,5	46,4	100

Geräuschmessungen nach der vorliegenden Methode mit der Bewertung nach „Sone“ sind bis heute aber nur in den entsprechenden Forschungs-labors üblich. Amtlicherseits werden bei uns die Geräusche heute noch nach „Phon“ bewertet. Um in etwa eine Vorstellung von den verschiedenen „Phon“-Zahlen zu vermitteln, seien nachfolgend einige bekannte Geräusche mit ihrer entsprechenden „Phon“-Zahl aufgeführt:

Leises Flüstern	bei 1 m Abstand	50 Phon
Streichholz anbrengen	bei 1 m Abstand	60 Phon
Geräusch einer Schweißlampe		
Brennergröße Nr. 2	bei 1 m Abstand	70 Phon
Brennergeräusch Nr. 6	bei 1 m Abstand	80 Phon
Geräusch in einem Auto (Limousine)		
Geschwindigkeit 90 km/h Autobahn — trocken		90 Phon
Geschwindigkeit 90 km/h Autobahn — trocken		
Fenster links und rechts vorn offen		100 Phon
Schmerzgrenze		130 Phon

Das Ohr, das eines der Sinnesorgane ist, durch die wir mit der Umwelt verbunden sind, ist im Vergleich zu den anderen Sinnesorganen besonders subjektiv eingestellt, denn mitentscheidend für das Geräuschempfinden des Menschen ist seine allgemeine oder augenblickliche seelische beziehungsweise körperliche Einstellung oder Verfassung.

Dies läßt sich an Hand folgender Versuchsergebnisse auch leicht beweisen:

Läßt man einen Auto-Motor beispielsweise mit 1800 U/min im Leerlauf heulen, so mißt man im Wageninnern 80 Phon. Mit derselben Drehzahl arbeitet der Motor im 4. Gang bei 60 km/h Fahrgeschwindigkeit des Autos. Dabei mißt man aber 85 Phon, das heißt beinahe die doppelte Lautstärke, obwohl jeder Autofahrer das Leerlauf-Geräusch bei der oben genannten Motor-Drehzahl (1600 U/min) als wesentlich unangenehmer empfindet als das nach „Phon“ doppelt so laute Geräusch bei 60 km/h Geschwindigkeit im geschlossenen Wagen auf glatter Zement-Autobahn. Dieses in seiner Größe so unterschiedliche akustische Empfinden liegt vermutlich darin begründet, daß beim Fahren — im Gegensatz zum stehenden Auto (mit laufendem Motor) — neben den akustischen auch optische Eindrücke auf unser Empfinden einwirken. Die optischen Eindrücke lenken unser Gehör-Empfinden ab. Dieses Ablenken gilt beim fahrenden Auto, nicht aber beim Schlepper, der uns mit seiner wesentlich geringeren Geschwindigkeit (3—6 km/h) gewöhnlich wenig optische Abwechslung verschafft, und der von uns auch bei weitem nicht diese für ein sicheres Fahren notwendige Aufmerksamkeit abfordert. Das dürften im wesentlichen die Gründe sein, weshalb zum Beispiel Schlepper-Geräusche oft stark überbewertet werden.

Aber nicht das psychologische Moment allein ist entscheidend dafür, daß es bisher nicht gelungen ist, eine mit dem menschlichen Wahrnehmungsvermögen übereinstimmende Methode der Geräuschmessung zu finden. Viele zum Teil ohne weiteres meßbare physikalische Faktoren (Überdeckung zweier verschieden starker Töne, Geräuschreflexionen durch die Umgebung, Anzahl der Oberschwingungen usw.) besitzen bezüglich des Geräuschempfindens und des Geräuschmessens in diesem Zusammenhang Bedeutung, in welchem Ausmaß allerdings, das muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

### Schrifttum:

- H. Martin: Mittel und Wege zur Erfassung und Senkung des lästigen Kraftfahrzeuglärms. ATZ (53) 1951, S. 1—4.  
 W. Bürk: Schall- und Lautstärkemessung und ihre Geräte als Hilfsmittel zur Lärmbekämpfung im Kraftfahrwesen. ATZ (54) 1952, S. 120—123.  
 U. Steudel: Über Empfindung und Messung der Lautstärke. Dissertation 1932.  
 M. Kluge: Dämpfung des Auspuffschalles an Kraftfahrzeugmotoren. ATZ (35) 1933.  
 W. Bürk: Die Schallmeßfibel für die Lärmbekämpfung. Mindelheim 1955.

## Résumé:

Dr.-Ing. R. Finkenzeller: „Einführung in die Geräuschmessung.“

Der Verfasser gibt einen Überblick über den heutigen Stand der Geräuschmessung. Einzeltöne werden nach ihrer Schwingungsdoppelwechszahl (Frequenz) in Schwingungen je Sekunde (Hertz) und nach der Größe ihrer Druckschwankung (Schalldruck) in  $\mu$ -bar definiert. Die Zusammenhänge zwischen diesen zwei Meßgrößen werden dargelegt. Es folgt eine Definition des Begriffs „Phon“ als Bezeichnung für die Lautstärke. Komplizierter als die Messung von Einzeltönen ist das Messen von Ton-Gemischen, das in den USA zur Normung einer Geräusch-Meßmethode nach „Sone“ geführt hat. Abschließend kommt der Verfasser zu dem Ergebnis, daß es bis heute unmöglich ist, Geräusche eindeutig und allgemein verständlich mit den physikalischen Grundeinheiten so zu definieren, wie sie vom menschlichen Ohr aufgenommen und empfunden werden.

Dr. Ing. R. Finkenzeller: „An Introduction to Sound Strength Measurement.“

The Author opens his article with a brief survey of the present state of development of the measurement of the strength of sounds. Single tones are classified in  $\mu$ -bars in accordance with their frequency of vibrations per second and in accordance with their pressure variations (sound pressures). The relation between these two values is carefully explained and is further followed by an explanation of the use of the „phon“ as a unit of measurement of sound intensity. The method of evaluation of multi-tones is more complicated than those for measurements of strengths of single tones. This has led in the U.S.A. to the adoption of methods of measurement of noises on the basis of the „sone“. Finally, the Author arrives at the conclusion that, up to the time of writing, it has not been found possible to measure the strength of noises, as received by the human ear, clearly and in accordance with the basic principles of physics.

Dr.-Ing. R. Finkenzeller: «Introduction dans la mesure des bruits.»

L'auteur donne un aperçu de l'état actuel de la technique de la mesure des bruits. Des sons isolés sont déterminés en hertz correspondant à leur fréquence et en millibars correspondant à l'amplitude des compressions et dilatations successives de l'air. Les relations entre ces deux données sont exposées. L'auteur fait suivre une définition de la notion «phone», terme pour l'unité de mesure de l'intensité sonore. Plus difficile que la mesure de sons isolés est la mesure de bruits complexes pour lesquels on utilise aux Etats-Unis une méthode de mesure normalisée dite méthode d'après «Sone». L'auteur conclut qu'il n'est actuellement pas encore possible de définir d'une façon nette et accessible à tout le monde, au moyen des unités de mesure physiques, les bruits comme ils sont perçus et sentis par l'oreille humaine.

Ing. Dr. R. Finkenzeller: «Iniciación en la fonometría.»

El autor da una ojeada general al estado actual de la fonometría. Los sonidos individuales se definen según el cambio doble de sus oscilaciones (frecuencia) por segundo (Hertz - ciclos) y según el valor de la presión de las oscilaciones en  $\mu$ -bar (presión del sonido). Se explican las relaciones entre estos dos valores. Sigue una definición del concepto de «fono» como designación de la fuerza del sonido. Más complicada que la medición de sonidos individuales resulta la de mezclas de sonidos, lo que en los Estados Unidos ha conducido a la creación de un método normalizado de medición de sonidos por «sonos». Para terminar, el autor llega a la conclusión de que hasta aquí resulta imposible definir ruidos de una forma inequívoca y fácilmente comprensible por los conceptos físicos fundamentales de la forma que los percibe y los siente el oído humano.

Dipl.-Ing. W. Kiene:

## Geräuschmessungen an Ackerschleppern

Schlepperprüffeld Marburg des KTL

Im Rahmen der im vergangenen Jahr von der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft durchgeführten Kleinschlepper-Vergleichsprüfung wurden an den beteiligten sieben Maschinen Geräuschmessungen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Messungen waren so beachtenswert, daß sie hier kurz mitgeteilt werden sollen, ohne damit weitergehenden Untersuchungen, die an anderer Stelle vorgenommen werden, vorgehen zu wollen. Diese Messungen, die das Schlepperprüffeld Marburg unter Mitwirkung von Dr. Schirmer, eines Angehörigen einer namhaften deutschen Filterfabrik, machte, waren die ersten, die im Rahmen einer Prüfung angestellt wurden. Da bisher für die Zwecke der Schlepperprüfung Erfahrungen auf diesem Gebiet völlig fehlen, können die Ergebnisse dieser Messungen keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Über den weiter unten beschriebenen Umfang der Messungen hinaus fehlen umfassende Untersuchungen bei Motordrehzahlen, die von den Grenzdrehzahlen abweichen, sowie bei unterschiedlichen Belastungen und anderen Mikrofonstandorten als den gewählten.

Tabelle 1 enthält eine kurze Beschreibung der Maschinen, die an der Prüfung beteiligt waren. An allen Maschinen wurden folgende Messungen bei Stillstand des Fahrzeugs, aber laufendem Motor durchgeführt:

- i. bei vollgespanntem Regler, also Höchstdrehzahl ohne Last,
- ii. bei entspanntem Regler, also Leerlaufdrehzahl ohne Last,
  - a) Mikrophon 10 cm neben dem Kopf des Fahrers, und zwar auf der Auspuffseite, falls dessen Austritt seitlich lag.
  - b) Mikrophon 7 m querab von Schleppermitte und 1,2 m über dem Boden. Da bei sonnigem Wetter leichter Wind herrschte, wurde das Mikrophon so aufgestellt, daß es in Lee lag, also nicht angeblasen wurde.

Der Schlepperstandort wurde so gewählt, daß keine Häuser, Bäume oder Sträucher in der Nähe lagen, die echo-bildend hätten wirken können; außerdem wurde darauf geachtet, daß kein Verkehrslärm stören konnte.

Tabelle 1: Kurzbeschreibung der an der Prüfung beteiligten Schlepper

Schlepper	Leistung	Drehzahl	Zylinderzahl	Arbeitsverfahren	Verbrennungsverfahren	Kühlung	Art des Kühlgebläses	Antrieb des Gebläses	Spülung	Symbol in den Abbildungen 3) — 6)
A	12	2000	1	4 t.	direkt	Luft	achsal	Keilriemen	—	=====
B	12	2200	1	4 t.	W. K.	Luft	radial	Zahnräder	—	=====
C	12	2200	1	2 t.	W. K.	Wasser	—	—	Umkehrspülung m. Roots-Gebläse	XXXXXXXX
D	13	2800	1	2 t.	direkt	Luft	radial	auf der K.-Welle	Umkehrspülung Kurbelkasten	oooooooo
E	14	1850	1	2 t.	direkt	Luft	achsal	Keilriemen	Kurbelkasten m. Auspuffventil	.....
F	16	1500	1	4 t.	direkt	Luft	radial	Keilriemen	—	△△△△△
G	17	2000	2	4 t.	direkt	Luft	radial	i. Schwungrad	—	+++++++