

<b>Zeitschrift:</b>	Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe
<b>Band:</b>	36 (1958)
<b>Heft:</b>	10
<b>Artikel:</b>	Kompensierte Stützscheiben für koaxiale 50--Leitungen
<b>Autor:</b>	Epprecht, Georg W.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-874442">https://doi.org/10.5169/seals-874442</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 29.12.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

BULLETIN TECHNIQUE



BOLETTINO TECNICO

Herausgegeben von der Schweizerischen Post-, Telegraphen- und Telephonverwaltung. Publié par l'administration des postes, télégraphes et téléphones suisses. Pubblicata dall'amministrazione delle poste, dei telegrafi e dei telefoni svizzeri

GEORG W. EPPRECHT, Bern

## Kompensierte Stützscheiben für koaxiale 50- $\Omega$ -Leitungen

### Einleitung

Ein häufig vorkommendes Bauelement der koaxialen Leitungstechnik sind Scheiben, die zur Halterung des Innenleiters dienen. Solche Stützen lassen sich nur vermeiden, wenn die Leitung vollständig mit einem festen Dielektrikum gefüllt ist. Jedoch wird – besonders in der Messtechnik – häufig Luft als Dielektrikum vorgezogen, einerseits aus herstellungs-technischen Gründen, anderseits weil Luft eine kleine, sehr genau definierte Dielektrizitätskonstante und geringste Verluste hat, worin ihr alle festen Dielektrika beträchtlich nachstehen. Man hat selbstverständlich ein Interesse daran, dass die Reflexionen von Stützscheiben möglichst gering sind. Es gibt viele Konstruktionsmöglichkeiten zur Erreichung dieses Ziels [1], [2], und man könnte fragen, weshalb wir uns die Mühe genommen haben, einen neuen Typ zu entwickeln. Dies hat verschiedene Gründe. Einerseits sind zwar in der Literatur verschiedentlich Formen von solchen reflexionsarmen Stützen vorgeschlagen worden, jedoch ist jeweils die verfügbare Information über deren Verhalten bei den höchsten Frequenzen spärlich und ungenau. Andererseits erfüllen viele Konstruktionen nicht alle Bedingungen, die wir für unsere Zwecke als wünschbar erachteten. Diese Anforderungen sind in unserem Falle:

1. möglichst kleine Reflexion bis zu höchsten Frequenzen;
2. leicht herstellbar mit normalen Werkzeugen;
3. einfache Kontrollmöglichkeit für die Herstellungstoleranzen;
4. genügende mechanische Festigkeit und Stabilität.

Am wichtigsten ist für die Belange der Messtechnik die erste dieser Forderungen. Für die Entwicklungsarbeit selbst und für die präzise Herstellung in kleinen Stückzahlen sind die Punkte 2 und 3 von besonderer Bedeutung, während die Anforderungen an die mechanische Festigkeit in sehr weiten Grenzen variieren können. In unserem Falle, wo es sich hauptsächlich um Leitungen für die Messtechnik oder für fixe Anlagen handelt, sind die Ansprüche an Festigkeit nicht übermäßig hoch, mehr Gewicht liegt hingegen auf guter Stabilität.

### Konstruktionsform

Als Konstruktionsprinzip wurde eine durchlochte Scheibe gewählt. Diese lässt sich durch Drehen und Bohren mit grosser Genauigkeit herstellen. Durchbohrte Scheiben sind an sich keine Neuigkeit, es schien uns jedoch, dass dieses Prinzip meist nicht mit Konsequenz bis zum optimalen Resultat verfolgt wurde, oder falls solche Dimensionierungsgrundlagen vorhanden sind, waren sie uns nicht zugänglich. Grundsätzlich muss eine reflexionsarme Stütze mit möglichst wenig Material eine möglichst hohe Festigkeit erreichen. Wenn die Kompensation bis zu höchsten Frequenzen wirksam sein soll, so muss die Diskontinuität, die durch die Anwesenheit des Dielektrikums entsteht, in nächster Nähe kompensiert werden.

Für die mechanische Verbindung zwischen Innen- und Außenleiter kommen drei Fälle vor:

Erstens: Halterung der Scheibe sowohl im Innenleiter als auch im Außenleiter. Beide Leiter müssen also eine Eindrehung, d. h. einen Durchmessersprung aufweisen. Solche Scheiben können axiale Kräfte aufnehmen, wir nennen sie im folgenden *Haltescheiben*.

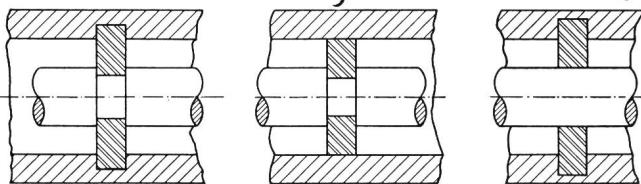


Fig. 1. Zentrierscheiben für koaxiale Leitungen

Auch wenn man mit Preßsitzen oder Kleben der Scheiben arbeiten würde, was übrigens mechanische Schwierigkeiten bietet, so wären Eindrehungen aus elektrischen Gründen nicht zu umgehen. Wir haben deshalb versucht, mit der geringsten Eindrehung auszukommen, die sich mechanisch verantworten lässt und die noch eine gute Kompensation erlaubt. Geringe Eindrehung bedingt, dass mit einem Minimum an dielektrischem Material gearbeitet wird.

Der zweite und dritte Fall liegen vor, wenn die Scheibe nur im Innenleiter, bzw. Außenleiter gehal-

ten werden soll, während der Gegenleiter glatt und axial verschiebbar ist. Diese Scheiben bezeichnen wir als *Stützscheiben*; sie können dünner gewählt werden als die Haltescheiben. Figur 1 veranschaulicht die drei Scheibentypen. Da bei der Koaxialleitung die Feldstärke am Innenleiter am grössten ist, muss darauf tendiert werden, in der Nähe des Innenleiters mit möglichst wenig Dielektrikum auszukommen. Je weniger Dielektrikum vorhanden ist, desto geringer sind die Einflüsse von Herstellungsungenauigkeiten. Die empfindlichste Stelle für solche Ungenauigkeiten ist wiederum die unmittelbare Nähe des Innenleiters.

Eine Reihe von Versuchen hat uns schliesslich auf die in Figur 2 angegebenen Dimensionen geführt, mit denen die gestellten Bedingungen in einem Grade erfüllt sind, der mit ähnlichen Konstruktionen wohl kaum wesentlich überboten werden kann. Je nach Anwendungszweck ist als Dielektrikum Polystyren oder Teflon vorzuziehen. Während Teflon höhere Temperaturen aushält und mechanisch sehr zäh ist, ist Polystyren härter und billiger. Das harte Material ist dort vorzuziehen, wo die axiale Fixierung wichtig ist, wo also die Teflonscheiben zu weich sind. Die Konstruktion wurde jedoch so gewählt, dass die Scheiben gegeneinander auswechselbar sind, sie unterscheiden sich nur im Durchmesser der ausgesparten Löcher. Eine Anzahl von Scheiben ist in Figur 3 dargestellt. Gewöhnliches Polystyren ist ziemlich brüchig, es ist deshalb vorteilhaft, statt dessen die neueren, elektrisch gleichwertigen, aber mechanisch besseren Materialien wie beispielsweise «Rexolite» oder «Polypenco Q 200.5» zu verwenden.

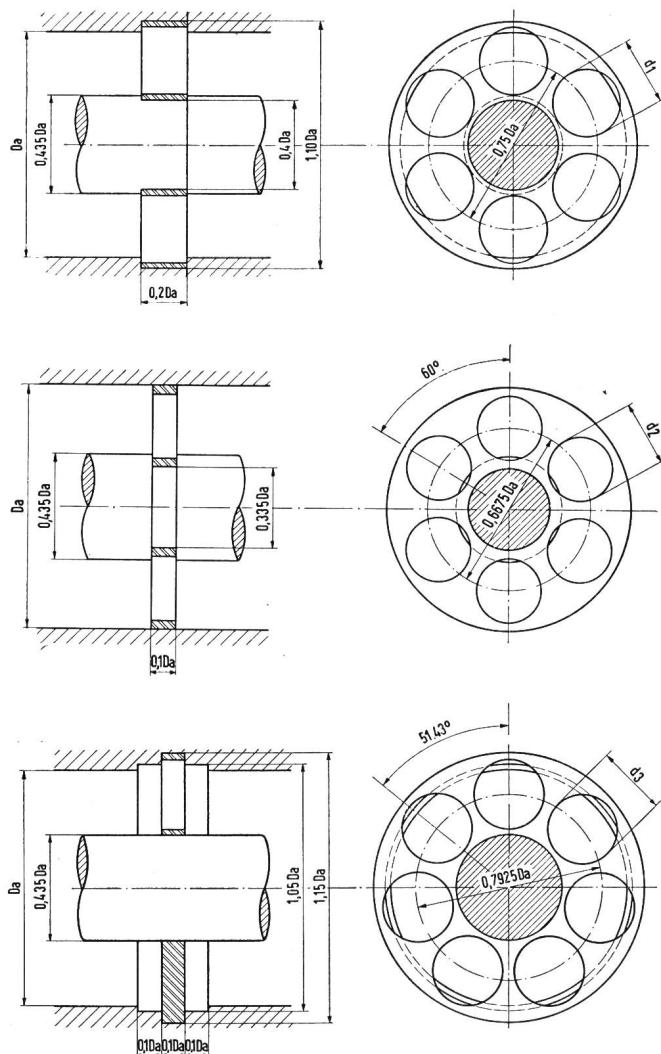


Fig. 2a, b, c. optimale Dimensionierung von durchlochten Halte- und Stützscheiben

$$\begin{array}{ll} \text{Teflon} & d_1 = 0,30 D_a; d_2 = 0,25 D_a; \\ & d_3 = 0,275 D_a \\ \text{Polystyren} & d_1 = 0,327 D_a; d_2 = 0,287 D_a; \\ & d_3 = 0,30 D_a \end{array}$$

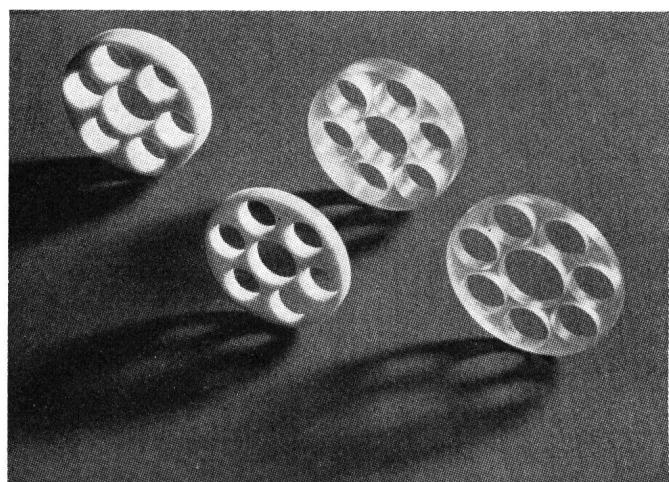


Fig. 3. Durchlochte Scheiben aus Teflon und Polystyren

Um kleinere Serien der beschriebenen Scheiben genau und rationell herstellen zu können, wurden für die bei uns am häufigsten benötigten Durchmesser Bohrleihen hergestellt, in die die Scheiben eingelegt werden, nachdem sie auf äusseren Durchmesser und Dicke bearbeitet worden sind. Figur 4 zeigt je eine geöffnete und eine geschlossene Bohrlehre.

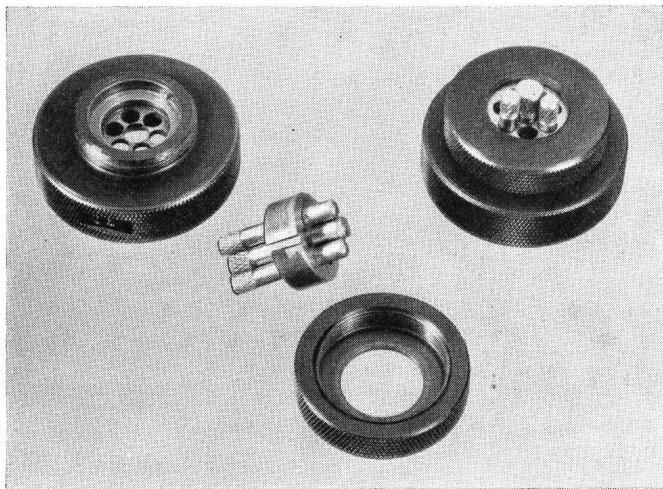


Fig. 4. Bohrlehrnen zur Herstellung der beschriebenen Scheiben links geöffnet, rechts zusammengeschraubt

In der Anwendung dieser Scheiben muss selbstverständlich auch der Konstruktion der metallischen Leitereile die nötige Aufmerksamkeit geschenkt werden, was insbesondere heisst, dass die Trennfugen so ausgebildet werden, dass an der richtigen Stelle, also direkt an der Leiteroberfläche, ein guter elektrischer Kontakt gewährleistet ist.

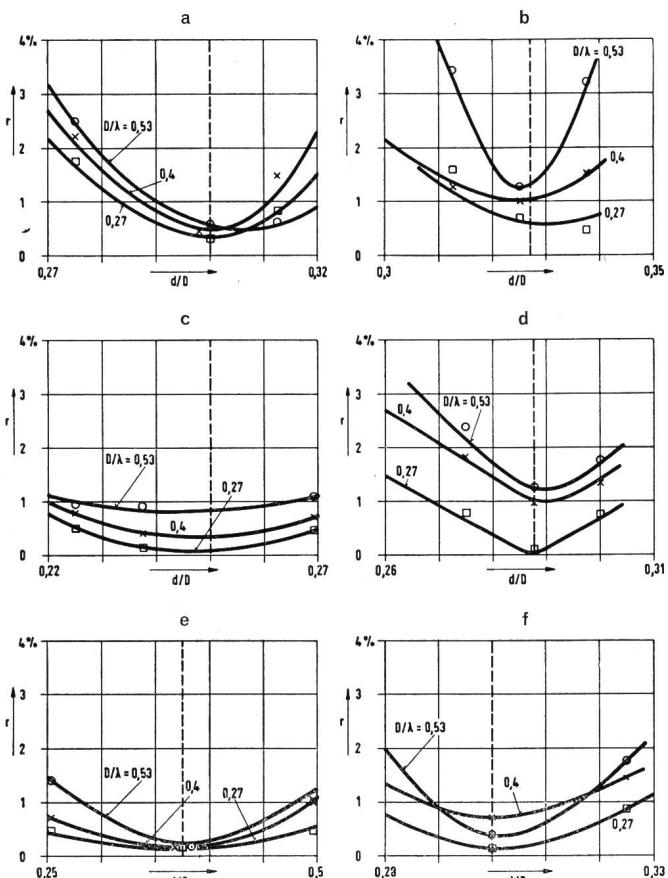


Fig. 5. Restreflexionen der Zentrierscheiben

- a) Haltescheibe, Teflon
- b) Haltescheibe, Polystyren
- c) innen gehaltene Stützscheibe, Teflon
- d) innen gehaltene Stützscheibe, Polystyren
- e) aussen gehaltene Stützscheibe, Teflon
- f) aussen gehaltene Stützscheibe, Polystyren

## Elektrische und mechanische Eigenschaften

Die Ausmessung der Scheiben erfolgte bei relativ grossem Durchmesser, um eine gute Genauigkeit zu erreichen ( $D_a = 40$  mm). Die Messmethode wurde an anderer Stelle ausführlich beschrieben [3], [4]. Die Resultate sind zusammengestellt in *Tabelle I*; sie gelten bis zu einer relativen Frequenz von  $D_a/\lambda = 0,5$ . Aus den Figuren 5a...f kann man sich ferner ein Bild machen über die zulässigen Toleranzen der Lochdurchmesser in den einzelnen Scheiben. Die Teflonscheiben stellen sich dabei durchwegs günstiger, was mit der geringeren Dielektrizitätskonstanten zusammenhängt. Wie bei den früher beschriebenen Sprungstellen [2], wurde auch in diesem Falle die Messmethode kontrolliert durch Ausmessung einer koaxialen Leitung mit 10 Scheiben in gleichen Abständen.

Tabelle I

Scheibentyp		Material	Maximale Reflexion im Frequenzbereich bis zu $D_a/\lambda = 0,5$
I a	Haltescheibe	Teflon	0,5 %
I b		Polystyren	1,2 %
II a	Stützscheibe innen gehalten	Teflon	0,5 %
II b		Polystyren	1,2 %
III a	Stützscheibe aussen gehalten	Teflon	0,3 %
III b		Polystyren	0,7 %

Die mechanische Festigkeit der Haltescheiben wurde auf der Zerreissmaschine geprüft, und zwar für einen Koaxialleiter mit  $D_a = 15$  mm. Es wurde eine axiale Kraft zwischen Aussen- und Innenleiter angelegt. Die Grenzlast, bei der die Haltescheiben plastisch deformiert wurden oder brachen, lag für Teflon bei etwa 100 N (Newton), für gewöhnliches Polystyren bei etwa 300 N und für Rexolite bei 500 N. Die axiale Verschiebung von Aussen- und Innenleiter betrug bei diesen Belastungen etwa 0,3 mm. Diese Scheiben haben sich bereits seit einiger Zeit in einer Reihe von koaxialen Geräten bewährt. In Figur 6 sind zwei kleine Anwendungsbeispiele angegeben.

Die Messungen zur Bestimmung der günstigsten Dimensionen wurden hauptsächlich von Herrn W. Tremp ausgeführt, dem an dieser Stelle für seine sorgfältige Arbeit gedankt sei.

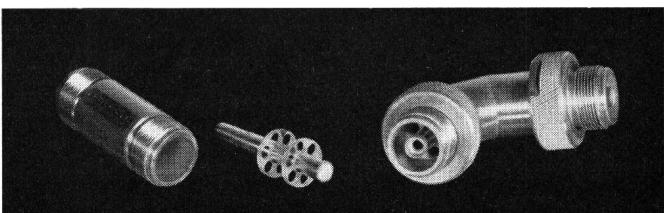


Fig. 6. Anwendungsbeispiele für Zentrierscheiben links: Anpassungstransformator, zerlegt  
rechts: kompensierter Winkel mit Haltescheiben

## Bibliographie

- [1] H. Meinke und F. W. Gundlach. Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, Abschnitt E. Berlin 1956.
- [2] A. Kraus. Messkurven des Reflexionskoeffizienten kompensierter Inhomogenitäten bei koaxialen Leitungen. "Rohde & Schwarz Mitt." 1956, Nr. 8, S. 1...12.
- [3] G. W. Epprecht und C. Stäger. Die Messung kleiner Reflexionen in Koaxial- und Hohlleitersystemen. Techn. Mitt." PTT 1955, Nr. 4, S. 143...155.
- [4] G. W. Epprecht. Reflexionsarme Durchmessersprünge in koaxialen Leitern. Techn. Mitt." PTT 1958, Nr. 3, S. 97...103.

ANSELM LAUBER, Bern

# Lärm und Lärmbekämpfung\*

## Le bruit et les moyens de le combattre\*

534.83

### 1. Einleitung

Wir wissen alle aus eigener Erfahrung, dass wir heute in einer lauten und lärmigen Welt leben. Es gibt Lärmquellen ohne Zahl. Daheim im Hause sind wir dem Wohnungslärm ausgesetzt. Im Freien gibt es den Baulärm und den Verkehrslärm, und dazu kommt für viele noch, besonders während der Arbeitszeit, der Industrie- und Maschinenlärm.

Diese geräuschvolle Lebensweise führt zwangsläufig zu den verschiedensten Problemen. Als ein primär physikalisches Phänomen ist der Lärm zunächst eine rein technische Angelegenheit. In seiner Auswirkung auf den Menschen bekommt er eine besonders wichtige volksgesundheitliche und arbeitshygienische Bedeutung. Schliesslich ist der Lärm zu einem wirtschaftlichen Faktor und sogar zu einem juristischen Problem geworden, nämlich dann, wenn er sich als unzulässige Beeinflussung der Mitmenschen auswirkt.

Was ist nun eigentlich Lärm? Ein französisches Bonmot lautet: «Le bruit est un festival sonore.» Treffender scheint uns die etwas trockene amerikanische Definition: «Noise is unwanted sound», das heisst: Lärm ist unerwünschter Schall.

Zur gesundheitlichen und arbeitshygienischen Bedeutung des Lärms sei kurz folgendes gesagt.

Hohe und plötzliche Schalldrücke, wie sie zum Beispiel bei Knallen und Explosionen vorkommen, können leicht sehr schwere Gehörschäden verursachen [1]. Bleibende Hörverluste sind zu erwarten, wenn bei lange dauernder Schallbeeinflussung (das heisst während Wochen und Monaten) folgende Schallpegel vorkommen:

Für breitbandige Geräusche 95 dB und mehr,  
Für reine Töne 85 dB und mehr.

Aber auch schon Schallpegel unter 95 beziehungsweise 85 dB können unser Wohlbefinden beeinflussen. So ist es zum Beispiel unbestritten, dass es viel mühsamer ist, sich in lärmiger Umgebung zu konzentrieren, und dass man dabei viel rascher müde wird [2] als an einem ruhigeren Platz. Bei einem mittleren

### 1. Introduction

Nous savons tous par expérience que nous vivons actuellement dans un monde agité et bruyant. Les sources de bruit sont innombrables. A la maison, nous sommes exposés aux bruits domestiques. Au dehors, le bruit du trafic et celui des constructions ne nous laissent aucun repos. A cela s'ajoute encore pour beaucoup, spécialement durant les heures de travail, les bruits industriels et des machines.

Ce genre de vie bruyant pose forcément les problèmes les plus divers. En tant que phénomène primaire physique, le bruit est avant tout une question purement technique. Dans ses effets sur les êtres humains, il revêt une importance primordiale au point de vue de la santé du peuple et de l'hygiène au travail. Enfin, le bruit est devenu un facteur économique et même un problème juridique, lorsqu'il exerce une influence intolérable sur ses semblables.

Qu'est-ce que le bruit ? Un mot d'esprit français dit que «le bruit est un festival sonore». La définition américaine, quoique un peu plus laconique, nous paraît serrer de plus près la réalité: «Noise is unwanted sound», c'est-à-dire: «le bruit est un son indésirable».

Au sujet de l'importance du bruit sur la santé et l'hygiène au travail, nous faisons brièvement remarquer ce qui suit: des pressions acoustiques élevées et soudaines, telles qu'en produisent par exemple les détonations ou les explosions, peuvent facilement provoquer de très graves accidents de l'ouïe [1].

Il y a lieu de s'attendre à des surdités persistantes, lorsque l'influence sonore durable (c'est-à-dire pendant des semaines et des mois) produit les niveaux acoustiques suivants:

pour des bruits à large bande	95 dB et plus,
pour des sons purs	85 dB et plus.

Mais des niveaux acoustiques inférieurs à 95 ou 85 dB peuvent déjà influer sur notre bien-être. Il est, par exemple, incontestable qu'il est beaucoup plus pénible de se concentrer au milieu d'un entourage bruyant et qu'on s'y fatigue beaucoup plus rapidement que dans un endroit tranquille [2].

\* Die nachstehenden Ausführungen enthalten im wesentlichen die Gedanken, die der Verfasser im Laufe des Monats Dezember 1958 an einem Fachkurs für eidgenössische Fabrikinspektoren vorgetragen wird.

\* Les explications ci-après donnent l'aperçu général de la conférence que l'auteur tiendra, dans le courant du mois de décembre 1958, en présence des inspecteurs fédéraux des fabriques.