

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 72 (1954)  
**Heft:** 32

**Artikel:** Atomenergie als Schiffsantrieb  
**Autor:** Martin, O.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-61230>

#### **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:** 01.02.2026

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

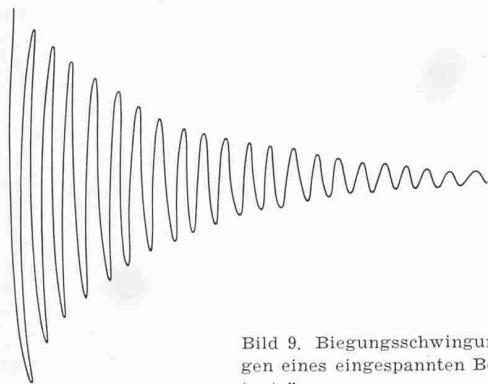


Bild 9. Biegungsschwingungen eines eingespannten Betonträgers

nung an das Massengesetz statt. Bei der  $50 \text{ kg/m}^2$  schweren Wand aus Gipsdielen liegt die Koinzidenzfrequenz bei 600 Hz, so dass die Schalldämmung mitten im wichtigsten Frequenzbereich einen starken Einbruch zeigt.

Die Verminderung der Schalldämmung bei der Koinzidenzfrequenz ist abhängig von der Ausbreitungsdämpfung der Biegewelle. Diese Dämpfung kann sehr einfach gemessen werden, wenn man einen Träger oder Stab aus dem zu untersuchenden Material zu Biegeschwingungen anregt. Bild 8 zeigt eine solche Messanordnung, wobei der eingespannte Betonstab durch eine beliebige Kraft ausgelenkt wird; die abklingenden Schwingungen können leicht oszillographiert werden, wobei sich das typische Bild einer gedämpften Schwingung ergibt (Bild 9), aus der das logarithmische Dämpfungsdekkrement berechnet werden kann. Für einige wichtige Materialien sind nachfolgend die Werte zusammengestellt:

| Material             | Logarithm. Dämpfungsdekkrement | Material    | Logarithm. Dämpfungsdekkrement |
|----------------------|--------------------------------|-------------|--------------------------------|
| Blei                 | 0,15                           | Backstein   | 0,04                           |
| Pavatex, Isoduro     | 0,095                          | Tannenholz  | 0,025                          |
| Pavatex, weich       | 0,08                           | Glas        | 0,01                           |
| Beton P 300, armiert | 0,07                           | Anticorodal | 0,009                          |
| Buchenholz           | 0,05                           | Eisen       | 0,005                          |
| Sperrholz            | 0,04                           |             |                                |

Auch diese Untersuchungen ergeben ein recht aufschlussreiches Bild; wiederum treten die guten Eigenschaften von Blei und Holzfaserstoffen hervor, während Beton, Holz und Mauerwerk in der Mitte liegen und Glas, Eisen usw. ausgesprochen kleine Dämpfungen zeigen und daher besonders tiefe Einbrüche bei der Koinzidenzfrequenz erwarten lassen.

Für die Baupraxis sehr wichtig sind ferner die Untersuchungen an Doppelwänden. E. Wintergerst hat schon 1931 den theoretischen Verlauf der Schalldämmung einer Doppelwand unter der Voraussetzung berechnet, dass eine Übertragung ausschliesslich durch den Luftzwischenraum stattfinden kann. Bild 10 zeigt diesen berechneten Frequenzgang, wobei in der Nähe der gewöhnlich sehr tief liegenden Resonanzfrequenz eine Verminderung, oberhalb jedoch eine starke Erhöhung der Schalldämmung auftritt, immer im Vergleich zu der gleich schweren Einfachwand (Massengesetz). Praktisch werden aber diese günstigen Verhältnisse nie erreicht, und zwar hauptsächlich deshalb, weil die Schallübertragung nicht nur durch den Luftzwischenraum, sondern überwiegend über die Randverbindung der beiden Schalen stattfindet (Bild 11). Dadurch reduziert sich der praktisch auftretende mittlere Gewinn gegenüber der gleich schweren Einfachwand von theoretisch 20 bis 30 dB auf 10 bis 15 dB, was aber im-

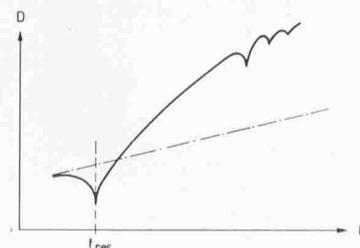


Bild 10. Theoretischer Verlauf der Schalldämmung  $D$  einer Doppelwand in Abhängigkeit von der Frequenz  $f$

$f_{res}$  = Resonanzfrequenz

Strichpunktlierte Linie = Massengesetz für die gleichschwere Einfachwand

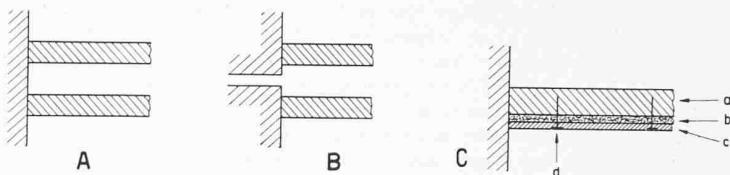


Bild 11. Doppelwand (A und B) sowie «Quasidoppelwand» (C)

A Doppelwand mit starrer Randverbindung. Schalldämmung 10 bis 15 dB besser als gleichschwere Einfachwand

B Ideale Doppelwand. Schalldämmung 20 bis 30 dB besser als gleichschwere Einfachwand

C Verminderung der Abstrahlung mit einer biegeweichen Platte (nach K. Gösele), Schalldämmung 8 bis 10 dB besser als schwere Wand allein

a Backstein-, Beton- oder ähnliche Wand

b Elastische Zwischenschicht

c Biegeweiche Holzfaserplatte

d Nägel, alle 50 cm

merhin noch einem Gewichtsgewinn von etwa 1:4 entspricht; eine Doppelwand hat also die gleiche Schalldämmung wie eine viermal schwerere Einfachwand.

K. Gösele (1953) hat ferner nachgewiesen, dass man eine sehr viel einfachere und billigere «Quasi»-Doppelwand bauen kann, indem man eine gewöhnliche Trennwand aus Mauerwerk, Beton usw. auf der «leisen» Seite mit einem möglichst biegeweichen Belag versieht, um die Abstrahlung zu verschlechtern. Zu diesem Zwecke eignet sich z. B. eine weiche Holzfaserplatte, die auf einer elastischen Zwischenschicht, z. B. einer weichen Matte, angebracht wird. Trotz der Schallübertragung durch die unvermeidliche Befestigung (Nägel in etwa 50 cm Distanz, Bild 11 C) ergibt sich eine sehr beträchtliche Verbesserung der Schalldämmung von 8 bis 10 dB. Diese Erkenntnis ist von grosser praktischer Bedeutung, gestattet sie doch, auf sehr einfache und billige Weise eine ganz erhebliche Erhöhung der Schalldämmung zu erreichen, und zwar nicht nur bei neuen Bauten, sondern auch bei bestehenden Wänden mit ungenügender Schalldämmung.

Ein anderes interessantes Beispiel von Doppelwänden sind die heute in steigendem Masse verwendeten demontierbaren Wandelemente, die meist aus zwei Aluminium- oder Stahlblechen bestehen, zwischen denen eine weiche Zwischenschicht liegt. Mit einer solchen Konstruktion wurde bei einem Totalgewicht von nur  $20 \text{ kg/m}^2$  eine mittlere Luftschalldämmung von 44 dB erreicht (EMPA Zürich), das sind 10 dB mehr, als nach dem Massengesetz zu erwarten wäre. Der Doppelwandeneffekt ist also sehr ausgeprägt, und zudem liegen die Koinzidenzfrequenzen solcher dünner Bleche, wie bereits erwähnt, sehr hoch.

Der komplizierte Vorgang der Luftschallübertragung von ein- und zweischaligen Trennwänden ist also heute nicht nur theoretisch recht erschöpfend geklärt, sondern es lassen sich auch praktische Folgerungen ableiten, die für die Bautechnik wichtig sind und die leicht und sicher angewendet werden können.

Adressen der Verfasser: Prof. W. Furrer, Aebistr. 1, Bern; Dr. Th. Gerber, Stämpflistr. 4, Bern.

## Atomenergie als Schiffsantrieb

DK 621.039:629.12

Das erste Schiff mit Antrieb durch eine Atomkraftanlage, das amerikanische Unterseeboot «Nautilus», ist neulich von Stapel gelaufen. Es verdrängt 2500 t, getaucht 3180 t, und ist 98 m lang. Getaucht soll es 20 Knoten laufen. Die Maschine ist bei der Westinghouse Electric Co. gebaut worden und soll 9 Mio Dollars kosten. Ein zweites Boot, der «Sea Wolf», wird von der General Electric Co. ausgerüstet. Einige Einzelheiten sind einem Vortrag zu entnehmen, der kürzlich im Institute of Electrical Engineers in New York gehalten wurde (F. E. Crever und T. Trock, Knoll's Atomic Power Labor, Schenectady, Nuclear Power Plants for Ship Propulsion, «Motorship» 35 (1954) Nr. 411, S. 104). Darin sind Vergleiche gezogen zwischen einem Meiler mit Wärmeübertragung durch 1. Wasser, 2. Natrium, 3. Helium. Als Kraftmaschine benutzen 1 und 2 eine Dampfturbine, 3 dagegen eine Gasturbine mit geschlossenem Kreislauf. Der Meiler, welcher an die Stelle des ölbefeizten Dampfkessels im Schiff tritt, kann klein gebaut werden, doch wird die strahlungsschirmende Ummantelung sehr schwer. Sie ist unabhängig von der Leistung der Anlage

notwendig und hat stets ungefähr gleiche Wandstärke; deshalb wird man wohl nur bei Anlagen mit mehr als 10 000 PS zur Atomkraft greifen. Für das Unterseeboot bietet die Atomenergie den grossen Vorteil der Unabhängigkeit von atmosphärischer Luft. Man hat zunächst zwei Erstausführungen in Bau gegeben: den STR (Submarine Thermal Reactor), der in Arco, Idaho, erprobt wurde, und den SIR (Submarine Intermediate Reactor), der zurzeit in West Milton, New York, in Bau steht. Beide Anlagen arbeiten mit drei Hauptteilen: a) dem Meilerkern, der die Zerfallsenergie in Gestalt von Wärme entwickelt. Er muss durch einen starken Mantel umschirmt sein, b) dem Dampferzeuger, der mit dem Umlaufmedium geheizt wird, das den Meilerkern kühlt. Da das Medium beim Durchlauf durch den Meiler strahlend wird, muss dieser Anlageteil samt Umläzpumpen usw. ebenfalls durch einen mittelstarken Mantel umschirmt sein, c) der Turbine, die ausserhalb des Schutzmantels steht und lediglich laufend auf Strahlung überwacht werden muss.

Im STR-Meiler wird der Kern durch Wasser gekühlt, das unter Druck gehalten wird, so dass es bei 260 °C noch nicht verdampft. Es wird umgepumpt und um etwa 30 °C im Meiler aufgewärmt; es erzeugt im Kessel Dampf von 17 ata. Die niedrige Temperatur ergibt sich aus den im Meiler verwendeten Werkstoffen (Titan, Aluminium, Zirkon), die keine hohe Warmfestigkeit aufweisen.

Im SIR-Meiler ist man hinsichtlich der Meiler-Temperatur besser daran, da der Siedepunkt des Natriums erst bei 900 °C liegt; die Röhrensysteme des Meilerkerns können dabei mit dem für Umlauf erforderlichen geringen Ueberdruck betrieben werden, welcher das Material kaum nennenswert beansprucht. Die Wärmeübergangszahl ist hoch, doch ist die Wärmekapazität des Umlaufmediums niedrig (nur ein Viertel der spezifischen Wärme des Wassers). Da Natrium Neutronen schluckt, muss man die Kanäle im Meilerkern möglichst eng und kurz halten; Umlaufgeschwindigkeit und Temperaturstufe müssen daher bis an die Grenze getrieben werden. Im Knoll-Laboratorium arbeitet man mit Natrium von 480 °C bis 350 °C und erzeugt Wasserdampf von 35 ata, der auf 400 °C überhitzt wird.

Der Neutronenfluss im Meiler macht Natrium radioaktiv, und zwar erheblich stärker als Wasser. Die Abklingzeit dieser Strahlung ist auch länger als die von Wasser. Man benötigt daher einen dickeren Mantel. Im STR wiegt dieser 30 % der gesamten Anlage, im SIR etwa 35 %. Die

längere Abklingzeit erfordert längere Stillstandspausen, bevor man Reparaturen innerhalb der Ummantelung vornehmen kann. Dass Wasser und Natrium sorgfältig vor Berührung miteinander geschützt werden müssen, ist bekannt; dadurch werden weitere konstruktive Massnahmen notwendig.

Man erhält folgende Eigentümlichkeiten für beide Systeme:

A. Wassergekühlter Meiler (STR): 1. Thermischer (verzögerter) Neutronenfluss; 2. Hoher Druck im wärmeübertragenden System, ständige Ueberwachung erforderlich; 3. Ziemlich niedrige Meilertemperatur, niedrige Temperaturstufe zwischen Ein- und Austritt des Kühlmediums; 4. Niedriger Betriebsdampfdruck für die Turbine, wahrscheinlich keine Ueberhitzung; 5. Ständige Ueberwachung der chemischen Eigenschaften des Wassers (Zersetzung); 6. Niedriger Strahlungsspiegel, kurze Abklingzeit.

B. Natriumgekühlter Meiler (SIR): 1. Höherer Neutronenfluss als bei A („gemischter“ Gang, da auch unverzögerte Neutronen spalten); 2. Niedriger Druck im wärmeübertragenden System; 3. Hohe Arbeitstemperatur des Meilers, aber grosse Temperaturstufe, daher stärkere Beanspruchung der Werkstoffe durch Wärmespannungen; 4. Mitteldruck-Betriebsdampf, überhitzt; 5. Reinigung des umlaufenden Natriums von Zeit zu Zeit; 6. Stärkere Strahlung des wärmeübertragenden Mediums und längere Abklingzeit; 7. Aeußere Wärmezufuhr notwendig, um das Natrium vor Anfahrt des Meilers zu verflüssigen.

Die dritte erwähnte Betriebsweise mit einer Gasturbine, in welcher Helium als kraftübertragendes Kühlmittel umläuft, ist noch nicht über Projektstudien hinausgediehen. Dieser Stoff wird nicht radioaktiv, vorausgesetzt dass er keine Verunreinigungen enthält. Auch sind seine Eigenschaften bezüglich Wärmeübertragung gut. Da es sich um ein sehr leichtes Gas handelt, muss jedoch die Gasturbine einen Kompressor mit sehr vielen Stufen erhalten; auch muss man mit dem Kreislaufdruck auf rund 100 kg/cm<sup>2</sup> gehen, wodurch hohe Beanspruchungen in den Rohren entstehen. Einige der Schwierigkeiten sind zurzeit noch nicht überschaubar.

Als ungefährer Preis einer 20 000 PS-Anlage nach System STR für Handelsschiffe werden 5,2 Mio \$ genannt. Das Gramm Uranbrennstoff soll 10 bis 20 \$ kosten. Mit diesen Werten ist allerdings ein Wettbewerb mit Dieselmotoren oder öligegefeuerten Dampfturboanlagen noch nicht möglich.

Dr.-Ing. O. Martin, Escher Wyss AG., Zürich.

## Die neue Hochleistungs-Prüfungsanlage der Maschinenfabrik Oerlikon

DK 061.6:621.3

Die Entwicklungen auf dem Gebiete der Versorgung grosser Konsumgebiete mit elektrischer Energie, an denen die Maschinenfabrik Oerlikon von allem Anfang an in massgebender Weise mitgearbeitet hat, führten u. a. zur Konstruktion neuartiger Schaltorgane, die in der Lage sind, die auftretenden grossen Leistungen bei sehr hohen Netzspannungen gefahrfrei abzuschalten. Zur experimentellen Prüfung dieser Schalter sowie zur Abklärung der bei der Weiterentwicklung sich stellenden Probleme stand dieser Firma bisher eine Hochleistungsanlage aus den dreissiger Jahren zur Verfügung, die gute Dienste geleistet hat. Sie ist jedoch den heutigen Anforderungen nicht mehr gewachsen. Daher wurde im Frühling 1951 beschlossen, sie weiter auszubauen. Bei der näheren Prüfung der bestehenden Ausbaumöglichkeiten erwies es sich als zweckmäßig, eine völlig neue Anlage an einem andern Ort mit entsprechenden Entwicklungsmöglichkeiten zu erstellen, bei der Nachtversuche ohne Störung der Umgebung durchgeführt werden können und bei der

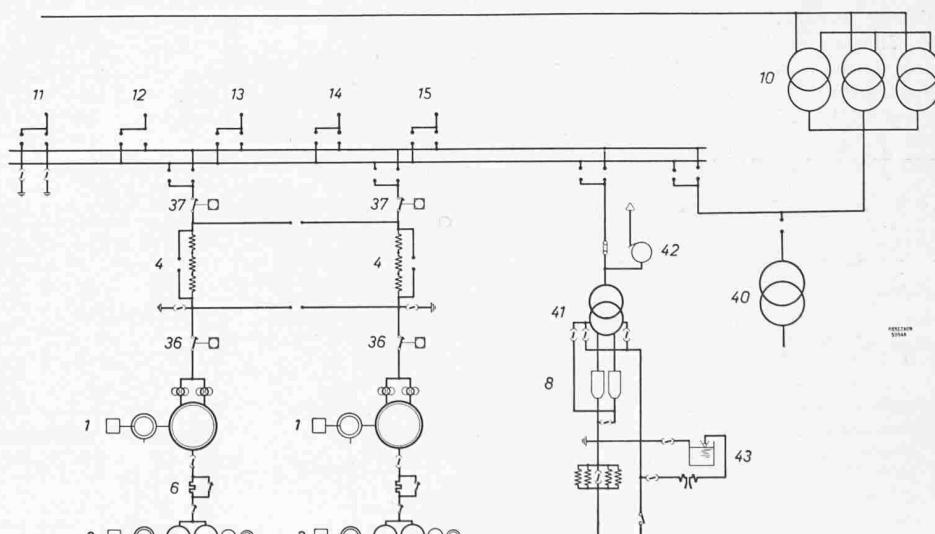


Bild 1. Einpoliges Prinzipschema der Hochleistungs-Prüfanlage

- |                          |                               |   |
|--------------------------|-------------------------------|---|
| 1 Kurzschlussgeneratoren | transformatoren               | 41 Transformator für Gleichrichter                |
| 2 Stosserregergruppe     | 11 bis 15 Prüfzellenabgänge   | 42 Transformator für Formation des Gleichrichters |
| 4 Drosselpulen           | 36 Schutzschalter             | 43 Belastungswiderstand zum Gleichrichter         |
| 6 Stosswiderstand        | 37 Zuschalter                 |   |
| 8 Gleichrichteranlage    | 40 Hochspannungstransformator |   |
| 10 Hochleistungs-        |                               |   |