

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 57 (1966)
Heft: 6

Rubrik: Mitteilungen SEV

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: 12.01.2026

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

Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

Wärmeableiter

1. Warum Wärmeableitung

Die Wärme, die in einem elektronischen Bauteil vernichtet wird, kann umso leichter nach aussen abgeführt werden, je grösser seine Oberfläche ist. Die maximal zulässige Verlustleistung ist darum höher, wenn die Oberfläche grösser, und wenn die maximal erlaubte Betriebstemperatur höher ist. Nun sind Dioden und Transistoren in einer besonders ungünstigen Lage, denn ihre Oberflächen sind klein und die maximal zulässige Betriebstemperatur niedrig. Um einen Transistor oder eine Diode voll ausnutzen zu können, müssen wir deren Oberflächen künstlich vergrössern, indem wir sie auf einen Kühlkörper aufsetzen. Die Grösse des Kühlkörpers wird durch die im Transistor oder in der Diode auftretende Verlustleistung bedingt.

2. Form und Material der Wärmeableiter

Fig. 1 zeigt einige typische Kühlkörper. Um eine möglichst grosse Oberfläche zu erhalten, weisen diese Wärmeableiter eine Anzahl von Rippen auf, ähnlich wie wir sie am Zylinderkopf eines luftgekühlten Motors finden. Diese Kühlkörper sind aus einer härzbaren AlMgSi-Legierung hergestellt (99 % Al, 0,5 % Mg, 0,5 % Si). Reines Aluminium hat eine um einige Prozente höhere Wärmeleitfähigkeit, ist aber sehr weich und daher schwierig zu bearbeiten. Die Fläche, auf der der Transistor oder die Diode aufsitzt, wird als Montagefläche bezeichnet. In einem besonderen Vorgang wird sie flachgepresst, damit der Transistor oder die Diode möglichst gut auf dem Wärmeableiter aufsitzt.

3. Oberfläche der Wärmeableiter

Die Oberfläche der Wärmeableiter ist entweder blank oder schwarz gefärbt (auch andere Farben können auf Wunsch geliefert werden). Bei einem blanken Wärmeableiter wird beinahe alle Wärme durch Erwärmung von Luft abgeführt (Konvektion). Dabei fliesst die durch den Kühlkörper erwärmte Luft diesem entlang nach oben und wird durch kühle Luft ersetzt, die nun ihrerseits erwärmt wird und nach oben fliesst. Bei einem schwarzen Wärmeableiter wird zudem noch etwas Wärme durch Strahlung an die Umgebung abgeführt. Praktisch wird die schwarze Färbung durch Eloxieren der Oberfläche mit nachfolgender Färbung erreicht. Die eloxierte und schwarz gefärbte

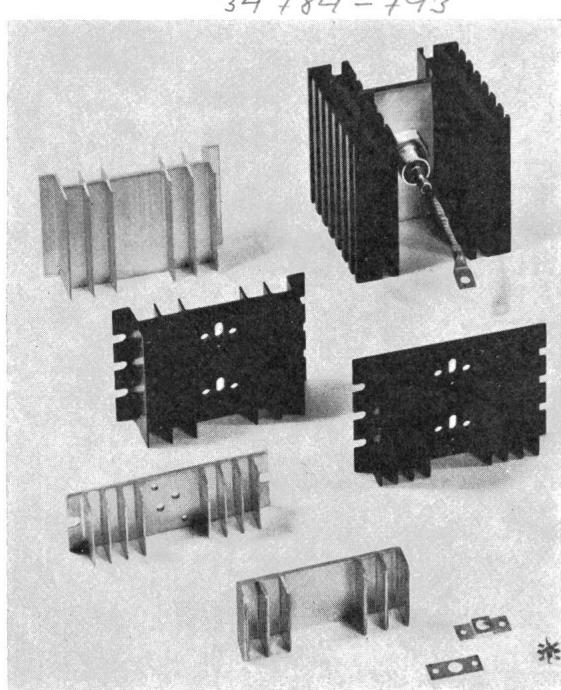


Fig. 1
Typische Wärmeableiter für die Kühlung von Halbleitern

621.38-71

Schicht ist sehr dünn (15 µm). Trotzdem behindert sie den Wärmefluss vom Transistor oder der Diode zum Kühlkörper. Bei besonders kritischen Anwendungen wird daher die Montagefläche blank gelassen, während der Rest des Kühlkörpers schwarz eloxiert wird.

4. Wärmeleitpaste

Der Wärmeübergang vom Transistor (oder der Diode) auf den Wärmeableiter kann durch eine dünne Schicht von Wärmeleitpaste verbessert werden. Vor der Einführung von Wärmeleitpasten wurde Silicon-Fett zur Verbesserung des Wärmeübergangs benutzt. Dieses Material weist aber einige Nachteile auf, insbesondere breitet es sich langsam auf der ganzen Fläche des Wärmeableiters aus.

Im Idealfall, wenn Transistor oder Diode und Wärmeableiter genau aufeinander aufliegen und die Montagefläche blank ist, nützt diese Paste allerdings wenig bis gar nichts; wenn aber

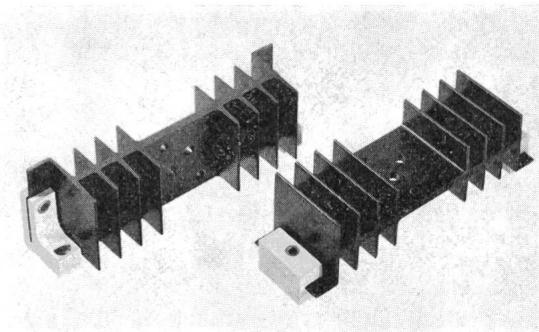


Fig. 2
Kühlkörper, die eine elektrisch isolierte Montage der Halbleiter erlauben

der Transistor oder die Diode nicht vollkommen flach ist, dann kann durch die Paste eine erhebliche Verbesserung erreicht werden. Insbesondere soll die Wärmeleitpaste dann benutzt werden, wenn Transistor oder Diode direkt auf eine eloxierte Fläche des Wärmeableiters aufgesetzt werden.

Für TO-36-Transistoren findet man einen Wärmewiderstand zwischen Transistor und Wärmeableiter von:

Wärmeableiter blank, keine Paste	0,15 °C/W
Wärmeableiter blank, mit Paste	0,10 °C/W
Wärmeableiter eloxiert, keine Paste	0,35 °C/W
Wärmeableiter eloxiert, mit Paste	0,15 °C/W

Die Benützung der Paste bringt also in diesem Fall einen beträchtlichen Vorteil.

5. Isolierte Montage der Transistoren und Dioden

In vielen Fällen soll der Transistor oder die Diode vom Chassis elektrisch isoliert werden. Fig. 2 zeigt ein Montagestück für die isolierte Montage von einem Wärmeableiter.

Sollte eine isolierte Montage des Wärmeableiters nicht möglich sein, dann kann zwischen Transistor oder Diode und Wärmeableiter eine Glimmerscheibe eingefügt werden. Um den Abfluss der Wärme zu erleichtern, müssen die Glimmerscheiben sehr dünn sein. Aber auch bei dünnen Scheiben ist der Temperaturabfall noch relativ hoch, z.B. 10 °C bei 10 W Verlustleistung. Dünne Glimmerscheiben müssen sehr sorgfältig behandelt werden. Beim Auswechseln eines Transistors oder einer Diode sollte auch das Glimmerscheibchen ersetzt werden.

Andere Möglichkeiten zur Isolierung von Transistoren und Dioden sind: Berylliumoxid-Unterlagsscheiben (sehr gut, aber teuer) und harteloxierte Wärmeableiter.

6. Der Wärmewiderstand eines Kühlkörpers

Der Wärmewiderstand eines Kühlkörpers ist das Verhältnis

$$R_t = \frac{\text{Temperaturerhöhung [°C]}}{\text{Wärmefluss [W]}}$$

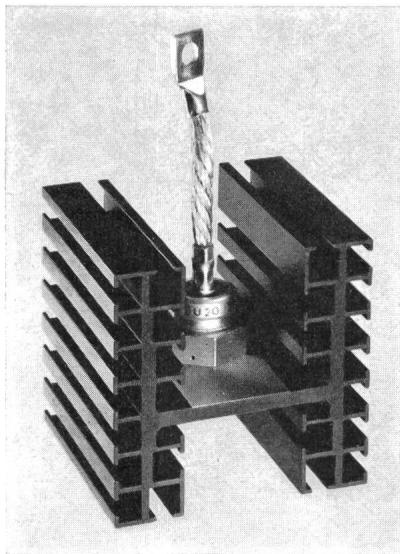


Fig. 3
Hochleistungs-Kühlkörper
Typ WA 700 mit montierter Leistungsdiode

Der Wärmefluss könnte z. B. auch in cal/s angegeben werden. Da aber in diesem Fall die Wärme, die aus einem Transistor fliesst, der in ihm vernichteten elektrischen Leistung entspricht, ist die Angabe in W einfacher.

Nehmen wir als Beispiel eine Leistungs-Diode, die auf einem WA 701-Kühlkörper sitzt (Fig. 3). Nehmen wir weiter an, dass in der Diode 130 W vernichtet werden, dass die Montagefläche des WA 701 (auf der die Diode sitzt) eine Temperatur von 90 °C hat, und dass die Umgebungstemperatur 25 °C beträgt, d. h.:

$$P = 130 \text{ W}$$

$$t_1 = 25 \text{ °C (Luft)}$$

$$t_2 = 90 \text{ °C (Montagefläche)}$$

Dann ist der Wärmewiderstand des Kühlkörpers (von Montagefläche zu Umgebungsluft):

$$R_t = \frac{90 - 25}{130} = 0,5 \text{ °C/W}$$

Wenn man von Wärmewiderstand spricht, muss man immer klar sagen, von wo bis wo die Wärme fliesst. Von Interesse sind z. B.:

- a) Wärmewiderstand von Dioden- oder Transistoren-Gehäuse zur Luft;
- b) Wärmewiderstand von Kühlkörper zur Luft;
- c) Wärmewiderstand von Dioden- oder Transistoren-Gehäuse zum Kühlkörper.

Auf den Datenblättern wird im allgemeinen der *Wärmewiderstand (R_w) vom Kühlkörper zur Luft* angegeben – gemessen zwischen einem Punkte auf der Montagefläche des Wärmeableiters, direkt unter der Auflagefläche des Transistors (oder der Diode), und der den Wärmeableiter umgebenden Luft (in ca. 1 m Entfernung).

Da bei einem heißen Kühlkörper der Wärmeübergang an die Luft besonders gut ist (die Luft fliesst schneller am Kühlkörper vorbei) hängt der Wärmewiderstand von der im Transistor oder in der Diode vernichteten Leistung ab. Insbesondere ist der Wärmewiderstand kleiner, wenn im Transistor oder in der Diode mehr Leistung vernichtet wird.

Zu R_w muss bei Berechnung der Gehäusetemperatur der Wärmewiderstand von Kühlkörper zu Transistor (oder Diode) zusätzlich addiert werden.

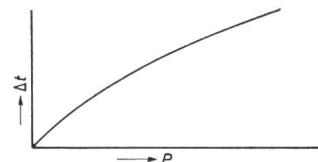


Fig. 4
Temperaturerhöhung Δt in Funktion der Leistung P

Bei Kühlkörpern mit Kühlung durch Konvektion sind Wärmefluss und Temperatur nicht proportional (Fig. 4). Der Grund ist, dass bei höherer Temperatur des Kühlkörpers die Geschwindigkeit der Luft (Kaminwirkung) zunimmt, und dass dadurch ihre Kühlwirkung verbessert wird. Der Wärmewiderstand wird deshalb bei höheren Verlustleistungen kleiner.

Man sollte also bei der Angabe eines Wärmewiderstandes immer die entsprechende Verlustleistung oder den Wärmefluss (die beiden sind ja das gleiche) angeben.

Wie bereits erwähnt, gilt das vorher gesagte nur für Kühlung durch Konvektion. Für Kühlung durch bewegte Luft (Ventilator) hängt der Wärmewiderstand viel weniger vom Wärmefluss ab.

Fig. 5 zeigt in Form eines Nomogramms den Wärmewiderstand für verschiedene Typen von Wärmeableitern als Funktion von Länge und der im Transistor oder in der Diode vernichteten Leistung.

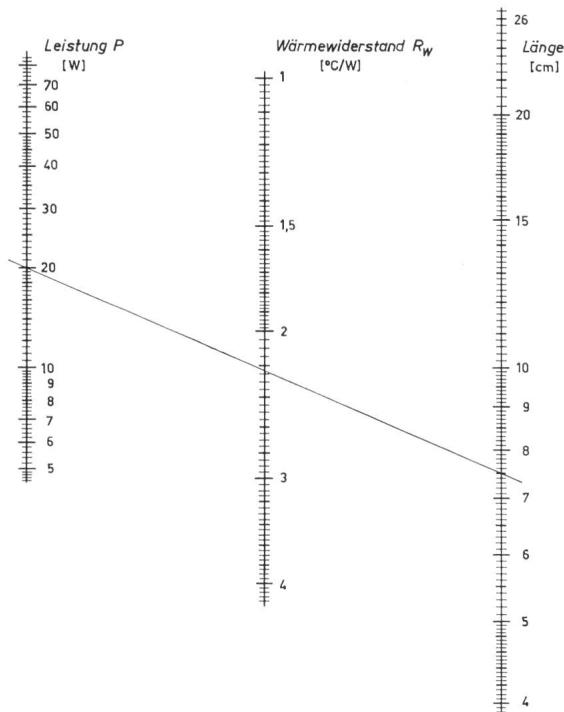


Fig. 5
Wärmewiderstand von verschiedenen Kühlkörpern als Funktion von Länge der im Halbleiter vernichteten Leistung

Kühlkörper in vertikaler Lage schwarz eloxiert
Korrekturfaktoren:

- für Typ WA 101: $k = 1,00$
- für Typ WA 111: $k = 1,15$
- für Typ WA 121: $k = 1,35$
- für Typ WA 131: $k = 1,80$
- für Typ WA 701: $k = 0,60$

6.1 Oberflächenbeschaffenheit und Lage

Die Zahlen des Nomogramms (Fig. 5) beziehen sich auf einen Wärmeableiter mit schwarz eloxierter Oberfläche, in vertikaler Lage und natürlicher Konvektion (d. h. die Umgebungsluft ist ruhig, Luftbewegung wird nur durch die Erwärmung des Kühlkörpers erzeugt).

Korrekturfaktoren:

- a) Oberfläche blank +15 %
- b) Lage horizontal +20 %

Beispiel zur Anwendung des Nomogramms:

Annahmen

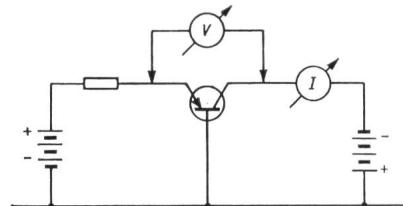
WA 111 schwarz eloxiert; vertikale Position; Leistung 20 W; Länge 75 mm:

Für WA 101 wäre $R_w = 2,21 \text{ °C/W}$, für WA 111 gilt:
 $R_w = 1,15 \cdot 2,21 \text{ °C/W} = 2,55 \text{ °C/W}$

7. Die Messung des Wärmewiderstandes

Zur Bestimmung des Wärmewiderstandes muss man die im Transistor oder in der Diode vernichtete Leistung und die entsprechende Temperaturerhöhung messen.

Fig. 6
Schaltung zur Messung des Wärmewiderstandes



7.1 Der Wärmefluss

Um einen Wärmefluss von bekannter Grösse zu erzielen, muss man elektrische Leistung vernichten. Die Leistung kann in einem Transistor oder in einer Diode vernichtet werden.

a) Leistung wird in einem Transistor vernichtet (bis 100 W)

Bei hohen elektrischen Leistungen besteht die Gefahr, dass der Transistor instabil wird. Um das zu vermeiden, soll man erstens möglichst niedrige Spannungen arbeiten und zweitens Schaltungen verwenden, die stabil sind, d. h. bei denen die im Transistor vernichtete Leistung konstant bleibt, auch wenn sich seine Parameter (wegen der hohen Temperatur) ändern. Eine besonders stabile Schaltung ist in Fig. 6 gezeigt.

b) Dioden (bis 200 W)

Die Schwierigkeit bei Dioden ist, dass im allgemeinen in einem Industrielaboratorium kein Gleichstromnetzgerät zur Verfügung steht, das hohe Ströme bei niedrigen Spannungen erzeugt, z. B. 150 A bei 1,5 V. Fig. 7 zeigt eine einfache Schaltung für Dioden, in der eine 6-V-Autobatterie als Stromquelle benutzt wird. Der Spannungsunterschied zwischen Diode und Batterie wird in einem Leistungswiderstand R vernichtet.

7.2 Temperaturmessung

Nun muss man noch die Temperaturen messen, und zwar die Temperatur der Luft und die Temperatur des Kühlkörpers. Zur Temperaturmessung kann man benutzen: Thermo-Elemente, Heissleiter, Dioden und Quecksilber (oder ähnliche) Thermometer.

In den letzten Jahren sind eine ganze Anzahl von elektrischen Temperaturmessgeräten auf dem Markt erschienen, die Heissleiter als Fühler benutzen. Der Ohmsche Widerstand eines Heissleiters

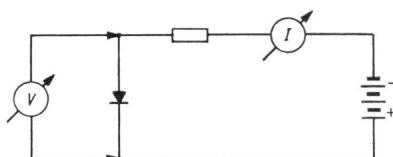


Fig. 7
Schaltung mit Diode

leiters vermindert sich auf die Hälfte, wenn die Temperatur um ca. 15 °C erhöht wird. Aus einer Batterie, einem Heissleiter und einem Mikro-Ampèremeter lässt sich also ein guter Thermometer konstruieren. Mit diesen Instrumenten lassen sich auch Oberflächen-Temperaturen leicht bestimmen.

Bei der Messung der Umgebungstemperatur muss die Temperatur in einem Abstand vom Wärmeableiter gemessen werden (ca. 1 m), da sonst die vom Wärmeableiter aufsteigende Luft das Resultat verfälschen könnte. Bei der Messung der Temperatur des Wärmeableiters ist es vorteilhaft, für den Temperaturfühler ein kleines Loch zu bohren, damit die Umgebungs- luft auf die Messung keinen Einfluss haben kann. (Das ist besonders wichtig bei Ventilatorbetrieb.) Man misst den Wärmewiderstand stets in vertikaler Lage des Wärmeableiters, wobei die Luft zur unteren Seite des Wärmeableiters freien Zutritt hat.

Leider ist die Messung des Wärmewiderstandes immer etwas ungenau. Insbesondere kann jede Störung des Luftstromes eine nachteilige Wirkung verursachen.

8. Rechenbeispiel zur Temperaturberechnung

In einem Netzgerät finden wir einen Leistungstransistor, der unter den folgenden Bedingungen arbeitet (Fig. 8).

$$\begin{aligned} V_{i \min} &= 13 \text{ V} \\ V_{i \max} &= 16,5 \text{ V} \\ V_0 &= 12 \text{ V} \\ I_{\max} &= 2 \text{ A} \end{aligned}$$

Fig. 8
Grundschaltung eines regulierten Netzgerätes

$$\begin{aligned} I_{\max} &= 2 \text{ A}; V_{i \min} = 13 \text{ V}; \\ V_0 &= 12 \text{ V}; V_{i \max} = 16,5 \text{ V} \end{aligned}$$

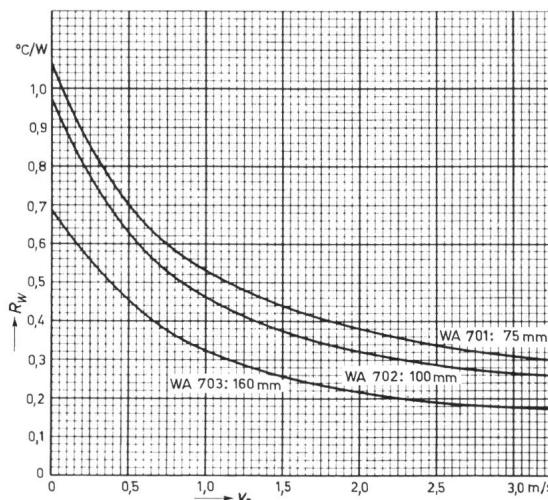
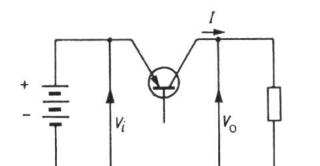


Fig. 9
Wärmewiderstand von Kühlkörpern der Serie WA 700 bei forciert Kühllung

R_w Wärmewiderstand; V_p Luftgeschwindigkeit parallel zur Profilachse

Die maximale Umgebungstemperatur ist 60 °C. Wir benutzen einen Germaniumleistungs-Transistor (TO-36) mit einer maximalen Zwischenschicht-Temperatur von 90 °C und einem inneren Wärmewiderstand (Zwischenschicht zu Gehäuse) von 0,3 °C/W.

Frage: Was für ein Wärmeableiter soll benutzt werden?

a) Die maximale Verlustleistung

Im schlimmsten Fall ist die Spannung über dem Transistor $16,5 - 12 = 4,5 \text{ V}$ und der Strom, der durch ihn fließt, 2 A. Die maximale Verlustleistung ist also 9 W.

b) Der gesamte Wärmewiderstand

Die Temperaturdifferenz von Zwischenschicht zu Luft darf $90 - 60 = 30 \text{ °C}$ bei 9 W Verlustleistung nicht überschreiten. Das heisst, dass der gesamte Wärmewiderstand von Zwischenschicht zu Luft den Wert von $3,3 \text{ °C/W}$ nicht überschreiten darf.

c) Der Wärmewiderstand des Kühlkörpers

Der gesamte Wärmewiderstand addiert sich aus drei Teilen:

Zwischenschicht zu Gehäuse
Gehäuse zu Kühlkörper
Kühlkörper zu Luft

Für den Wärmewiderstand von Zwischenschicht zu Gehäuse haben wir (aus dem Datenblatt) einen Wert von $0,3 \text{ °C/W}$ gefunden. Bei Benutzung von Wärmeleitpaste wird der Übergangswiderstand von Transistor zu Kühlkörper ca. $0,15 \text{ °C/W}$.

Für den Wärmewiderstand von Kühlkörper zu Luft haben wir somit noch:

$$3,3 - (0,3 + 0,15) = 2,85 \text{ °C/W}$$

Eine brauchbare Lösung ist ein vertikal montierter WA 101 (schwarz eloxiert). Nach dem Nomogramm hat dieser Wärmeableiter (Länge 7,5 cm, Verlustleistung 9 W) einen Wärmewiderstand von ca. $2,6 \text{ °C/W}$. Er ist also um ein wenig besser als unbedingt notwendig.

Sowohl ein vertikal montierter WA 101-B (blank) als auch ein horizontal montierter WA 101 (schwarz eloxiert) sind aber ungenügend,

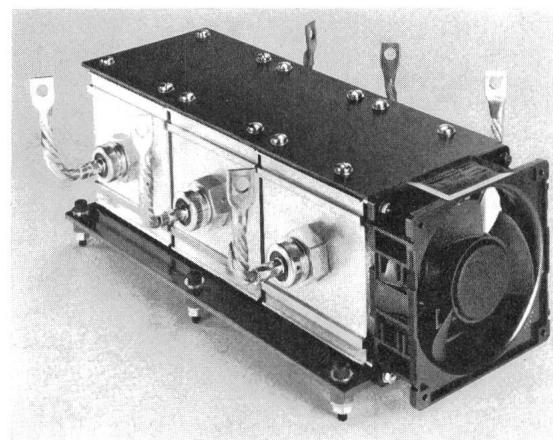


Fig. 10
Kühlkörper mit aufgesetztem Ventilator

da im ersten Fall der Wärmewiderstand ca. 15 % und im zweiten Fall ca. 20 % höher ist als beim vertikal montierten WA 101 (schwarz eloxiert).

Aus ähnlichen Gründen soll Wärmeleit-Paste verwendet werden, da sonst durch die Eloxierschicht ein hoher Wärmewiderstand von Transistor zu Kühlkörper entsteht (0,35 °C/W, anstelle von 0,15 °C/W).

9. Kühlkörper mit aufgesetztem Ventilator

Die Wärmeabgabe eines Kühlkörpers kann dadurch verbessert werden, dass mit Hilfe eines Ventilators Luft auf ihn geblasen wird. Fig. 9 zeigt als Beispiel den Wärmewiderstand eines Wärmeableiters Typ WA 702 als Funktion der Luftgeschwindigkeit.

Fig. 10 zeigt einen Kühlkörper mit aufgesetztem Ventilator (Typ CS 101). In diesem Kühlkörper werden eine Anzahl von voneinander isolierten Wärmeableiter durch einen Ventilator gekühlt. Der Wärmewiderstand jedes einzelnen dieser Kühlkörper ist (bei laufendem Ventilator) ca. 0,5 °C/W. Wärmeableiter dieser Art werden besonders für Leistungsdioden in Brückenschaltung verwendet.

H. Schaffner, Derendingen

Unsichtbare Ziele auf dem Radarschirm

621.391-837.16:621.396.96

[Nach David Atlas: Angels in Focus. Radio Science 69 D(1965)6, S. 871...875]

Ein Radargerät kann Ziele registrieren, die durch besondere Zustände der Atmosphäre auf dem Radarschirm in Erscheinung treten, die aber vom Auge nicht direkt sichtbar sind. Im amerikanischen Sprachgebrauch werden solche unsichtbaren Ziele auch «Engel» genannt. Fig. 1 zeigt ein und dasselbe Ziel, das mit zwei

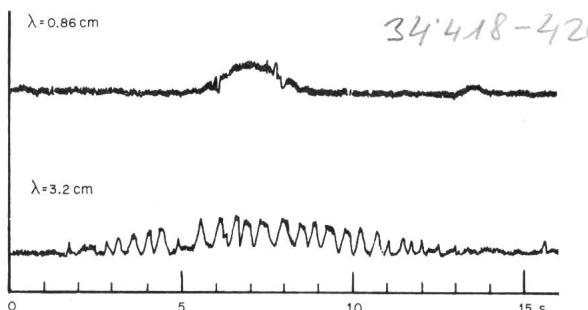


Fig. 1

Aufnahme eines unsichtbaren Radarziels

Ein und dasselbe Ziel im Bereich von 900...1050 m, aufgenommen am 3. April 1963, um 14.58 h, durch zwei Radargeräte mit verschiedenen Wellenlängen λ

verschiedenen Radargeräten aufgenommen wurde. Beide Geräte waren vertikal nach oben gerichtet. Die Wellenlängen der Apparate betrugen 0,86 cm und 3,2 cm, die Strahlwinkel 0,5 und 1,8°. Das unsichtbare Ziel ist über die Geräte hinweggewandert. Den schmalen Strahl des kurzweligen Gerätes passierte es während einer Zeitdauer von ca. 2 s, den breiten Strahl des langwelligen Gerätes während ca. 10 s. Das Ziel hatte eine Höhe von etwa 1000 m. Für das zackenförmige Bild des langwelligen Radargerätes hat man keine eindeutige Erklärung gefunden. Die Zacken können durch zwei Reflexionen in radialer Richtung entstehen, oder durch zwei unsichtbare Ziele, die gleichzeitig über das Radargerät hinwegziehen, oder durch ein Echo, das sich in radialer Richtung bewegt, und das mit einem Echo von einem fixen, seitlich gelegenen Ziel interferiert.

Der Querschnitt eines unsichtbaren Ziels wächst in der Regel mit seinem Höhenwinkel. Der Querschnitt ist also bei unsichtbaren Zielen, die sich genau über dem Radargerät befinden, am grössten. Bei den in Fig. 2 dargestellten Messungen konnten im Zenit des Radargerätes keine unsichtbaren Ziele beobachtet werden. Aus diesem Grunde sind die Kurven in der Umgebung des Winkels von 90° strichliert gezeichnet. Die Geschwindigkeit, mit der sich ein unsichtbares Ziel bewegt, stimmt angenähert mit der Windgeschwindigkeit überein. Es gibt auch unsichtbare Radarziele, die steigen oder fallen; die Steig- und Fallgeschwindigkeiten liegen in der Größenordnung von 1 m/s.

Fortsetzung auf Seite 285

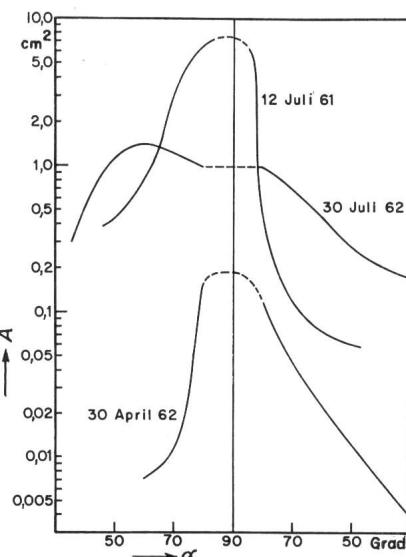


Fig. 2

Mittlerer Querschnitt der unsichtbaren Ziele

Der Querschnitt A erreicht in der Regel bei einem Elevationswinkel α von 90° ein Maximum

In Fig. 3 ist angegeben, wie man sich das atmosphärische Gebilde, das ein unsichtbares Ziel auf dem Radarschirm erscheinen lässt, vorstellt. Es handelt sich um eine Art Luftblase, die durch zirkulierende Luft an ihrer Randzone gebildet wird. Der Radius der von oben gesehenen kreisförmigen Blase ist a , die Höhe des höchsten Punktes der Blase R . Der Radius wächst mit der Höhe der Blase und steht mit ihr in einem bestimmten Verhältnis. Das Verhältnis von a/R liegt nach verschiedenen Beobachtungen und Messungen zwischen 1/5 und 1/2. Diese Form des unsichtbaren Radarziels erklärt auch die Tatsache, dass das Radarsignal in vertikaler Richtung die beste Reflexion erfährt. Mit Richtungswinkeln, die kleiner als 90° sind, nimmt die Schärfe ab (Fig. 2). Voraussetzung für Radarreflexionen am Rande einer Luftblase ist, dass die Dicke der Übergangszone am Rande der Luftblase von der gleichen Größenordnung oder

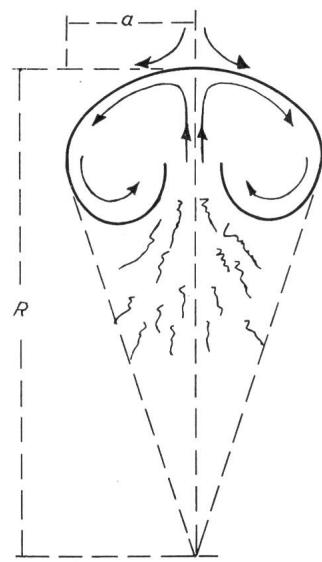


Fig. 3

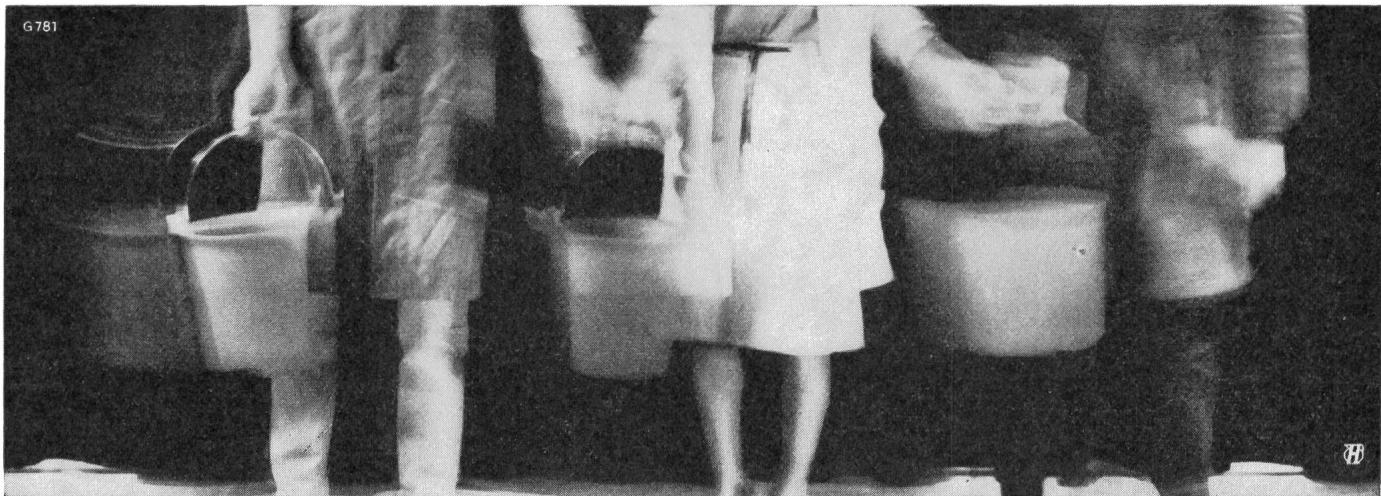
Querschnitt durch ein unsichtbares Ziel

Das unsichtbare Ziel ist eine Art Luftblase, die durch Luftströmungen gebildet wird

a Radius der Luftblase; R Höhe ihres Scheitelpunktes

kleiner als die Wellenlänge des Radargerätes ist. Es ist unwahrscheinlich, dass es sich bei diesen Beobachtungen um Reflexionen von Insekten handelt. Die Grösse der Insekten müsste im Vergleich zur Wellenlänge der Radargeräte sehr umfangreich sein. Es müsste sich also um relativ grosse Insekten handeln. H. Gibas

Von der... Handübermittlung...



...zur Elektronik!...

Anzugsverzögerungsrelais
Abfallverzögerungsrelais
Zeitbegrenzungsrelais
Impulsgeber

Einschalt-Wischrelais
Ausschalt-Wischrelais
Ein- und Ausschalt-
Wischrelais

Relais mit
Kondensator,
oder Kaltkathodenröhren,
oder transistorisiert



zuverlässig
betriebssicher
wartungsfrei
preiswert



Ghielmetti AG

Fabrik elektrischer Schaltapparate - Telefon 065/24341 - 4500 Solothurn/Schweiz



NEU!



**Treppen-
haus-
automat G3**

Beleuchten Sie wirtschaftlich?

Oder haben Sie das Gefühl, der Aufwand an Strom (und damit auch an Geld) sei unverhältnismässig gross? Dann versuchen Sie es doch einmal mit einem Treppenhausautomaten. Aber nicht mit irgendeinem, sondern mit dem neuen SAIA-Treppenhausautomaten **G3**. Er beschränkt in den nur kurzzeitig zu beleuchtenden Räumen die Beleuchtungsdauer je nach Wunsch auf 2, 3 oder 4 Minuten. Der Treppenhausautomat **G3** ist in verschiedenen Ausführungen erhältlich: Mit Schliess- oder Umschaltkontakt, 6A, 220V; mit Handschalter für Kurz- und Dauerbeleuchtung oder Sperrung.



**SAIA AG
Murten
Tel. 037 73161**