

Gleichrichter / Dioden

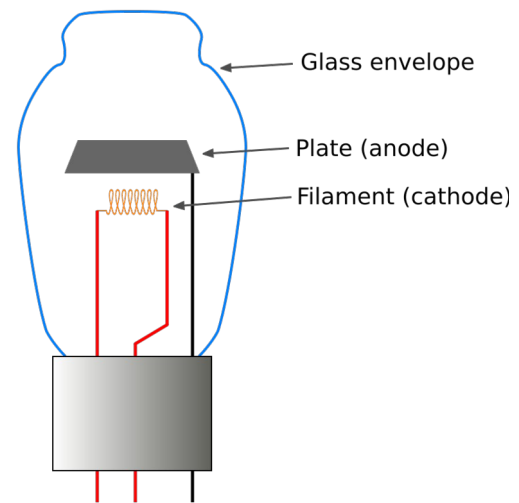
nach ROHM (https://www.rohm.de/electronics-basics/diodes/di_what1)

„

Der Edison-Effekt tritt dann auf, wenn Elektronen in einem Vakuum von einem aufgeheizten Element zu einer kühleren Metallplatte fließen. Als Edison dies entdeckte, war ihm der Nutzen seiner Entdeckung nicht klar, doch hat er sie dennoch patentieren lassen.

Um diesen Effekt heutzutage zu beschreiben, verwendet man die Bezeichnung „Glühemission“. Dieser Edison-Effekt besitzt allerdings ein interessantes Merkmal. Die Elektronen fließen nur in eine Richtung. Nämlich nur vom heißen Element zur kühlen Platte - niemals umgekehrt. So wie z.B. Wasser durch ein Rückschlagventil - nur als Vergleich. Und Geräte, in denen Elektrizität nur in eine Richtung fließen kann, nennt man **Dioden.**

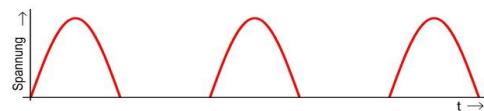
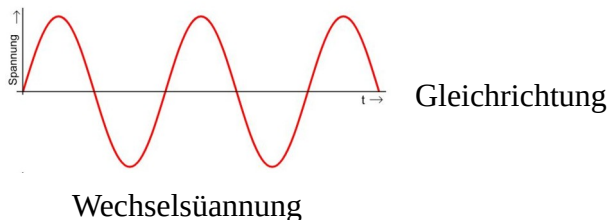
„



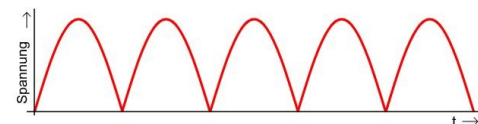
Röhren - Diode

Diese Teile wurden früher im Netzteil von Röhrenradios verbaut (vor 60 Jahren habe ich so auch noch Netzteile gebaut).

Aus der Wechselspannung wurde Gleichspannung für den Betrieb der Empfänger- und Verstärkerröhren erzeugt:



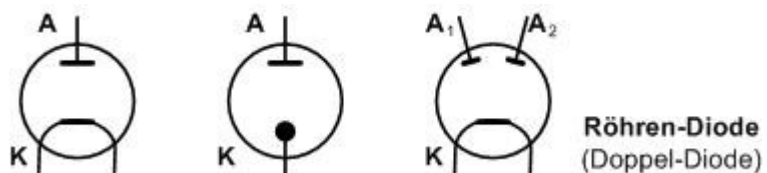
Einweg-Gleichrichtung



Zweiweg-Gleichrichtung

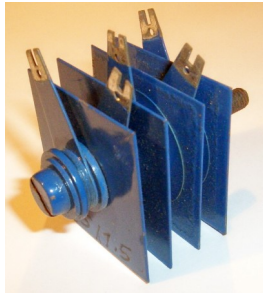
Das Bauelement wurde so dargestellt:

Baut man noch eine zweite Anode ein, hat man einen Zweiweg-Gleichrichter



(das sind die verschiedenen Darstellungen der Röhrendiode, es gibt noch die Variante der indirekt geheizten Kathode)

Das Teil wurde vorrangig zur Stromversorgung von Geräten mit Gleichstrom verwendet. Als alternative gab es schon mal Feststoff-Gleichrichter, ohne Wärme zur Erzeugung von Elektronen, wie **Kupferoxidul-Gleichrichter** und **Selen-Gleichrichter**.



Selen-Gleichrichter

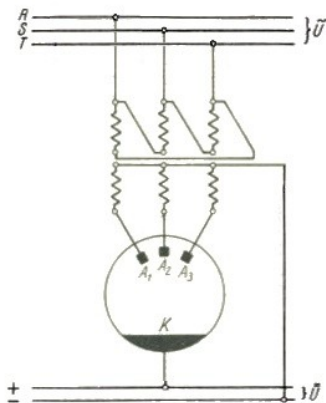
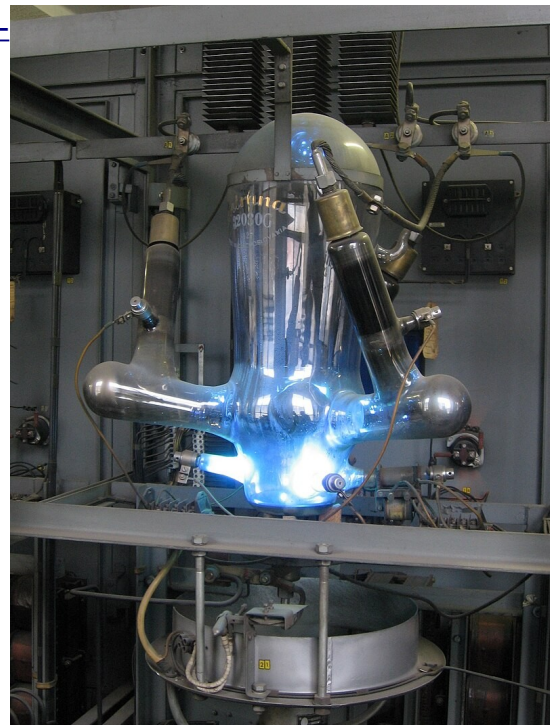
Diese Teile wurden aus mir unbekannten Gründen weniger oft eingesetzt.

Quecksilberdampfgleichrichter

Wikipedia:““

Ein **Quecksilberdampfgleichrichter** ([Peter Cooper-Hewitt](#) 1902) ist eine historische Bauform einer [Gasentladungsröhre](#), welche als [Gleichrichter](#) betrieben wird und zugeführten [Wechselstrom](#) oder [Dreiphasenwechselstrom](#) in [Gleichstrom](#) umwandelt.

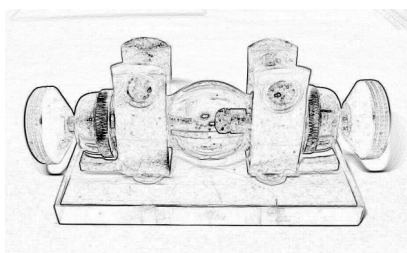
Quecksilberdampfgleichrichter wurden bis in die 1970er Jahre für die Erzeugung von Gleichstrom bei höherer [Spannung](#) verwendet, z. B. [Stromrichter](#) zur Energieversorgung von Straßenbahnen und [S-Bahnen](#) „ und auch Haushalten. Ich habe etwa 1964 noch solche Gebilde in einer Umspannweite in Rostock gesehen, denn einige Straßen wurden noch mit 110V Gleichstrom versorgt.



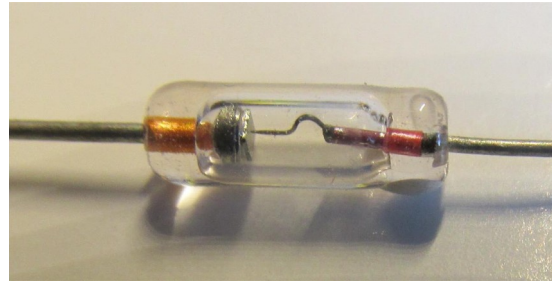
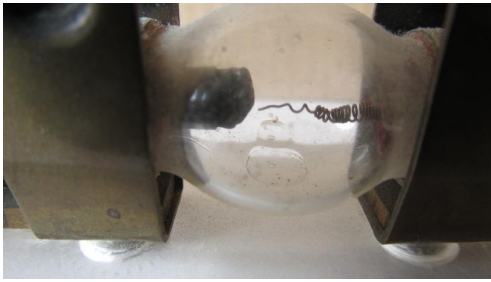
” Quecksilberdampfgleichrichter zählen zu der Untergruppe der [Elektronenröhren](#) mit Quecksilberkathode und sind als solche eine spezielle Form der Kaltkathodenröhren.“

Gleichrichter für hochfrequente Signale

Für höherfrequente Anwendungen waren diese Teile auf Grund der relativ großen Übergangsschicht und der daraus folgenden Kapazität nicht geeignet, da kam der Kristalldetektor zum Einsatz. Am Anfang musste man einen Draht auf einem Kristall (gut geeignet Bleiglanz) aufsetzen



In der Mitte in einem Glasrohr (nur mechanische Schutzfunktion) wurde mit in allen Richtung beweglichen Rädchen der Kristall (links) und der Draht (Feder rechts) aneinander irgendwie berührend positioniert



Das linke Bild zeigt das Glasrohr etwas genauer.

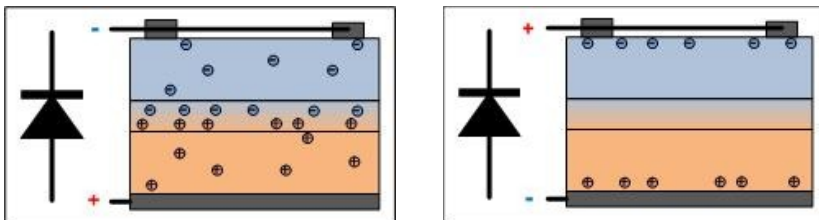
Das Teil nutzt wahrscheinlich den **Schottky Effekt** zur Gleichrichtung, es werden ja keine Halbleitermetalle genutzt.

Eine enorme Verbesserung gab es dann durch Spitzen-Halbleiterdioden (rechts). Man sieht das ebenfalls eine Spitze auf ein Metallplättchen drückt, beide sind nun aber Halbleiter (p- und n-Dotierung).

Kristalldetektor, [Halbleitergleichrichter](#) mit punktförmigem pn-Übergang für den Einsatz in [Rundfunkempfängern](#). Der Kristalldetektor wurde 1906 von F. [Braun](#) zum Patent angemeldet, nachdem er bereits vorher die Gleichrichterwirkung von Halbleitern und ihre Eignung für den Funkempfang entdeckt hatte. Als Halbleitermaterial dienten vor allem Bleiglanz, Silizium und Pyrit. ([Gleichrichter](#)) .

Der nächste Schritt war natürlich, um für die Netzspannung von Geräten größere Ströme bei der Gleichrichtung bereitstellen zu können, flächenartige Halbleiterelemente herzustellen.

Das Prinzip sieht so aus:

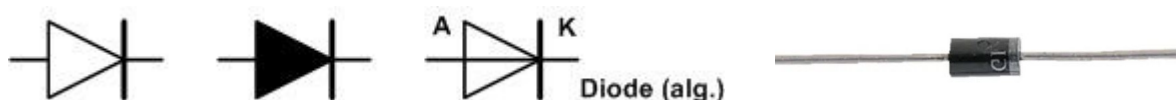


Die zwei Halbleiterteile werden mit Elektronen (n-Dotierung, blau) oder fehlenden Elektronen (Löcher, p-Dotierung, rot) angereichert und zusammen „geklebt“.

Legt man nun an **n** + an und an **p** -, werden alle Elektronen zu + und alle Löcher zu - gezogen, an der Trennschicht bleibt kein leitendes Element übrig, das Element lässt keinen Stromfluss mehr zu! Anders dagegen, wenn man an **n** - und an **p** + legt, dann werden alle freien Ladungsträger von den Anschlüssen weggeschoben (gleiche Polarität stößt sich ab, die Trennschicht in der Mitte ist nun sehr voll geschwemmt mit Ladungsträger, es kann Strom fließen,

die Diode ist in Durchlassrichtung geschaltet!

Diesen Effekt eines so funktionierenden Bauelementes hat **Karl Ferdinand Braun** erfunden, er gilt als **Erfinder der Halbleiterdiode**.



Man findet zur Diode unterschiedliche Symbole zur Darstellung (ich benutze vorrangig die linke Darstellung). Im rechten Symbol wird durch **K die Kathode** und durch **A die Anode** symbolisiert. Schließt man an **A +** und an **K –** an, ist die Diode in Durchlassrichtung geschaltet. Das Symbol für die Diode ist bestimmt zu der Zeit der Spitzendiode entstanden, denn es passt hervorragend,

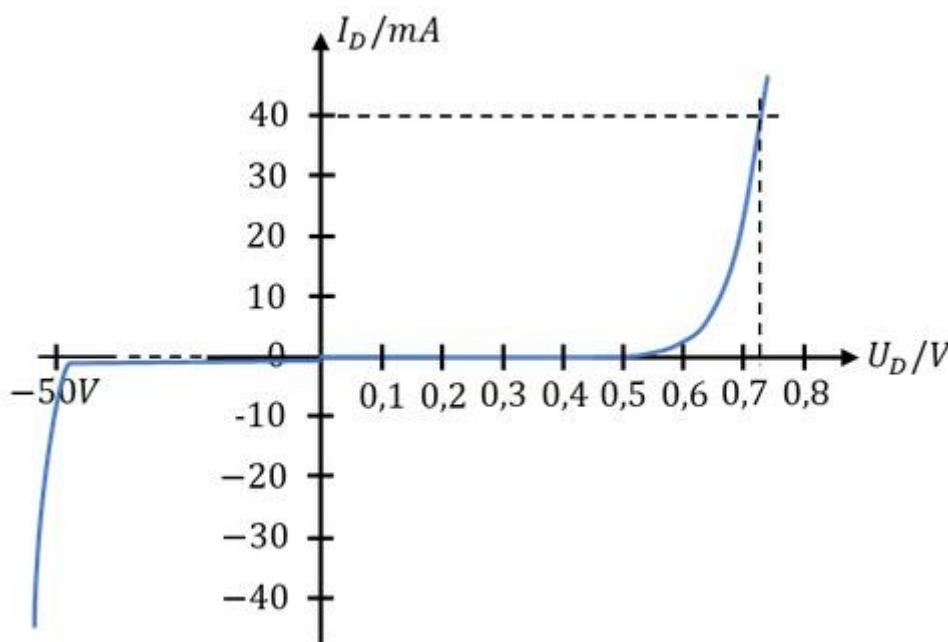
eine Spitze ►, die auf ein Plättchen | drückt ►|

Kennlinie einer Diode

Es soll hier nicht zu wissenschaftlich werden, aber gerade die

Funktion: $I_D = f(U_D)$

(der Strom durch die Diode in Abhängigkeit von der an der Diode angelegten Spannung), zeigt die verschiedenen Möglichkeiten und Varianten der Diode.



Das ist die Kennlinie für eine Silizium-Diode, am Anfang gab es mehr Germanium-Dioden, die sind sehr Temperatur empfindlich und haben nicht eine so ausgeprägte Dioden-Funktion, gibt es aber immer noch.

Grundsätzlich kann man die Kennlinie in drei Bereiche teilen:

- **Sperrbereich** in der Mitte der Kennlinie in der der Strom gegen 0 geht
- **Durchlassbereich** rechts vom Sperrbereich bei positiver Diodenspannung
- **Durchbruchsbereich** links vom Sperrbereich, ab einer negativen Spannung fließt sehr plötzlich ein sehr großer Strom, kann zur Zerstörung der Diode führen

Aber alle drei Bereiche werden bei bestimmten Dioden-Typen genutzt!

Der Durchlassbereich beginnt (leider) nicht bei 0 Volt, sondern erst ab dem definierten Schwellwert, bedingt dadurch, dass die Ladungsträger erst die Trennschicht zuschwemmen müssen. Außerdem ist der Schwellwert kein Knickpunkt, sondern ist ein langsamer Übergang (im Bild beginn ab 0,5 Volt). Ab einer Spannung ist dann die weitere Kurve nahezu linear und sehr steil.

Der Schwellwert ist abhängig vom Halbleitermaterial:

- Germanium $\sim 0,3V$
- Silizium $\sim 0,7V$
- Selen $\sim 0,6V$
- Kupferoxydul $\sim 0,2V$

Also, Spannungen unter $0,7V$ kann man mit einem Silizium-Gleichrichter nicht gleichrichten.

Mit einer Germanium-Diode ging es zwar besser, aber auch nicht komplett.



Für höherfrequente Gleichrichtung, sind natürlich Germanium Spitzendioden sehr sinnvoll, ich habe einmal mit einer Detektorschaltung experimentiert:

Detektorradio – Aufbau und Test

Da zeigt sich sehr gut, dass es mit Silizium-Dioden nicht funktioniert hat (waren auch keine Spitzendioden), aber der alte Kristall-Detektor recht gut funktioniert hat.

Dioden-Typen



Die Kapazität der Flächendiode wird genutzt. Verändert man den Abstand der Platten, in diesem Fall die Dicke der Trennschicht, ändert sich die Kapazität, denn die Kapazität ändert sich umgekehrt proportional zum Abstand der Platten.

Genutzt wurde dies z.B. bei der AFC-Schaltung (Automatische Frequenzkontrolle) bei UKW-Empfängern, Schwankungen der Sendefrequenz wurden automatisch ausgeglichen.



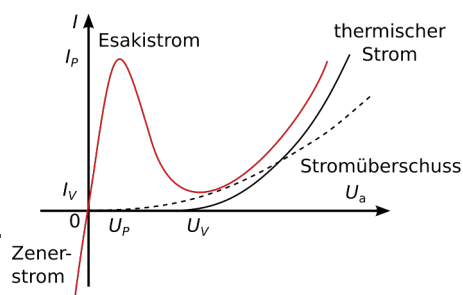
Nach Wikipedia

„Eine **Schottky-Diode**, auch *Hot-Carrier-Diode* genannt, ist in der [Elektronik](#) eine auf schnelles Schalten oder einen niedrigeren Spannungsabfall in Durchlassrichtung optimierte [Diode](#). Sie hat keinen [p-n-Übergang](#) ([Halbleiter](#)-Halbleiter-Übergang), sondern einen (sperrenden) [Metall-Halbleiter-Übergang](#).

„Sie wird in Durchlassrichtung betrieben, der Schwellwert kann bei $0,1V$ liegen, es ist keine Halbleiter-Diode.



Durchlassbereich, in diesem Bereich führt eine ansteigende Spannung zu einer absinkenden Stromstärke, anstatt – wie in allen gewöhnlichen Materialien – zu



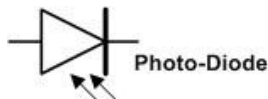
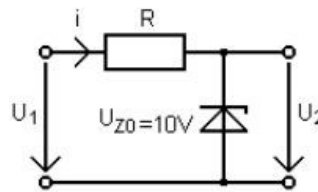
einer ansteigenden Stromstärke. Zum Beispiel kann damit ein angeschlossener Schwingkreis entdämpft werden ([Oszillator](#)). Sie gehört daher zu den [aktiven dynamischen Bauelementen](#).



Nach Wikipedia

„Eine **Z-Diode**, auch als **Zener-Diode** bezeichnet, ist eine [Diode](#), die darauf ausgelegt ist, dauerhaft in Sperrrichtung im Bereich der [Durchbruchspannung](#) betrieben zu werden. Die Höhe dieser Durchbruchspannung U_{BR} ist die Hauptkenngröße einer Z-Diode und ist im Datenblatt spezifiziert.

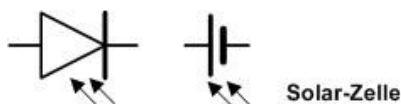
„Wird, wie im Beispiel, als Spannungsstabilisator genutzt.



Nach Wikipedia

„Eine **Photodiode** oder auch **Fotodiode** ist eine [Halbleiter-Diode](#), die [Licht](#) – im sichtbaren, [IR](#)- oder [UV](#)-Bereich, oder bei Verwendung von [Szintillatoren](#) auch [Röntgenstrahlen](#) – an einem [p-n-Übergang](#) oder [pin-Übergang](#) durch den [inneren Photoeffekt](#) in einen [elektrischen Strom](#) umwandelt oder – je nach Beschaltung – diesem einen beleuchtungsabhängigen [Widerstand](#) bietet. Sie wird unter anderem verwendet, um Licht in eine [elektrische Spannung](#) oder einen elektrischen Strom umzusetzen oder um mit Licht übertragene Informationen zu empfangen.

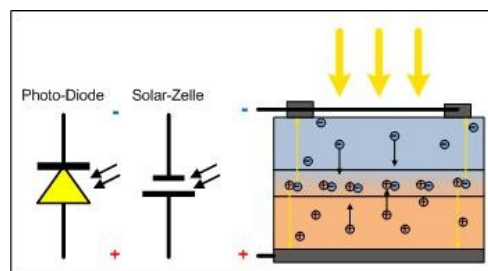
„



Im Prinzip ist eine Photo-Zelle eine Photodiode.

Es gib dafür ein neues Symbol, eine Spannungsquelle mit Licht-Eingabe.

Sie ist eine flächenhafte Photozelle, die einen Strom von etwa 15A (und mehr) transportieren können muss, das ist eine große Herausforderung.



Das ist die offizielle Bezeichnung

Nach Wikipedia

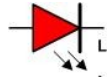
”

Eine **Leuchtdiode** (kurz **LED** von englisch *light-emitting diode*, deutsch ‚lichtemittierende Diode‘, auch *Lumineszenz-Diode*) ist ein Halbleiter-Bauelement, das Licht ausstrahlt, wenn elektrischer Strom in Durchlassrichtung fließt. In Gegenrichtung sperrt die LED den Strom. Somit entsprechen die elektrischen Eigenschaften der LED qualitativ denjenigen einer Diode.

”

Die erste rote Lumineszenzdiode (Typ GaAsP) kommt **1962** auf den Markt, entwickelt von dem Amerikaner **Nick Holonyak**. Sie markiert die Geburtsstunde der industriell gefertigten LED.

Ich benutze gern für LED's das folgende Symbol:



Lumineszenz-Diode

Leuchtdiode (kurz **LED** von englisch *light-emitting diode*, deutsch ‚lichtemittierende Diode‘, auch Lumineszenz-Diode)

So kann man zugleich die Leucht-Farbe der LED darstellen (sie leuchtet rot).

Weitere Informationen zur LED.



<https://studyflix.de/elektrotechnik/diode-2562> alles zur E-Technik

<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/0201113.htm>