

Der glühelektrische Effekt



Abbildung 1: THOMAS ALVA EDISON



Abbildung 2: Originalröhre von Edison

Der glühelektrische Effekt wurde von THOMAS ALVA EDISON (1847 – 1931) im Jahre 1883 entdeckt (siehe Abb. 1) und heißt gelegentlich auch **Edisoneffekt**. Zu dieser Zeit kannte man lediglich positive und negative Elektrizität. Das Elektron wurde erst 1897 von J. J. THOMSON durch Untersuchungen in elektrischen und magnetischen Feldern entdeckt (Nobelpreis 1906)¹. Erst 1901 wurde der glühelektrische Effekt von RICHARDSON theoretisch gedeutet. Edisons Entdeckung geschah in einer sehr dynamischen Phase von Technik und Naturwissenschaften: 1876 wurde der Otto-Motor erfunden, 1882 errichtete Edison das erste Elektrizitätswerk, 1888 fand HEINRICH HERTZ die elektromagnetischen Wellen, 1895 wurden die RÖNTGEN-Strahlen entdeckt. EDISON entdeckte diesen Effekt bei seinen Versuchen, die elektrische Glühlampe zu verbessern. Abbildung 2 zeigt eine von ihm modifizierte Glühlampe mit seitlich angebrachter Anode. Er schreibt selbst:

„Wenn eine leitfähige Substanz irgendwo in den Vakuumraum des Kolbens einer elektrischen Glühlampe eingebracht wird und diese außerhalb der Lampe mit einem Pol, am besten mit dem positiven Pol der Glühlampe, verbunden wird, fließt ein Teil des Stroms, wenn die Lampe brennt, durch den so gebildeten Nebenschlusskreis, der einen Teil des Vakuums in der Lampe einschließt“.

Das Phänomen: Aus einem kalten Glühdraht bzw. aus kalten Metalloberflächen können (bei nicht zu großen Feldstärken) keine Ladungen bzw. keine Elektronen austreten. Heizt man allerdings den Glühdraht, so wird elektrische Energie zugeführt, die sich in Bewegungsenergie der Atome und der Elektronen umwandelt. Haben die Elektronen genügend kinetische Energie, können sie die Metalloberfläche verlassen. Das Austreten der Elektronen aus einer heißen Metalloberfläche zeigt Ähnlichkeiten mit dem Austreten von Wassermolekülen aus einer Wasseroberfläche beim Verdunsten und Sieden.

Schließt man an die der Kathode (Glühfaden) im Vakuum gegenüberliegende Anode ein positiv geladenes Elektroskop an, so wird dieses bei Vorhandensein der Heizung entladen

¹Sein Sohn bekam den Nobelpreis für die Erkenntnis, dass das Elektron nicht nur Teilchen-, sondern auch Welleneigenschaften besitzt.

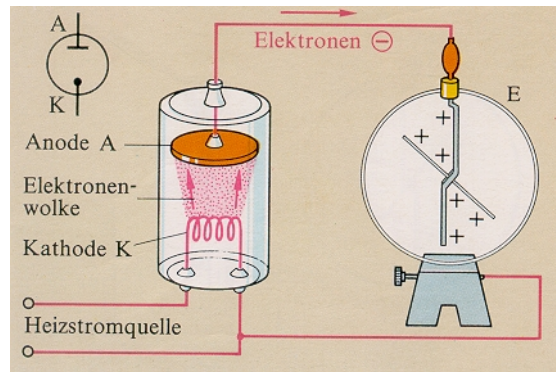


Abbildung 3: Röhre an positiv vorgeladenes Elektroskop angeschlossen

(siehe Abb. 3). Dies zeigt, dass die positive Ladung auf dem Elektroskop ausgeglichen wurde, was nur durch negative, auf die Anode auftreffende Ladung geschehen kann. Ist das Elektroskop negativ geladen, so stellt man keine Veränderung seiner Ladung fest, egal, ob man heizt oder nicht. Die austretenden Elektronen werden von der negativ geladenen Anode abgestoßen.

Der glühelektrische Effekt legt die Vorstellung nahe, dass beim Austritt aus der Metalloberfläche eine Kraft überwunden werden muss, die die Elektronen an die positiven *Rumpfatome* bindet. Dazu ist die sogenannte *Austrittsenergie* aufzubringen, die durch das Heizen geliefert wird.

Die ausgetretenen Elektronen bilden um den Draht herum eine sogenannte *Elektronenwolke*, die negativ geladen ist und andere Elektronen im Draht vom Austreten durch die elektrostatische Abstoßung abhält. Durch das Austreten wird der Draht überdies positiv geladen, so dass er ausgetretene Elektronen wieder anzieht. So stellt sich ein Gleichgewicht zwischen austretenden und wieder eintretenden Elektronen ein.

Legt man zwischen Kathode (Glühdraht) und Anode eine Spannung so, dass die Anode positiv geladen ist, können die Elektronen der Elektronenwolke „abgesaugt“ werden, so dass ein kontinuierlicher Strom entsteht (siehe Abb. 4). Bei umgekehrter Polung fließt kein Strom. In diesem Sinne wirkt die Röhre als sogenannte *Diode*, einem Standard-Bauteil in heutzutage fast jedem elektrischen Gerät.

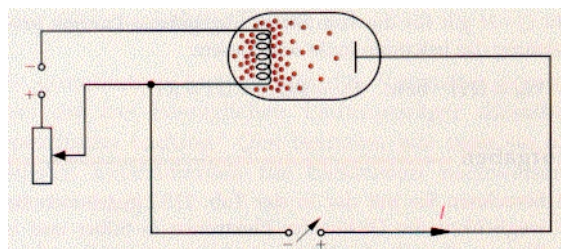


Abbildung 4: Diode in Durchlassrichtung geschaltet

Erhöht man die Heizspannung immer weiter, so kann es sogar passieren, dass sich ein negativ geladenes Elektroskop entlädt. Demnach müssen dann positive Ladungen den Heizdraht verlassen haben. Dies ist ein von Glühlampen bekannter Effekt. Wird der Glühdraht zu

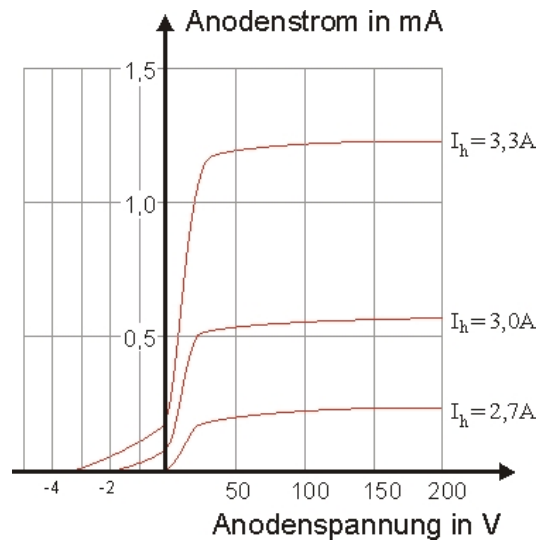


Abbildung 5: Kennlinien bei verschiedenen Heizströmen I_h

heiß, dann verdampft das Metall des Drahtes. Dieser Metalldampf besteht aus den positiven Rumpfatomen und kann die negative Ladung der Anode ausgleichen. Jeder kennt diesen Effekt. Man schaue sich nur eine alte durchgebrannte Glühlampe an. Im Innern des Glaskörpers sieht man einen grauen Niederschlag des kondensierten Metalldampfes.

Untersucht man bei „richtiger“ Polung die Röhrendiode in Bezug auf Spannung und Stromstärke, so erhält man in Abhängigkeit von der Heizung verschiedene Kennlinien (siehe Abb. 5). Bei den Kennlinien für verschiedene Heizstromstärken ist deutlich das Erreichen einer Sättigungsstromstärke zu erkennen, die sich durch das Absaugen von allen verfügbaren Elektronen erklärt.