

Glossar Glimmlampen

Die Glimmlampe ist die einfachste Gasentladungslampe. Sie dient als Signallampe und nicht zur Beleuchtung. Doch der grundsätzliche Aufbau und die Wirkungsweise sind dieselben.

Gasentladungslampen

Die Gasentladungslampe erzeugt Licht nicht wie Glühlampen durch hohe Temperaturen, sondern durch Gasentladung (Lumineszenz-Effekt).



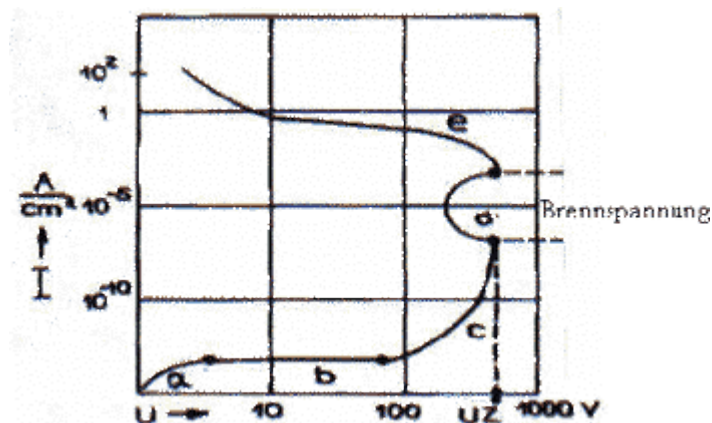
Abb. Der betriebsbereite Kraftlicht-Plasma-Converter

Als Gasentladung bezeichnet man den Stromfluss in Gasen.

Äußerlich erkennbar sind die Gasentladungslampen an ihrem gelben Licht, wie sie z.B. für die Straßenbeleuchtung genutzt werden.

Wegen ihres geringen Energieverbrauchs hat die Gasentladungslampe gegenüber der normalen Glühlampe entscheidende Vorteile, wie:

- höhere Wirtschaftlichkeit
- erheblich höhere Lichtausbeute
- längere Lebensdauer



Kennlinie einer Gasentladung

Wie die Grafik erkennen lässt, weist die Kennlinie der Gasentladung eine negative Spannungs-Strom-Charakteristik auf. Bis zur Zündspannung U_Z fließt eine kleine Stromstärke durch den Gasquerschnitt. Danach wächst sie lawinenartig an, wobei die Spannung sich sehr verringert. Daher muss der Strom so begrenzt werden, dass sich ein stabiler Arbeitspunkt einstellen kann

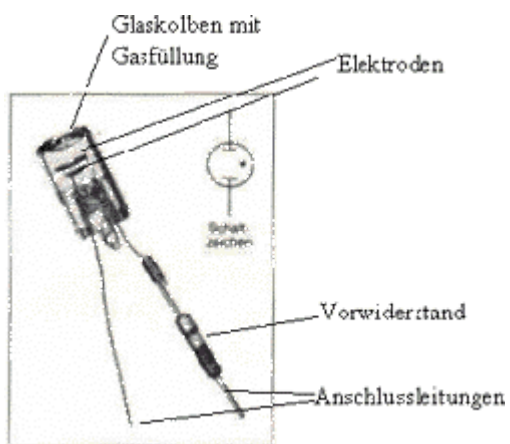


Abb.1 : Glimmlampe mit im Sockel eingebautem Widerstand zur Strombegrenzung (Quelle: Elektrotechnik Grundbildung Ausgabe E 2. Auflage Seite 91).

Aufbau und Wirkungsweise einer Leuchtstofflampe

Aufbau

Bei der Leuchtstofflampe befinden sich in einem Glasrohr zwei gegenüberliegende Metallelektroden. Das Rohr ist mit Gas gefüllt, welches einen geringen Druck hat. Die Moleküle bzw. Atome von Gasen bewegen sich aufgrund der Wärme auf unregelmäßigen Bahnen, ohne dabei Bindungen einzugehen. Der größte Teil der Atome im Glaskolben ist elektrisch neutral; von anderen wenigen Atomen werden aber durch äußere Zufuhr von Energie (Licht, Radioaktivität) Elektronen abgespalten. Es bilden sich frei bewegliche Elektronen und positive Gasionen (natürliche Ionisation).

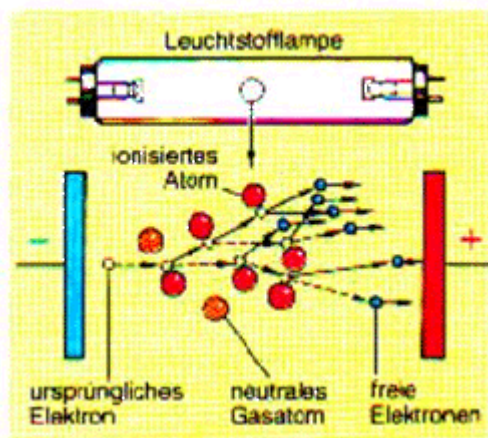


Abb.2: Natürliche Ionisation eines Gasatoms
(Quelle: Elektrotechnik Grundbildung Ausgabe E 2. Auflage Seite 91).

Wirkungsweise

Bei der Gasentladung sind drei Zustände zu unterscheiden.

1. Zustand:

An die zwei Metallelektroden wird eine Spannung angelegt. Solange diese klein ist, werden die frei beweglichen Elektronen und positiven Gasionen (Ladungsträger) nur wenig beschleunigt. Die Beschleunigung geschieht nach ihrer Polarität entweder in Richtung Kathode oder Anode. Die Ladungsträger prallen beim Zusammenstoß von einem getroffenen Atom wieder ab. Dabei wird Wärme frei. Es fließt ein vernachlässigbarer kleiner Strom, welcher die Lampe, weil noch keine Stoßionisation stattfindet, noch nicht aufleuchten lässt.

2. Zustand:

Wird die angelegte Spannung erhöht, so werden die Ladungsträger stärker beschleunigt. Dabei wird ein getroffenes Atom beim Zusammenprall mit einem Elektron oder positiven Gasion "angeregt". Dabei werden die Elektronen auf den Außenschalen des getroffenen Atoms auf ein höheres Energieniveau angehoben. Die Atome absorbieren Energie. Dieser Zustand ist jedoch sehr instabil, und die Elektronen "fallen" wieder auf ihr Ausgangsniveau zurück. Die vorher aufgenommene Energie wird jetzt als Lichtenergie abgestrahlt. Es entsteht ein Strahlungsquant.

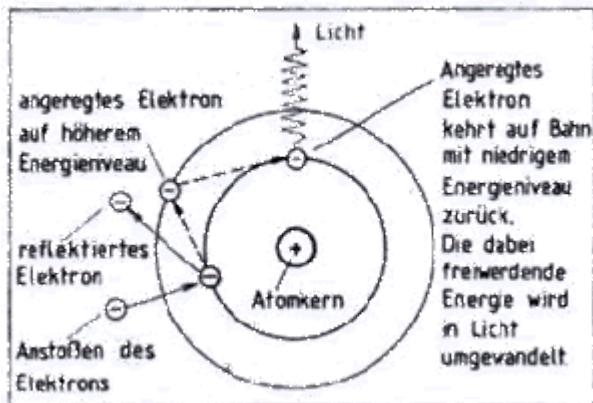


Abb.3: Anregung eines Gasatoms

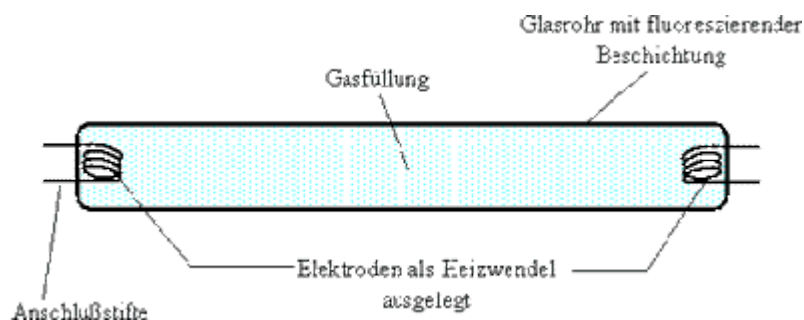
(Quelle: Elektrotechnik/Energietechnik 1. Auflage 1998 Kieser Verlag GmbH).

3. Zustand:

Nach Erreichen der Zündspannung setzt die Stoßionisation ein. Sie wird durch die Zündspannung und den entstehenden Stromfluss eingeleitet.

Beim Zusammenstoß der vorhandenen beschleunigten Ladungsträger mit anderen neutralen Gasatomen werden weitere Elektronen freigesetzt und die Atome entsprechend ionisiert. Die freigegebenen Ladungsträger stehen jetzt für den Stromfluss zur Verfügung. Dieser Vorgang setzt lawinenartig fort. Die entstandene "Kettenreaktion" wird Stoßionisation genannt.

Damit die Entstehung von Ladungsträgern begrenzt bleibt, muss ein Vorwiderstand in Reihe geschaltet werden. Ansonsten wäre die Zerstörung der Lampe die Folge der lawinenartig anwachsenden Stromstärke.



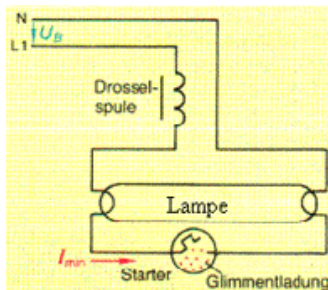
Leuchtstofflampen-Aufbau

Zwei Glühelektroden (Heizwendel) befinden sich an den Enden eines Glasrohres. Das Glasrohr ist innen mit einem Leuchtstoff beschichtet, welcher unsichtbares Licht in sichtbares Licht umwandelt (Fluoreszenz). Die Gasfüllung im Glasrohr ist eine Mischung aus Edelgasen und Quecksilber. Aufgrund des geringen Gasdrucks wird die Lampe auch "Niederdruck-Entladungslampe" genannt. Zur Schaltung der Lampe werden noch ein Starter (Glimmzünder) und eine Drosselspule (Vorschaltgerät) benötigt. Der Starter dient dem Einschalten des Heizstromkreises und der Auslösung der Zündspannung. Die Drosselspule dient der Strombegrenzung und der Erzeugung der Zündspannung.

Funktion

Zum Starten der Leuchtstofflampen werden vier Phasen durchlaufen.

1. Phase: Glimmen

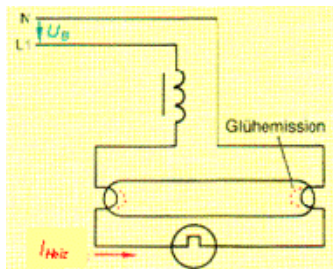


Glimmentladung,
geringer Stromfluß
durch den Starter, Kontakt
des Bimetallschalters
geöffnet.

(Quelle: Elektrotechnik, Grundbildung Ausgabe E, 2. Auflage Seite 93).

Nachdem der Netzschalter geschlossen wurde, liegt am Glimmzünder Netzspannung an. Diese reicht nicht aus, um das Gas in der Lampe zu zünden. Die Elektroden des Glimmzünders sind als Bimetall-Schalter ausgelegt. Für sie reicht die anliegende Netzspannung aus, um eine Glimmentladung zu erzeugen. Es fließt über die Gasfüllung des Starters ein sehr geringer Strom. Durch die Glimmentladung entsteht an der Oberfläche der Elektroden eine glimmende Gasschicht, die den Bimetall-Kontakt erwärmt.

2. Phase: Glühen

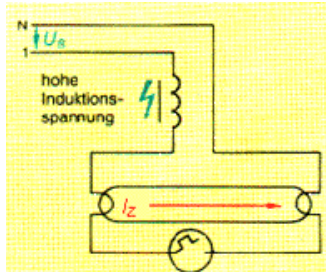


Bimetallkontakt geschlossen, maximaler Strom durch die Heizwendeln, Glühemission an den Elektroden der Lampe

(Quelle: s.o.).

Durch die Erwärmung biegt sich der Bimetall-Schalter so, dass sich seine Elektroden berühren. Der Heizstromkreis ist geschlossen. Der Heizstrom fließt durch die Heizwendeln, das Vorschaltgerät und durch den Glimmzünder. Aufgrund des Stromflusses durch die Heizwendel beginnen diese zu glühen. Dadurch treten Elektronen aus der Heizwendel aus und reichern das Gas mit Ladungsträgern an. Ein kleiner Teil des Quecksilbers verdampft.

3. Phase: Zünden

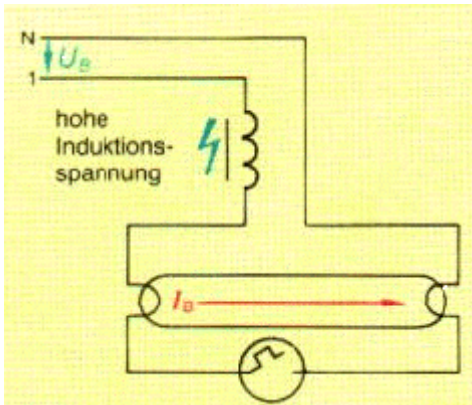


Bimetallschalter offen, Zündspannung entsteht durch Selbstinduktion in der Drossel, Induktionsspannung leitet Stoßionisation ein, Zündstrom I_z fließt.

(Quelle: s.o.).

Bei geschlossenem Bimetall-Schalter ist Glimmentladung nicht möglich. Der Bimetall-Schalter kühlt sich ab und die Kontakte (Bimetall-Elektroden) öffnen sich wieder. Der Heizstrom durch die Heizwendeln und durch die Drossel wird unterbrochen. Die Wendeln glühen eine Weile nach und emittieren weiterhin Elektronen. Durch die Unterbrechung des Heizstromes entsteht im Vorschaltgerät, aufgrund der hohen Änderung des Magnetflusses, eine entsprechend hohe Induktionsspannung. Diese sogenannte "Zündspannung" (U_z) leitet die Zündung des Gases (Gasentladung) im Glasrohr ein. Der Strom im Glasrohr würde infolge der Stoßionisation lawinenartig ansteigen.

4.Phase: Brennen



(Quelle: s.o.).

Das Vorschaltgerät begrenzt den Strom im Glasrohr. Die Netzspannung an der Leuchtstofflampe und am Glimmzünder wird so geteilt, dass etwa 50V bis 110V als "Brennspannung" (U_B) übrigbleiben. Der restliche Teil der Netzspannung fällt über dem Vorschaltgerät ab. Die Brennspannung reicht nicht aus, um im Glimmzünder eine erneute Glimmentladung zu erzeugen.

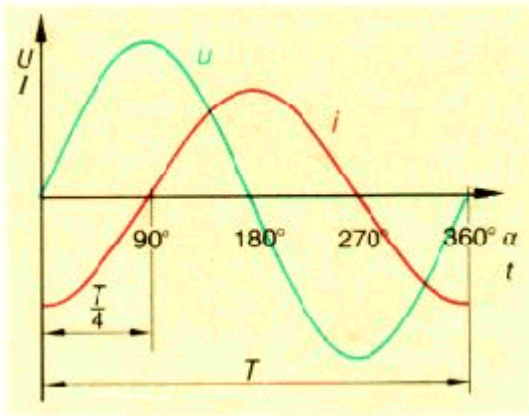
Umwandlung der UV - Strahlung in sichtbares Licht

Bei der Stoßionisation entsteht im Glasrohr wegen des vorhandenen Quecksilbers Licht, das überwiegend im ultravioletten Bereich liegt. Der Leuchtstoff, mit dem das Glasrohr innen beschichtet ist, absorbiert die UV-Strahlung und emittiert sie als sichtbares Licht. Der Leuchtstoff leuchtet, er fluoresziert.

Anders als Glühlampen strahlen Leuchtstofflampen nur wenige Farben des Spektrums mit verschiedener Intensität aus. Das heißt, das Spektrum ist nicht kontinuierlich. Bestimmte Anteile von Lichtfarben sind stark vertreten, andere fehlen jedoch ganz. Durch entsprechende Gasfüllungen und Leuchtstoffe auf der Innenseite des Glasrohres kann das Spektrum verändert werden.

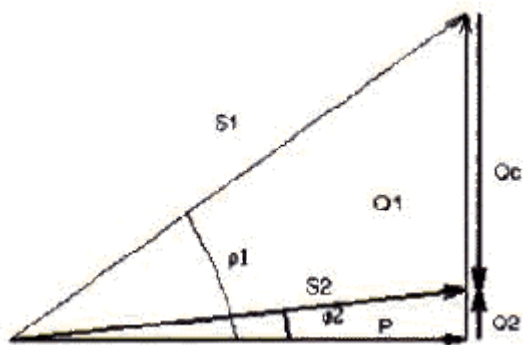
Blindleistungskompensation

Weil Leuchtstofflampen mit technischem Wechselstrom betrieben werden, verwendet man als strombegrenzendes Bauelement die Drosselspule. Sie erfüllt als zwei Funktionen, die Erzeugung der Zündspannung und die Begrenzung des Betriebsstromes beim Brennen. Wegen ihres induktiven Blindwiderstands X_L bewirken Spulen eine Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung von -90 Grad. Der Strom eilt der Spannung um -90 Grad nach.



(Quelle: Elektrotechnik Grundbildung Ausgabe E 2.Auflage Seite 334).

Jede Phasenverschiebung erzeugt induktive Blindleistung, wodurch sich der Leistungsfaktor der Lampe verschlechtert. Aus diesem Grund wird ein Kondensator, der eine entgegengesetzte Phasenverschiebung bewirkt, zur Blindleistungskompensation parallel zur Lampe geschaltet.



Die Blindleistung Q_C des Kondensators kompensiert die der Blindleistung Q_L der Spule. Mit der Verringerung des Phasenverschiebungswinkel, φ_1 ändert sich auf φ_2 , verringert sich auch die Scheinleistung, von S_1 auf S_2 . Die Scheinleistung S_2 nähert sich somit der Wirkleistung P an.

Auch zum Glimmzünder wird ein Kondensator parallel geschaltet. Dieser dient der Funkentstörung.

Text und Zusammenstellung:

Benjamin Falkner
 Rudolph-Harbig-Weg 14
 48149 Münster

Die Glimmlampe

In Schaltanlagen werden noch heute Glimmlampen zur optischen Anzeige eingesetzt und man kennt sie auch in den sogenannten Phasenprüfern. Das sind kleine Schraubendreher mit einer Glimmlampe und einem Serienwiderstand zur lebensnotwendigen Strombegrenzung. Die Glimmlampe selbst enthält Neon als ionisierbares Gas. Wenn der Strom nur schon im 10-Mikroamperebereich fließt, leuchtet das Gas an den Grenzschichten zu den Elektroden sichtbar auf. Es leuchtet immer nur die negative Elektrode. Die Ionen sind positiv geladen. Durch das elektrische Feld werden sie in Richtung negativer Elektrode beschleunigt und dort spontan abgebremst. Dadurch werden örtlich Elektronen des ionisierten Neongases in eine höhere Umlaufbahn gehoben und bei deren Rückfall in die "richtige" Bahn, werden Photonen ausgesendet. Ihre Energie, bzw. Wellenlänge der Strahlung liegt etwa im orangenen Bereich des sichtbaren Lichtes. Wird eine Glimmlampe mit Gleichstrom betrieben, leuchtet stets nur die eine negative Elektrode. Bei Wechselstrom sieht man beide Elektroden alternierend leuchten.

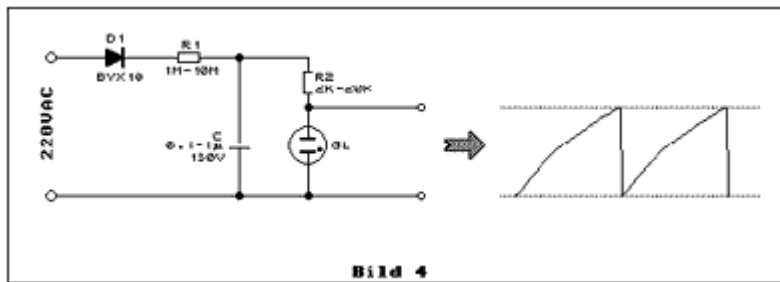
Die Zündspannungen einer Glimmlampe liegen bei etwa 50-150 V und die Brennspannungen bei etwa 40-90 V je nach Typ. Diese Spannungen verändern sich mit der Alterung etwas nach oben. Der fließende Strom in einer gezündeten Gasentladungslampe kann durch die relativ niedrige Brennspannung sehr groß sein und muss daher begrenzt werden. Gäbe es im Phasenprüfer z.B. nicht einen Begrenzungswiderstand, würde alleine der Körper einer Person als Begrenzungswiderstand wirken und dieser Wert kann leicht nur 10 k-Ohm oder sogar weniger sein. Bei einem restlichen Spannungsabfall von etwa 140 V über diesem menschlichen Innenwiderstand resultiert ein Strom von 14 mA oder mehr. Das kann tödlich sein.

Durch den Begrenzungswiderstand im Phasenprüfer von ca. 500 kOhm, wird der Strom auf weniger als 0.3 mA begrenzt. Bei sanfter Berührung der Kontaktstelle mit dem Finger, spürt man aber bereits ein feines Elektrisieren. Eine Glimmlampe hat also eine höhere Zünd- und eine niedrigere Brennspannung hat, wobei diese eine gewisse Stabilität aufweist, bzw. unabhängig von der Stromstärke ist.

Die Kipp-, bzw. Blinkschaltung

Wir wissen jetzt, die Glimmlampe hat eine niedrigere Brennspannung als Zündspannung. Dies gilt ebenso bei allen Gasentladungslampen, auch bei Quecksilberdampf- (blau leuchtend) und bei Natriumdampflampen (orange leuchtend), wie sie bei Straßenbeleuchtungen verwendet werden. Darum können diese Lampen stets nur mit Strombegrenzungswiderständen betrieben werden. In der Wechselstromtechnik verwendet man induktive Begrenzungswiderstände, da diese wegen der Spannungs-/Stromphasenverschiebung relativ wenig Verlustleistung und Wärme erzeugen. Jedoch bei kleinen Glimmlampen, wie sie zur Signalisation zum Teil noch heute in vielen Schaltanzeigen verwendet werden, genügen kleine Begrenzungswiderstände.

Solche Glimmlampen kann man allerdings auch blinken lassen mit nur wenigen Bauteilen. Wie dies funktioniert zeigt Bild 4:



Die Glimmlampe GL ist Teil eines Sägezahnoszillators. Dies funktioniert allerdings nur weil die Brennspannung von GL niedriger ist als die Zündspannung. Diode D1 gleichrichtet. Sie lässt nur positive Halbwellen passieren. Mit jeder positiven Halbwelle wird C über R1 um einen gewissen Betrag weiter geladen. Während der negativen Halbwelle sperrt die Diode und die erreichte Spannung an C bleibt weitgehend erhalten. Die nächste positive Halbwelle setzt die Ladung von C fort. Ist an C die Zündspannung von GL erreicht, schaltet sie ein und es fließt ein kurzer Stromimpuls von C über R2 und GL. GL blitzt dabei kurz auf. C entladet sich sehr schnell. Diese R2C-Zeitkonstante ist sehr gering. Darum das kurze Aufblitzen von GL. Wichtig bei dieser Schaltung ist, dass R1 so groß ist, dass mit der Entladung C der minimale Brennstrom unterschritten wird, so dass das Glimmen erlischt und GL für eine nächste Zündung, wenn C über R1 auf die Zündspannung geladen ist, bereit steht.

Beim vorliegenden Dimensionierungsbereich von R1, R2 und C ist die Blinkerschaltung mit einer Blinkfrequenz einsetzbar zwischen 0.1 Hz und 10 Hz. Die Blinkdauer hat einen Wert zwischen 0.2 ms und 20 ms, je nach Größe von C und R2. An den Anschlüssen der Glimmlampe kann man eine Sägezahnspannung entnehmen.

Zwar werden heute wohl kaum noch Glimmlampen für Schwingstufen und Stabilisatoren eingesetzt, aber als relativ preiswerte Signaleinheit für bestimmte Schaltzustände ist die Glimmlampe nicht einfach zu ersetzen.

Die Firma Osram/Siemens vertritt die Meinung, dass sich Qualitätsglimmlampen in Deutschland nicht mehr zu marktgerechten Preisen herstellen lassen.

Und tatsächlich gibt es in Taiwan und China Hersteller, die Bestqualität herstellen.

Aber es gibt auch große Unterschiede in der Qualität dieser Lampen mit zwischen 1.000h und 100.000h Stunden Lebensdauer.

Moderne Fertigungsstraßen erzeugen heute eine bessere Qualität, von der wir schon viele Kunden überzeugen konnten. Die Firma efindon.de berät Sie, zu der für Sie technisch besten und kostengünstigsten Lampe.

Hinweis: Die Glimmlampen in unserem Lieferprogramm sind RoHS konform. Also ohne Schadstoffe und Quecksilberanteile!