

Hans Vatter : Neue konstruktive Möglichkeiten im Vakuumröhrenbau durch Anwendung der Keramik-Metall-Hartlöttechnik.

Neben den theoretischen und experimentellen Ergebnissen auf dem Gebiet des UKW-Röhrenbaus spielen technologische Fortschritte für Weiterentwicklung eine wichtige, wenn auch nicht ausschlaggebende Rolle. Die Bedeutung, die der Technologie auf dem Gebiet des UKW-¹⁾ Röhrenbaus zukommt, geht allein schon aus der Tatsache hervor, daß Änderungen in der Bauweise - mehr als bei anderen Röhren - Verbesserungen in den Röhreneigenschaften zur Folge haben könnten. Daß die Technologie allein aber nicht ausschlaggebend ist, zeigen, neben der Vielfalt unserer eigenen Konstruktionen, die Konstruktionen der Feindseite, die ihre Fortschritte mit einer uns durchaus geläufigen, fast konservativ zu nennenden Technik erzielt hat.

Neben der klassischen Bauweise, die von den Elementen des Quetschfußes, der Formglocke, des Glaspumpstengels, der Ring- und Platten-Einschmelzung und des Stiftsockels Gebrauch macht, bestehen heute nebeneinander die Metallröhrentechnik, mit der Nitchen- und der Preßglaseinschmelzung, die Hartglas-technik, mit der eingepreßten, meist konzentrisch angeordneten Molybdän- und Wolframdurchführung und die Schmelzfuß-technik, die das Glas als tragendes Bauelement vermeidet und es nur als vakuumdichtes, temperaturfestes Bindemittel benützt.

Zu diesen Bauweisen kommt seit 1935 die Keramik-Metall-Röhrentechnik, die auf das Glas als tragendes und als dichtendes Mittel verzichtet und das Gehäuse der Röhren, in einer der Konstruktion optimal angepaßten Form, ausschließlich aus keramischen und metallischen Teilen aufbaut.

Die Keramik-Metall-Röhrenbauweise gibt dem Konstrukteur die Möglichkeit in die Hand, die Röhren in allen Teilen so zu bauen, wie es physikalisch am zweckmäßigsten ist, sodaß das Vakuumgefäß selbst keine Verschlechterung der Röhreneigen-

1) Unter UKW wird in diesem Zusammenhang das Gebiet von Meterwellen abwärts verstanden

schaften mehr mit sich zu bringen braucht. Sie gründet sich auf technologische Verfahren keramische und metallische Teile durch Hartlötung vakuumdicht miteinander zu verbinden. Die Keramiken (im wesentlichen kommen nur die Magnesiumsilikate in Betracht) werden an den Verbindungsstellen in der Weise metallisiert, daß unedle, hochschmelzende Metallpulver (Eisen, Molybdän u.a.) in alkoholischer Suspension aufgetragen und in geeigneter Ofenatmosphäre (Vakuum oder Schutzgas mit Sauerstoffpartialdruck) in die bei hoher Temperatur ($\approx 1350^{\circ}\text{C}$) gerade erweichende Keramikoberfläche "eingebraunt" werden. Die im Metallpulver erhaltenen oder im Ofen fortlaufend neu erzeugten Oxyde bilden Mischkristalle mit der kristallinen Form des keramischen Scherbens und verbinden auf diese Weise das in sich selbst frittende Pulver durch einen echten Sinterprozeß mit der keramischen Unterlage (Bild 1). Die erzeugten Metallschichten sind zunächst porös, doch werden sie während des Lötvorgangs, durch das zur Anwendung kommende Lot (Silber oder Silberlegierungen), das die Metallschicht durchsetzt und bis zur Mischkristallschicht vordringt, vakuumdicht. Das Verfahren wurde an anderer Stelle ausführlich beschrieben ¹⁾.

Die Vorzüge der Keramik-Metall-Hartlöttechnik vor den bekannten Glas-Metall-Techniken liegt darin, daß sich die Röhren, besonders die elektrisch anspruchsvollen UKW-Röhren, durch vakuumdichte Verbindung hochwertig isolierender und hochwertig leitender (versilberter) Teile so aufbauen lassen, daß das Gehäuse selbst entweder die gewünschte einfachste Form erhält oder auch als konstruktives Bauelement in das Schwingkreis- oder in das Energieleitungssystem der Gesamtanordnung mit einbezogen werden kann.

Die bemerkenswerte Maßhaltigkeit geschliffener Keramikteile und die Möglichkeit diese Teile in fast jeder beliebigen Form herzustellen, lassen auch konstruktiv schwierige Aufgaben, wie z.B. die Anordnung mehrerer Gitter in geringsten Abstand oder den Aufbau genau axialsymmetrischer Systeme mit einfachen Mitteln lösen. In fabrikatorischer Hinsicht ergibt sich der Vorteil, daß erhebliche Stückzahlen mit ge-

1) H. Vatter, Vakuumdichte Keramik-Metallverbindungen. Fein-mech.u.Präz. 50 (1942) 165

ringen Personalaufwand bewältigt werden können, da wesentliche Arbeitsgänge, die bei den glastechnischen Verfahren heute noch individuell durchgeführt werden müssen, sich beim Lötverfahren an einer Vielzahl von Vakuumgefäßen in einem einzigen Ofenarbeitsgang von ungelernten Kräften ausführen lassen.

Die hinreichende Temperaturwechselbeständigkeit der keramischen Baustoffe und die überraschende Festigkeit der richtig ausgeführten Lötnaht ermöglichen es, die Ausheiz- und Entgasungstemperaturen höher zu legen, als dies bei den Glasgefäßen der Fall ist. Keramik-Metall-Vakuumgefäße können bei 600°C ausgeheizt werden. Dies bedeutet nicht nur eine Verkürzung der Pumpzeit, sondern gestattet es auch die Betriebstemperaturen höher zu legen (oder die Kühlung schärfer durchzuführen) als dies bei Glasgefäßen möglich ist.

In welcher Weise sich die hier kurz angedeuteten Grundsätze in die Praxis übersetzen lassen, sei an dem Beispiel einer in Entwicklung befindlichen Keramik-Dezimeter-Petrode gezeigt (Bild 2). Das Gefäß besteht aus einem gepreßten Keramikfußkörper, in den die Heizstromzuführungen eingelötet sind und aus zwei miteinander und mit dem Fußkörper verlöteten Keramik-Distanzringen, die zur Halterung der beiden Gitterträger dienen. Den vakuumdichten Abschluß nach oben bildet der in den oberen Ring eingelötete luftgekühlte Anodenkörper. Bemerkenswert an dieser Konstruktion ist, daß lediglich die mit Feinsilber gelöteten Verbindungskühnte zwischen den Keramikteilen als konzentrische Stromdurchführungen für die beiden Gitter dienen. Eine Röhre sehr ähnlichen Aufbaus läßt sich auch als Reflexionsklystron betreiben.

Weitere konstruktive Möglichkeiten, die die neue Technik bietet, sind in dem Aufsatz Huber/Richter, Stand der Metall-Keramikröhrentechnik beschrieben.

Durch die in den letzten Jahren geleisteten Entwicklungsarbeiten erscheint es in absehbarer Zeit möglich, pumpstengellose Keramik-Metall-Vakuumgefäße herzustellen, die ohne die an jedes Gefäß herangeführte Pumpleitung im gemeinsamen Vakuum (im Grenzfall im Lötoven selbst) gepumpt werden. Da

der Pumpvorgang in diesem Falle an einer Vielzahl von VakuengefäÙen gleichzeitig erfolgt, können Ersparnisse an Arbeitszeit und technischem Aufwand erzielt werden. Zur Zeit läÙt sich das Verfahren nur an einfachen VakuengefäÙen durchführen. Es weist aber vielleicht einen Weg den heute noch recht verwickelten Herstellungsgang hochqualifizierter Röhren weiter zu vereinfachen.

Keramik (Magnesiumsilikat)

Eisen-
schicht

Siehe nächste Seite!



Vergrößerung 100 x

Bild 1; Schliffbild einer auf einen keramischen Körper aufgesinterten Eisenschicht. Das Bild zeigt gute Verankerung der Eisenschicht in der Keramikoberfläche. Schichtdicke etwa 70 μ .

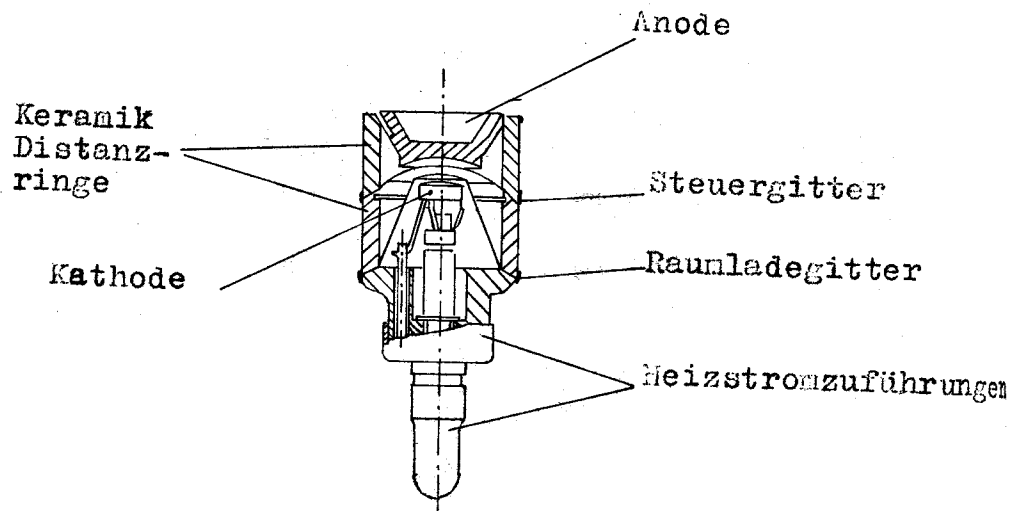
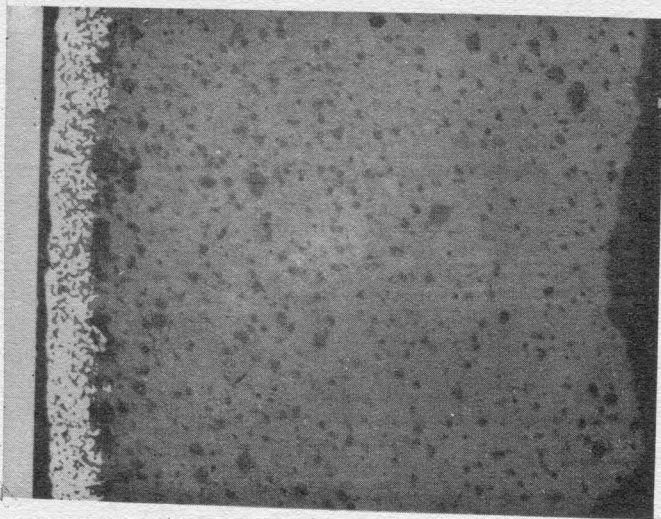


Bild 2. Metall-Keramik-Tetrode

Eisen=
schicht



Vergrößerung 100 x

Bild 1: Schliffbild einer auf einen keramischen Körper aufgesinterten Eisenschicht. Das Bild zeigt gute Verankerung der Eisenschicht in der Keramikoberfläche. Schichtdicke etwa 70μ .