

KFK-238

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Juni 1964

KFK 238

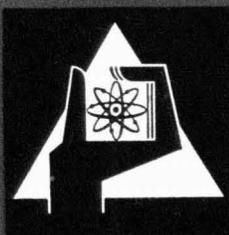
Institut für Kernverfahrenstechnik

Elektrische Entladungen in Strahlen aus kondensiertem Wasserstoff
und kondensiertem Stickstoff im Hochvakuum

E. W. Becker, R. Klingelhöfer

Gesellschaft für Kernforschung m.b.H.
Zentralschreiberei

13. Nov 1964



GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H.

KARLSRUHE

Elektrische Entladungen in Strahlen aus kondensiertem Wasserstoff und kondensiertem Stickstoff im Hochvakuum

Von E. W. BECKER und R. KLINGELHÖFER

Kernforschungszentrum Karlsruhe, Institut für Kernverfahrenstechnik der Technischen Hochschule
 (Z. Naturforschg. 19 a, 813—814 [1964]; eingegangen am 22. Mai 1964)

Vor einiger Zeit haben wir vorgeschlagen, Strahlen aus sehr kalten, durch VAN-DER-WAALS-Kräfte zusammenhängenden Deuterium- bzw. Deuterium-Tritium-Agglomeraten¹ zur gerichteten Einführung des Kernbrennstoffes in den hoch evakuierten Reaktionsraum von Kernfusionsanlagen zu verwenden^{2, 3}. Ein spezieller Vorschlag ging davon aus, daß sich in solchen Strahlen aus kondensierter Materie im Hochvakuum elektrische Entladungen zünden lassen, die die Molekül-Agglomerate genügend schnell in ein räumlich scharf begrenztes Plasma umwandeln. Die Zündung derartiger Entladungen ist in der Zwischenzeit gelungen, worüber im folgenden kurz berichtet werden soll:

Der Strahl wurde unter Verwendung eines früher beschriebenen Kryostaten⁴ mit einer durch flüssigen Wasserstoff gekühlten LAVAL-Düse erzeugt, die mit einem elektromagnetisch betätigten Schnellschlußventil⁵ versehen war. Zur Auslösung der Entladung diente die in Abb. 1 dargestellte Anordnung, die folgendermaßen arbeitet: Der Strahl wird bei aufgeladenem

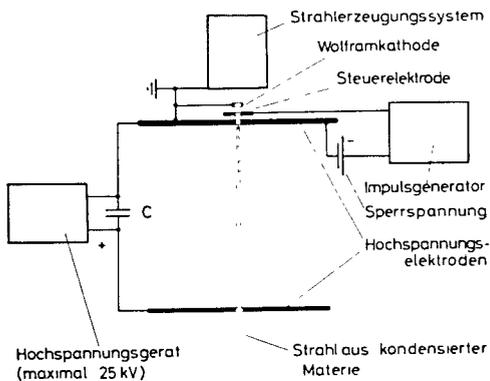


Abb. 1. Anordnung zur Erzeugung elektrischer Entladungen in Strahlen aus kondensiertem Wasserstoff bzw. kondensiertem Stickstoff im Hochvakuum.

Kondensator C für kurze Zeit in den hoch evakuierten Raum zwischen den Hochspannungselektroden eingeschossen. Durch den Spulenstrom des Schnellschlußventils wird mit einstellbarer Verzögerung der Impuls-Generator ausgelöst, der die Steuerelektrode vorüber-

gehend auf positives Potential gegenüber der elektrisch geheizten, ringförmigen Wolframkathode bringt. Die in den Strahl eintretenden Elektronen zünden die Entladung zwischen den Hochspannungselektroden längs des Strahls.

Die Versuche wurden mit einem Gemisch aus 50 Mol-Proz. H₂ und 50 Mol-Proz. He durchgeführt. Der Heliumzusatz, der vor dem Eintritt des Strahls in den hoch evakuierten Entladungsraum praktisch vollständig aus dem Strahl ausscheidet, bewirkt eine erhebliche Vergrößerung der im Strahl erreichbaren Wasserstoffdichte⁴.

Bei einem typischen Experiment betrug der Einlaßdruck des Gasgemisches 7,0 ata, der Druck über dem Wasserstoffbad 2,4 ata und die Öffnungszeit des Düsenventils ca. $1 \cdot 10^{-2}$ sec. Die LAVAL-Düse hatte einen engen Durchmesser von 0,9 mm. Die Wasserstoffmoleküldichte betrug in der Mitte zwischen den 22 cm voneinander entfernten Hochspannungselektroden etwa 10^{16} H₂-Moleküle/cm³ bei einem Strahldurchmesser an dieser Stelle von ca. 4 mm. Der Umgebungsdruck lag unter $2 \cdot 10^{-6}$ mm Hg.

Abb. 2 a zeigt die mit einer normalen Kamera ohne Zeitauflösung photographierte Leuchterscheinung, wie sie sich unter diesen Bedingungen mit einem 0,1 μ F-Kondensator und einer Ladespannung von 15 kV er-

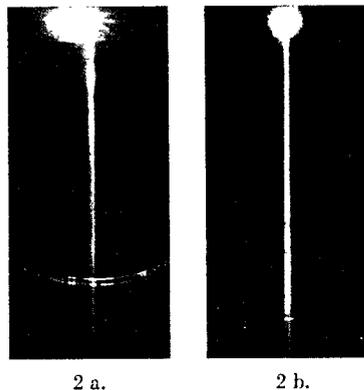


Abb. 2. Mit einer normalen Kamera ohne Zeitauflösung photographierte elektrische Entladungen in Strahlen aus kondensiertem Wasserstoff (a) und kondensiertem Stickstoff (b) im Hochvakuum.

gibt. Der Strahl läuft in dem Bild von oben nach unten. Die horizontale, leicht gekrümmte Leuchterscheinung im untersten Drittel des Bildes ist ein Lichtreflex an dem Rande des Pumpstutzens. Die Periode des Entladungsstromes betrug ungefähr $8 \cdot 10^{-7}$ sec, die Dämpfungskonstante ca. $2 \cdot 10^{-6}$ sec. Aus der Periode, der Kapazität und der Ladespannung errechnet man eine Stromspitze von ca. 7 kAmp.

¹ E. W. BECKER, K. BIER u. W. HENKES, Z. Phys. 146, 33 [1956].
² E. W. BECKER, Beams of Condensed Matter in High Vacuum, Vortrag auf der Brookhaven Conference on Molecular Beams, Heidelberg, 11. 6. 1959.

³ E. W. BECKER, R. KLINGELHÖFER u. P. LOHSE, Z. Naturforschg. 15 a, 644 [1960].
⁴ E. W. BECKER, R. KLINGELHÖFER u. P. LOHSE, Z. Naturforschg. 17 a, 432 [1962].
⁵ O. HAGENA, Z. Angew. Phys. 16, 183 [1963].

Abb. 2 b zeigt das Bild einer mit einem 10-mal kleineren Kondensator bei derselben Spannung in einem Strahl aus kondensiertem Stickstoff erzeugten Entladung. Die Periode war hier ungefähr $5 \cdot 10^{-7}$ sec. Die Leuchterscheinung ist räumlich noch schärfer begrenzt als in Abb. 2 a. Auch beim Wasserstoff ergeben sich mit dem kleineren Kondensator räumlich schärfer begrenzte Leuchterscheinungen. Sie lieferten jedoch mit der ver-

wendeten Kamera keine für die Wiedergabe im Druck geeigneten Bilder.

Es soll versucht werden, nach der beschriebenen Methode einen dünnwandigen Plasmahohlzylinder aus Deuterium bzw. Deuterium-Tritium-Gemischen im Hochvakuum aufzubauen. Dünnwandige Plasmahohlzylinder mit kleinem Verhältnis von Länge zu Durchmesser sind für die von LINHART⁶ vorgeschlagenen schnellen z-pinch-Entladungen von Interesse. Da sich nach unserer Methode voraussichtlich auch dünnwandige Plasmahohlzylinder mit großem Verhältnis von Länge zu Durchmesser erzeugen lassen, erscheint auch eine Kompression der Plasmaschicht mit einem Θ -Feld aussichtsreich.

⁶ J. G. LINHART, *Nuovo Cim.* **17**, 850 [1960]. — CH. MAISONNIER, J. G. LINHART u. M. HAEGI, *Nuclear Fusion*, Suppl. **2**, 727 [1962].