

## Der zeitliche Verlauf der Elektronendichte im nachleuchtenden Stickstoffplasma

Von F. DÖBLER

Physikalisches Institut der Techn. Hochschule Braunschweig  
(Z. Naturforsch. 18 a, 431 [1963]; eingegangen am 8. Februar 1963)

Im sogenannten „Auroral Afterglow“, dem Nachleuchten sehr reinen Stickstoffs bei Drücken von einigen Torr, das zuerst von KAPLAN<sup>1</sup> beschrieben wurde, beobachtet man die optische Ausstrahlung von  $N_2^+$ -Ionen über Zeiträume von Sekunden.

Die Annahme, daß die beobachteten Molekülionen aus der Entladung stammen, steht im Widerspruch zu den vorliegenden Messungen des Elektronenrekombinationskoeffizienten in Stickstoff, die mit Methoden der Mikrowellentechnik durchgeführt worden sind<sup>2,3</sup>. Nach diesen Messungen sollte die Rekombination der Ladungsträger so schnell erfolgen, daß ihre Beobachtung im Nachleuchten über längere Zeiten nicht möglich wäre. Hierauf hat zuerst OLDENBERG<sup>4</sup> im Jahre 1953 hingewiesen. Die Existenz möglicher Nachbildungsprozesse von Ladungsträgern wurde zusammenfassend von CARIO und STILLE<sup>5</sup> diskutiert. Zur Erklärung der Nachbildung und Anregung von  $N_2^+$ -Ionen müssen mehrstufige Stoßprozesse herangezogen werden oder aber Prozesse, bei denen elektronische Anregungsenergie und Dissoziationsenergie gemeinsam für die Ionisierung nutzbar gemacht werden.

Zur Aufklärung dieser Fragestellung wurde der zeitliche Verlauf der Elektronendichte im Auroral Afterglow ermittelt.

Die Meßanordnung bestand aus einer Mikrowellenbrücke ( $\lambda = 1,3$  cm), die ähnlich der von WHITMER<sup>6,7</sup> vorgeschlagenen Anordnung aufgebaut war. In der Übertragungsstrecke zwischen den beiden Hornstrahlern befand sich ein zylindrisches Entladungsgefäß (7 cm  $\phi$ , 20 cm Länge, Diffusionslänge  $A^2 = 2,03$  cm<sup>2</sup>), das so präpariert war, daß ein Auroral Afterglow beobachtet werden konnte. Die Anregung des Gases erfolgte durch einen fremdgesteuerten Hf-Generator bei einer Frequenz von 13,6 MHz. Bei den vorkommenden Elektronendichten war die Anzeige der Mikrowellenbrücke der Elektronendichte im Gas proportional.

In Abb. 1 ist ein Ergebnis der Messungen, der zeitliche Verlauf der Elektronendichte im Nachleuchten bei einem Druck von 2,5 Torr, dargestellt. Als Parameter

wurde die Anregungsstärke der Entladung gewählt. Bei der Kurve mit stärkster Anregung beobachtet man zunächst einen steilen Abfall der Elektronendichte von etwa  $1,35 \cdot 10^{10}$  cm<sup>-3</sup> bis auf 27% des Anfangswertes. Daran anschließend steigt die Elektronendichte noch einmal bis auf 71% des Wertes in der Entladung an. Dieser Kurvenverlauf beweist eindeutig die Neubildung von Ladungsträgern im nachleuchtenden reinen Stickstoff<sup>8</sup>. Der zeitliche Verlauf der Elektronendichte ist dem der optischen Ausstrahlung, wie er von BRÖMER und FETTE<sup>9</sup>, BEALE und BROIDA<sup>10</sup>, YOUNG<sup>11</sup> und FAIRCHILD und CLARK<sup>12</sup> gemessen worden ist, sehr ähnlich.

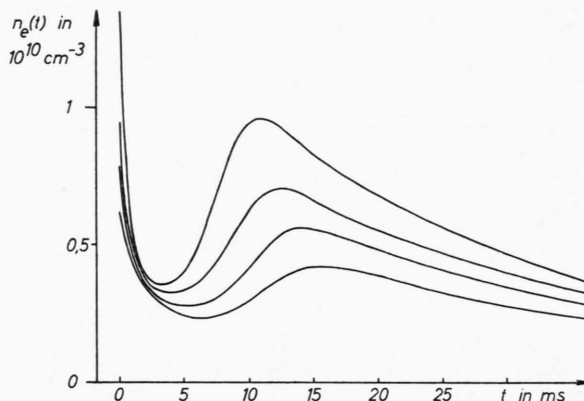


Abb. 1. Zeitlicher Verlauf der Elektronendichte  $n_e(t)$  im abklingenden  $N_2$ -Plasma. Parameter: Anfangsdichte. Druck: 2,5 Torr.

Über den Nachbildungsprozeß der Ladungsträger selbst herrscht noch keine Klarheit. Ebenso erweist sich die Bestimmung des Elektronenrekombinationskoeffizienten und des Koeffizienten der ambipolaren Diffusion wegen der Überlagerung des Anfangsabfalles durch die Nachlieferung und wegen einer Aufheizung des Gases als schwierig. Über Einzelheiten und die weiteren Untersuchungen zur Aufklärung dieser Fragen wird an anderer Stelle in Kürze berichtet werden.

Herrn Prof. Dr. G. CARIO und Herrn Prof. Dr. U. STILLE möchte ich für die fördernde Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit danken. Herrn Dr. BRÖMER sei für anregende Diskussionen gedankt. Ebenso gebührt mein Dank der Research Corporation New York für die Unterstützung der Arbeit.

<sup>1</sup> J. KAPLAN, Phys. Rev. **54**, 176 [1938].

<sup>2</sup> A. DALGARNO, Ann. Géophys. **17**, 16 [1961].

<sup>3</sup> W. H. KASNER, W. A. ROGERS u. M. A. BIONDI, Phys. Rev. Letters **7**, 321 [1961].

<sup>4</sup> O. OLDENBERG, Phys. Rev. **90**, 727 [1953].

<sup>5</sup> G. CARIO u. U. STILLE, Z. Phys. **133**, 209 [1952].

<sup>6</sup> R. F. WHITMER, Phys. Rev. **104**, 572 [1956].

<sup>7</sup> S. C. BROWN, Basic Data of Plasma Physics, John Wiley & Sons, Inc., New York 1959.

<sup>8</sup> Ein erster Hinweis auf die Neubildung von Ladungsträgern im Nachleuchten ist der privaten Mitteilung von H. E. RADFORD in der Arbeit von BEALE und BROIDA<sup>10</sup> zu entnehmen.

<sup>9</sup> H. H. BRÖMER u. K. FETTE, Z. Phys. **168**, 411 [1962].

<sup>10</sup> G. E. BEALE, JR., u. H. P. BROIDA, J. Chem. Phys. **31**, 1030 [1959].

<sup>11</sup> R. A. YOUNG, J. Chem. Phys. **36**, 2854 [1962].

<sup>12</sup> C. E. FAIRCHILD u. K. C. CLARK, University of Washington, Technical Report No. 62-2, Contract No. 477(32) [1962].

