



Optische Temperaturmessung an Entladungsfunken im Hinblick auf deren Zündwirksamkeit bei Staubexplosionen

Projekt F-05-9303-2

Diese aufwendige Untersuchungen befasst sich mit der Frage nach den tatsächlich in elektrostatischen Funken umgesetzten Energien. Neue Erkenntnisse zu dieser Problemstellung fließen

funken umgesetzte Energie betrachtet, was aufgrund der im Entladekreis auftretenden Verluste nur eine grobe Schätzung sein kann. U ist in obiger Formel die an der Kapazität anliegende Ladespannung. Desweiteren soll diese Untersu-

optischen Bank ist die zu untersuchende Funkenstrecke platziert, wobei die Achse Kathode-Funke-Anode mit der Vertikalen zusammenfällt (Abbildung 2). Licht eines Funkens wird simultan mit einer Wischkamera und einem Monochromator erfasst.

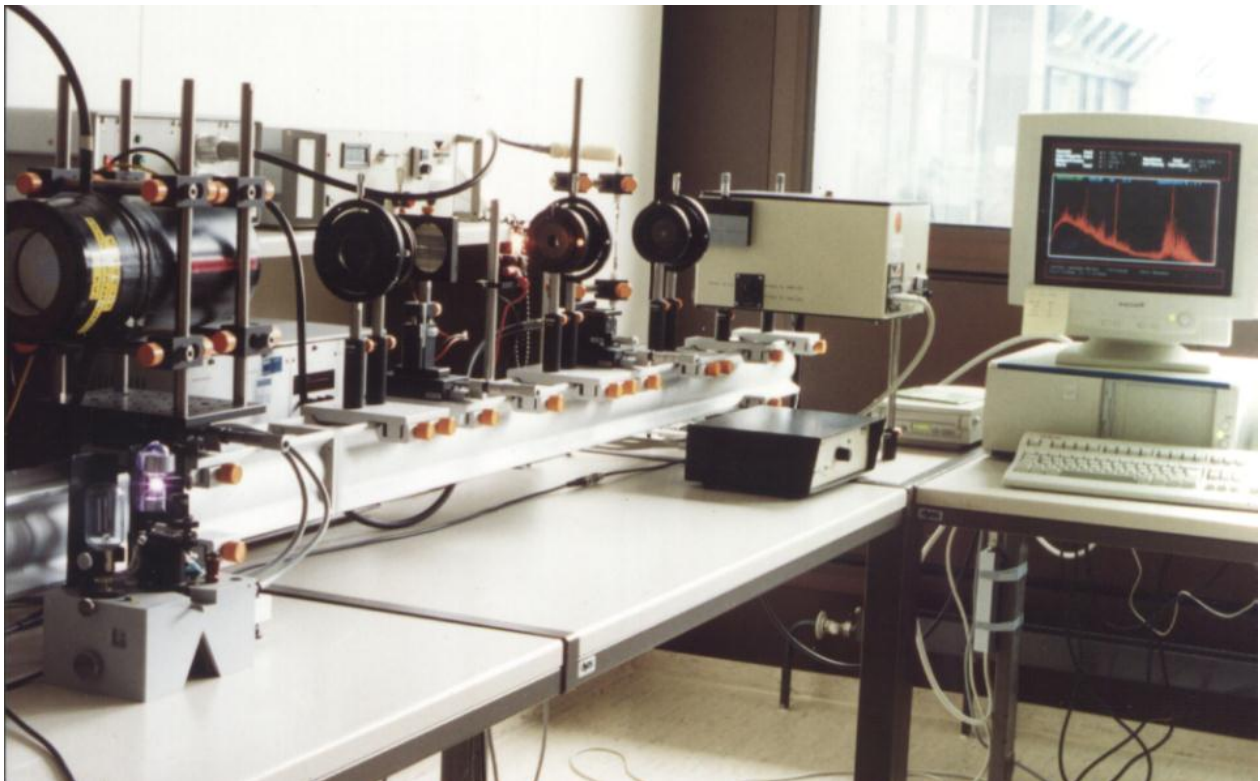


Abbildung 1: Versuchsaufbau zur zeit- und orts aufgelösten Temperaturmessung an Zündfunken. Neben diversen Linsen besteht die Diagnostik aus einer Wischkamera (links, vorne) und einem Monochromator (mitte, rechts) mit Photomultiplier und nachgeschaltetem Speicheroszilloskop.

direkt in die Bestimmung der Mindestzündenergie von Staub/Luft-Gemischen ein, da solche elektrostatischen Funken dort zur Gemischzündung verwendet werden. Bisher wird dabei die in einem Kondensator mit der Kapazität C gespeicherte Energie $E = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$ als die im Zünd-

chung Aufschluss darüber geben, wie die Kenngröße „Mindestzündenergie“ in Bezug auf andere Zündquellen, elektrostatischer und nicht elektrostatischer Natur, zu sehen ist.

Einen Ausschnitt des umfangreichen Versuchsaufbaus zeigt Abbildung 1. Etwa in der Mitte der

Letzterer dient der zeitabhängigen Intensitätsmessung an Spektrallinien verschiedener Ionisationsstufen des Luftstickstoffes. Abbildung 4 zeigt beispielhaft Daten einer solchen Messung für die Spektrallinie 504,5 nm von NII. Deutlich ist die Veränderung der Spektralli-

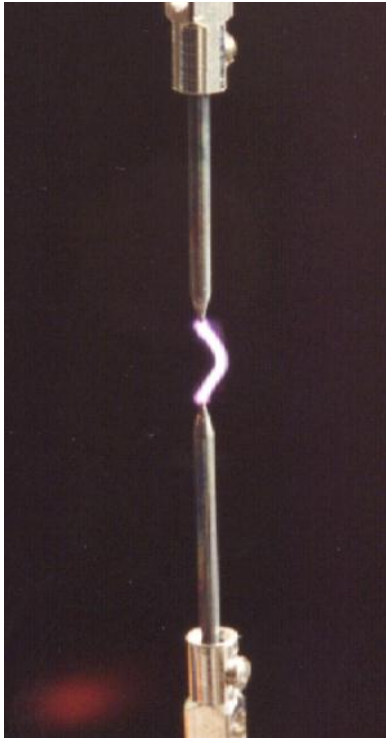


Abbildung 2: Ein typischer Zündfunke zwischen zwei Spitzelektroden wie er bei den durchgeführten Experimenten vermessen wird. Der Bruttoenergieinhalt dieses Funkens beträgt 500 mJ. Zum Aufleuchten bestimmter Spektrallinien im Funkenplasma und zur Funkenaufweitung siehe Abb. 3 und 4.

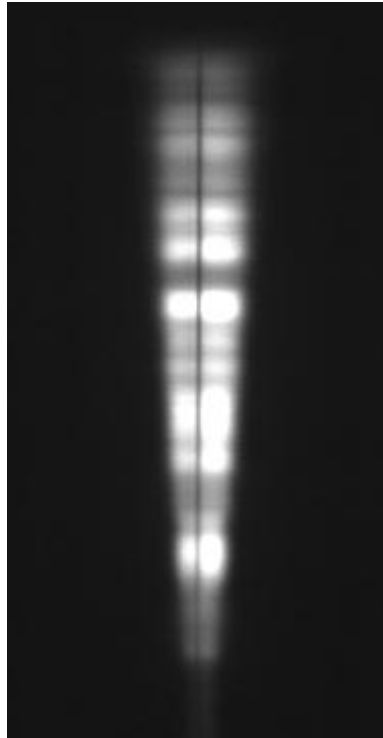


Abbildung 3: Wischbild zur Messung aus Abbildung 4. Die Länge des Wischbildes beträgt 1 µs und beginnt ca. 200 ns nach Funkenzündung. Deutlich ist die Aufweitung des Funkenkanals von unten nach oben im Wischbild zu erkennen. Der zentrale schwarze Strich markiert den Messort im Funkenkanal.

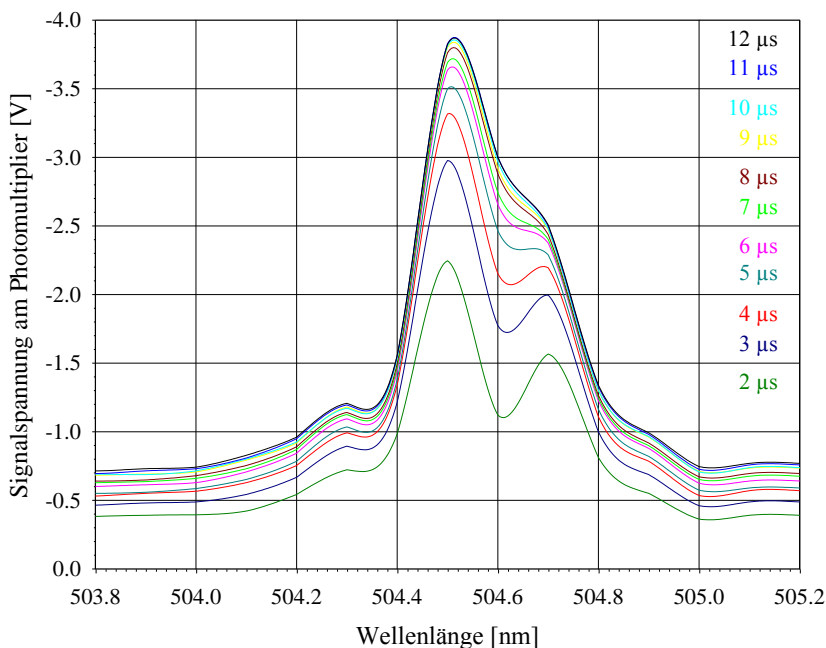


Abbildung 4: Zeitliche Entwicklung der Spektrallinie 504,5 nm des einfach ionisierten Luftstickstoffes in einem Zündfunke von 500 mJ Energieinhalt (brutto). Messort ist kurz über der Spitze der Anodenelektrode (siehe auch Abbildungen 2 und 3).

nienform und -höhe mit fortschreitender Zeit nach Funkenzündung zu erkennen, was schon qualitativ auf eine Veränderung der Temperatur, des Druckes und der Elektronendichte im Funkenplasma schließen lässt.

Die Wischkamera erzeugt aus einem horizontal ausgeblendetem Scheibchen des Funkenkanals ein Wischbild, wie es in Abbildung 3 zu sehen ist. Vom Zeitpunkt 200 ns (unteres Ende des Wischbildes) bis zum Zeitpunkt 1,2 µs (oberes Ende des Wischbildes) ist klar die Ausdehnung des Kanalscheibchens zu entnehmen, was sich in der Keilform des Wischbildes dokumentiert. Die auf diese Art und Weise gemessene Ausdehnung des Kanalscheibchens entspricht der des Funkenkanals, was Rückschlüsse auf die zeitliche Entwicklung des Druckes im Kanalinneren erlaubt. Aus der so zugänglich gemachten zeitlichen Entwicklung des Plasma-Innendruckes und der Intensität bestimmter Plasma-Spektrallinien lässt sich neben anderen physikalischen Größen der zeitliche Energieumsatz im Funke exakt ableiten. Bislang wurden Druckwerte um 20 bar und Temperaturen von einigen 10.000 Kelvin im Funkenplasma ermittelt.

Anschrift

Forschungsgesellschaft für angewandte Systemsicherheit und Arbeitsmedizin

Dirk Lorenz

Telefon: +49 (0)621 4456-3690
 Telefax: +49 (0)621 4456-3499
 e-mail: dirk.lorenz@bgn.de

Dynamostraße 7-11
 68165 Mannheim