

The Open Chemical Physics Journal, 2009, 2, 7-31 7  
1874-4125/09 2009 Bentham Open

## Nachweis von reaktionsfähigem thermitischen Material im Staub der World Trade Center-Katastrophe vom 11. September 2001

Niels H. Harrit<sup>\*1</sup>, Jeffrey Farrer<sup>2</sup>, Steven E. Jones<sup>\*3</sup>, Kevin R. Ryan<sup>4</sup>, Frank M. Legge<sup>5</sup>, Daniel Farnsworth<sup>2</sup>, Gregg Roberts<sup>6</sup>, James R. Gourley<sup>7</sup> und Bradley R. Larsen<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemistry, University of Copenhagen, Denmark

<sup>2</sup>Department of Physics and Astronomy, Brigham Young University, Provo, UT 84602, USA

<sup>3</sup>S&J Scientific Co., Provo, UT, 84606, USA

<sup>4</sup>9/11 Working Group of Bloomington, Bloomington, IN 47401, USA

<sup>5</sup>Logical Systems Consulting, Perth, Western Australia

<sup>6</sup>Architects & Engineers for 9/11 Truth, Berkeley, CA 94704, USA

<sup>7</sup>International Center for 9/11 Studies, Dallas, TX 75231, USA

\*Korrespondenzadressen dieser Autoren:

Niels H. Harrit  
Department of Chemistry  
University of Copenhagen  
Copenhagen  
DK-2100, Dänemark/Denmark

Tel: (+45)35321846; Fax: (+45)35320460

E-Mail: [harrit@nano.ku.dk](mailto:harrit@nano.ku.dk)

Steven E. Jones  
S&J Scientific Co.  
84606 Provo, Utah  
USA

Tel: 801-735-5885

E-Mail: [Hardevidence@gmail.com](mailto:Hardevidence@gmail.com)

E-Mail: [profsjones@gmail.com](mailto:profsjones@gmail.com)

### Abstract:

Wir haben markante rot/grau dünne Plättchen in allen von uns untersuchten Proben von Staub, der bei der Zerstörung des World Trade Centers entstanden war, entdeckt. Über die Untersuchung von vier an verschiedenen Orten gesammelten Staubproben wird im vorliegenden Artikel berichtet. Die rot/grauen dünnen Plättchen aus allen vier Proben weisen bezeichnende Ähnlichkeiten auf. Eine der Proben wurde ungefähr zehn Minuten nach dem Einsturz des zweiten Twin Towers von einem Einwohner Manhattans gesammelt. Zwei Proben wurden am Tag nach der Zerstörung des WTC gesammelt, eine vierte Probe ungefähr eine Woche später. Die Eigenschaften dieser Plättchen wurden mittels Lichtmikroskopie, Rasterelektronenmikroskopie (REM), [Energiedispersiver Röntgenspektroskopie \(Energy-dispersive X-ray spectroscopy\)](#), EDX oder XEDS) und Dynamischer Differenzkalorimetrie (differential scanning calorimetry, DSC) untersucht. Das rote Material enthält Körner von ungefähr 100 nm Korngröße, die größtenteils aus Eisenoxid bestehen, während Aluminium in winzigen plattenartigen Strukturen enthalten ist. Die Auftrennung der Bestandteile mittels Methylethylketon zeigte, dass Aluminium in elementarer Form vorliegt. Eisenoxid und Aluminium liegen in dem roten Material eng miteinander vermischt vor. Werden die rot/grauen Plättchen in einem Dynamischen Differenzkalorimeter zur Reaktion gebracht, zeigen sie eine hohe Wärmeabgabe in einem schmalen Bereich. Die Plättchen entzünden sich bei einer Temperatur von ungefähr 430 °C, weit unterhalb der normalen Entzündungstemperatur von konventionellem Thermit. Im Reaktionsrückstand dieser eigenartigen rot/grauen Plättchen lassen

sich eindeutig zahlreiche eisenreiche Kügelchen feststellen. Der rote Anteil dieser Plättchen stellt sich als ein nicht umgesetztes, stark energetisches thermitisches Material heraus.

**Stichworte:** Rasterelektronenmikroskopie, Energiedispersive Röntgenspektroskopie, Dynamische Differenzkalorimetrie, DSC-Analyse, World Trade Center, WTC-Staub, 11. September 2001, eisenreiche Mikrokügelchen, Thermit, Superthermit, energetische Nanokomposite, Nanothermit

## EINLEITUNG

Die Zerstörung von drei Wolkenkratzern (WTC 1, 2 und 7) am 11. September 2001 war eine außerordentlich tragische Katastrophe, die durch Verletzung oder Tod nicht nur tausende Personen und deren Familien direkt betraf, sondern die auch die Begründung für zahlreiche kostspielige und radikale Veränderungen in der Innen- und Außenpolitik lieferte. Es ist aus diesen und anderen Gründen von erheblicher Bedeutung zu wissen, was sich wirklich an diesem schicksalhaften Tag ereignete.

Verschiedene von der Regierung finanzierte und dirigierte Untersuchungen wurden mit erheblichem Aufwand betrieben und resultierten insbesondere in den von FEMA [1] und NIST [2] herausgegebenen Berichten. Andere Untersuchungen zur Zerstörung des WTC haben bislang weniger öffentliche Aufmerksamkeit gefunden, doch sie sind nicht weniger wichtig für die unerledigte, den Opfern dieser Tragödie gegenüber bestehende Verpflichtung, die ganze Wahrheit über die Ereignisse dieses Tages herauszufinden. [3-10] Im Rahmen einiger dieser Untersuchungen richtete sich die Aufmerksamkeit angebrachterweise auf materielle Überreste sowie auf verfügbare Fotografien und Videoaufnahmen, da diese der Öffentlichkeit zur Verfügung stehenden Beweismittel Aufschluss geben können über die Methode, mit der die drei Wolkenkratzer zerstört worden sind.

Die Einstürze der drei höchsten WTC-Gebäude sind außergewöhnlich wegen ihrer Vollständigkeit, weil die Einstürze fast mit der Geschwindigkeit des freien Falls [11] und mit beachtlicher radialer Symmetrie erfolgten, [1, 12] sowie wegen der entstandenen, überraschend großen Menge an feinem giftigen Staub. [13] Um diese Besonderheiten, die man bei der Zerstörung der Gebäude beobachten konnte, besser verstehen zu können, initiierten die Autoren eine Untersuchung des WTC-Staubes. Dr. Steven Jones hatte im Juni 2007 in einer Probe von WTC-Staub markante, zweischichtige feine dünne Plättchen festgestellt, die aus einer roten und einer grauen Schicht bestehen. Anfänglich war vermutet worden, dass es sich vielleicht um Plättchen von trockener Farbe handeln könnte, aber nach näherer Untersuchung stellte sich heraus, dass dies nicht der Fall war. Um Zusammensetzung und Eigenschaften der rot/grauen Plättchen zu bestimmen, wurden dann weitere Untersuchungen durchgeführt. Die Autoren erhielten und untersuchten auch weitere Proben von WTC-Staub, die von unabhängigen, dritten Personen am 11. September oder kurz danach gesammelt worden waren. Alle untersuchten Proben enthielten diese sehr kleinen, eigenartigen, rot/grauen dünnen Plättchen. Zu den bisherigen Untersuchungen, in denen Eigenheiten des WTC-Staubes diskutiert wurden, gehören die Berichte der RJ Lee Company, [14] der U.S. Geological Survey (USGS), [15] von McGee *et al.* [13] und Lioy *et al.* [16] Einige dieser Untersuchungen bestätigen die Entdeckung von eisenreichen Mikrokügelchen, die auch sehr ungewöhnlich sind. [5, 8, 11, 13-15] Die

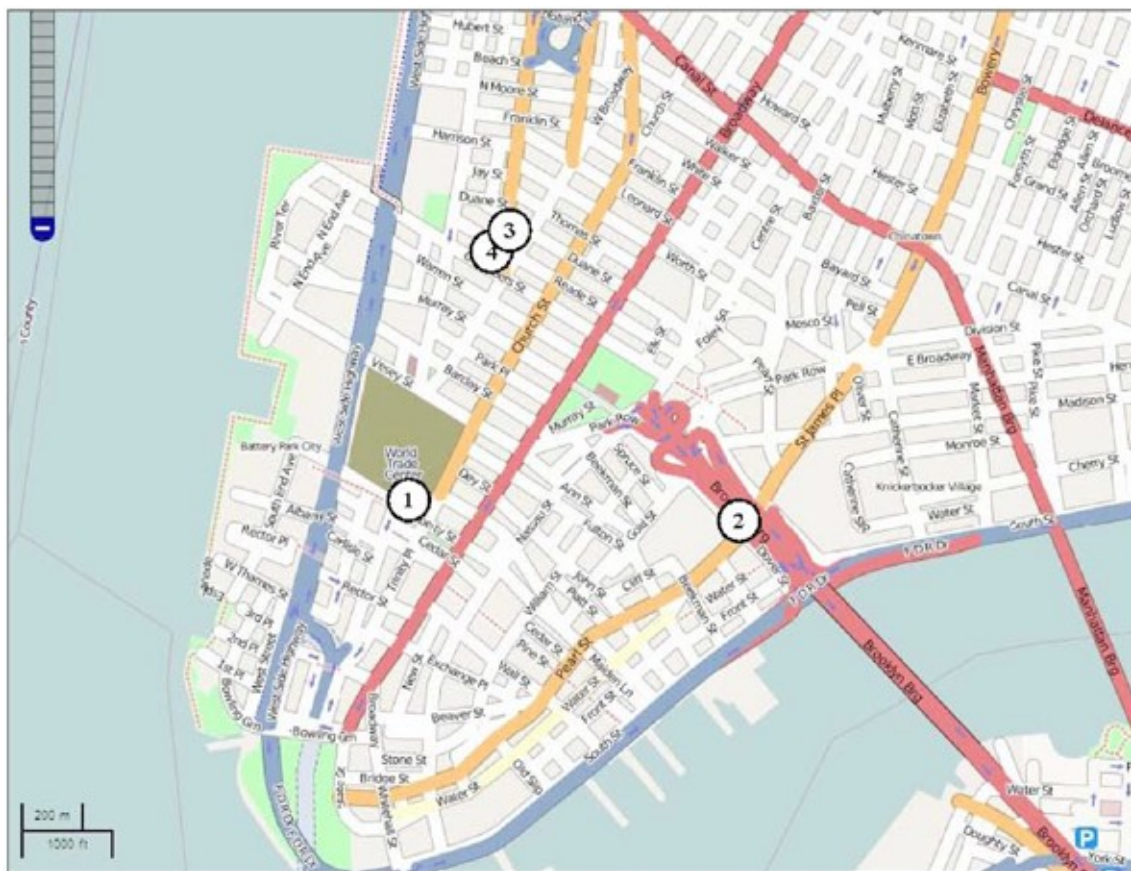
rot/graue dünnen Plättchen jedoch, die im Rahmen der vorliegenden Studie analysiert wurden, sind anscheinend im Rahmen der bislang veröffentlichten Studien nicht behandelt worden. Es soll hier betont werden, dass eine der Staubproben bereits ca. zehn Minuten nach dem Einsturz des zweiten Wolkenkratzers gesammelt worden war. Es besteht also keine Möglichkeit, dass diese Staubprobe durch die Aufräumarbeiten am Ground Zero kontaminiert wurde.

## **MATERIAL UND METHODEN**

### **1. Herkunft der im Rahmen dieser Studie analysierten Staubproben**

In einem im Internet veröffentlichten Artikel bezüglich der bei der Zerstörung des World Trade Centers festzustellenden Anomalien wurde im Herbst 2006 erstmals eine allgemeine Bitte um WTC-Staubproben publiziert. Die Erwartung zu dieser Zeit war, dass eine sorgsame Untersuchung des Staubs vielleicht Hinweise zur Unterstützung der Hypothese erbringen könnten, dass andere explosive Substanzen als Flugzeugtreibstoff die ungemein schnelle und im Wesentlichen vollständige Zerstörung der drei WTC-Gebäude bewirkten.

Es stellte sich heraus, dass eine ganze Anzahl von Personen Proben des in Mengen produzierten dichten Staubs, der sich über Manhattan ausgebreitet und niedergeschlagen hatte, aufbewahrt hatten. Mehrere dieser Personen sandten je einen Teil ihres gesammelten Staubs an Mitglieder unserer Forschungsgruppe. Im Rahmen der vorliegenden Studie werden vier einzelne Staubproben untersucht, die entweder am 11. September 2001 oder kurz danach eingesammelt worden waren. Es wurde festgestellt, dass jede dieser vier Proben rot/graue dünne Plättchen enthielt. Alle vier Proben waren von zum Zeitpunkt der Tragödie in New York City lebenden Privatleuten gesammelt worden. Diese Bürger meldeten sich und stellten Staubproben für eine Untersuchung zur Verfügung. Sie ermöglichten so im Interesse der Öffentlichkeit eine Analyse des Staubs vom 11. September, welche Fakten in Hinblick auf den 11. September auch immer mit Hilfe des Staubs in Erfahrung gebracht werden würden. Abbildung (1) zeigt auf einem Stadtplan die Orte, an denen die vier Staubproben eingesammelt worden sind.



**Abbildung (1):** Stadtplan von Manhattan. Zu sehen sind die Orte, an denen die hier analysierten Staubproben gesammelt wurden, und deren Lage bezüglich des WTC-Komplexes (dunkelgrün markiert, nahe Fundort 1).

Fundorte: 1: Staubprobe von Mr. MacKinlay (113 Cedar Street/110 Liberty Street);  
2: Staubprobe von Mr. Delessio/Breidenbach (Brooklyn Bridge); 3: Staubprobe von Mr. Intermont (16 Hudson Street); 4: Staubprobe von Ms. White (1 Hudson Street).

(Stadtplan freundlicherweise zur Verfügung gestellt von [openstreetmap.org](http://openstreetmap.org); Copyright Bestimmungen siehe [creativecommons.org/licenses](http://creativecommons.org/licenses)).

Die mit dem kürzesten zeitlichen Abstand zum Ereignis gesammelte Staubprobe stammt von Mr. Frank Delessio. Nach seiner eigenen, auf Video aufgezeichneten Aussage [17] hielt sich Mr. Delessio um die Zeit, als der zweite Turm, der North Tower, zerstört wurde, auf der Manhattan-Seite der Brooklyn Bridge auf. Mr. Delessio sah, wie der Turm einstürzte, dann wurde er von dem entstandenen dicken Staub, der sich überall in der Gegend niederschlug, eingehüllt. Etwa 10 Minuten nach der Zerstörung des North Towers fegte Delessio auf dem Fußgängerweg der Brücke in der Nähe des Endes der Brücke eine Handvoll des Staubs von einem Geländer in seine Hand. Er ging dann, den Staub in seiner Hand tragend, seinen Freund Mr. Tom Breidenbach besuchen. Er und Mr. Breidenbach sprachen über den Staub und beschlossen, den Staub in einer Plastiktüte aufzubewahren. Am 15. 11. 2007 sandte Breidenbach einen Teil dieses Staubs zur Analyse an Dr. Jones. Breidenbachs Zeugnis bezüglich dieser Staubprobe ist ebenfalls auf Video aufgenommen. [17] Da die Delessio/Breidenbach Staubprobe ungefähr 10

Minuten nach dem Einsturz des zweiten Turmes gesammelt worden war, kann diese Staubprobe nicht mit Staub vom WTC 7 vermischt sein, da dieses erst Stunden später fiel. Ebenso ist mit Sicherheit auszuschließen, dass diese Staubprobe im Zuge der Stahl-schneide- oder Aufräumarbeiten am Ground Zero kontaminiert wurde, denn diese begannen erst später.

Am Morgen des 12. Septembers 2001 betrat Mr. Stephen White aus New York City ein Zimmer in seiner Wohnung in der achten Etage des Hauses Hudson Street 1, dies ist etwa fünf Häuserblocks vom WTC entfernt. Er fand eine Schicht Staub, ungefähr 2,5 cm dick, auf einem Stapel zusammengefalteter Wäsche in der Nähe eines Fensters, das ungefähr 10 cm weit geöffnet war. Offensichtlich war es wegen des geöffneten Fensters möglich gewesen, dass am 11. September eine beträchtliche Menge an bei der Zerstörung des WTC entstandenen Staubs in das Zimmer gelangen und sich auf der Wäsche niederschlagen konnte. Mr. Stephen White bewahrte etwas von dem Staub auf und sandte am 2. Februar 2008 eine Staubprobe direkt an Dr. Jones zur Analyse.

Eine weitere Staubprobe war von Mr. Jody Intermont am 12. September 2001, ungefähr um zwei Uhr nachmittags, im Apartmentgebäude Hudson Street 16 eingesammelt worden. Am 2. Februar 2008 wurde je eine kleine Probe dieses Staubs zur Analyse an Dr. Jones und an Kevin Ryan gesandt. Mr. Intermont legte jeder Probe eine schriftliche Erklärung bei, mit der er bestätigte, dass er persönlich die (nunmehr geteilte) Staubprobe gesammelt hatte. Er schrieb:

„Dieser Staub, der von den 'eingestürzten' World Trade Center-Türmen stammt, wurde am 12. September 2001 in meinem Loft Ecke Reade Street/Hudson Street gesammelt. Ich bin damit einverstanden, dass mein Name in Zusammenhang mit diesem Beweismaterial verwendet wird.“ [Unterzeichnet am 31. Januar 2008 in der Gegenwart eines Zeugen, der ebenfalls mit seinem Namen unterschrieben hat.]

Am Morgen des 11. Septembers war Ms. Janette MacKinlay in ihrem Apartment im vierten Stock des Gebäudes 113 Cedar St./110 Liberty Street in New York City, das ist quer über der Straße von der World Trade Center Plaza. Als der South Tower einstürzte, bewirkte die sich ausbreitende Wolke aus Staub und Schutt, dass die Fenster ihrer Wohnung nach innen hin eingedrückt wurden und dass die Wohnung sich mit Staub füllte. Ms. MacKinlay entkam, indem sie schnell ein nasses Handtuch um ihren Kopf wickelte und das Gebäude verließ. Der Zugang zu dem Gebäude war für ca. eine Woche gesperrt. Sobald es Ms. MacKinlay erlaubt war, ihre Wohnung wieder zu betreten, tat sie dies und begann mit der Säuberung. Auf dem Fußboden ihrer Wohnung befand sich eine dicke Staubschicht. Ms. MacKinlay sammelte etwas von diesem Staub in eine große verschließbare Plastiktüte, um ihn eventuell später in einem Kunstobjekt zu verwenden. Ms. MacKinlay reagierte auf die von Dr. Jones 2006 in dem Artikel publizierte Bitte, indem sie ihm eine Staubprobe zusandte. Im November 2006 reiste Dr. Jones nach Kalifornien, um Ms. MacKinlay an ihrem neuen Wohnort zu besuchen. In der Gegenwart von mehreren Zeugen entnahm Dr. Jones eine zweite Probe von WTC-Staub direkt aus Ms. MacKinlays großer Plastiktüte, in der der Staub aufbewahrt wurde. Ms. MacKinlay versandte außerdem Proben direkt zu Dr. Jeffrey Farrer sowie zu Kevin Ryan. Die Ergebnisse der Analyse dieser Staubproben flossen in die vorliegende Studie ein.

Eine weitere Staubprobe war von einer Privatperson von einer Fensterbank eines Gebäudes in der Potter Street, New York City, gesammelt worden. Da diese Privatperson keine Erlaubnis zur Mitteilung ihres Namens erteilte, wurde das von ihr übersandte Material nicht für die vorliegende Studie verwendet. Es sei angemerkt, dass die von dieser Person eingesandte Staubprobe ebenfalls rot/graue Plättchen enthielt und dass diese dieselbe allgemeine Zusammensetzung aufweisen, wie die hier beschriebenen Plättchen.

## **2. Größe der Plättchen, Isolierung und Untersuchung der Plättchen**

Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden im Folgenden die Staubproben, die von Ms. Janette MacKinlay eingesammelt und an die Autoren gesandt wurden, als Probe 1 bezeichnet. Die Staubprobe von Mr. Frank Delessio (oder die Delessio/Breidenbach Probe) wird im Folgenden als Probe 2 bezeichnet, die Staubprobe von Mr. Jody Intermont als Probe 3 und die Staubprobe von Mr. Stephen White als Probe 4. Die feinen rot/graunen Plättchen werden von einem Magneten angezogen, dies erleichterte es, die Plättchen aus der Hauptmasse des Staubs zu isolieren. Ein plastikumhüllter Dauermagnet wurde benutzt, um die Plättchen aus den Staubproben anzuziehen und herauszusammeln. Die Plättchen sind in der Regel klein, dennoch lassen sie sich mit bloßem Auge aufgrund ihrer markanten Färbung leicht erkennen. Die Plättchen haben unterschiedliche Größen. Länge und Breite betragen jeweils ca. 0,2 mm bis ca. 3 mm. Die Dicke der einzelnen Schichten (rot und grau) variiert zwischen etwa 10 bis 100 µm (Mikrometer). Proben von WTC-Staub sind von den genannten sowie auch von anderen Sammlern direkt an verschiedene Wissenschaftler gesandt worden, auch an Wissenschaftler, die nicht zum Autorenteam dieser Studie gehören. Diese Wissenschaftler fanden ebenfalls solche rot/graunen kleinen Plättchen in dem bei der Zerstörung des World Trade Centers gebildeten Staub.

Ein FEI XL30-SFEG Rasterelektronenmikroskop (REM) wurde für Sekundärelektronenaufnahmen (SE) und für Rückstreuelektronenaufnahmen (RE) benutzt. Die SE-Aufnahmen wurden genutzt, um die Oberflächentopografie und die Porosität der rot/graunen Plättchen anzusehen. Die RE-Aufnahmen wurden unter anderem dazu genutzt, Unterschiede in der mittleren Kernladungszahl  $Z$  zu erkennen. Das Rasterelektronenmikroskop war außerdem mit einem System zur Energiedispersiven Röntgenspektroskopie [XEDS oder EDX von Englisch „Energy Dispersive X-ray Spectroscopy“ – A. d. Ü.] der Firma EDAX ausgestattet. Das verwendete XEDS-System verfügt über einen Silizium-Detektor mit einer Auflösung besser als 135 eV. Die Auflösung des Spektrums wurde auf 10 eV pro Kanal eingestellt. Wenn nicht anders angegeben, arbeitete das System während der Aufnahme der EDX-Spektren mit einer Beschleunigungsspannung von 20 kV, die Messzeit (livetime) betrug zwischen 40 und 120 s. Die XEDS-Karten [Engl.: maps] wurden mit dem gleichen System und einer Beschleunigungsspannung von 10 kV erstellt.

Für die allgemeine Oberflächenanalyse im Rasterelektronenmikroskop wurden die Staubproben auf leitfähigen Kohlenstoffträgern befestigt. Wenn nicht anders angegeben, wurden die Proben weder gespült noch beschichtet. Um die Charakteristika der roten und graunen Schichten genauer feststellen zu können und um die Möglichkeit einer Oberflächenkontamination durch andere Staubpartikel auszuschließen, wurden mehrere der

rot/graue dünne Plättchen aus jeder der vier WTC-Staubproben zerbrochen. Die sauberen Bruchflächen wurden dann mittels RE-Aufnahmen und XEDS untersucht.

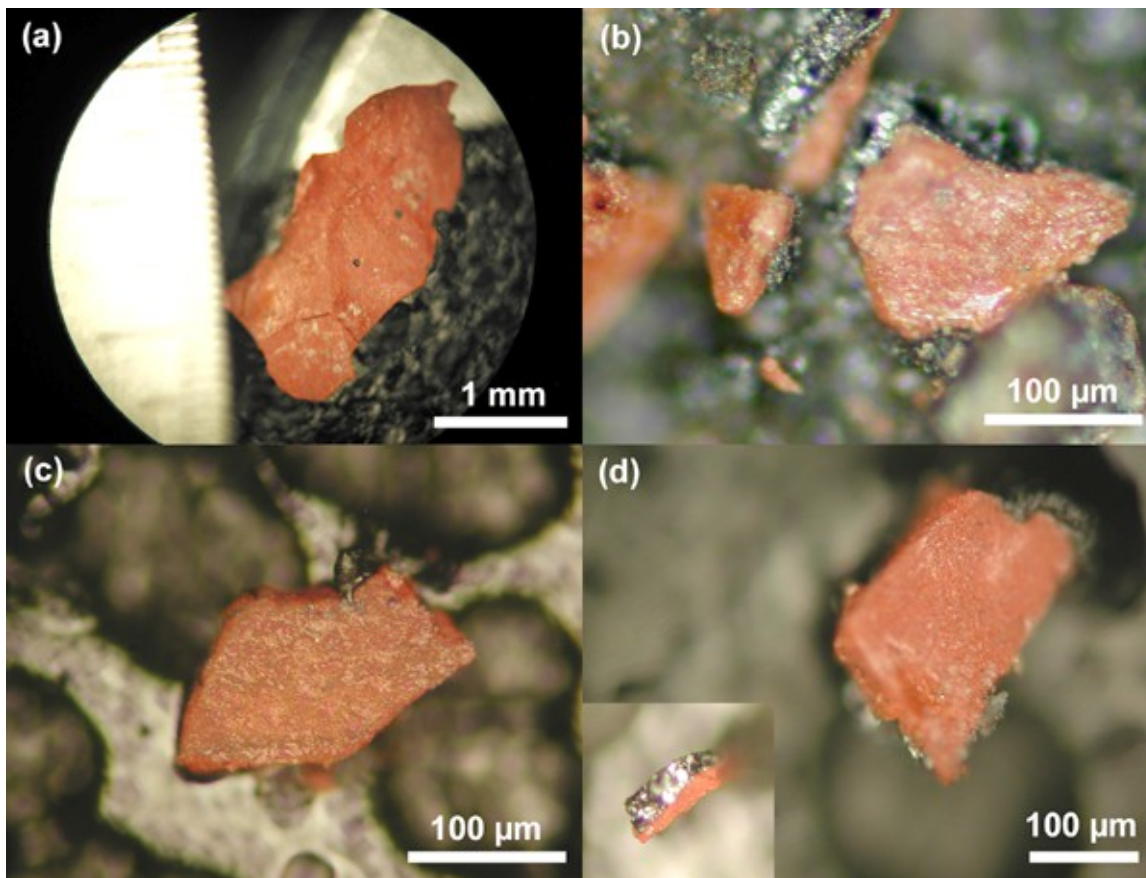
Um den Wärme-Aufnahme bzw. -Abgabe der rot/graunen Plättchen zu messen, wurden diese in einem [Dynamischen Differenzkalorimeter](#) [DSC von engl. *differential scanning calorimeter*] (Netzsch DSC 404C) untersucht. Die DSC-Tests wurden mit einer linearen Heizrate von 10 °C/min durchgeführt, bis eine Temperatur von 700 °C erreicht war. Während der Erhitzung befanden sich die Proben in Aluminiumoxid-Tiegeln, Luft konnte mit 55 ml/min strömen. Die Messkurven wurden mit einer Messrate von 20 Messpunkten pro Grad Celsius Temperaturanstieg, beziehungsweise von 200 Messpunkten pro Minute, erstellt. Die Anlage wurde so eingestellt, dass die Messergebnisse in Watt pro Gramm angezeigt wurden. Die grafische Darstellung der Messergebnisse wurde so gewählt, dass ein exothermes Verhalten der Probe (Abgabe von Wärme/thermischer Energie durch die Probe) einen Peak in der Kurve ergeben würde; und dass ein endothermes Verhalten der Probe (Aufnahme von Wärme/thermischer Energie durch die Probe) zu einem Tal in der Kurve führen würde.

Die Staubproben wurden außerdem mittels Lichtmikroskopie (VLM [visible light microscopy]) unter Verwendung eines Nikon Epiphot 200 Stereomikroskops, eines Olympus BX60 Stereomikroskops und eines Nikon Labophot Mikroskops mit Kamera untersucht.

## ERGEBNISSE

### 1. Charakterisierung der rot/graunen dünnen Plättchen

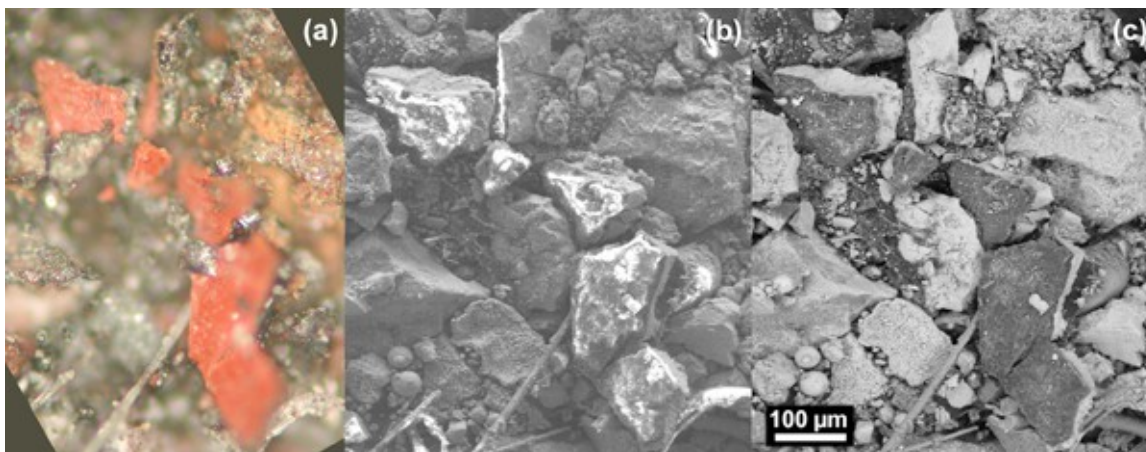
Rot/graue dünne Plättchen wurden in jeder der gesammelten Staubproben gefunden. Die Plättchen wurden analysiert, um deren chemische Eigenschaften und stofflichen Aufbau zu bestimmen, sowie um über die Ähnlichkeit der Plättchen urteilen zu können. Abbildung (2) zeigt je eine lichtmikroskopische Aufnahme von rot/graunen dünnen Plättchen aus den vier WTC-Staubproben. In den einzelnen Abbildungen ist der Maßstab zu beachten, da diese bei unterschiedlichen Vergrößerungen aufgenommen wurden. Das Plättchen in Abbildung (2a) zählte mit ca. 2,5 mm Länge zu einem der größeren der isolierten dünnen Plättchen. Das Gewicht dieses Plättchens betrug ca. 0,7 mg. Jedes der im Rahmen dieser Studie verwendeten dünnen Plättchen bestand aus einer grauen Schicht und einer roten Schicht und ließ sich mittels eines Magneten anziehen. Die in Abbildung (2d) eingefügte Aufnahme zeigt das Plättchen von der Seite, so dass die graue Schicht erkennbar ist. Ein Teil der grauen Schicht ist auch in Abbildung (2b) sichtbar. Ähnlichkeiten zwischen den Proben sind bereits anhand dieser lichtmikroskopischen Aufnahmen ersichtlich.



**Abb. (2):** Lichtmikroskopische Aufnahmen von im Rahmen dieser Studie verwendeten rot/grauen dünnen Plättchen von je einer der WTC Staubproben 1 bis 4 sind in den Abbildungen (a)-(d) gezeigt. Die eingefügte Aufnahme in (d) zeigt das Plättchen von der Seite mit erkennbarer grauer Schicht. Für die Rasterelektronenmikroskopaufnahmen wurden die rot/grauen dünnen Plättchen unter Verwendung leitfähiger Kohlenstoffträger auf einem Aluminiumsockel befestigt.

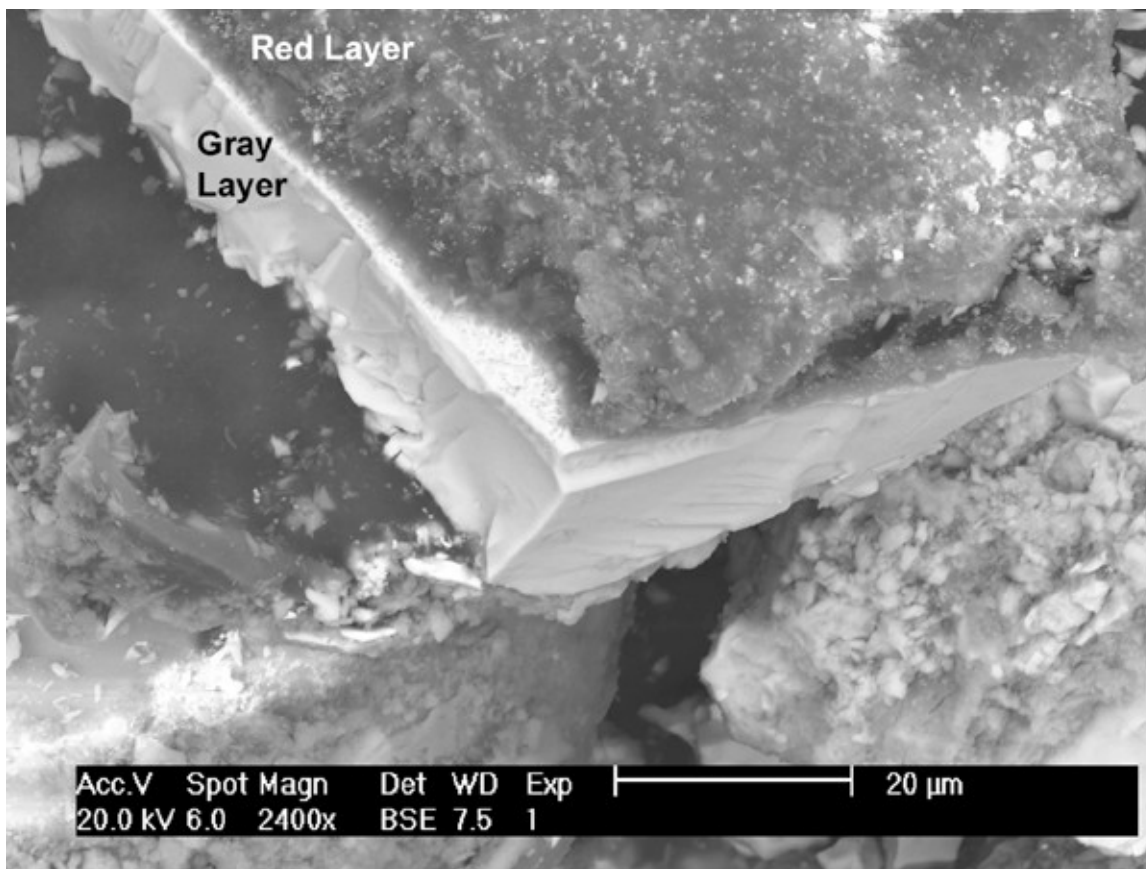
Abbildung (3) zeigt drei mit verschiedenen Methoden aufgenommene Ansichten derselben Gruppe von Partikeln im Vergleich. Bei Abbildung (3a) handelt es sich um eine lichtmikroskopische Aufnahme einer Gruppe von Partikeln, auf der das rote Material und teilweise auch das anhaftende graue Material, sichtbar sind. Die Abbildungen (3b) und (3c) zeigen die gleiche Gruppe von Partikeln unter dem Rasterelektronenmikroskop; zum einen auf einer Sekundärelektronen/(SE)-Aufnahme, zum anderen auf einer Rückstreuelektronen/(RE)-Aufnahme. Auf der Probe war keine stromableitende Beschichtung aufgebracht worden. Es lässt sich auf der SE-Aufnahme erkennen, dass die rote Schicht der Partikel sehr helle Bereiche aufweist, da es, verursacht durch die relativ schlechte elektrische Leitfähigkeit der roten Schicht, unter dem Elektronenstrahl zur einer leichten Anreicherung von Ladung gekommen war (siehe unten, Abschnitt „Diskussion“). Die RE-Aufnahme zeigt die rote Schicht dunkler als die graue Schicht, was darauf hinweist, dass sich die rote Schicht aus Material zusammensetzt, das eine niedrigere mittlere Kernladungszahl  $Z$  aufweist als die graue Schicht.





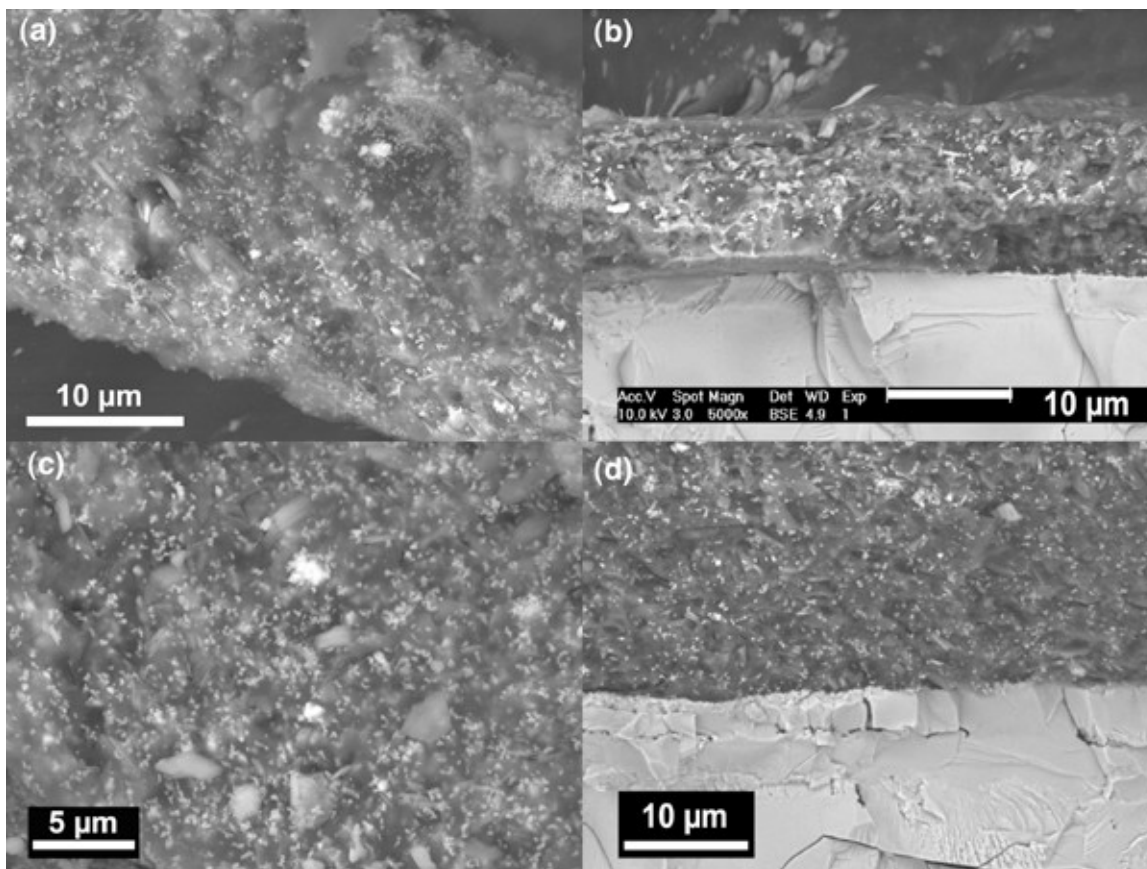
**Abb. (3):** Eine Serie von Aufnahmen einer mit Hilfe eines Magneten aus Probe 2 extrahierten Gruppe von Partikeln. Auf einer farbigen lichtmikroskopischen Aufnahme (**3a**) lassen sich die rot/grauen Partikel identifizieren und lokalisieren. Eine mittels REM erlangte SE-Aufnahme (**b**) lässt Größe und Form der Partikel besser erkennen und eine RE-Aufnahme (**c**) zeigt anhand der Grauwerte die Unterschiede in der mittleren Kernladungszahl zwischen anderen Staubteilchen, der roten Schicht und der grauen Schicht, auf.

Eine bei höherer Vergrößerung gemachte RE-Aufnahme einer Ecke von einem der in Abbildung (4) gezeigten Plättchen erlaubt es, den Unterschied zwischen den beiden Schichten bezüglich der Grauwerte genauer zu untersuchen und bestätigt die höhere mittlere Kernladungszahl der grauen Schicht. Im auffallenden Gegensatz zu der gleichmäßigen grauen Schicht ist das rote Material heterogen.



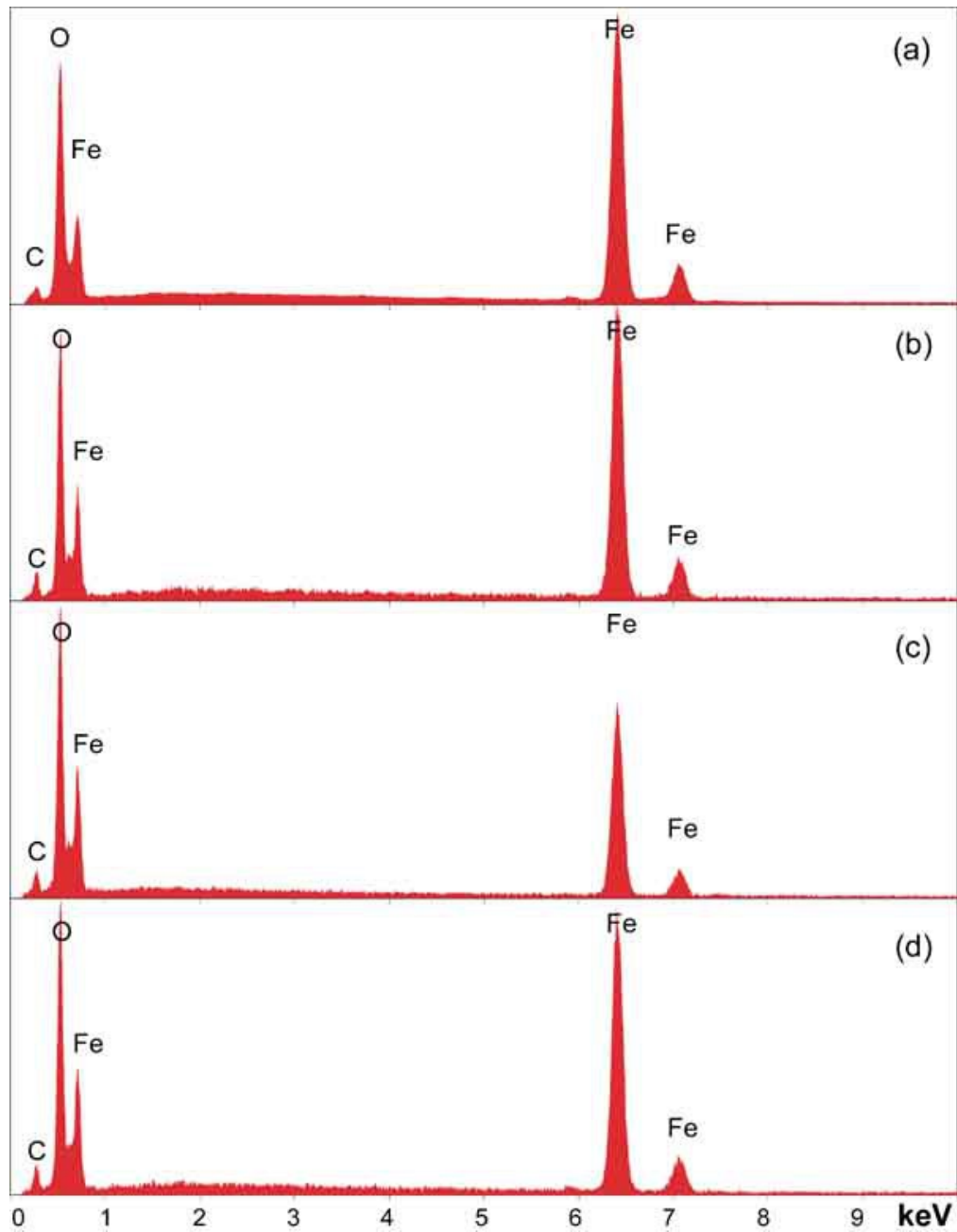
**Abb. (4):** RE-Aufnahme von einem der Plättchen aus der vorangegangenen Aufnahme-  
serie in höherer Vergrößerung. Die rote Schicht, die sich hier im Bild oberhalb von der  
grauen Schicht befindet, erscheint dunkler. [Red Layer = rote Schicht; Gray Layer = graue Schicht]

Abbildung (5) zeigt RE-Aufnahmen von kurz zuvor gebrochenen rot/grauen Plättchen  
aus vier verschiedenen Staubproben. Die Charakteristika dieser vier Bruchflächen sind  
repräsentativ für alle der untersuchten rot/grauen dünnen Plättchen aus den Staubproben.  
Die RE-Aufnahmen zeigen, dass alle untersuchten roten Schichten kleine, hier hell  
erscheinende Teilchen oder Körnchen enthalten, die durch eine hohe mittlere Kern-  
ladungszahl charakterisiert sind. Es wurde festgestellt, dass diese Teilchen in allen unter-  
suchten roten Schichten vorhanden sind und dass ihre Größe einheitlich ist, dass aber die  
Konzentration der Teilchen, wie in den Aufnahmen zu sehen, von Stelle zu Stelle variiert.

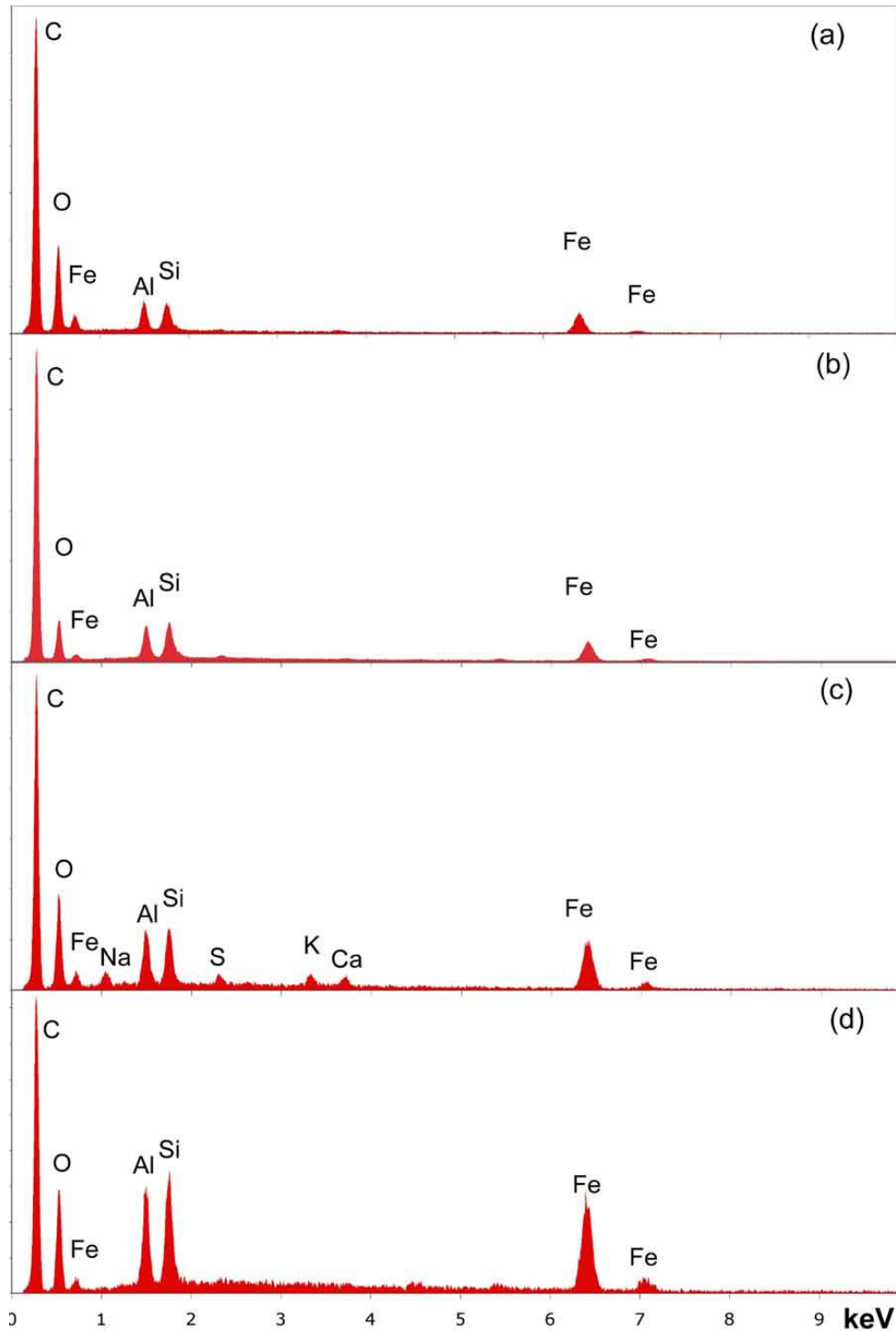


**Abb. (5):** RE-Aufnahmen von Bruchflächen der rot/grauen Plättchen aus den Proben 1 bis 4 sind in den Abbildungen (5a) bis (5d) zu sehen. Bei den Aufnahmen 5b (Probe 2) und 5d (Probe 4) ist auch die anhaftende graue Schicht zu sehen.

Mit Energiedispersiver Röntgenspektroskopie (XEDS) wurden sowohl rote als auch graue Schichten an Bruchflächen, die von Plättchen aus allen vier Staubproben präpariert worden waren, untersucht. Repräsentative Spektren sind in den Abbildungen (6) und (7) zu sehen. Die vier Spektren in Abbildung (6) zeigen, dass sich die grauen Schichten durchweg durch einen hohen Eisen- und Sauerstoffgehalt auszeichnen, außerdem ist in geringerer Menge auch Kohlenstoff vorhanden. Die in den roten Schichten gefundenen chemischen Signaturen sind ebenfalls recht einheitlich: jedes der Spektren (Abbildung 7) zeigt die Anwesenheit von Aluminium (Al), Silizium (Si), Eisen (Fe) und Sauerstoff (O) an und außerdem einen signifikanten Peak für Kohlenstoff (C).



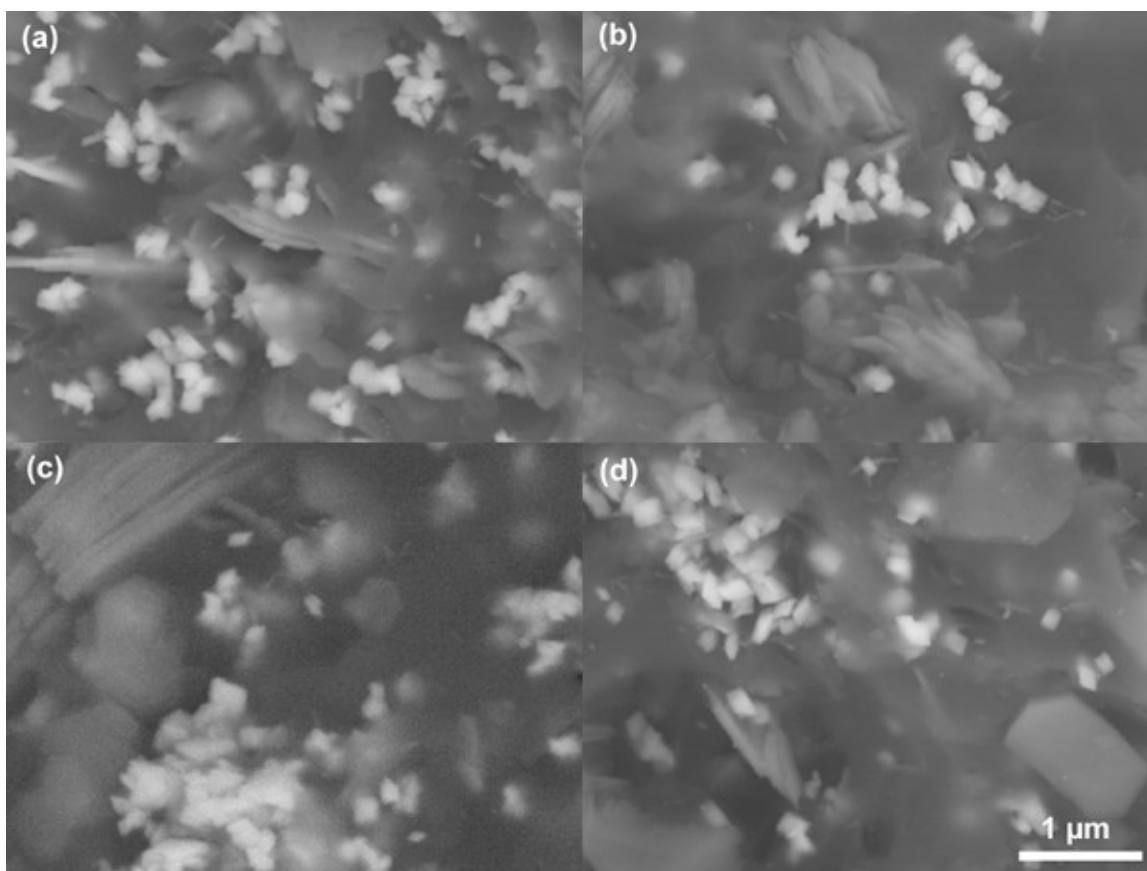
**Abb. (6):** EDX-Spektren von je einer der grauen Schichten aus jeder der vier WTC-Staubproben. Spektrum (a) ist von Probe (1), (b) von Probe (2) etc.



**Abb. (7):** EDX-Spektren von je einer der roten Schichten aus jeder der vier WTC-Staubproben. Spektrum (a) ist von Probe (1), (b) von Probe (2) etc.

Bei noch höheren Vergrößerungen erstellte RE-Aufnahmen der roten Schichten zeigen die Ähnlichkeit der Plättchen aus den verschiedenen Staubproben. RE-Aufnahmen von kleinen, aber repräsentativen Teilbereichen von Bruchflächen von roten Schichten aus

jeder der vier Staubproben sind in Abbildung (8) zu sehen. Die Ergebnisse zeigen, dass die kleinen Teilchen, die eine hohe RE-Intensität (Helligkeit) aufweisen, durchgängig eine polyedrische Erscheinung mit einer Korngröße von ca. 100 nm haben. Man kann sehen, dass diese in der RE-Aufnahme sehr hellen Teilchen mit plattenartigen Teilchen vermischt sind, die eine mittlere RE-Intensität haben, ungefähr 40 nm dick sind und bis zu ca. 1  $\mu\text{m}$  Durchmesser haben. Durch Vergleich der RE-Aufnahme in Abbildung (8a) mit der SE-Aufnahme in Abbildung (9) kann man außerdem sehen, dass alle diese Teilchen in eine unstrukturierte Grundmasse eingebettet sind, die dunklere Grauwerte in der RE-Aufnahme aufweist.



**Abb. (8):** Die Abbildungen (8a) bis (8d) zeigen RE-Aufnahmen von Bruchflächen von je einer roten Schicht aus den vier Staubproben 1 bis 4.

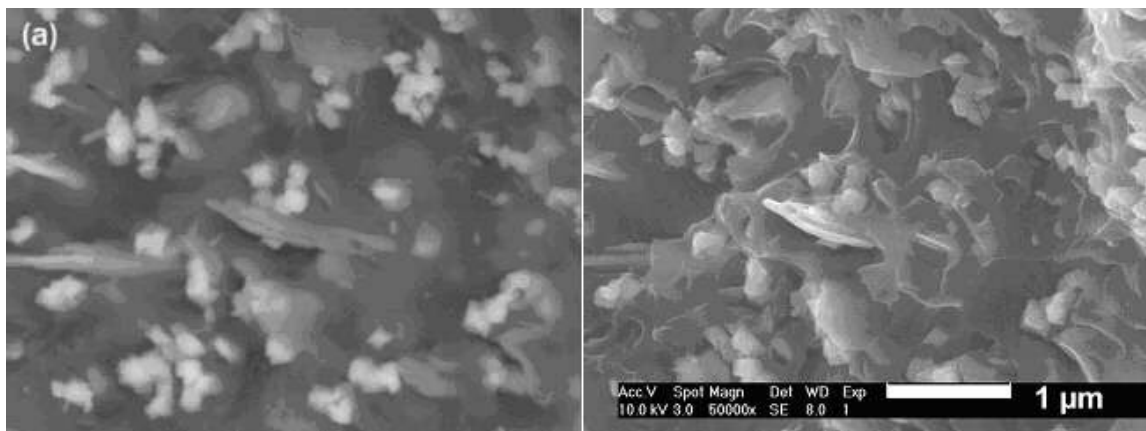
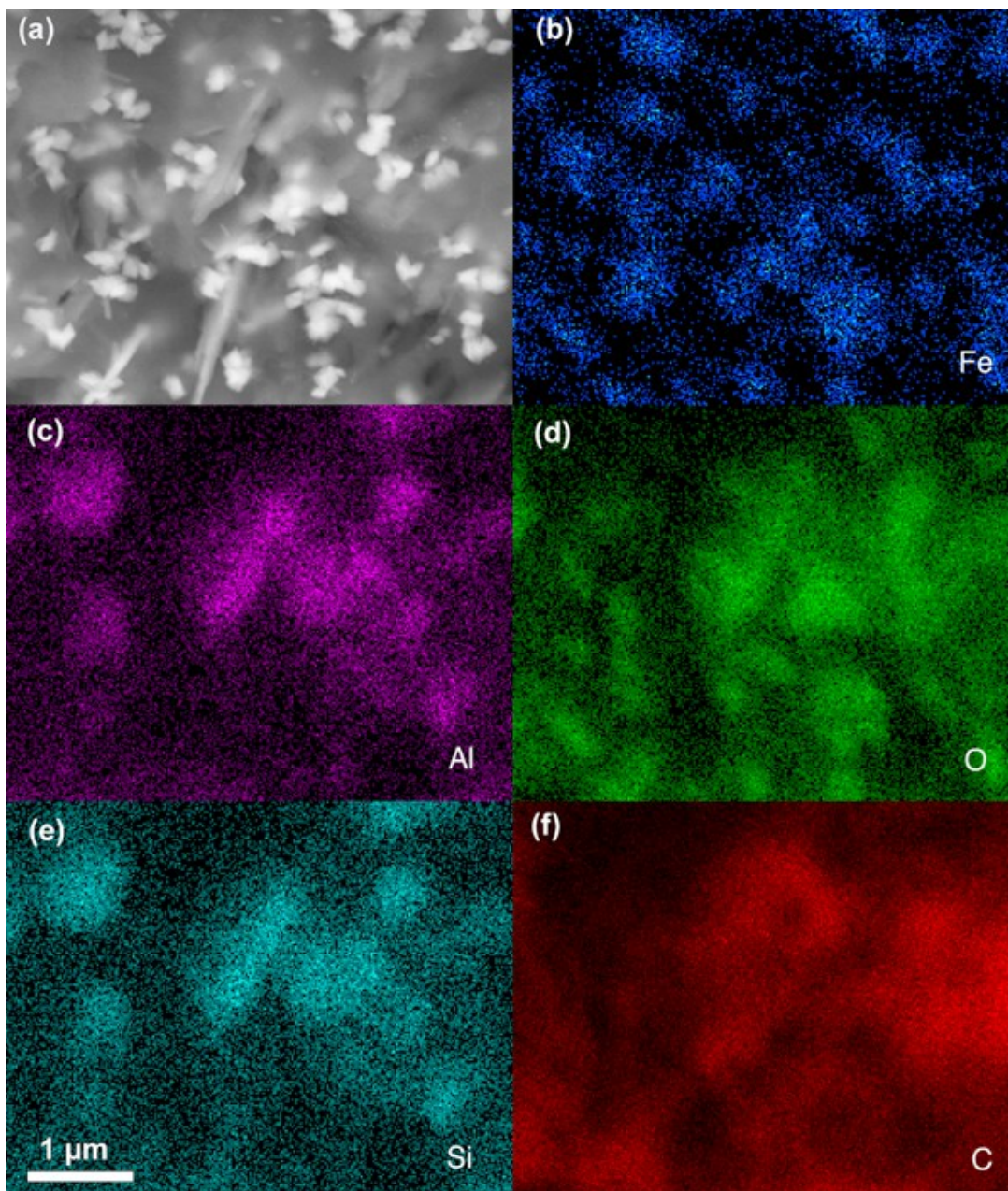


Abb. (8a) + **Abb. (9)**: SE–Aufnahme der in Abbildung (8a) gezeigten Bruchfläche einer roten Schicht.

XEDS-Karten von der Oberfläche der Bruchfläche einer roten Schicht wurden bei einer Beschleunigungsspannung von 10 kV aufgenommen. Der dafür untersuchte Bereich der Bruchfläche ist auf der RE-Aufnahme in Abbildung (10a) gezeigt. Die Intensität der jeweiligen Farbe auf den XEDS-Karten (mehrere Karten sind in den Abbildungen 10b bis 10f zu sehen) spiegelt die Mengen wieder, in denen das jeweilige Element an der Oberfläche und im oberflächennahen Bereich an den einzelnen Stellen des untersuchten Bereiches zu finden ist. Die Ergebnisse zeigen, dass die kleineren Teilchen, die einen sehr hellen Grauwert in der RE-Aufnahme haben, mit Bereichen assoziiert sind, die einen hohen Eisen- und Sauerstoffanteil aufweisen. Die plattenartigen Teilchen mit mittlerer RE-Intensität treten in Bereichen auf, die mit einem hohen Aluminium- und Siliziumanteil assoziiert sind. Die Kartierung des Sauerstoffs zeigt außerdem, dass Sauerstoff in geringerem Maße auch in solchen Bereichen vorliegt, wo Aluminium und Silizium vorhanden sind. Allerdings lässt sich anhand dieser Messwerte nicht feststellen, ob der Sauerstoff mit Silizium oder mit Aluminium oder mit beiden Elementen assoziiert ist. Aus der Kartierung des Kohlenstoffs ist ersichtlich, dass Kohlenstoff nicht mit einem bestimmten Teilchen oder mit einer bestimmten Gruppe von Teilchen assoziiert ist, sondern vielmehr mit der Grundmasse.

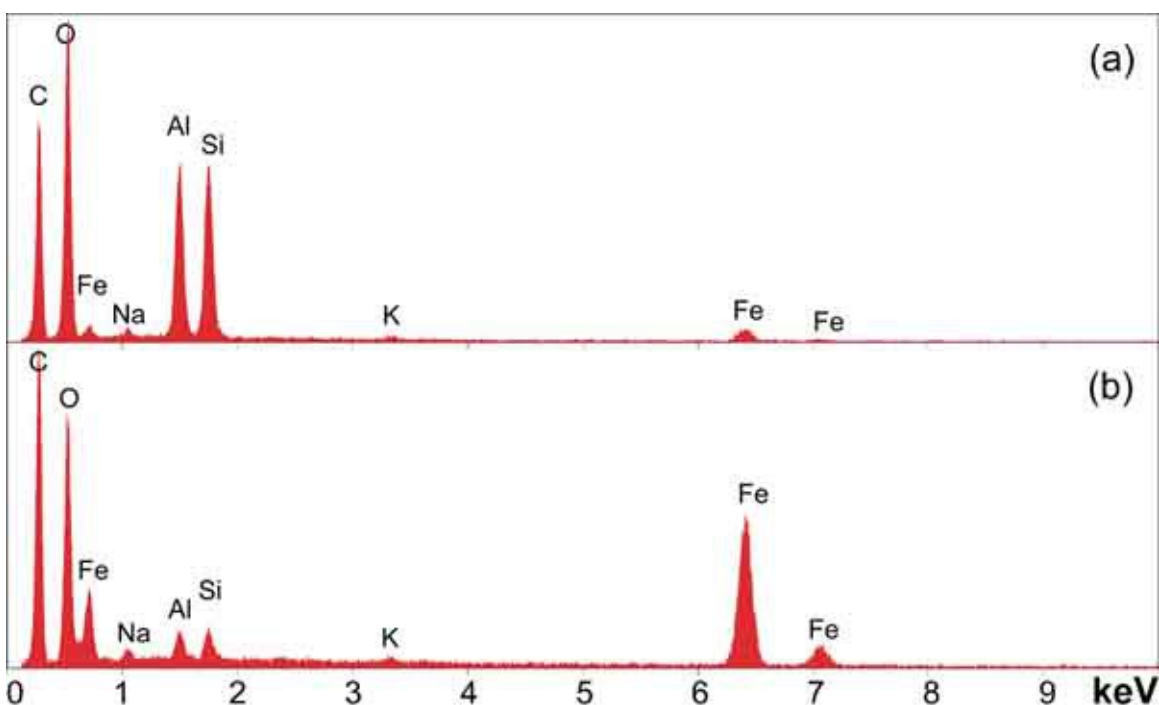


**Abb. (10):** Abbildung (10a) zeigt eine RE-Aufnahme einer Bruchfläche der roten Schicht eines rot/grauen Plättchens aus Staubprobe 1. Die Abbildungen (10b) – (10f) zeigen XEDS-Karten dieser Bruchfläche. Die angezeigten Elemente sind: (b) Eisen/Fe, (c) Aluminium/Al, (d) Sauerstoff/O, (e) Silizium/Si und (f) Kohlenstoff/C.

Um genauere Ergebnisse zu erhalten, wurden XEDS-Daten der unterschiedlichen Teilchen erfasst, indem ein fokussierter Elektronenstrahl direkt auf die unterschiedlichen Teilchen gerichtet wurde. Das Spektrum in Abbildung (11a) wurde erzeugt, indem der Elektronenstrahl auf eine Gruppe der plattenartigen Teilchen gerichtet wurde. Das Spektrum in Abbildung (11b) wurde von einer Gruppe der kleineren, in der RE-Aufnahme sehr hellen, polyedrischen Körnchen aufgenommen. Es wurde erneut festgestellt, dass die



dünnen plattenartigen Teilchen aluminium- und siliziumreich sind, wohingegen die sehr hell erscheinenden polyedrischen Körnchen eisenreich sind. Beide Spektren (**11a** und **11b**) zeigen signifikante Peaks für Kohlenstoff und Sauerstoff. Dies könnte zu einem Teil daran liegen, dass die Anregungstiefe des Elektronenstrahls zu einem überlappenden Röntgensignal führte, das sowohl in der Grundmasse als auch in unter der Oberfläche befindlichen Teilchen erzeugt wurde. Die verwendete Beschleunigungsspannung von 20 kV führt dazu, dass das Volumenelement, in dem das Röntgensignal erzeugt wird, größer ist als das Volumen der angepeilten Teilchen. Daher kann es sein, dass es sich beim nachgewiesenen Aluminium und Silizium (siehe Spektrum in Abbildung **11b**) gar nicht um inhärente Bestandteile der polyedrischen Körnchen handelt und dass auch das in geringer Menge nachgewiesene Eisen (siehe Spektrum in Abbildung **11a**) gar kein inhärenter Bestandteil der plattenartigen Teilchen ist.



**Abb. (11):** EDX-Spektren von einer Gruppe solcher dünner plattenartiger Teilchen (**a**), sowie von einer Gruppe solcher weißlicher Partikel (**b**), wie sie auf den mit starker Vergrößerung gemachten RE-Aufnahmen der roten Schicht zu sehen sind (siehe Abbildungen **8a** – **8d**).

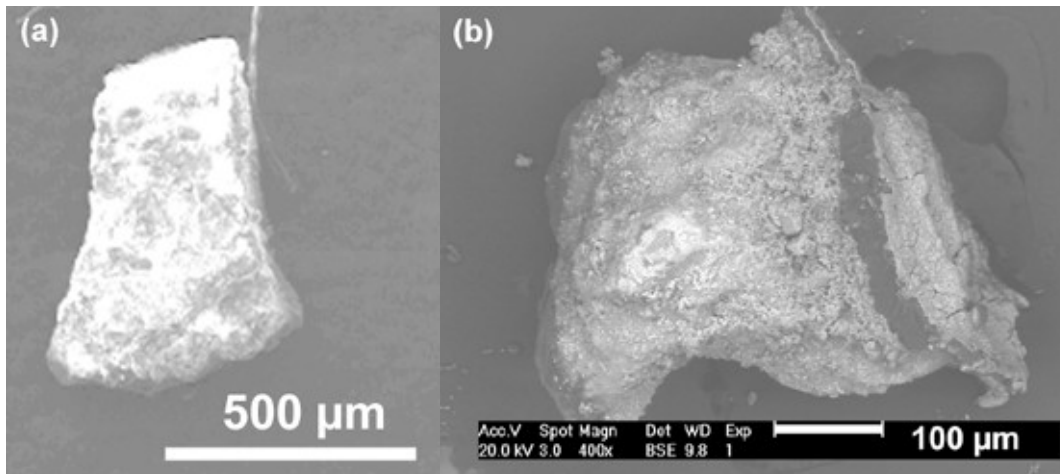
Die einheitlich polyedrische Erscheinung der stark eisenhaltigen Körnchen und deren einheitlich rhombische Seitenflächen [Engl.: consistently rhombic-shaped, faceted appearance] legen es sehr nahe, dass es sich bei den Körnchen um eine kristalline Substanz handelt. Diese Ergebnisse zeigen, dass sich die rot/grauen dünnen Plättchen aus den verschiedenen WTC-Staubproben in ihrer chemischen Zusammensetzung und in ihrem strukturellen Aufbau außerordentlich ähnlich sind. Es wurde auch nachgewiesen, dass es in der roten Schicht eine enge Vermischung der eisenreichen Körnchen mit den

plattenartigen Aluminium/Silizium-Teilchen gibt und dass die Körnchen und die plattenartigen Teilchen in eine kohlenstoffreiche Grundmasse eingebettet sind.

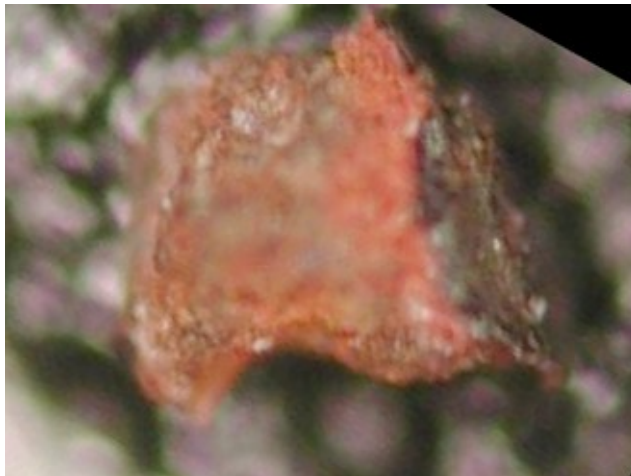
## **2. Untersuchung der roten Schicht unter Verwendung des Lösungsmittels Methylethylketon**

Die chemische Zusammensetzung der in der roten Schicht zu findenden unterschiedlichen Teilchen konnte genauer bestimmt werden, indem das Material in die unterschiedlichen Bestandteile aufgetrennt wurde. Das anfängliche Ziel war es, das Materialverhalten der roten Schicht mit dem Materialverhalten von Farbe zu vergleichen. Dazu wurden beide Stoffe in ein starkes organisches Lösungsmittel eingelegt, von dem bekannt ist, dass es Farbe aufweicht und an- oder auflöst. Rot/grau dünne Plättchen wurden unter häufigem Bewegen für 55 Stunden in Methylethylketon (MEK) eingelegt und anschließend für mehrere Tage an der Luft getrocknet. Die rote Schicht der Plättchen war nach dieser Behandlung deutlich aufgequollen, doch zeigte sich keine offensichtliche Auflösung. Im deutlichen Gegensatz dazu wurden Farbplättchen aufgeweicht, sowie teilweise aufgelöst, wenn sie in gleicher Weise in MEK eingelegt wurden. Es stellte sich nach der MEK-Behandlung heraus, dass es in dem roten Material der Plättchen zu einer signifikanten Migration und Abscheidung von Aluminium gekommen war. Dies erlaubte es uns zu untersuchen, ob ein Teil des Aluminiums in elementarer Form vorliegt.

Das dünne Plättchen, das für dieses Experiment benutzt wurde, war aus Staubprobe 2 entnommen worden. Es ist auf den unten stehenden Abbildungen gezeigt. Abbildung (12a) zeigt eine SE-Aufnahme des dünnen Plättchens, bevor es in MEK eingelegt wurde. Es ist so positioniert, dass sich die Berührungsfläche von roter und grauer Schicht annähernd parallel zur Bildebene befindet. Abbildung (12b) zeigt eine RE-Aufnahme von dem Plättchen nachdem es in MEK eingelegt worden war. Man beachte, dass das Plättchen während der MEK-Behandlung und bei Berührung zerbrach. Auf dieser Aufnahme sind rote Schicht und graue Schicht nebeneinander zu sehen, die Berührungsfläche der beiden Schichten steht senkrecht, die graue Schicht befindet sich rechts im Bild. Nach Augenschein ließ sich erkennen, dass die rote Schicht des Plättchens über der grauen Schicht auf ungefähr das Fünffache ihrer ursprünglichen Dicke aufgequollen war. Die lichtmikroskopische Aufnahme in Abbildung (13) zeigt ebenfalls das Plättchen nach der MEK-Behandlung. Man kann erkennen, dass die rote Schicht über der grauen Schicht an Dicke zugenommen hat.

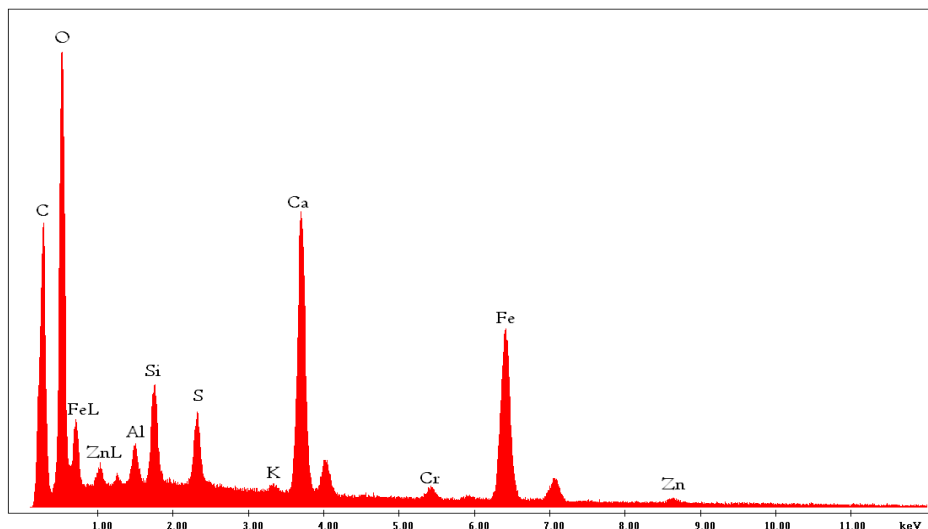


**Abb. (12):** SE-Aufnahmen des rot/grauen Plättchens, das für 55 Stunden in Methylethylketon eingelegt wurde: (a) vor der Behandlung und (b) nach der Behandlung mit MEK.



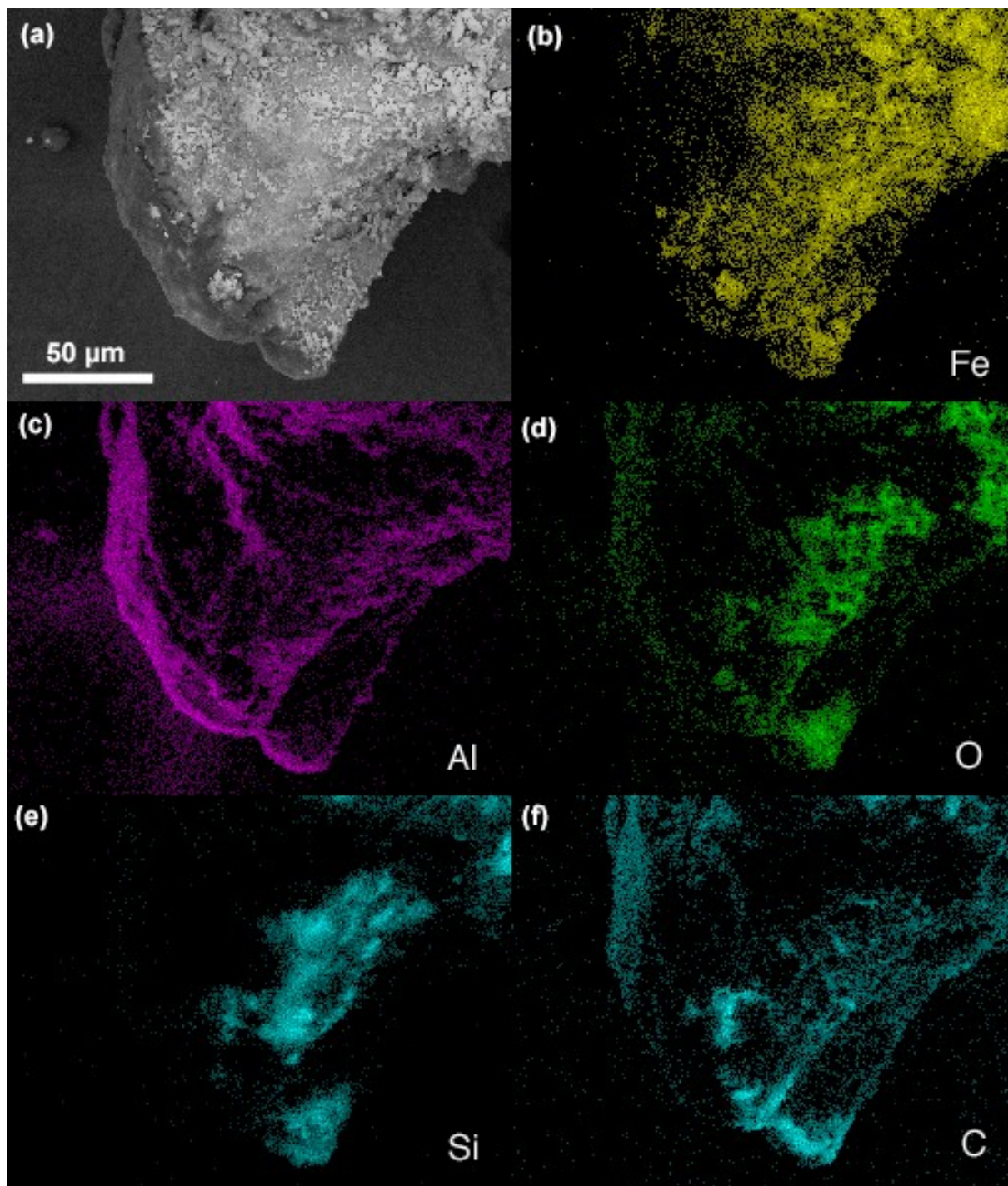
**Abb. (13):** Lichtmikroskopische Aufnahme des mit MEK behandelten rot/grauen Plättchens.

Vor dem Einlegen des dünnen Plättchens in MEK war von einem Bereich der Oberfläche der roten Schicht ein EDX-Spektrum aufgenommen worden. Das in Abbildung (14) gezeigte resultierende Spektrum weist die erwarteten Peaks für Eisen/Fe, Silizium/Si, Aluminium/Al, Sauerstoff/O und Kohlenstoff/C auf. Weitere Peaks zeigten sich für Kalzium, Schwefel, Zink, Chrom und Kalium. Das Vorhandensein dieser Elemente könnte auf eine Oberflächenkontamination zurückzuführen sein, da die Analyse auf der ungereinigten Oberfläche der roten Schicht durchgeführt wurde. Die hohen Peaks für Kalzium und Schwefel könnten sich auf eine Kontamination durch Gips von pulverisierten Gipskartonplatten aus den Gebäuden zurückführen lassen.



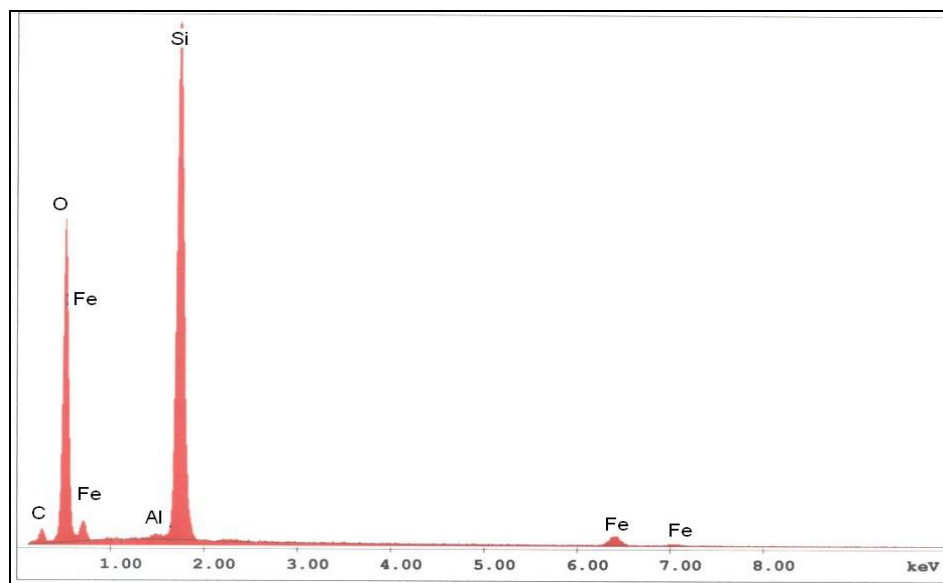
**Abb. (14):** EDX-Spektrum der roten Schicht vor dem Einlegen in MEK. Man beachte die Anwesenheit von Zink und Chrom. Beide Elemente waren wiederholt in den roten Schichten nachzuweisen. Die hohen Peaks für Kalzium und Schwefel könnten sich auf eine Oberflächenkontamination durch Gipskartonplattenmaterial zurückführen lassen.

Mit einer Beschleunigungsspannung von 10 kV wurden XEDS-Karten des aufgequollenen roten Materials erstellt, um die nach der MEK-Behandlung gegebene räumliche Verteilung der verschiedenen Elemente feststellen zu können. Die in Abbildung (15) gezeigten Messergebnisse repräsentieren Bereiche wo Eisen, Aluminium und Silizium konzentriert vorliegen. Die Messwerte zeigen an, dass in Bereichen mit hoher Silizium- oder Eisenkonzentration auch Sauerstoff konzentriert ist. Andererseits gibt es auch Bereiche, wo Aluminium konzentriert ist, ohne dass ein entsprechend hoher Sauerstoffanteil vorliegt. Zur Bestätigung dieser Beobachtungen, sowie zur quantitativen Bestimmung der Anteile der einzelnen Elemente wurden EDX-Spektren von typischen Bereichen mit hoher Silizium-, Aluminium- beziehungsweise Eisen-Konzentration aufgenommen (siehe unten).



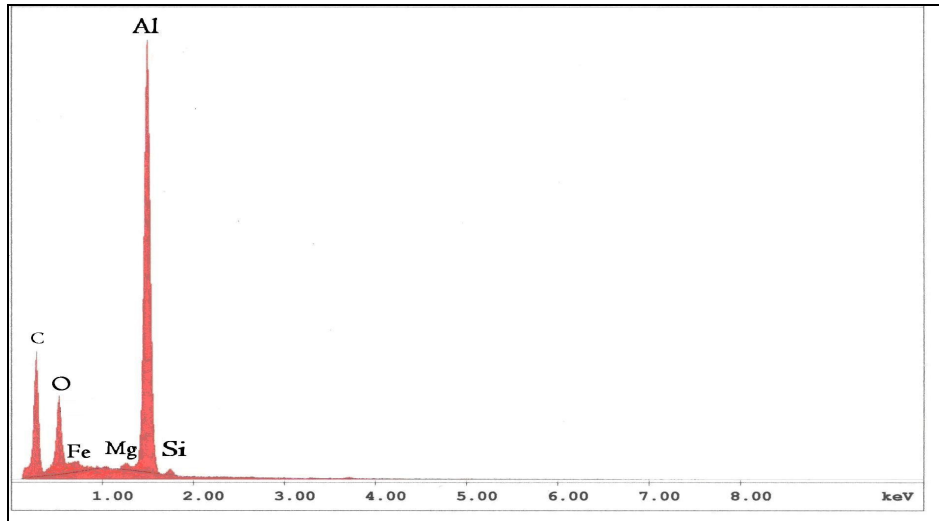
**Abb. (15):** (a) RE-Aufnahme und (b) – (f) dazugehörige XEDS-Karten der roten Schicht des Plättchens, das für 55 Stunden in Methylethylketon eingelegt war. Gezeigt sind hier die Karten für (b) Eisen/Fe, (c) Aluminium/Al, (d) Sauerstoff/O, (e) Silizium/Si und (f) Kohlenstoff/C.

Als der Elektronenstrahl auf einen siliziumreichen Bereich gerichtet wurde fanden wir Silizium und Sauerstoff, aber nur wenig an anderen Elementen (Abbildung 16). Der zu untersuchende Bereich wurde mittels der XEDS-Karte für Silizium (siehe Abb. 15e) ausgewählt. Offensichtlich hatte das Lösungsmittel die Struktur der Grundmasse, die die verschiedenen Teilchen fixiert, beeinträchtigt, so dass es zu einer gewissen Migration und Separierung der Bestandteile kommen konnte. Das ist ein wichtiges Ergebnis, denn es bedeutet, das Aluminium und Silizium nicht chemisch miteinander verbunden sind.



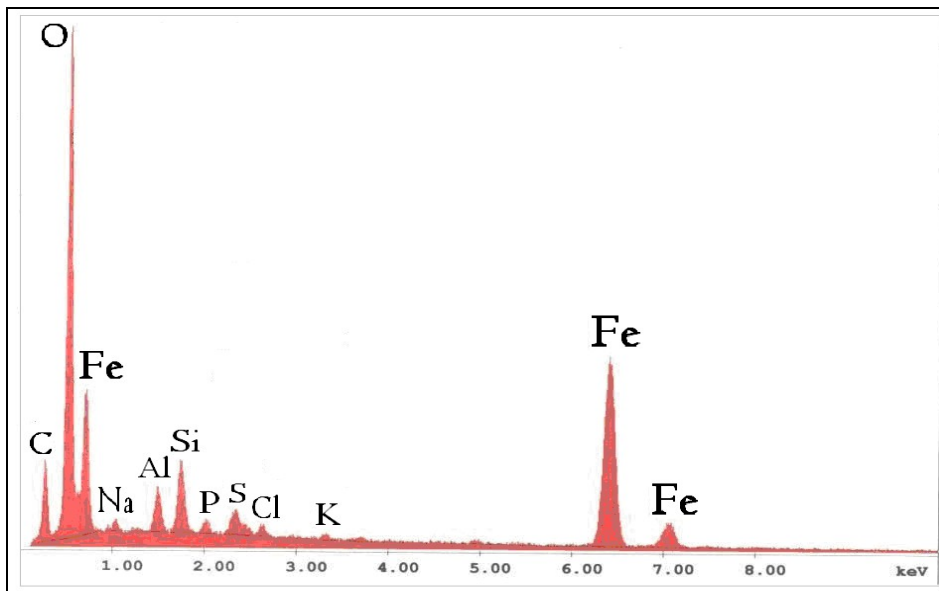
**Abb. (16):** EDX-Spektrum eines siliziumreichen Bereiches auf der porösen roten Grundmasse des mit Methylethylketon behandelten roten Materials.

Das EDX-Spektrum in Abbildung (17) wurde von einem Bereich mit hoher Aluminiumkonzentration gemacht. Unter Verwendung eines etablierten Verfahrens zur quantitativen Analyse wurde festgestellt, dass die Menge des vorliegenden Aluminiums die Menge des vorliegenden Sauerstoffs signifikant übersteigt (im Verhältnis von ungefähr 3:1). Demzufolge ist, während ein Teil des Aluminiums oxidiert sein mag, nicht ausreichend Sauerstoff vorhanden, als dass das gesamte Aluminium an Sauerstoff gebunden vorliegen könnte; ein Teil des Aluminiums in dem roten Material muss deshalb in elementarer Form vorliegen. Das ist ein bedeutendes Resultat. Aluminiumpartikel sind unabhängig von ihrer Größe mit einer Schicht aus Aluminiumoxid überzogen, und in Anbetracht des sehr hohen Oberflächen- zu Volumenverhältnisses dieser sehr kleinen Partikel ist daher zu erwarten, dass ein erheblicher Sauerstoffanteil zusammen mit dem Aluminium vorzufinden ist.



**Abb. (17):** Mit einer Beschleunigungsspannung von 10 kV erzeugtes EDX-Spektrum eines Bereiches der mit Methylethylketon behandelten roten Schicht. Das betrachtete Volumenelement der Probe befindet sich in einem Bereich, der eine hohe Aluminiumkonzentration aufweist.

Danach wurde ein Bereich mit besonders hoher Eisenkonzentration analysiert, dies erbrachte das in Abbildung (18) gezeigte EDX-Spektrum.



**Abb. (8):** Ein mit einer Beschleunigungsspannung von 15 kV aufgenommenes EDX-Spektrum eines Bereiches der mit Methylethylketon behandelten roten Schicht. Das betrachtete Volumenelement der Probe befindet sich in einem Bereich, der eine hohe Eisenkonzentration aufweist.

Sauerstoff lässt sich sehr beständig in hoher Konzentration zusammen mit Eisen in dem roten Material nachweisen, selbst nachdem das Material in dem Lösungsmittel Methylethylketon eingelegt worden war (Abbildung 15). Auf dem in Abbildung (18) gezeigten Spektrum ist ein Sauerstoff-Überschuss im Verhältnis zu Eisen festzustellen.

Basierend auf einer quantitativen Auswertung der EDX-Spektren unter Berücksichtigung einer Bindung von Anteilen des Sauerstoffs an in Spuren vorhandene andere Elemente, lässt sich für das Spektrum in Abbildung (18) ein Eisen/Sauerstoff Verhältnis von ungefähr 2:3 feststellen. Dies weist nach, dass das Eisen oxidiert ist und offenbar in der Oxidationsstufe III vorliegt, was anzeigt, dass  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  vorhanden ist, oder vielleicht ein Eisen-(III)-Sauerstoff-verbrücktes Polymer.

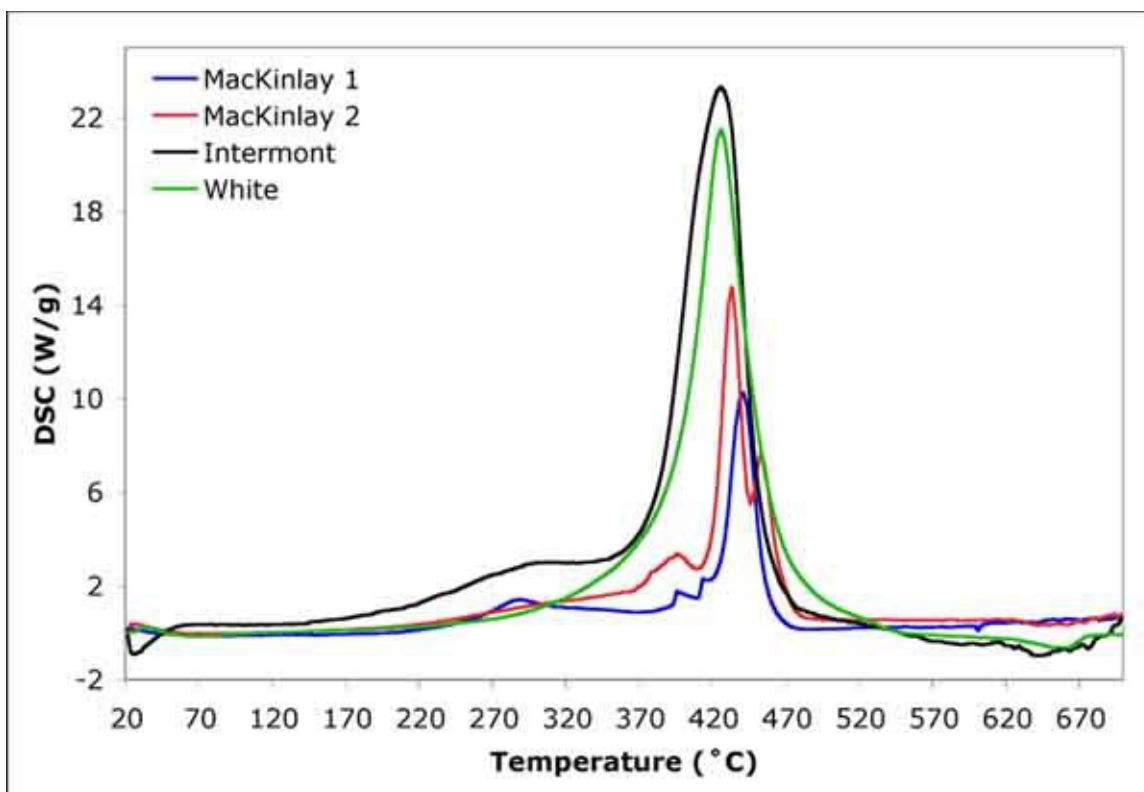
Um die zur quantitativen Auswertung verwendete Methode zu überprüfen, wurden Tests mit reinem Eisen-(III)-oxid durchgeführt. Es konnte festgestellt werden, dass die verwendete Methode konsistente und reproduzierbare Ergebnissen für die Mengenanteile von Eisen und Sauerstoff liefert. Insbesondere führten wir acht 50-Sekunden-Messungen an  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  Proben durch. Wir erhielten konsistente Ergebnisse für Eisen ( $\pm 6,2\%$ , 1 sigma) und für Sauerstoff ( $\pm 3,4\%$ , 1 sigma) bei einem Sauerstoff/Eisen-Verhältnis, das konsistent in der Nähe des zu erwartenden Wertes von 1,5 lag.

Das Vorhandensein von Eisenoxid und elementarem Aluminium führt zu der naheliegenden Hypothese, dass das Material Thermit enthalten könnte. [Thermit ist eine Mischung aus Eisenoxid und Aluminiumpulver (in der üblicherweise verwendeten Mischung). In einer stark exothermen Reaktion reagiert diese Mischung zu Aluminiumoxid und Eisen. Das Eisen liegt aufgrund der freiwerdenden Energie in flüssiger Form vor. – A. d. Ü.] Zur Überprüfung dieser Hypothese waren weitere Untersuchungen nötig. Zum Beispiel stellte sich die Frage, wie sich das Material verhält, wenn es in einem empfindlichen Kalorimeter erhitzt wird. Wenn ein Material bei einem solchen Test nicht heftig reagiert, dann könnte der Einwand vorgebracht werden, dass das Material kein wirkliches Thermit sei, selbst wenn die *Bestandteile* von Thermit vorhanden sind.

### 3. Thermische Analyse mittels Dynamischer Differenzkalorimetrie

Die rot/grauen dünnen Plättchen wurden in einem Dynamischen Differenzkalorimeter (Differential-Scanning-Calorimeter, DSC) erhitzt. Die in Abbildung (19) dargestellten Messergebnisse zeigen, dass sich alle getesteten rot/grauen Plättchen (aus verschiedenen WTC-Staubproben) im Temperaturbereich von 415-435 °C entzündeten. Die für jedes der exothermen Ereignisse freigesetzte Energie kann mittels des Integrals über der Zeit unter dem scharfen Peak abgeschätzt werden. Die Energiefreisetzung wurde auf ungefähr 1,5 kJ/g, 3 kJ/g, 6 kJ/g bzw. 7,5 kJ/g geschätzt (hier nach der Höhe der Peaks geordnet angegeben, beginnend mit dem kleinsten Peak). Schwankungen bei der Höhe der Peaks und auch bei der geschätzten freigesetzten Energie sind keineswegs überraschend, da die zur Skalierung der Peaks verwendete Masse auch die Masse der grauen Schicht einschloss. Es wurde festgestellt, dass die graue Schicht zum Großteil aus Eisenoxid besteht, so dass sie höchstwahrscheinlich nicht zu den exothermen Ereignissen beitrug; gleichzeitig variierte aber der Anteil der grauen Schicht an der Gesamtmasse in den einzelnen Plättchen stark.

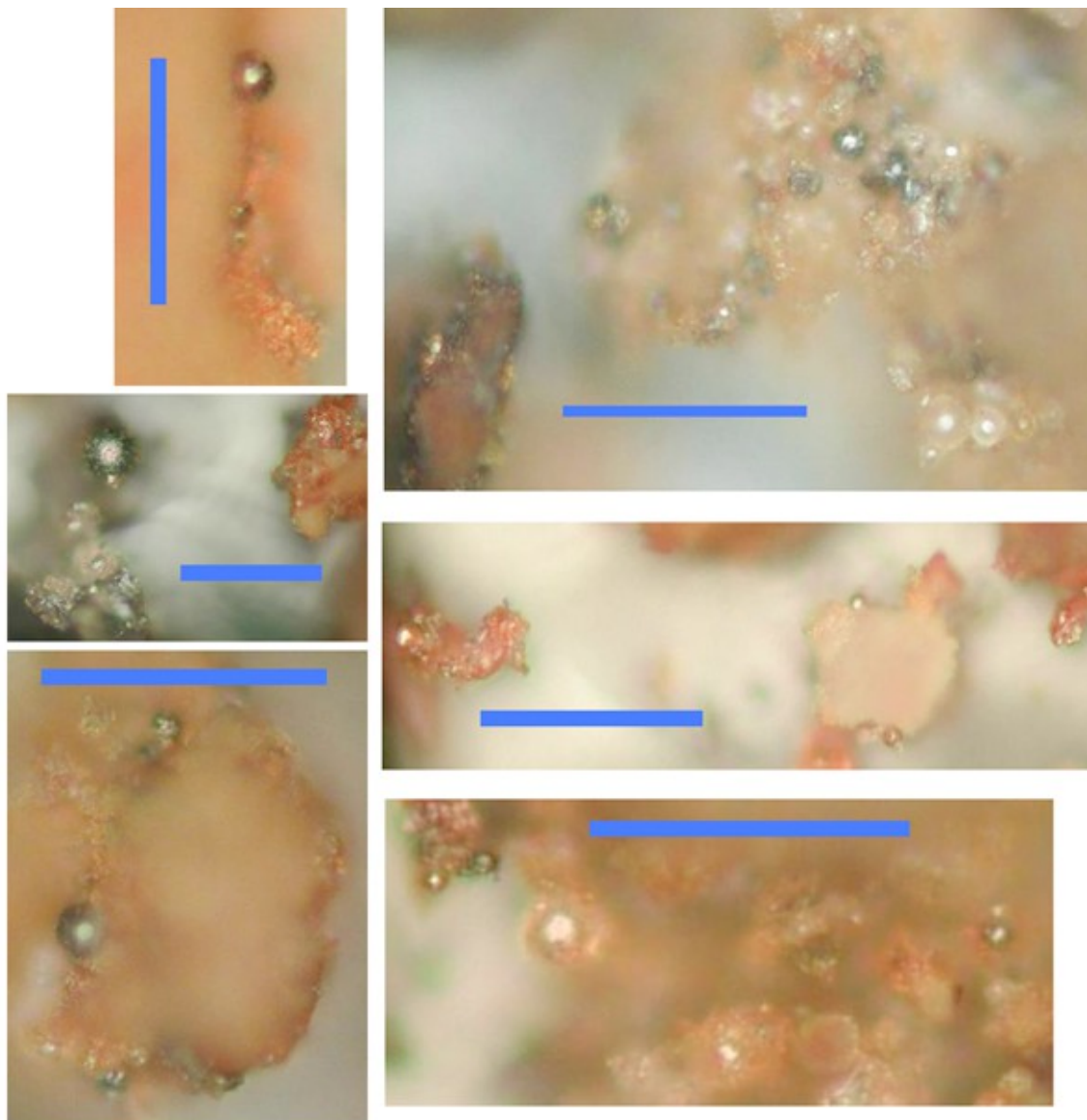




**Abb. (19):** Messkurve des Dynamischen Differenzkalorimeters (DSC) für vier Proben von aus dem gesammelten WTC-Staub isolierten rot/grauen Plättchen.

#### **4. Beobachtung der Bildung von stark eisenhaltigen Kügelchen, nachdem sich die rot/grauen Plättchen in einem Dynamischen Differenzkalorimeter umgesetzt hatten**

In den im Dynamischen Differenzkalorimeter nach der Umsetzung vorgefundenen Rückständen wurden poröses, verkohltes Material, sowie zahlreiche Mikrokügelchen und kugelähnliche Gebilde (Sphäroide) festgestellt. Viele dieser Mikrokügelchen und Sphäroide wurden analysiert. Es wurden eisenreiche Mikrokügelchen nachgewiesen, die unter dem Lichtmikroskop glänzend und silbrig erscheinen, sowie siliziumreiche Mikrokügelchen, die durchsichtig oder lichtdurchlässig erscheinen, wenn sie bei Weißlicht betrachtet werden; siehe dazu die mit einem Nikon-Mikroskop gemachten lichtmikroskopischen Aufnahmen (Abb. 20).

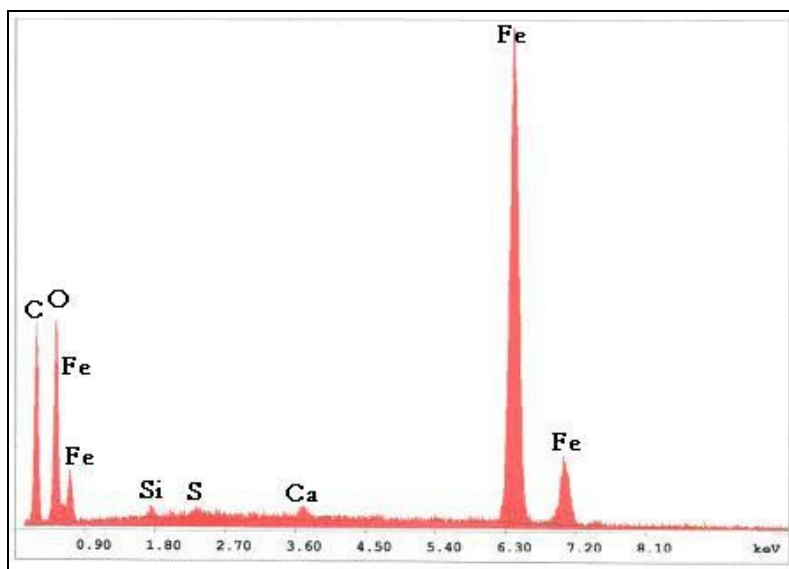
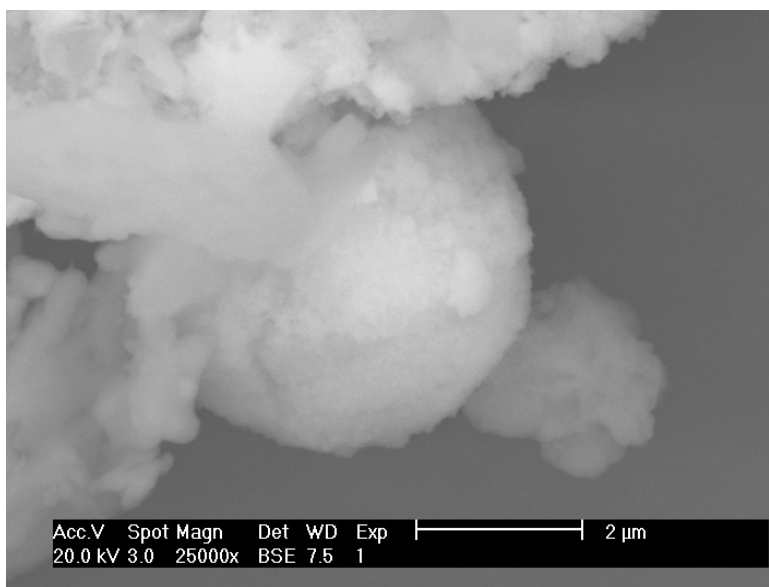


**Abb. (20):** Lichtmikroskopische Aufnahmen von Rückständen rot/grauer Plättchen, die sich im DSC entzündet hatten. Man beachte die metallisch-glänzenden, sowie auch die lichtdurchlässigen Kügelchen. Die Länge der blauen Maßstabsbalken beträgt 50  $\mu\text{m}$ .

Die reichlich vorhandenen eisenreichen Kügelchen sind hier von besonderem Interesse; keines dieser Kügelchen war in diesen dünnen Plättchen vor der DSC-Erhitzung festgestellt worden. In Anbetracht der hohen Schmelzpunkte von Eisen und Eisenoxid [5] beweisen die eisenreichen Kügelchen bereits, dass sehr hohe Temperaturen erreicht wurden. Diese Temperaturen müssen weit über der am DSC als maximale Erhitzungstemperatur eingestellten Temperatur von 700 °C gelegen haben. Diese hohen Temperaturen zeigen, dass eine chemische Reaktion stattgefunden haben muss.

Mittels RE-Aufnahmen wurden eisenreich erscheinende Kügelchen aus den im DSC vorgefundenen Reaktionsrückständen ausgewählt. Ein Beispiel für ein solches

eisenreiches Kügelchen ist auf der RE-Aufnahme in Abb. (21) zusammen mit dem dazugehörigen EDX-Spektrum dieses Kügelchens zu sehen.



**Abb. (21):** Ein eisenreiches Sphäroid, das im DSC-Rückstand gefunden wurde, und das dazugehörige EDX-Spektrum. Der Kohlenstoff-Peak im Spektrum muss als nicht aussagekräftig interpretiert werden, da diese Probe mit einer dünnen Kohlenstoffbeschichtung versehen worden war, um ein Aufladen der Probe unter dem Elektronenstrahl auszuschließen.

Ein etabliertes Verfahren zur quantitativen Analyse wurde benutzt, um den Gehalt der einzelnen Elemente abzuschätzen. Im Falle des eisenreichen Sphäroids von Abb. (21) übersteigt der Eisenanteil den Sauerstoffanteil ungefähr um den Faktor 2, daher muss eine beträchtliche Menge des Eisens in elementarer Form vorliegen. Dieses Ergebnis ergab sich auch bei der Untersuchung anderer eisenreicher Sphäroide aus den DSC-Rückstandsproben, sowie bei der Untersuchung von in den Rückständen zu findenden eisenreichen Strukturen, die sich nicht zu Kügelchen geformt hatten. Es wurden Sphäroide mit einem Eisen/Sauerstoff Verhältnis von bis zu ca. 4:1 festgestellt. In den DSC-Rückständen wurden auch eisenreiche Kügelchen gefunden, die neben Eisen auch Aluminium und Sauerstoff enthielten (siehe unten, Abschnitt „Diskussion“).

Dass es tatsächlich zu Thermit-Reaktionen (und zur Entzündung durch das Aufheizen) im Dynamischen Differenzkalorimeter in den rot/grauen dünnen Plättchen kam, wird durch die Kombination folgender Beobachtungen bestätigt: (1) Bei ca. 430 °C treten stark energetische Reaktionen auf. (2) Es bilden sich eisenreiche Kügelchen. Dies bedeutet, dass das Produkt so heiß gewesen sein muss (über 1400 °C für Eisen sowie Eisenoxid), dass es flüssig vorlag. (3) Es bilden sich Kügelchen, Sphäroide, sowie nicht kugelförmige Rückstände, in denen der Eisenanteil den Sauerstoffanteil übersteigt. [Energetische Reaktion: eine Reaktion bei der sehr viel Energie in sehr kurzer Zeit freigesetzt wird. – A. d. Ü.] In diesen Rückständen findet sich signifikant viel elementares Eisen, genauso wie man es nach einer thermitischen Redox-Reaktion zwischen Aluminium und Eisenoxid erwartet.

Die Beweise dafür, dass der WTC Staub reaktionsfähiges, stark energetisches thermitisches Material enthält, sind zwingend. [„energetic materials“ ~ „energetische Materialien“; Es handelt sich um eine Sammelbezeichnung für Pyrotechnika, Treibladungen und Explosivstoffe. Pyrotechnika sind Stoffe, die in einer energetischen Reaktion Hitze, Licht, Rauch und/oder Lärm erzeugen. – A. d. Ü.]

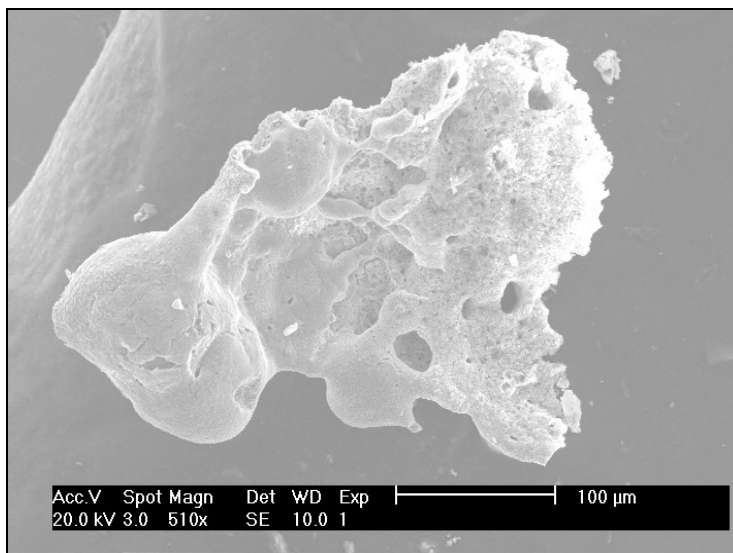
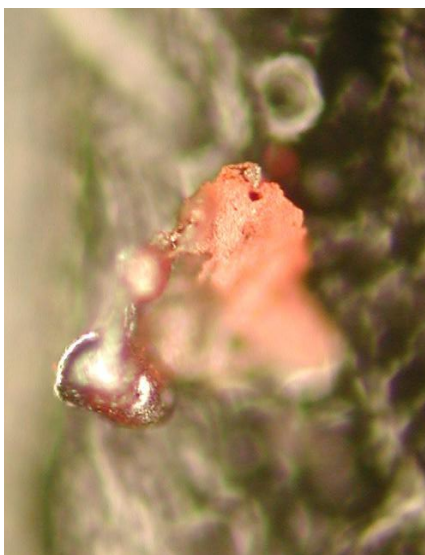
## 5. Entzündungs- und Brenntests

Das im Rahmen dieser Studie benutzte DSC erlaubte keine Sichtkontrolle der energetischen Reaktion. Deshalb wurden auch Untersuchungen durchgeführt, in denen rot/grau Plättchen einer kleinen Oxyacetylenflamme ausgesetzt wurden. Die Proben wurden entweder auf einem Graphitblock liegend erhitzt (Abb. 22) oder mit einer Pinzette in die Flamme gehalten. Auch mehrere Farbproben wurden in der heißen Flamme erhitzt. Die Farbproben wurden dabei jeweils umgehend zu Asche reduziert. Doch keines der rot/grauen Plättchen aus dem WTC-Staub wurde in der heißen Flamme zu Asche reduziert. Das erste der so getesteten rot/grauen Plättchen aus dem WTC-Staub hatte eine Größe von ca. 1 mm x 1 mm. Nachdem das Plättchen einige Sekunden erhitzt worden war, wurde der mit hoher Geschwindigkeit erfolgende Ausstoß eines heißen Teilchens unter der Hand der Person, die den Gasbrenner hielt, beobachtet (Abbildung 22). Das intensive Aufleuchten und die strahlend orange Färbung des Teilchens bewiesen dessen hohe Temperatur. Der Versuch, dieses winzige Reaktionsprodukt zu finden, war erfolglos. Ein kurzer Videoclip des Experiments (einschließlich Zeitlupe) ist hier zu sehen: [http://journalof911studies.com/volume/2008/oxy\\_redchip\\_slow.mov](http://journalof911studies.com/volume/2008/oxy_redchip_slow.mov)



**Abb. (22):** Die Flamme eines kleinen Gasbrenners wurde an ein winziges rot/graues Plättchen gehalten. Nach einigen Sekunden erfolgte der Ausstoß von Material. Auf der Videoaufnahme ist dieser Ausstoß von Material als oranger horizontaler Streifen sichtbar, der auf die Hand des Mitarbeiters zuläuft (Standbilder aus dem oben erwähnten Video).

In einem weiteren Entzündungs- und Brenntest konnte das Endprodukt geborgen werden. Abbildung (23) zeigt es in einer lichtmikroskopischen Aufnahme, sowie unter dem Rasterelektronenmikroskop. Die Bildung von eisenreichen Halbkügelchen zeigt auch hier wieder an, dass der Rückstand geschmolzen vorgelegen haben muss, da die flüssige Substanz durch die Oberflächenspannung in kugelige Formen gebracht werden konnte. Die mittels DSC-Analyse erbrachten Beweise belegen allerdings zwingender, dass tatsächlich eine Thermit-Reaktion stattgefunden hat, weil in diesem Fall eine Umsetzung festgestellt wurde, obwohl das Material auf nicht mehr als 430 °C erhitzt worden war.



**Abb. (23):** Silbrig-graue Sphäroide waren nach dem Brenntest eines rot/grauen Plättchens aus Probe 1 zu sehen, ein Teil des porösen roten Materials blieb erhalten (links). Rechts: Eine REM-Aufnahme dieser Sphäroide und des porösen roten Materials.  
**DISKUSSION**

Es wurde festgestellt, dass sämtliche untersuchte Staubproben rot/grau Plättchen enthalten. Die Plättchen zeichnen sich aus durch eine rote Schicht, in der mittels XEDS Kohlenstoff, Sauerstoff, Aluminium, Silizium und Eisen nachgewiesen wurden, sowie eine graue Schicht, worin hauptsächlich Eisen und Sauerstoff nachgewiesen wurden. Die Mengenverhältnisse, mit der diese Elemente in den einzelnen Schichten vorliegen, sind sich insbesondere dann ähnlich, wenn die Analyse an sauberen Bruchflächen ausgeführt wurde. Die Rückstreuелеktronenaufnahmen machen die Konsistenz der roten Schichten sichtbar, da auf ihnen die Größe und Morphologie der Teilchen, die in der Hauptmasse der roten Schicht enthalten sind, erkennbar sind. Die Ergebnisse zeigen klar die Ähnlichkeiten der rot/grauen Plättchen aus den verschiedenen Staubproben aller vier Fundorte.

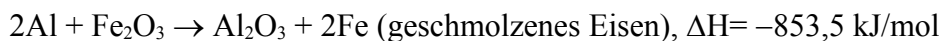
Unsere Ergebnisse werfen eine Anzahl von Fragen auf.

### **1. Wie viel von dem energetischen roten Material überdauerte die Zerstörung des WTC?**

Der Anteil der rot/grauen Plättchen an der von J. MacKinlay gesammelten Probe wurde annäherungsweise bestimmt. Aus einer Staubprobe von 1,6 g, aus der leicht erkennbare Fragmente von Glas und Beton bereits mit der Hand entfernt worden waren, wurden fünfzehn kleine Plättchen mit einer Gesamtmasse von 1,74 mg isoliert. Demnach betrug der Anteil der rot/grauen Plättchen am Gewicht des abgetrennten Staubes ca. 0,1 %. Bei einer weiteren Stichprobe ließen sich 69 kleine, rot/grau Plättchen in einer Probe von 4,9 g abgetrennten Staubs erkennen. Weitere Proben werden für eine Verfeinerung der Schätzung analysiert. Der Einsturz der WTC-Türme verursachte enorme Staubwolken, deren Gesamtgewicht schwer zu bestimmen ist. Aufgrund der in den Stichproben gefundenen Anteile rot/grauer Plättchen ist es aber klar, dass deren Gesamtmenge im Staub des WTC erheblich gewesen sein muss.

## 2. Ist das rote Material thermitisch?

Unsere Beobachtungen zeigen, dass das rote Material erhebliche Mengen an Aluminium, Eisen und Sauerstoff enthält, wobei diese Elemente sehr fein vermischt beziehungsweise in chemischer Bindung vorliegen. Im Material der in MEK eingelegten Probe lies sich deutlich eine Abscheidung von Aluminium feststellen, das von den anderen Elementen weg abwanderte und sich ansammelte, und wir stellten fest, dass Eisenoxid und elementares Aluminium vorhanden sein müssen. In den nach den Reaktionen im DSC vorgefundenen Rückständen fanden wir Kügelchen, die im Ausgangsmaterial nicht vorhanden waren. Viele dieser Kügelchen hatten einen hohen Eisenanteil, und elementares Eisen fand sich auch anderweitig im Reaktionsrückstand. Die DSC-Messkurven zeigen, dass die rot/grauen Plättchen bereits bei Temperaturen heftig reagieren, die sowohl unter dem Schmelzpunkt von Aluminium liegen, als auch unter der Entzündungstemperatur von ultrafeinkörnigem (UFG) Aluminium in Luft. [18] Diese Beobachtungen brachten uns das im Lawrence Livermore National Laboratory und anderswo hergestellte Nanothermit in Erinnerung. Die dazu veröffentlichten Artikel beschreiben Nanothermit-Komposite, die UFG-Aluminium und Eisenoxid in enger Mischung aufweisen und die als Pyrotechnika oder Explosivstoffe Anwendung finden könnten [19-21]. In der typischen Thermit-Reaktion reagiert Aluminium mit einem Metalloxid, wie in dieser Reaktion von Aluminium mit Eisenoxid:



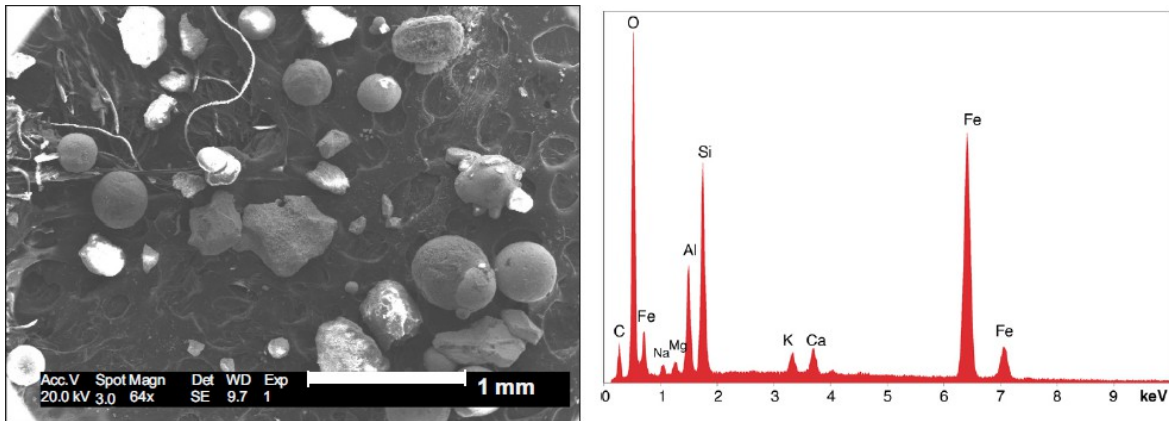
Handelsübliches Thermit verhält sich wie ein Brandsatz, wenn es angezündet wird. [6]. Aber wenn die Ausgangsstoffe ultrafeinkörnig (UFG) und eng vermischt vorliegen, reagiert dieses „Nano-Thermit“ sehr schnell, sogar explosiv und wird mitunter als „Super-Thermit“ bezeichnet. [20, 22]

Wir würden das Material der roten Schicht gerne eingehend mit bekannten Super-Thermit Kompositen vergleichen, ebenso die jeweiligen Reaktionsprodukte. Da es High-Tech Thermit aber in zahlreichen Varianten gibt, muss dieser Vergleich auf eine zukünftige Studie verschoben werden. Hier seien einstweilen die Reaktionsrückstände der rot/grauen Plättchen mit den Reaktionsrückständen von handelsüblichem (Makro-) Thermit verglichen. Wir haben bei der Reaktion von Thermit beobachtet, dass viele Kügelchen und Sphäroide gebildet werden, wenn ein Teil des geschmolzenen Reaktionsproduktes energisch zerstäubt wird. Tröpfchen des geschmolzenen Materials neigen aufgrund der Oberflächenspannung dazu, kugelförmig zu werden. Da sie klein sind, kühlen sie rasch ab und werden, noch während sie durch die Luft fallen, fest. Daher bleibt ihre Kugelform erhalten.

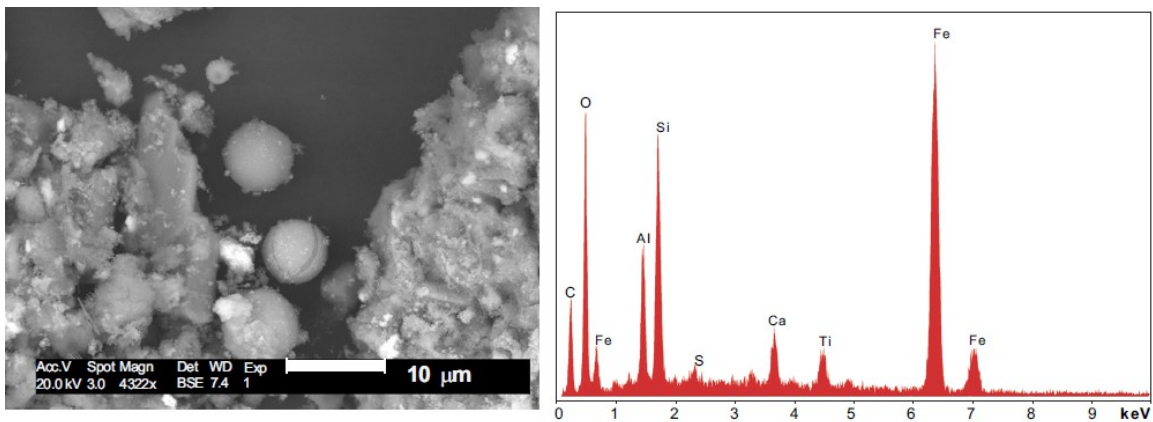
Um Vergleiche der Reaktionsrückstände rot/grauer Plättchen mit den Reaktionsrückständen von handelsüblichem Thermit zu erleichtern, stellen wir hier die entsprechenden Aufnahmen sowie EDX-Spektren gegenüber.

### Bilder von Kügelchen

### EDX- Spektren der Kügelchen

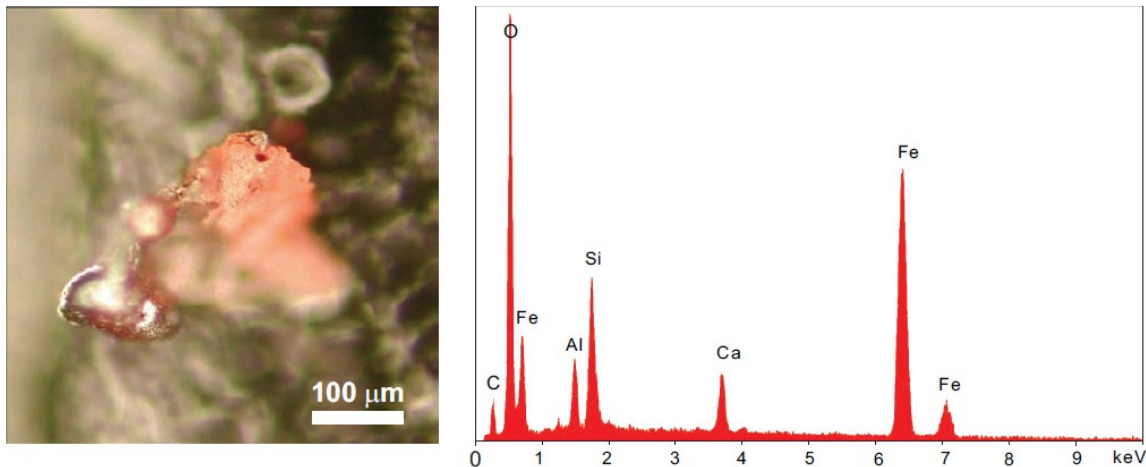


**Abb. (24):** Bei der Reaktion von handelsüblichem Thermit gebildete Kügelchen, mit dazugehörigem repräsentativen EDX-Spektrum.



**Abb. (25):** Bei der Reaktion von rot/grauen Plättchen im DSC gebildete Kügelchen, mit dazugehörigem repräsentativen EDX-Spektrum. (Allerdings wurden auch Kügelchen, die hauptsächlich aus Eisen bestehen und wenig Sauerstoff enthalten, in den Rückständen gefunden).

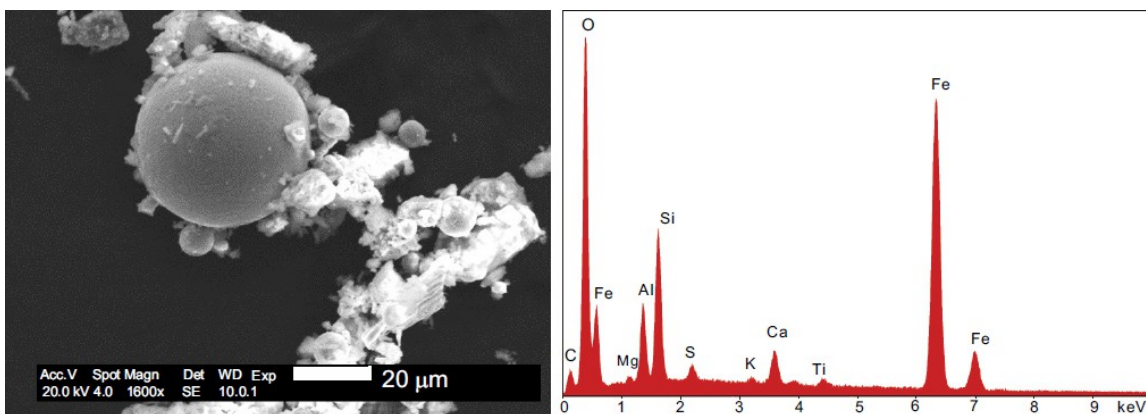




**Abb. (26):** Reaktionsrückstand eines rot/grauen Plättchens nach dem Brenntest; EDX-Spektrum des Mikrokügelchens, das im Bild am weitesten links zu sehen ist.

Wir stellen fest, dass die sphäroidförmigen Reaktionsrückstände der rot/grauen Plättchen (Abb. 25, 26) eine auffallend ähnliche chemische Signatur aufweisen wie ein typisches EDX-Spektrum der von handelsüblichem Thermit gebildeten Kügelchen (Abb. 24). Diese Ähnlichkeit unterstützt unsere Hypothese, dass es sich bei dem roten Material der rot/grauen Plättchen tatsächlich um eine Form von Thermit handelt.

Neben den rot/grauen Plättchen sind von unserer Gruppe auch viele kleine Kügelchen im WTC-Staub gefunden worden. Wie bereits in einem früheren Artikel ausgeführt wurde, enthalten diese dieselben Elemente wie die Rückstände von Thermit [5]. Wir zeigen hier Aufnahmen von Kügelchen, die im WTC-Staub gefunden wurden (Abb. 27) und ein repräsentatives EDX-Spektrum eines solchen Kügelchens (Abb. 28). Man vergleiche diese Ergebnisse mit denen für Reaktionsrückstände von handelsüblichem Thermit und für Reaktionsrückstände der rot/grauen Plättchen (siehe oben).



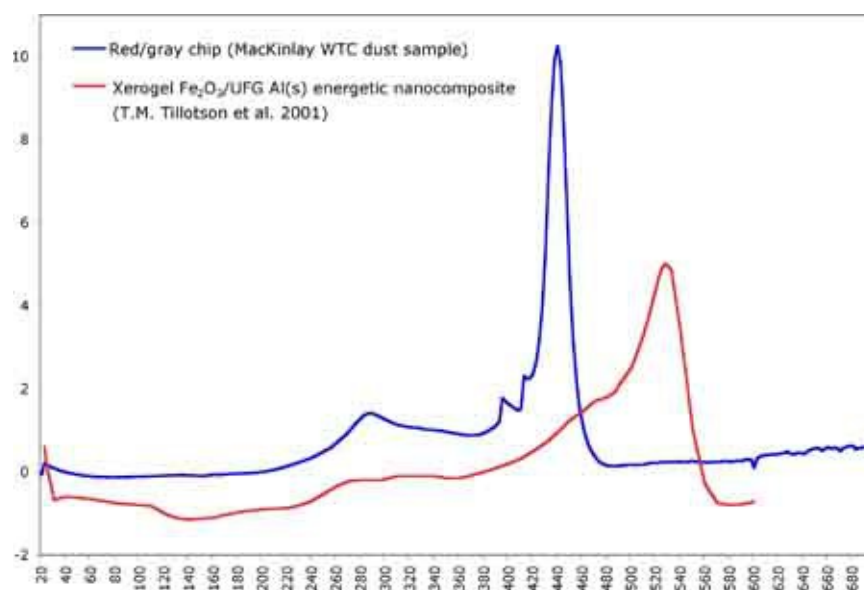
**Abb. (27) und (28):** Aus dem WTC-Staub isolierte Kügelchen. EDX-Spektrum von einem der aus dem WTC-Staub isolierten Kügelchen.

### 3. Könnte es sich bei dem roten Material um nicht umgesetztes „Super-Thermit“ handeln?

Wir haben bereits erwähnt, dass sich gewöhnliches Thermit bei der Entzündung wie ein Brandsatz verhält. Doch wenn die Ausgangsstoffe ultrafeinkörnig und eng vermischt vorliegen, reagiert die Thermit-Mischung sehr rasant, sogar explosiv. [20] So existiert eine stark energetische Variante von Thermit, bekannt als energetisches Nanokomposit oder „Super-Thermit“. In dieser Variante liegen Aluminium und/oder Eisenoxid in einer Korngröße von nur ca. 100 nm oder kleiner vor, oft sind zusätzlich Silizium und Kohlenstoff vorhanden. [19-28]

„Bei Reaktionen von Aluminium und Metalloxiden, die in Nanogrößen vorliegen, können die Reaktionsgeschwindigkeiten signifikant höher sein als die, die bei den traditionellen Mikrogröße-Thermitpulvern festgestellt werden. Bei den Reaktionen zwischen Nanogrößen-Metall- und Metalloxidpulvern werden hohe Temperaturen (> 3000 K) erzeugt. Durch Vermischung von Aluminium- und Metalloxid-Nanopulvern gebildete Super-Thermite erreichen Geschwindigkeiten der Energiefreisetzung, die um zwei Größenordnungen höher liegen, als die ähnlicher, auf der Basis von Mikrogrößen-Ausgangsstoffen gebildeter Mischungen.“ [22]

Die rote Schicht der rot/grauen Plättchen ist deshalb von großem Interesse, weil sie Aluminium-, Eisen- und Sauerstoffanteile enthält, die eng vermischt beziehungsweise in chemischer Bindung in einer Größenordnung von ca. 100 nm (Nanometern) oder weniger vorliegen. Nun vergleiche man eine Messkurve einer DSC-Analyse eines aus dem WTC-Staub isolierten rot/grauen Plättchens mit der Messkurve einer DSC-Analyse eines bekannten Super-Thermits (siehe Abbildung 29).



**Abb. (29):** DSC-Messkurve von Probe 1 (blauer Kurve) im Vergleich mit der DSC-Messkurve eines Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/UFG Al-Nanokomposit-Xerogels (aus Tillotson *et al.* [28]). Beide DSC-Messkurven zeigen, dass es bei Temperaturen von weniger als 560 °C zur Reaktion kam.

Gewöhnliches Thermit entzündet sich erst bei einer weit höheren Temperatur (bei ca. 900 °C oder höher) und erzeugt in der DSC-Analyse einen deutlich flacheren und breiteren Peak als Super-Thermit. [21] Alle diese Fakten zeigen an, dass das im WTC-Staub gefundene thermitische Material eine Form von Nanothermit ist und nicht gewöhnliches (Makro-) Thermit. Wir werden nicht versuchen, die spezielle Form des vorhandenen Nanothermits zu benennen, solange nicht mehr über das rote Material und besonders über die Beschaffenheit des enthaltenen organischen Materials in Erfahrung gebracht ist.

#### **4. Existierte die Technologie zur Herstellung von stark energetischen Nanokompositen bereits vor dem 11. September 2001?**

Wir finden die Antwort in einem auf April 2000 – dies war siebzehn Monate vor der Tragödie – datierten Artikel von Gash *et al.*:

„Nanostruktur-Komposite sind Mehrkomponenten-Materialien, bei denen mindestens eine der Komponenten in einer oder mehreren Dimensionen (Länge, Breite oder Dicke) im Nanometerbereich liegt, der von 1 nm bis 100 nm definiert ist. Energetische Nanokomposite sind eine Klasse von Materialien, in denen ein zu oxidierender Stoff und die Oxidationsmittelkomponente eng vermischt vorliegen, und bei dem die Größe von mindestens einer der einzelnen Komponenten im definierten Nanometerbereich liegt. Ein von einem Sol-Gel abgeleitetes Pyrotechnik-Material ist ein Beispiel für ein energetisches Nanokomposit, bei dem Metalloxid-Nanopartikel mit Metallen oder anderen zu oxidierenden Stoffen in stark exothermen Reaktionen umgesetzt werden. Zumindest ein Teil des Gerüsts der Grundmasse besteht aus dem Oxidationsmittel, während sich die zu oxidierende Komponente in den Poren der Grundmasse befindet.“

„Um ein Beispiel zu nennen, energetische Nanokomposite aus  $\text{Fe}_x\text{O}_y$  und metallischem Aluminium lassen sich einfach darstellen. Die Mischungen sind haltbar, sicher, und sie können leicht entzündet werden.“ [19]

Wir entnehmen daraus, dass im April 2000 die Technologie zur Herstellung von Materialien, die außergewöhnlich gut zu einer Beschreibung der roten Schichten passen würden, verfügbar war. Die Wissenschaftler erwähnen in demselben Artikel, dass man den Nanokompositen „Polymere“ hinzufügen kann:

„Diese Sol-Gel – Methode erlaubt den Zusatz von unlöslichen Materialien (wie z.B. von Metallen oder Polymeren) zu dem zähviskosen Sol kurz vor der Gelierung, so dass mit der Gelierung ein energetisches Nanokomposit mit gleichmäßiger Verteilung der Komponenten hergestellt wird. Aluminium in Form eines feinen Pulvers mit ca. 6  $\mu\text{m}$  Durchmesser wurde kurz vor der Gelierung zu einer Eisenoxid-Gel-Synthese hinzugegeben, um pyrotechnische  $\text{Fe}_x\text{O}_y$  /Al -Nanokomposite herzustellen. [...] Diese Nanokomposite wurden danach zu einem Xerogel und einem Aerogel des Materials verarbeitet [...] Das pyrotechnische Nanokomposit kann mittels eines Propanbrenners entzündet werden.“ [19]

In der Tat, die rot/grauen Plättchen lassen sich mit einem Propanbrenner entzünden, und sie besitzen die Eigenschaften eines pyrotechnischen Nanokomposits. Alle erforderlichen Inhaltsstoffe – Aluminium, Eisen, Sauerstoff, Silizium und Kohlenstoff – sind vorhanden, und sie sind auf eine solche Weise verbunden, dass diese rot/grauen Plättchen sehr heißes

Material bilden (und manchmal ausstoßen), wenn man sie entzündet. Gashs Artikel beschreibt FTIR-Spektren, die charakteristisch für energetische Eisenoxid/Aluminium Nanokomposits sind. [FTIR = Fourier-Transform-Infrarotspektroskopie – A. d. Ü.] Wir haben mit derselben Methode Untersuchungen ausgeführt und werden die Ergebnisse an anderer Stelle veröffentlichen. Wir weisen darauf hin, dass Polymere in der Grundmasse für die Absorption von MEK und für das anschließende beobachtete Aufquellen verantwortlich sein könnten. [29]

Ein Artikel über eine Konferenz, die im April 2001 stattfand, zeigt auf, wer zu dieser Zeit dafür bekannt war, an derartigen Explosivstoffen zu arbeiten:

„Das im April 2001 in San Diego abgehaltene 221. ‚Nationale Meeting der Amerikanischen Gesellschaft für Chemie‘ bot ein Symposium ‚Militärische Anwendungen von Nanomaterialien‘. Eine der vier Sitzungen war mit ‚Nanoenergetics‘ betitelt [...] Diese Sitzung bot eine gute Darstellung der Bandbreite der laufenden Forschung auf diesem Gebiet, das es seit ungefähr 10 Jahren gibt [d. h. seit ca. 1992 – A. d. Ü.] [...] Zur Zeit haben alle Teilstreitkräfte des Militärs und einige Labors des Energieministeriums, sowie einige akademische Labors aktive Forschungs- und Entwicklungsprogramme, die darauf abzielen **die besonderen Eigenschaften der Nanomaterialien, die die Möglichkeit bieten, sie in energetischen Formulierungen für moderne Explosivstoffe zu verwenden**, auszuschöpfen. Energetische Nanomaterialien **stellen in Aussicht, zu zweckdienlichen Bestandteilen von thermobarischen Waffen (TBX), sowie von TBX –artigen Waffen zu werden**, insbesondere da sie sich in Hinblick auf Energiefreisetzung und Impuls-Steuerung leicht an verschiedenste Ansprüche anpassen lassen.“ [20]

Der Aspekt „Impuls-Steuerung“ könnte bedeutsam sein. Es ist möglich, dass Zusammensetzungen ausgewählt werden können, die gerade genügend Sprengwirkung haben, um die gewünschte Fragmentierung zu erzielen, während gleichzeitig der Lärmpegel minimiert wird.

## 5. Kann Super-Thermit gefahrlos gehandhabt werden?

In dem Artikel von Gash *et al.* von April 2000 ist ausgeführt:

„Die Eigenschaften der noch feuchten Nanokomposite gewähren auch ein zusätzliches Maß an Sicherheit. Die noch feuchten pyrotechnischen Nanokomposite können nicht entzündet werden, solange der Trocknungsprozess nicht abgeschlossen ist. Diese Eigenschaft sollte es erlauben, eine große Menge des pyrotechnischen Materials herzustellen, das für einige Zeit gefahrlos gelagert werden kann und erst kurz vor seiner Verwendung getrocknet wird.“ [19]

Die gefahrlose Handhabung des formbaren Sol-Gel-Materials erlaubt eine einfache Beschichtung von Oberflächen (wie z. B. von Stahl), was dieselbe Forschungsgruppe nach ihrer eigenen Darstellung in einem nachfolgenden Artikel auch ausgeführt hat:

„Der Sol-Gel-Prozess ist sehr gut zu kombinieren mit Tauch-, Spin- und Sprühbeschichtungstechnologien zur Oberflächenbeschichtung. Wir haben diese Eigenschaft benutzt, um verschiedene Trägermaterialien im Tauchverfahren mit einer Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Al/Viton Beschichtung zu versehen. Die energetische Beschichtung trocknet zu einem gut anhaftenden Film aus. ... Wir haben feine Pulver, gepresste Pellets,

gegossene Stücke und dünne Filme aus dem hybriden anorganisch/organischen energetischen Nanokomposit angefertigt.“ [25]

Demnach können die energetischen Nanokomposite auf Oberflächen gesprüht oder sogar „gestrichen“ werden, wobei sie gewissermaßen einen energetischen oder sogar explosiven Anstrich bilden. Die roten Schichten der von uns im WTC-Staub gefundenen rot/grauen Plättchen entsprechen Gashs *et al.* Beschreibung von „dünnen Filmen“ aus „hybriden anorganisch/organischen energetischen Nanokompositen“. Tatsächlich passen die verwendeten Begriffe „energetische Beschichtung“ und „gut anhaftender Film“ sehr gut zu den von uns festgestellten Eigenschaften der rot/grauen Plättchen, die die Zerstörung des WTC überdauert haben. Wir können zurzeit nicht darüber befinden, ob die Plättchen aufgrund der Aufbringungsmethode so dünn sind oder wegen ihres Reaktionsverhaltens. Während die Aufbringung eines dünnen Films vielleicht speziellen erwünschten Ergebnissen gedient haben mag, ist es ebenso möglich, dass der kühlende Effekt des Stahls, mit dem das Material in Kontakt war, vielleicht bewirkte, dass ein dünner Film einer größeren Masse nicht umgesetzt wurde. Der Umstand, dass die meisten der dünnen Plättchen eine markante graue Schicht haben, legt nahe, dass das nicht umgesetzte Material in engem Kontakt mit etwas anderem war, entweder mit seinem Angriffsziel, einem Behälter oder einem Haftmittel.

Clapsaddle *et al.* erwähnen in ihrem Artikel des Weiteren:

„Diese Ergebnisse zeigen, dass das hybride anorganisch/organische energetische Komposit unter Umgebungsbedingungen bei Schlageinwirkung stabil bleibt, unempfindlich ist gegenüber Funkenflug, und nur in sehr geringem Ausmaß empfindlich für Reibung ist. Wie im Abschnitt ‚Experimente‘ dieses Artikels vermerkt, sind feuchte hybride Nanokomposite gefahrlos zu handhaben und schwierig zu entzünden [...] Sobald das Material jedoch einmal getrocknet ist, brennt es sehr heftig und schnell unter Entwicklung von signifikanten Mengen an gasförmigen Spezies.“ [24]

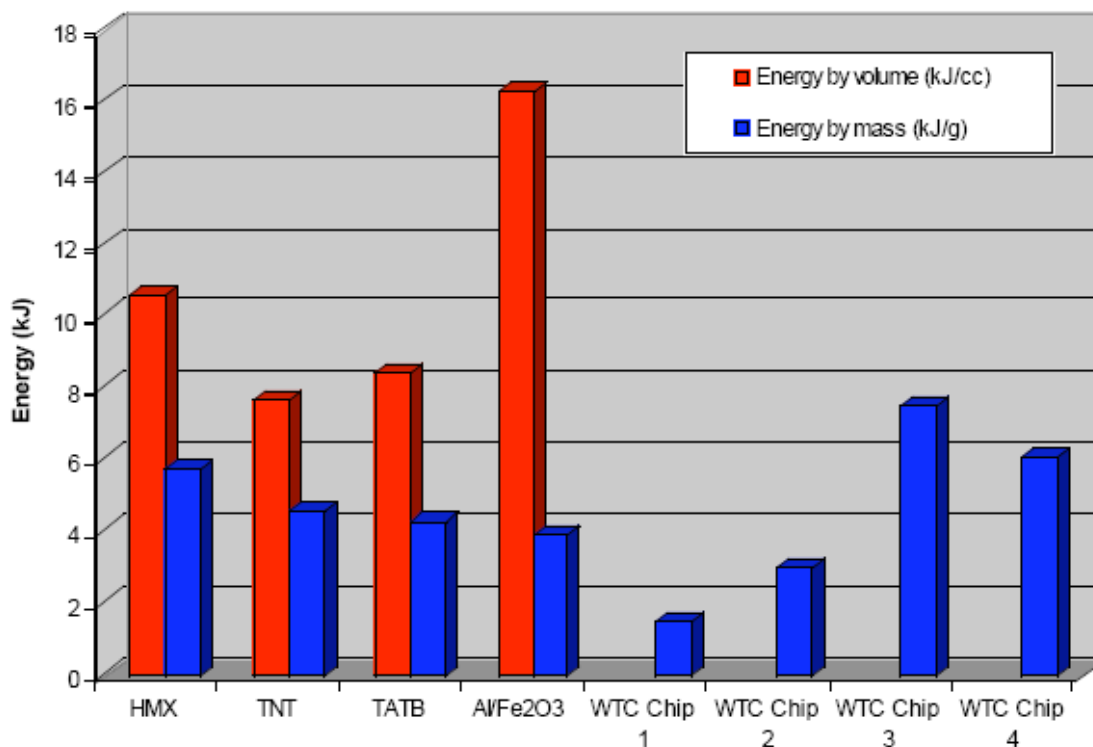
Wenn die energetischen Superthermite trocken sind, trägt die organische Komponente zu der schnellen Entwicklung von Gasen, sowie zu dem explosiven Charakter dieser Superthermite bei. [24]

Im Los Alamos National Laboratory sind „elektrische Superhermit-Zünder“ entwickelt worden, deren „Anwendungen die Zündung von Explosivstoffen bei ... Sprengungen einschließt“. [30] Es ist gewiss möglich, dass solche Zünder, die dafür bestimmt sind, auf einen einfachen elektrischen Impulse hin zu zünden, Material enthalten können, das dem von uns im WTC-Staub gefundenen roten Material ähnelt. In Hinblick auf die Sicherheit von Superhermit-Zündern ist in der Los Alamos-Veröffentlichung angemerkt:

„Bedauerlicherweise bedienen sich konventionelle elektrische Zünder bleihaltiger Komponenten, die äußerst empfindlich gegenüber Schlageinwirkung, Reibung, elektrostatischer Aufladung und Wärme sind, wodurch die Handhabung dieser Zünder gefährlich ist. Außerdem produzieren diese Mischungen giftigen Rauch. Die elektrischen Superhermit-Zünder produzieren keinen giftigen bleihaltigen Rauch, und sie sind sicherer zu handhaben, da sie aufgrund ihrer Zusammensetzung **Reibung, Schlageinwirkung, Hitze und elektrostatischer Aufladung standhalten** können, womit das Risiko einer versehentlichen Zündung verringert wird. Sie können so konzipiert werden, dass, abhängig von den Erfordernissen unterschiedlicher Anwendungen, verschiedene zur Zündung geeignete Outputs erzeugt werden— einfache Funken, heiße Schlacke, Tröpfchen oder Flammen.“ [30]

## 6. Wie hoch ist die Energiefreisetzung von Superhermit im Vergleich zu konventionellen Explosivstoffen?

Ein Diagramm in einem Artikel über nanostrukturierte energetische Materialien [21] zeigt, dass die Ausbeute an Energie per Volumen für Al/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Kompositstoffe die der in Sprengungen üblicherweise verwendeten Explosivstoffe TNT, HMX und TATB [Trinitrotoluol, Oktogen und Triaminotrinitrobenzol] übersteigt (siehe Abbildung 30).



**Abb. (30):** Energiefreisetzung der monomolekularen Explosivstoffe HMX, TNT, TATB und eines energetisches Al/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Komposits und die in den Dynamischen Differenzkalorimeter-Tests gemessene Energiefreisetzung pro Masse für vier im WTC-Staub gefundene rot/grau Plättchen.

Es ist bemerkenswert, dass einige der rot/grauen dünnen Plättchen mehr Energie in kJ/g freisetzen als gewöhnliches Thermit (siehe dazu die blauen Säulen im Diagramm, Abbildung 30). Das theoretische Maximum an freiwerdender Energie beträgt für Thermit 3,9 kJ/g. [27] Wir schließen daraus, dass das in den rot/grauen Plättchen erkennbare organische Material auch stark energetisch ist und höchstwahrscheinlich Gas produziert, das explosiven Druck beisteuert. Nochmals, konventionelles Thermit wird als Brandsatz aufgefasst, während Superhermit, das organische Komponenten zur schnellen Gaserzeugung enthalten kann, als pyrotechnisches Material oder Explosivstoff betrachtet wird [6, 24]. Da die Untersuchung im DSC in Luft durchgeführt wurde, ist es möglich, dass ein Teil der beobachteten Steigerung der Energieausbeute von der Oxidation der organischen Komponente durch Luftsauerstoff verursacht wurde.

### 7. Könnte es sich bei den Plättchen um gewöhnliche Farbe handeln?

Wir haben unter Verwendung eines Fluke 8842A Multimeters den Widerstand des roten Materials gemessen (an einer Seite haftete eine kleine Menge graues Material an), um ihn mit dem Widerstand gewöhnlicher Farben zu vergleichen. Wir benutzten die Formel:

$$\text{Spezifischer Widerstand} = RA / l$$

Dabei ist  $R$  der elektrischer Widerstand (in  $\Omega$ );  $A$  die Querschnittsfläche (in  $\text{m}^2$ ); und  $l$  die Länge (in m).

Aufgrund der geringen Größe des roten Plättchens von ca. 0,5 mm x 0,5 mm, haben wir zwei Proben verwendet und kamen auf einen Wert von ungefähr 10  $\Omega\text{m}$ . Dieser Wert ist um mehrere Größenordnungen geringer als die entsprechenden Werte von Farben, die wir in einer Tabelle aufgelistet fanden. Deren spezifischer Widerstand beträgt typischerweise über 1010  $\Omega\text{m}$ . [31]

Im Rahmen einer anderen, oben beschriebenen Untersuchung, wurden die rot/grauen Plättchen unter Bewegung für dutzende Stunden in das Lösungsmittel Methylethylketon (MEK) eingelegt. Das rote Material quoll auf, aber es löste sich nicht auf, und die harte siliziumreiche Grundmasse war nach dieser Prozedur noch vorhanden. Andererseits wurden Proben von Farbe, die derselben Einwirkung von MEK ausgesetzt waren, biegeschlaff und lösten sich zu einem erheblichen Teil auf, wie es zu erwarten war, da es sich bei MEK um ein Farb-Lösungsmittel handelt.

Desweiteren haben wir gezeigt, dass das rote Material sowohl Eisenoxid als auch elementares Aluminium, also die Bestandteile von Thermit, enthält und dass diese Stoffe in interessanter Beschaffenheit und eng vermischt in den erhalten gebliebenen Plättchen vorliegen (siehe oben, Abschnitt „Ergebnisse“, Sektion 1). Die Spezies sind klein (die Eisenoxid-Körnchen haben zum Beispiel eine Korngröße von ungefähr 100 nm), und sie sind eingebettet in eine Grundmasse, die Silizium und Kohlenstoff enthält, was auf ein Superthermit-Komposit hindeutet. Die dünnen Plättchen erzeugen sogar noch jetzt, mehrere Jahre nach der Tragödie vom 11. September, sehr hohe Temperaturen, wenn sie zur Reaktion gebracht werden, wie dies der beobachtete helle Funken und die Bildung

von eisenreichen Kügelchen zeigen (siehe oben, lichtmikroskopische Aufnahmen in Abb. 20)

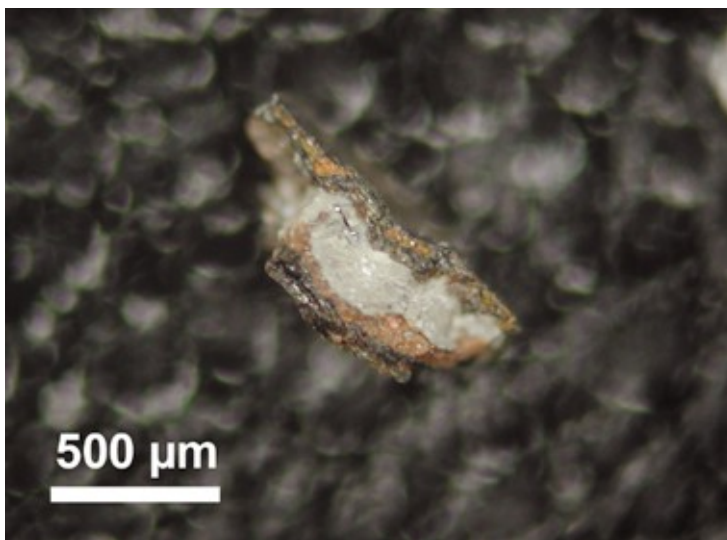
Übereinstimmend damit zeigen die Untersuchungen im DSC die Freisetzung einer hohen Enthalpie, die sogar größer ist als die von reinem Thermit. Außerdem wird die Energie in sehr kurzer Zeit freigesetzt, wie die Schärfe des Peaks in Abbildung (29) zeigt. Die Rückstände aus den DSC-Tests enthalten Mikrokügelchen, in denen der Eisenanteil den Sauerstoffanteil übersteigt. Dies bedeutet, dass zumindest ein Teil des Eisenoxids in einer chemischen Reaktion reduziert wurde. Wenn eine Farbe entwickelt würde, die diese sehr energetischen Materialien enthält, dann wäre sie nach dem Trocknen sehr gefährlich und es wäre höchst unwahrscheinlich, dass sie eine behördliche Zulassung für eine Verwendung in Gebäuden erhalten würde. Jede Behauptung, dass eine alltägliche Substanz wie Farbe den von uns beschriebenen Eigenschaften entsprechen könnte, müsste, um Beachtung zu verdienen, von einer empirischen Beweisführung unter Verwendung einer Probe des vorgeschlagenen Materials, einschließlich einer Analyse mittels REM/XEDS sowie DSC, begleitet sein.

## 8. Welche weiteren Untersuchungen sind in Erwägung gezogen?

Wir stellen fest, dass die gesamte freigesetzte Energie von einigen der rot/grauen dünnen Plättchen die für reines Thermit gegebene theoretische Grenze von 3,9 kJ/g übersteigt. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass das in der roten Schicht enthaltene organische Material ebenfalls energetisch ist. Eine Bestimmung der in der organischen Komponente der roten Schicht vorhandenen chemischen Verbindung(en) würde das Verständnis fördern. Weitere Untersuchungen des roten Materials (abgetrennt vom grauen Material), unter Verwendung von DSC, TGA [[Thermogravimetrische Analyse](#)], FTIR [[Fourier-Transform-Infrarot-Spektroskopie](#)] etc., im Vergleich mit bekannten Varianten von Superhermit, wären dafür gewiss angezeigt. Im Besonderen sind NMR [[Kernspinresonanz-Spektroskopie](#)] und GC/MS [[Gaschromatografie-Massenspektrometrie](#)] und ähnliche Untersuchungen zur Identifizierung des organischen Materials dringend erforderlich.

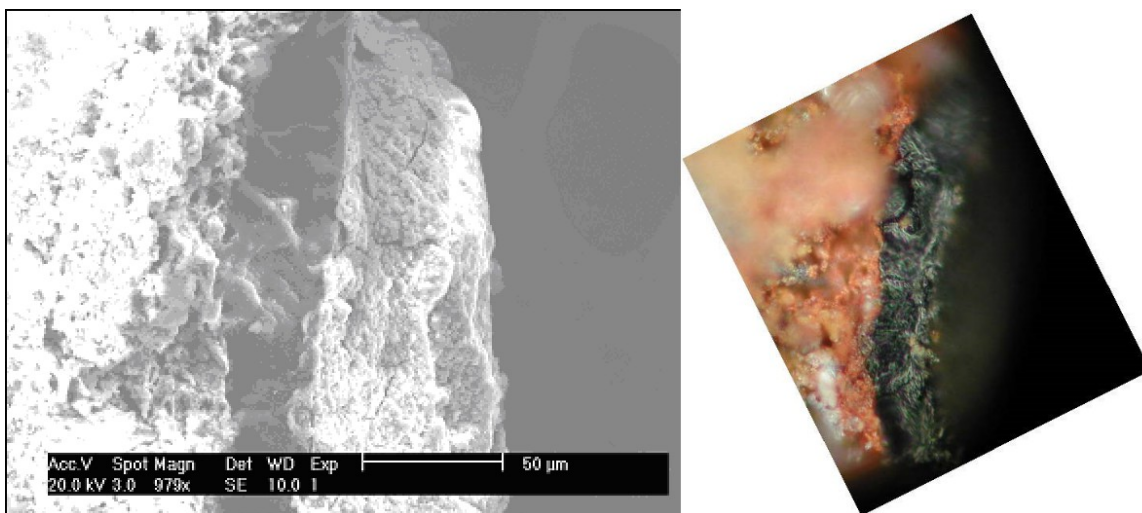
Wir haben festgestellt, dass einige Plättchen zusätzlich Elemente wie Kalium, Blei, Barium und Kupfer enthalten. Es stellt sich die Frage, ob diese Elemente bedeutsam sind und warum solche Elemente in einigen der rot/grauen Plättchen vorkommen, aber nicht in allen. Ein Beispiel ist in Abbildung (31) gezeigt. Das hier abgebildete Plättchen weist neben Kohlenstoff, Sauerstoff, Eisen und Aluminium auch einen hohen Bleianteil auf, und es zeigt mehrlagige rote und graue Schichten.





**Abb. (31):** Lichtmikroskopische Aufnahme von einem rot/grauen Plättchen aus Staubprobe 3, das eine mehrfache Schichtung und eine ungewöhnliche, hellgraue Schicht zwischen den roten Schichten, erkennen lässt.

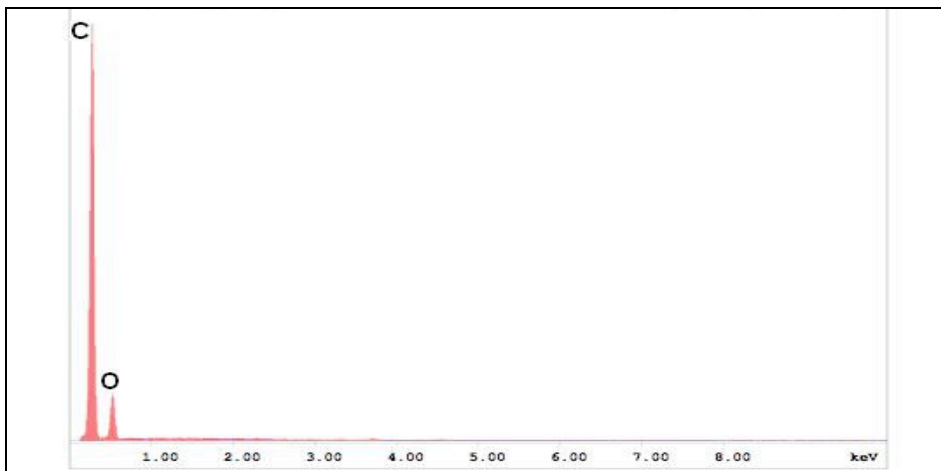
Außerdem sind weitere Untersuchungen des grauen Materials erforderlich. Es stellt sich die Frage, nach der Funktion des grauen Materials. Mitunter tritt das graue Material in mehrfachen Schichten auf, wie man es in Abbildung (32) erkennen kann.



**Abb. (32)** Eine REM-Aufnahme eines Ausschnitts des rechts abgebildeten dünnen Plättchens. Die beiden Aufnahmen zeigen dasselbe Plättchen, aber nicht exakt dieselbe Stelle. Dieses Plättchen war in MEK Lösungsmittel eingelegt, wodurch sich die rote Schicht ausdehnte und die Porosität offensichtlich wurde.

Das rote mesoporöse Material ist in dieser Abbildung links zu sehen, angrenzend die dunkelgraue Schicht, und ein helleres graues Material rechts, so wie man es auf einer fotografischen Aufnahme desselben Plättchens erkennen kann (Abbildung ganz rechts in Abb. (32)). [Als mesoporös werden poröse Materialien mit einem Porendurchmesser bezeichnet, der

zwischen 2 und 50 nm beträgt. – A. d. Ü.] Die graue Schicht in Berührung zur roten Schicht hat das in Abbildung (33) gezeigte EDX-Spektrum, in dem kein Signal für Eisen zu sehen ist, während das äußere graue Material ein EDX-Spektrum hat, das den in Abbildung (6) gezeigten Spektren entspricht.



**Abb. (33):** EDX-Spektrum der an die rote Schicht angrenzenden grauen Schicht aus dem oben gezeigten Plättchen.

Demzufolge enthält das graue Material der mittleren Schicht Kohlenstoff und Sauerstoff und wahrscheinlich auch Wasserstoff, der aufgrund seiner geringen Atommasse mit der verwendeten Methode nicht nachgewiesen werden kann. Da die innere graue Schicht zwischen zwei anderen Schichten liegt, mag es sich um eine Art Haftmittel handeln, welches das rote poröse thermitische Material an ein anderes, eisenreiches Material bindet. Man könnte mutmaßen, dass das rote thermitische Material durch ein Haftmittel an rostiges Eisen angelagert wurde. Der kühlende Effekt des Eisens, das als Wärmeableiter wirkt, könnte die Reaktion unterbunden haben und den Umstand erklären, dass im Staub nicht umgesetztes und von uns immer in dünnen Schichten gefundenes, rotes thermitische Material erhalten blieb. Diese Hypothese lädt zu weiteren Experimenten ein.

Keinerlei rot/grau Plättchen mit den hier geschilderten Charakteristika fanden sich im Staub von professionell und unter Benutzung konventioneller Explosivstoffe und Methoden gesprengten Gebäuden (Stardust Resort & Casino in Las Vegas, gesprengt 13. März 2007, sowie Key Bank in Salt Lake City, gesprengt 18. August 2007). Selbstverständlich nehmen wir nicht an, dass die Zerstörung der WTC-Wolkenkratzer auf konventionelle Weise erfolgte.

Die Untersuchungen im DSC haben gezeigt, dass das rote Material sehr schnell verbrennt; außerdem haben wir nach der Entzündung einen hellen Funken beobachtet. Eine Bestimmung der Verbrennungsgeschwindigkeit des roten Materials könnte helfen, es als einen Explosivstoff mit niedriger oder hoher Abbrand- bzw. Detonationsgeschwindigkeit zu klassifizieren. Möglicherweise wurde das Material nicht im Sinne einer sogenannten „cutter charge“ verwendet, sondern, so wie in den Superthermit-Zündern, eher als ein Mittel um Stoffe mit hoher Sprengkraft zu zünden [30]. [„Cutter charges“ sind auf der Basis energetischer Substanzen arbeitende Vorrichtungen zum zielgerichteten Durchtrennen von Bauteilen. –

A. d. Ü.] Da wir nicht umgesetztes thermitisches Material in den Überresten des WTC festgestellt haben, schlagen wir vor, dass im WTC-Staub auch nach anderen energetischen Materialien, die man für „cutter charges“ oder als Explosivstoffe verwenden kann, gesucht wird. NIST hat eingestanden, bislang nicht nach derartigen Rückständen gesucht zu haben. [11]

## SCHLUSSFOLGERUNGEN

Wir haben markante, rot/graue dünne Plättchen in signifikanter Anzahl in dem bei der Zerstörung des World Trade Centers gebildeten Staub gefunden. Wir haben REM/XEDS und andere Methoden eingesetzt, um die mikroskopische Beschaffenheit und die chemische Signatur dieser Plättchen, speziell ihrer roten Komponente, zu charakterisieren. Das rote Material ist am interessantesten und hat die folgenden Charakteristika:

1. Es setzt sich aus Aluminium, Eisen, Sauerstoff, Silizium und Kohlenstoff zusammen. Mitunter sind geringere Mengen von anderen, potentiell reaktionsfähigen Elementen, wie zum Beispiel Kalium, Schwefel, Blei, Barium und Kupfer vorhanden.
2. Die hauptsächlich vorhandenen Elemente (Aluminium, Eisen, Sauerstoff, Silizium, Kohlenstoff) sind typischerweise alle in Partikeln nachzuweisen, deren Größe im Bereich von 10 Nanometern bis zu einigen hundert Nanometern liegt. Die detaillierte XEDS-Kartierung lässt darauf schließen, dass diese Elemente eng vermischt beziehungsweise in chemischer Bindung vorliegen.
3. Bei der Behandlung mit dem Lösungsmittel Methyläthylketon erfolgte eine gewisse Abscheidung einzelner Komponenten. Da elementares Aluminium nach der MEK-Behandlung ausreichend konzentriert vorlag, konnte es im nicht umgesetzten Material eindeutig nachgewiesen werden.
4. Eisenoxid tritt in polyedrischen Körnern von ca. 100 nm Korngröße auf, während Aluminium in dünnen, plattenartigen Strukturen vorliegt. Die geringe Größe der Eisenoxid-Partikel berechtigt dazu, dass Material als Nanothermit oder Superhermit zu charakterisieren.
5. Die Analyse ergab, dass Eisen und Sauerstoff in einem Verhältnis vorliegen, das mit  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  konsistent ist. Das rote Material aus allen vier Staubproben war in dieser Hinsicht gleich. Im noch nicht gezündeten Material wurde Eisenoxid gefunden, jedoch kein elementares Eisen.
6. Aufgrund des Vorhandenseins von elementarem Aluminium und von Eisenoxid im roten Material schlussfolgern wir, dass dieses die Bestandteile von Thermit enthält.
7. Durch Messungen im DSC wurde festgestellt, dass sich das Material bei ca. 430 °C entzündet und in einer sehr kurzen, stark exothermen Reaktion heftig reagiert. Dieses Verhalten entspricht ziemlich genau dem von unabhängiger Seite beobachteten Verhalten einer bekannten Superhermit Probe. Die niedrige Entzündungstemperatur und die Anwesenheit der weniger als 120 nm großen Eisenoxid-Körnchen zeigen an, dass es sich bei dem Material nicht um konventionelles Thermit handelt (das

erst bei Temperaturen von über 900 °C zündet), sondern sehr wahrscheinlich um eine Form von Superhermit.

8. Nachdem sich mehrere rot/graue dünne Plättchen in einem DSC, das bis zu einer Maximaltemperatur von 700 °C erhitzt worden war, entzündet hatten, fanden wir zahlreiche eisenreiche Kügelchen und Sphäroide in den Reaktionsrückständen. Deren Vorhandensein zeigt an, dass eine Reaktion, die sehr hohe Temperaturen erzeugte, stattgefunden hat, da das eisenreiche Produkt zweifellos geschmolzen gewesen sein musste, um Kügelchen und Sphäroide auszubilden. Da der Eisen-gehalt den Sauerstoffanteil in mehreren Kügelchen signifikant übersteigt, ist nachgewiesen, dass diese elementares Eisen enthalten. Wir schlussfolgern daraus, dass in den erhitzten Plättchen eine Redox-Reaktion stattgefunden hat, die sehr hohe Temperaturen erzeugte, nämlich eine Thermit-Reaktion.
9. Es lässt sich mittels XEDS-Signatur (Al, Fe, O, Si, C) feststellen, dass die bei den Untersuchungen im DSC sowie auch die bei den Entzündungs- und Brandtests gebildeten Sphäroide weniger Kohlenstoff und Aluminium enthalten als das rote Ausgangsmaterial. Die chemische Signatur dieser Sphäroide entspricht in auffal-ender Weise der chemischen Signatur von Sphäroiden, wie sie bei der Reaktion von handelsüblichem Thermit entstehen, und sie entspricht auch der Signatur von vielen der im WTC-Staub gefundenen Mikrokügelchen. [5]
10. Der Kohlenstoffanteil des roten Materials lässt auf das Vorhandensein einer organi-schen Substanz schließen. Ein Vorliegen organischer Substanz würde man von Superthermit Formulierungen erwarten, da mittels organischer Substanz bei der Umsetzung ein hoher Gasdruck und somit eine Explosion, erzeugt werden kann. Die Eigenschaften des in den Plättchen enthaltenen organischen Materials verdienen es, noch näher untersucht zu werden. Wir stellen fest, dass es sich wahrscheinlich auch um ein energetisches Material handelt, da in einigen der DSC-Tests beobachtet wurde, dass die Gesamtmenge an freigesetzter Energie das theoretische Maximum der klassischen Thermit-Reaktion übersteigt.

Basierend auf diesen Beobachtungen schlussfolgern wir, dass es sich bei der roten Schicht der von uns im WTC-Staub entdeckten rot/graunen dünnen Plättchen um reak-tionsfähiges, nicht umgesetztes, thermitisches Material handelt, das mittels Nanotech-nologie hergestellt wurde, und dass es sich dabei um ein stark energetisches, pyrotech-nisches oder explosives Material handelt.

## DANKSAGUNGEN

Die Autoren möchten Tom Breidenbach, Frank Delessio, Jody Intermont, Janette Mac-Kinlay und Steve White für Staubproben danken, die diese kurz nach der WTC-Katastro- phe vom 11. September an sich gebracht hatten. Wir danken David Griscom, Mark Basile, David Allan, Branton Campbell, Wes Lifferth, Crockett Grabbe, David Ray Griffin, Mike Berger, Frank Carmen, Richard Gage, Shane Geiger, Justin Keogh, Janice Matthews, John Parulis, Phillipe Rivera, Allan South und Jared Stocksmith für erhellende Diskussionen und für ihre Unterstützung. Ein Dankeschön geht an John Parulis, der Rückstände von umgesetztem handelsüblichem Thermit beschaffte.

## QUELLENANGABEN / LITERATURNACHWEIS

- [1] Federal Emergency Management Authority: „[World Trade Center Building Performance Study: Data collection, preliminary observations and recommendations, Ch. 1](#) [Studie zum Verhalten der WTC-Gebäude: Datenerhebung, vorläufige Beobachtungen und Empfehlungen, Kapitel 1]“, Mai 2002, „Figure 1-7, Schematic depiction of areas of collapse debris impact, based on aerial photographs and documented damage [Abb. 1-7: Schematische Darstellung der Bereiche, in denen Einsturztrümmer einschlugen, erstellt auf der Basis von Luftbildern und dokumentierten Schäden]“, S. 1-9; [Kommentierte, auszugsweise Version des FEMA- Berichtes.](#)
- [2] S. Sunder, W. Grosshandler, H. S. Lew, *et al.*: „[Final Report on the Collapse of the World Trade Center Towers](#) [Abschlussbericht zum Einsturz der World Trade Center-Türme], NIST NCSTAR 1“, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, 2005.
- [3] J. R. Gourley, B. McIlvaine, S. E. Jones, K. Ryan, R. Gage: „[Appeal filed with NIST pursuant to earlier request for correction](#) [Bei NIST eingereichter Einspruch bezugnehmend auf einen früheren Antrag auf Korrektur]“, *Journal of 9/11 Studies*, 2007, 17, S. 1-16.
- [4] K. R. Ryan, J. R. Gourley, S. E. Jones: „[Environmental anomalies at the World Trade Center: Evidence for energetic materials](#) [Anomalien in der Umgebung des World Trade Centers: Beweis für energetische Materialien]“, *The Environmentalist* [Fachzeitschrift für Umweltfragen] 2009, Band 29, Heft 1, S. 56-63.
- [5] S. E. Jones, J. Farrer, G. S. Jenkins, *et al.*: „[Extremely high temperatures during the World Trade Center destruction](#) [Extrem hohe Temperaturen während der Zerstörung des World Trade Centers]“, *Journal of 9/11 Studies*, Januar 2008, 19, S. 1-11.
- [6] S. E. Jones: „[Why Indeed Did the WTC Buildings Completely Collapse?](#) [Warum stürzten die WTC-Gebäude wirklich vollständig ein?]“ *Journal of 9/11 Studies*, September 2006, 3, S. 1-47.
- [7] G. Roberts: „Jones vs. Robertson: [A physicist and a structural engineer debate the controlled demolition of the World Trade Center](#) [Jones versus Robertson: ein Physiker und ein Bauingenieur debattieren darüber, ob das World Trade Center professionell gesprengt wurde]“, *Journal of 9/11 Studies*, April 2007, 10, S. 1-37.
- [8] S. E. Jones: „[Revisiting 9/11/2001 – Applying the Scientific Method](#) [Eine erneute Betrachtung der Ereignisse des 11. Septembers – Anwendung der wissenschaftlichen Methode]“, *Journal of 9/11 Studies*, Mai 2007, 11, S. 55-82.
- [9] F. Legge, A. F. Szamboti: „[9/11 and the Twin Towers: Sudden Collapse Initiation was Impossible](#) [Der 11. September und die Zwillingstürme: Ein schlagartiges Einsetzen

der Einstürze hätte eigentlich unmöglich sein müssen]“, *Journal of 9/11 Studies*, Dezember 2007, 18, S. 1-3.

[10] J. R. Gourley: „[Discussion of ‘Mechanics of Progressive Collapse: Learning from World Trade Center and Building Demolitions’ by Zdeněk P. Bažant and Mathieu Verdure](#) [Diskussion von Z.P. Bažants und V.J. Mathieus ‚Der Mechanismus des progressiven Einsturzes: Lernen aus dem Einsturz des World Trade Centers und von Gebäudeabbrissen‘]“, *Journal of Engineering Mechanics* [eine Fachzeitschrift der amerikanischen Bauingenieur-Gesellschaft], Oktober 2008, Band 134, Heft 10, S. 915-16.

[11] S. E. Jones, F. M. Legge, K. R. Ryan, A. F. Szamboti, J. R. Gourley: „[Fourteen Points of Agreement with Official Government Reports on the World Trade Center Destruction](#) [Vierzehn Punkte der Übereinstimmung mit offiziellen Regierungsberichten zur Zerstörung des World Trade Centers]“, *The Open Civil Engineering Journal* [Fachzeitschrift für Bauingenieurwesen], 2008, Band 2, S. 35-40.

[12] J. Hoffman: „[The Demolition-Like Symmetry of the Twin Towers' Falls](#) [Die Zerstörung der Zwillingstürme erfolgte mit der Symmetrie professioneller Gebäudesprengungen]“

[13] J. K. McGee, L. C. Chen, M. D. Cohen, et al.: „[Chemical Analysis of World Trade Center Fine Particulate Matter for Use in Toxicologic Assessment](#) [Chemische Analyse von World Trade Center-Feinstaub für die toxikologische Bewertung]“, *Environmental Health Perspectives* [Fachzeitschrift zum Thema Umwelt und Gesundheit, herausgegeben vom US-amerikanischen Gesundheitsministerium sowie von zwei staatlichen Instituten], 2003, Band 11, Heft 7, S. 972-80.

[14] RJ Lee Group: „[WTC Dust Signature Study: Composition and Morphology](#) [Charakteristik des WTC-Staubes: Zusammensetzung und Strukturen]“, Dezember 2003, [Studie im Auftrag der Deutschen Bank. REM-Abbildung von Eisen-Kügelchen mit EDX-Spektrum auf S. 18 (pdf: 22) – A. d. Ü.]

[15] H. A. Lowers, G. P. Meeker: „[Particle Atlas of World Trade Center Dust](#) [Übersicht der Partikel im WTC-Staub]“ [herausgegeben von der U. S. Geological Survey, einer dem US-Innenministerium unterstellten wissenschaftlichen Einrichtung], September 2005. [Im Rahmen dieser USGS-Studie gemachte Aufnahmen von im WTC-Staub gefundenen eisenreichen Mikrokügelchen sind auf [pubs.usgs.gov](http://pubs.usgs.gov) als [IRON-04-IMAGE.jpg](#) und [IRON-03-IMAGE.jpg](#) veröffentlicht. – A. d. Ü.]

[16] P. J. Liroy, C. P. Weisel, J. R. Millette, et al.: „[Characterization of the Dust/Smoke Aerosol that Settled East of the World Trade Center](#) (WTC) in Lower Manhattan after the Collapse of the WTC 11 September 2001 [Charakterisierung des Staub/Rauch -Aerosols, das sich östlich des WTC nach dem Einsturz des WTC am 11. 9. 2001 in Lower Manhattan abgesetzt hat]“, *Environmental Health Perspectives*, 2002; Band 110, Heft 7, S. 703-14.

[17] F. Delessio, T. Breidenbach: „Videotaped testimonies at Faneuil Hall, Boston, MA, December 2007 [In Faneuil Hall auf Video aufgenommene Zeugenaussagen, Boston/Massachusetts Dezember 2007]“ [[Das Original ist nicht mehr abrufbar von](#)

[video.google.com/videoplay?docid=1957490867030316250](http://video.google.com/videoplay?docid=1957490867030316250) (\*\*), aber {wie Dr. Jones bestätigte} ein Ausschnitt daraus, findet sich auf *YouTube: NineEleven isAnInsideJOB* in „[Nanothermite discovered WTC 9/11 Jones, Delessio, Breidenbach](#)“ (ca. 9 min) – A. d. Ü.]

[18] J. Sun, M. L. Pantoya, S. L. Simon: „[Dependence of \[sic\] size and size distribution on \[sic\] reactivity of aluminum nanoparticles in reactions with oxygen and MoO<sub>3</sub>](#) (⊗)

[Abhängigkeit der Reaktivität von Aluminium-Nanopartikeln in Reaktionen mit Sauerstoff und Molybdänoxid von der Größe und Größenverteilung]“, *Thermochimica Acta* [Fachzeitschrift zum Thema „thermoanalytische und kalorimetrische Methoden“], Mai 2006, Band 444, Heft 2, S. 117-127.

[19] A. E. Gash, R. L. Simpson, T. M. Tillotson, J. H. Satcher, L. W. Hrubesh: „[Making nanostructured pyrotechnics in a beaker](#) [Herstellung von Nanostruktur-Pyrotechnika in einem Becherglas]“, *Lawrence Livermore National Laboratory*, Livermore, CA, 10. April 2000.

[20] A. W. Miziolek: „[Nanoenergetics: an emerging technology area of national importance](#)“, *Amptiac Quarterly* [Fachzeitschrift für Militär-relevante Forschungen und Entwicklung, herausgegeben von einer Einrichtung des US-amerikanischen Verteidigungsministeriums], 2002, Special Issue, „DOD Researchers Provide A Look Inside Nanotechnology“, Band 6, Heft 1, S. 43-48.

[21] A. E. Gash, J. H. Satcher, R. L. Simpson, B. J. Clapsaddle: „[Nanostructured energetic materials with sol-gel methods](#) [Energetische Nanostruktur-Materialien mittels Sol-Gel-Methoden]“, *Materials Research Society Symposium Proceedings*, 2004, Band 800, S. 55-66.

[22] J. A. Puszynski: „Reactivity of nanosized Aluminum with metal oxides and water vapor [Die Reaktivität von Nano-Aluminium mit Metalloxiden und Wasserdampf]“, *Materials Research Society Symposium Proceedings*, 2004, Band 800, S. AA6.4.1 ff. – Nicht mehr abrufbar von [www.mrs.org/s\\_mrs/sec\\_subscribe.asp?CID=2642&DID=115976&action=detail](http://www.mrs.org/s_mrs/sec_subscribe.asp?CID=2642&DID=115976&action=detail) IA=0 (\*\*)

[23] J. A. Puszynski, J. J. Swiatkiewicz: „[Research Topic: Investigation of Ignition Characteristics of Heterogeneous Strongly Exothermic Reactions](#) [Untersuchung der Reaktionscharakteristika von heterogenen, stark exothermen Reaktionen]“, Department of Chemical and Biological Engineering, South Dakota School of Mines and Technology, Current Projects [Laufende Projekte], Archivkopie vom 16. Januar 2009.

[24] B. J. Clapsaddle, L. Zhao, A. E. Gash, et al.: „Synthesis and characterization of mixed metal oxide nanocomposite energetic materials [Synthese und Charakterisierung von energetischen Nanokomposit-Materialien, die auf vermischten Metalloxiden basieren]“, Lawrence Livermore National Laboratory: Livermore, CA; 12 Mai 2004. – Nicht mehr abrufbar von [www.mrs.org/s\\_mrs/sec\\_subscribe.asp?CID=2642&DID=115879&action=detail](http://www.mrs.org/s_mrs/sec_subscribe.asp?CID=2642&DID=115879&action=detail) IA=0 (\*\*)

[25] A. E. Gash, R. L. Simpson, J. H. Satcher: „[Energetic Nanocomposites with Sol-gel Chemistry: Synthesis, Safety, and Characterization](#) [Energetische Nanokomposite mittels Sol-Gel-Chemie: Synthese, Sicherheit und Charakterisierung]“, Lawrence Livermore National Laboratory: Livermore, CA, 2002.

[26] L. Zhao, B. J. Clapsaddle, J. H. Satcher, Jr., D. W. Schaefer, K. J. Shea: „[Integrated chemical systems: the simultaneous formation of hybrid nanocomposites of iron oxide and organo silsesquioxanes](#) (\*) [Verknüpfte chemische Systeme: die simultane Bildung von hybriden Eisenoxid/Organo-Silsesquioxan Nanokompositen]“, *Chemistry of Materials* [Fachzeitschrift für Chemie, technische Chemie und Materialwissenschaften], 2005, Band 17, Heft 6, S. 1358-66. [Organo-Silsesquioxane sind Verbindungen auf Siliziumbasis mit organischem Anteil. – A. d. Ü.]

[27] B. J. Clapsaddle, L. Zhao, D. Prentice, et al.: „[Formulation and Performance of Novel Energetic Nanocomposites and Gas Generators Prepared by Sol-Gel Methods](#) (\*) [Rezeptur und Leistungseigenschaften von neuartigen, mittels Sol-Gel-Methoden hergestellten, energetischen Nanokompositen und Gasgeneratoren]“, Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, CA, März 2005.

[28] T. M. Tillotson, A. E. Gash, R. L. Simpson, L. W. Hrubesh, J. H. Satcher, Jr., J. F. Poco: „[Nanostructured energetic materials using sol-gel methodologies](#) (\*) [Energetische Nanostruktur-Materialien unter Benutzung von Sol-Gel Methoden]“, *Journal of Non-Crystalline Solids* [Fachzeitschrift zum Thema „nichtkristalline Feststoffe“], 2001, Band 285, S. 338-345.

[29] A. Bandyopadhyay, M. de Sarkar, A. K. Bhowmick: „[Polymer-filler interactions in sol-gel derived polymer/silica hybrid nanocomposites](#) (\*) [Wechselseitige Beeinflussung von Polymer und Füllstoff in Sol-Gel basierten hybriden Polymer/Silizium Nanokompositen]“, *Journal of Polymer Science. Part B: Polymer Physics* [Fachzeitschrift für Polymer-Physik], 2005, Band 43, Heft 17, S. 2399-2412.

[30] „[2003 R&D 100 Awards Winner: Superhermite Electric Matches](#) [Auszeichnungen im Bereich Forschung und Entwicklung: Elektrische Superhermit-Zünder]“

[31] Y. M. Abu Ayana, S. M. El-Sawy, S. H. Salah: „[Zinc-ferrite pigment for corrosion protection](#) (\*) [Zink-Ferrit-Pigment im Korrosionsschutz]“, *Anti-Corrosion Methods and Materials* [Fachzeitschrift zum Thema Korrosionsschutz], 1997, Band 44, Heft 6, S. 381-388.

\*) abstract only, pay for full text (\*\*)

\*\*\*) Falls jemand weiß, wo eine Kopie davon zu finden ist – [schreibt uns bitte!](#) (A. d. Ü.)

zur Begutachtung erhalten am 12. August 2008; revidierte Fassung 10. Februar 2009;  
zur Veröffentlichung angenommen 13. Februar 2009

© Harrit et al.; Licensee *Bentham Open*.

This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution [Non-Commercial License](#) which permits unrestricted, non-commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.  
Anmerkung zum Copyright [gekürzt]: Es ist erlaubt diesen Artikel ohne Einschränkungen für nichtkommerzielle Zwecke zu verwenden, zu verbreiten und in jedem Medium zu reproduzieren, vorausgesetzt, dass die vorliegende Arbeit richtig zitiert ist.



Übersetzung: A. Dreger, W. Visser, achimspok, M. Dreger, G. Roberts, wda

Links überprüft und Ref.s backed up: 2016/05

Zuletzt aktualisiert: 09.08.2016 09:16

Korrekturen und Verbesserungsvorschläge bitte an [911DE@web.de](mailto:911DE@web.de)

Dieses (ggf. aktualisierte) Dokument ist (u.a.) abrufbar unter  
<http://beam.to/HarritDE>