

6. marts 2025

## **DSF Nyt**

V/Formand Jørgen Schneider

### **DSF hjemmeside – [www.explosives.dk](http://www.explosives.dk)**

Foreningens hjemmeside er nu overtaget 100% af foreningen. Nyeste DSF-anvisninger 1-6 dateret december 2024 er tilgængelige.

På hjemmesiden er medlemmerne listet op. Hvis der er ændringer så endelig giv besked på [dsf@explosives.dk](mailto:dsf@explosives.dk).

Der er også mulighed for at få sin virksomheds logo på hjemmesiden. Ønsker man logo på hjemmesiden, da send logoet til [dsf@explosives.dk](mailto:dsf@explosives.dk).

### **Politiets Administrative Center (PAC)**

Foreningen er i stadig i gensidig dialog med PAC.

HUSK at ansøge man om tilladelse til køb og anvendelse af eksplosivstoffer, at der op-loades en sprængplan. Man kan hente inspiration til udarbejdelse af sprængplaner i DSF anvisning nr. 6 <https://explosives.dk/anvisninger/>. Der er også mulighed for at få hjælp fra distributører af eksplosivstoffer og rådgivere. Den/de første ansøgninger er de mest vanskelige.

Mangler der en sprængplan, da går der administration i ansøgningerne og det kan tage lang tid og kan resulter i et afslag.

Det skal nævnes at PAC til stadighed har udfordringer med IT-systemer som man har til rådighed, men man arbejder på forandringer og forbedringer. Det tager bare lang tid.

Foreningen presser forsat på for at få de generelle tilladelser tilbage på mindre sprængningsarbejder.

### **European Federation of Explosives Engineers (EFEE)**

Newletter februar 2025 findes tilgængeligt på [EFEE Newsletters – EFEE | European Federation of Explosives Engineers](#)



EFEE konference I Krakow fra 20-23 september 2025 er under planlægning. Yderligere information findes på <https://www.efeworldconference.com/>. Det er håbet at vi fra dansk og grønlandsk side kan være vel præsenteret.

EFEE konference i København i 2027 er under planlægning. DSF vil være engageret med workshop.

EU New critical raw material act and presentations and Q&A from all countries in the Kingdom of Denmark (including Faroe Island and Greenland).

Alle nyhedsbreve kan findes

### **Andet**

Der er fra tid til anden artikler og præsentationer givet på nationale konferencer blandt EFEE medlemslande. Vel og mærke artikler som ikke kommer ret langt ud og rundt.

EFEEs nyhedsbreve kan findes på <https://www.efee.eu/efee-newsletters/>. Hvor man kan tilmelde sig uden omkostninger.

Vi har samlet en artikel op fra Deutscher Sprengverband publiceret i SPRENGINFO 46 2024. Artiklen er om et udkast af et stålfragment på 6,2 kg som er fløjet 1.182 m og kom fra en væltning af en stålkonstruktion. Artiklen er frit oversat og omskrevet til dansk og den originale artikel på tysk er vedlagt. Der tages ingen ansvar for oversættelsen.

## Fri oversættelse af artikel i Sprenginfo 46 (2024).

### DER SKETE DET SOM IKKE MÅ SKE!

Indledning: Byen Kiel har bygget et nyt gasmotorkraftværk som en del af sin ændring i energiforsyningen og fornyelse af sine kraftværker. Det kulfyrede kraftværk fra 1965, blev nedlagt i 2019, og nedrivning kunne begynde.

Flere stålkonstruktioner blev sprængt med retningsbestemte skæreladninger. Antændelsen blev udført med hjælp af boosters/tændladninger, sprængsnore og elektriske detonatorer.



De nærliggende bygninger skulle beskyttes mod vibrationer og udkast fra sprængningerne. Forebyggende foranstaltninger er beskrevet. De nødvendige sikkerhedsforanstaltninger er taget. Trods de angivne sikkerhedsforanstaltninger kom der udkast. Herefter fulgte en omfattende undersøgelse af årsagerne til udkastet.

Gasforvarmeren, kulvaskeanlægget/kulskrubber og gipsafvandingssystemet blev identificeret som genstande, der skulle væltes ved sprængning i det første fase af nedrivningen, for at skabe plads.

Alle tre stålkonstruktioner skulle væltes ved sprængning med retningsbestemt skæreladninger. Skæreladninger af forskellig længde og størrelse blev brugt. Materialetykkelser fra 12 mm til 26 mm skulle sprænges over. Antændelsen af skæreladningerne blev forskriftmæssigt udført med boosters/tændladninger og sprængsnor med ens længde og klasse II elektriske detonatorer (U-detonatorer).

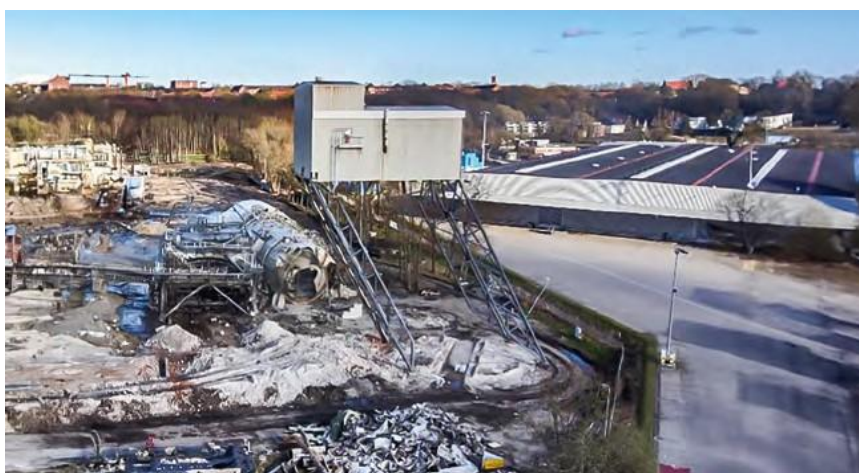
Sprængningen blev udført i rækkefølgen gasforvarmer, kulskrubber og gipsafvanding med kabeltrækstøtte.



Detonering af skæreladninger og skubbeladninger på



Gasforvarmeren til venstre og kulvaskeanlægget til højre.



Gipsafvandingssystemet.

Der var andre bygninger/konstruktioner i det omkringliggende område, som skulle beskyttes mod vibrationer og udkast fra sprængningerne.

De estimerede vibrationer for de omgivende industrikonstruktioner udgjorde ikke et problem da afstandene var store. Et muligt utilsigtet udkast, som kunne komme fra selve skæreladningerne og fra de stålkonstruktioner, der skulle sprænges, blev afdækket med tykke gummemåtter af transportbånd og tungt fleece/geotekstil med en vægt på 500 g/m<sup>2</sup> og træplader/træbetræk.

Sprængsnit blev planlagt og designet i en V-form. Stålbjælker/ben til gasforvarmeren blev sprængt ved hjælp af skæreladninger og der blev anvendt skubbeladninger med en eksplosiv vægt på 0,125 kg NEM til 1,5 kg NEM fastgjort til hver af stålbjælkerne, der blev sprængt over med skæreladning. Skubbeladninger og skæreladninger blev antændt samtidigt.

Sprængningen af gipsafvandingen fandt sted få øjeblikke efter sprængningen af gasforvarmeren og kulvaskeanlægget.

Der var behov for nogle ekstra forberedende arbejder som tog længere tid end planlagt forsinkede tidspunktet for sprængning. Sprængning af gasforvarmer, kulskrubber og gipsafvanding blev udført uden problemer.

Efter sprængning modtog kraftværket et opkald som vendte op og ned på det hele.

Brandvæsenet havde ringet, og sagt at et fragment havde ramt et hus 2 km væk. Vi burde komme dertil med det samme.". Den første tanke var at "Splinter/fragment 2 km væk ikke er muligt".

Ved ankomst og et kig ind i huset resulterede i stilhed. Ødelæggelse over hele linjen – murværk, vindueskarme, gelændere, vinduer, hoveddøre og fliser samt støv og snavs i gangen. Ingen personskader heldigvis.

Brandvæsenet og politiet begyndte deres arbejde, registrerede skaderne med henblik på at finde en forklaring.

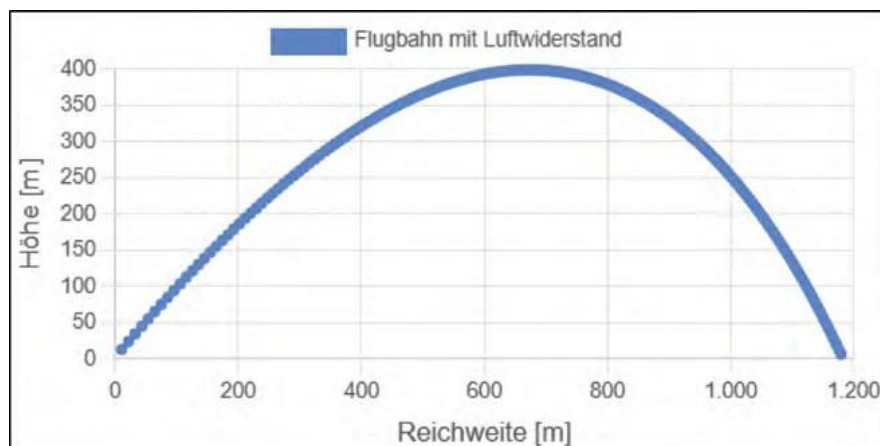
Entreprenøren foretog også en egen undersøgelse af hvor fragment kunne komme fra.

Data for fragmentet:

Stålstykker:

26 cm x 17 cm x 2 cm og en vægt på 6,2 kg

Kastlængde 1.182 m



Fragmentets bane

Alle videoer og billeder fra alle kameraer, mobiltelefoner og droner blev indsamlet for at identificere fragmentet.

Data fra medierne gav ingen succes.

Fragmentet er blevet undersøgt af retsmedicineren i Kiel. Det blev fastslået, at fragmentet kun havde vedhæftning af rester af kobber fra skæreladningen på en af siderne. Der var ingen rester af sprængstoffer fra skubbeladning.

Beregne den nødvendige energi for at flytte fragmentet så langt blev foretaget. Forskellige softwareløsninger blev brugt til dette formål, men de førte alle til det samme resultat.

Beregning af mængden af eksplosivstof og energi, der kræves for at sprænge dette fragment ud af en stålbjælke, blev også foretaget.

1. Energiberegning af fragmentets flyvning:

Første resultat: 76.411 joule skal anvendes for at flytte fragmentet.

2. Beregning af lastmængde til at sprænge et stykke stål af samme størrelse.  
specifikt sprængstofkrav=25 g/cm<sup>2</sup>

$$A=(17\text{ cm}+25\text{ cm}+17\text{ cm}+\text{frie overflader}) * 2\text{ cm} A = 118\text{ cm}^2$$

$$L = A * q_{Fe}$$

$q_{Fe} = 25\text{ g/cm}^2$  (når det bruges et gelatine sprængstof/dynamit)

$$L = 118\text{ cm}^2 * 25\text{ g/cm}^2$$

$$L = 2.950\text{ g eller } L = 2,9\text{ kg}$$

3. Energimængdeberegning stålsplinter

En trækstyrke på blev bestemt for stålet ST52 = 470 – 630 N/mm<sup>2</sup> (gennemsnitsværdi 550 N/mm<sup>2</sup>)

$$\text{Revnearealet blev beregnet} = 11.820\text{ mm}^2 = 550\text{ N/mm}^2 * 11.820\text{ mm}^2 = 6.501.000\text{ N}$$
$$6.501.000\text{ N} = 6,5\text{ MN}$$

$$\text{Arbejdsforskydning} = \text{kraft} * \text{afstand } 6,5\text{ MN} * 0,02\text{ m} = 130.000\text{ Nm} = 130.000\text{ J}$$

Energistålbrud + energibane 0,130 MJ + 0,076 MJ = 0,206 MJ

f.eks. har 1 kg gelatine sprængstof/dynamit et energiindhold på 4 MJ/kg

## ET TILFÆLDIGT TIP HJALP

For at finde ud af årsagen til udkastet var det vigtigt at bestemme hvorfra fragmentet kunne stamme fra. Universiteter, rumfartsteknik og et videostudie fik materialet til gennemsyn for at kigge på alle mulighederne.

Det afgørende tip fra videostudiet. Anbefalingen var at se filmene i sort/hvid, da dette gør det muligt at se objekter, der ikke tidligere var synlige.

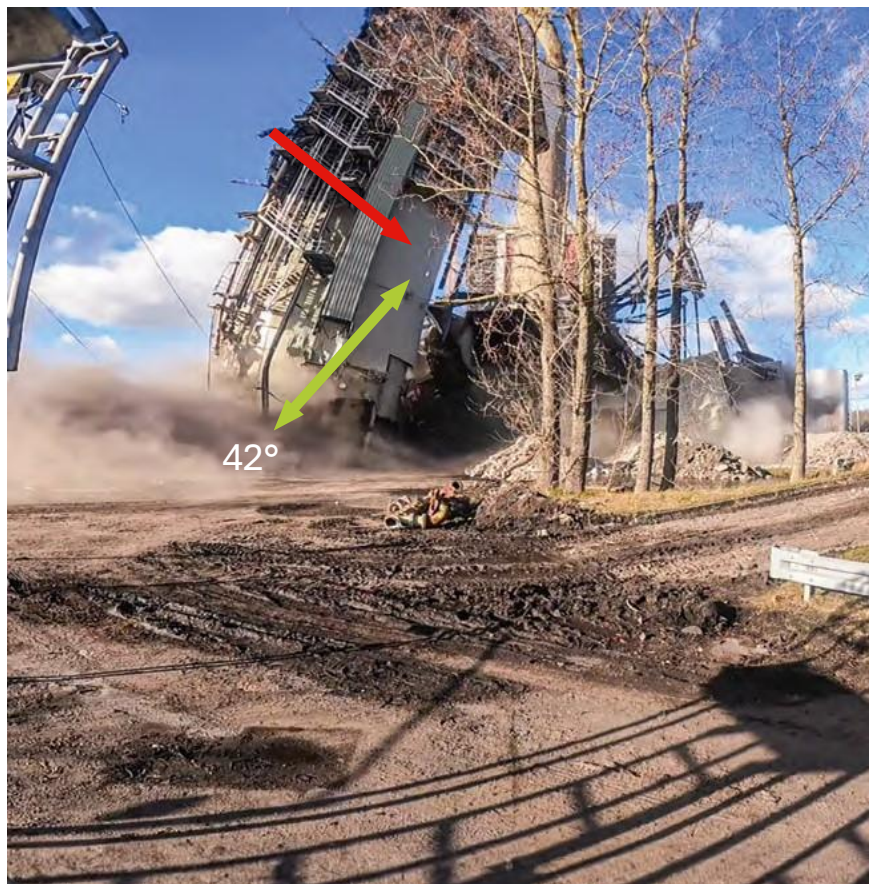
Identifikation af fragmentet var nu mulig og verificerbar ud fra farve, materialetykkelse, sideafrundning og de genkendelige hullers hul diameter.

Fragmentet, kunne ses i videoen 3,3 sekunder efter sprængningen, og kom fra elevatorens stålbjælke, som blev sprængt med 2 skæreladninger LC 53 (0,053 kg/m NEM) længde 0,20 m og uden skubbeladning.

## HYPOTESE

Ifølge de synlige spor og videooptagelserne borede elevatoren i kulvaskeanlægget/skrubberen sig gennem et betondæk på en drænskakt efter sprængningen, og kulvaskeren sank. Efterhånden som kulskrubberen vipper yderligere, øges spændingen i stålbjælken så meget, og bjælken knækkede. Udgangsvinklen var meget ugunstig: omkring 42°. Dette blev forstærket af f.eks. et sprødt brud og andre uheldige forhold som at konstruktionen blev ramt af gipsafvandingsystemet som blev sprængt samtidig.

Energiabsorption i form af en faldpude var ikke muligt. En faldpude kunne have forhindret en kollision af de to konstruktioner. En erfaring som bør tages i betragtning ved fremtidige sprængningsarbejder.



Fragmentet var synligt på 5 billeder

Det kan konstateres, at fragmentet ikke var forårsaget af selve sprængningen, men snarere et resultat af væltningen af de sprængte konstruktioner.



Fragmentet og hvorfra det kom

Jørgen Schneider har oversat artiklen med "google translate" og har omskrevet artiklen i et vist omfang.

Min kommentar til Hypotesen er at grunden er plausibel, men havde de væltet de tre konstruktioner en ad gangen og hver især ned på en faldpude, så var sandsynligheden for at fragmentet havde revet sig løs og kastet afsted muligvis mindre.

Den originale artikel på de følgende 4 sider.

# WAS PASSIERT IST, ABER NICHT SEIN DARF!

EDUARD REISCH UND  
RICHARD LANKES

## WHAT HAPPENED, BUT MUST NOT BE!

**Aufgezeigt wird eine geplante Fallrichtungssprengung eines Kraftwerkskomplexes, insbesondere mehrerer Stahlobjekte und der Einsatz von Schneidladungen unterschiedlicher Größenordnungen. Die Initiierung erfolgte standardisiert mit Boostern und elektrischen Zündern. Die naheliegende Bebauung war hinsichtlich Erschütterungen und Streuflug zu schützen. Vorbeugende Maßnahmen werden beschrieben. Erforderliche Sicherheitsvorkehrungen wurden getroffen. Trotz vorgegebener Sicherheitsmaßnahmen kam es zum Streuflug. Es folgte eine aufwendige Suche zu den Fehler-Ursachen.**

**A planned directional blasting of a power plant complex, in particular several steel objects, and the use of cutting charges of different sizes are shown. The initiation was carried out in a standardized manner using boosters and electrical detonators. The nearby buildings had to be protected from vibrations and stray flying; preventive measures are described. Necessary safety precautions have been taken. Despite the specified safety measures, the stray flight occurred and an extensive search for the causes of the error followed.**

Ein Vorkommnis mit Tragweite oder sollen wir sagen Flugweite. Das Ergebnis einer Sprengung und deren Parallelfolgen.

Beauftragt wurden die Planung und Durchführung mehrerer Sprengungen in Kiel auf dem Kraftwerksgelände der Stadtwerke. Die Stadt Kiel hat, im Rahmen ihrer Umstellung der Energieversorgung und Erneuerung ihrer Kraftwerksanlagen, ein Gasmotorenkraftwerk errichtet. Das somit nicht mehr benötigte Kohlekraftwerk aus dem Jahre 1965 wurde 2019 abgeschaltet und der Rückbau konnte beginnen.

Als zu sprengende Objekte im ersten Schritt, zur Schaffung von Arbeitsflächen, wurden der Gasvorwärmer, die Kohlewaschanlage und die Gipsentwässerung identifiziert. Alle drei Stahlobjekte wurden als Fallrichtungssprengung ausgeplant. Zum Einsatz kamen Schneidladungen in unterschiedlicher Länge und Größe. Es mussten Materialstärken von 12 mm bis 26 mm durchtrennt werden. Die Initiierung der Schneidladungen wurde standardisiert mit Booster, gleichlangen Sprengschnüren

und elektrischen Zündern der Klasse II (U-Zünder) eingeleitet.

Die Sprengung erfolgte in der Reihenfolge Gasvorwärmer, Kohlewascher und Gipsentwässerung mit Seilzugunterstützung.

In der näheren Umgebung befanden sich mehrere zu schützende Bauwerke hinsichtlich Erschütterung und Streuflug. Die prognostizierten Erschütterungen für die umliegenden Industriebauwerke stellten aufgrund der



Abb. 1: Anbringung Schneidladung, Foto: Lankes

Entfernung von Anfang an kein Problem dar. Ein möglicher Streuflug, der sich aus den Schneidladungen selbst und aus den zu trennenden Stahlkonstruktionen ergeben könnte, wurde mit Abdeckungen aus dickem Förderbandgummi und schwerem Vlies mit einem Gewicht von 500 g/m<sup>2</sup> und Holzpalisaden / Holzabdeckungen eingedämmt. Das zu sprengende Fallmaul wurde in V-Form geplant und ausgeführt. Um ein Wiederverbinden der mittels Schneidladungen getrennten Stahlträger des Gasvorwärmers zu verhindern, wurden an jedem der mittels Schneidladung zu trennenden Stahlträger verdämmte Schubladungen mit einem Sprengstoffgewicht von 0,125 kg NEM bis 1,5 kg NEM angebracht. Die Zündung der Schubladungen und Schneidladungen erfolgte gleichzeitig.

Die Sprengung der Gipsentwässerung erfolgte wenige Augenblicke nach der Sprengung des Gasvorwärmers und der Kohlewäschanlage.

Alle Sprengungen (Gasvorwärmer, Kohlewäscher und Gipsentwässerung) wurden problemlos durchgeführt, wenn auch die Vorbereitungsarbeiten durch einige zusätzliche nicht geplante Arbeiten verzögert wurden.

Ein Anruf des Kraftwerkbetreibers stellte alles auf den Kopf.

„Die Feuerwehr hat angerufen, ein Splitter ist in 2 km Entfernung in ein Haus eingeschlagen. Wir sollen sofort hinkommen.“

Daraufhin sind wir zur genannten Adresse gefahren, mit dem ersten Gedanken – „Splitter in 2 km Entfernung so ein Humbug, das funktioniert nicht“.

Wir wurden eines Besseren belehrt, angekommen und ein Blick in das Haus führten zum Schweigen. Zerstörung auf der ganzen Linie – Mauerwerk, Fensterbrett, Treppengeländer, Fenster, Haustüre und Fliesen sowie Staub und Dreck im Hausflur.

„Ist jemand verletzt?“ war uns aber wichtiger als der Schaden und der heiligen Barbara sei Dank: Es wurde niemand verletzt!

Die Feuerwehr, Polizei und das Ordnungsamt nahmen ihre Arbeit auf und versuchten, eine Erklärung zu finden.



Abb. 2: Detonation Schneidladung und Schubladungen, Fotos: Lankes



Abb. 3: Gasvorwärmer li. - Kohlewäscher re.

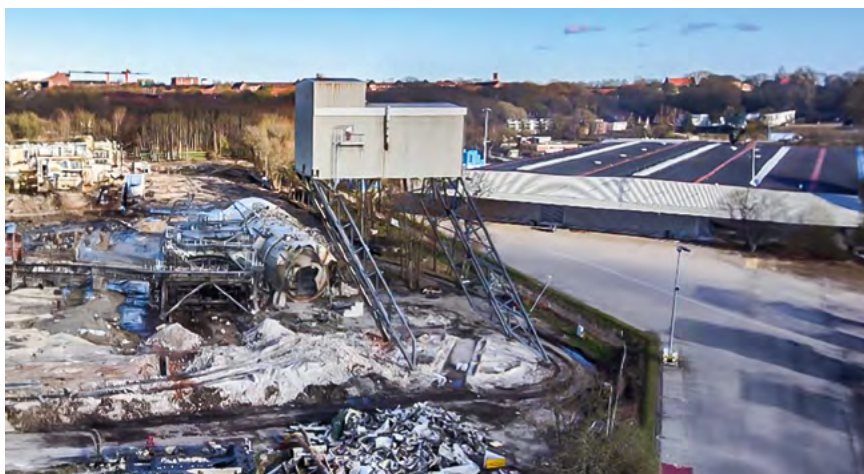


Abb. 4: Gipsentwässerung

Der Rückbau des Kraftwerkes wurde am folgenden Tag fortgesetzt. Zum Alltag zurückzukehren war sehr seltsam und passte nicht in unser Bestreben und wir begannen selbst mit der Recherche, woher dieser Streuflug kam.

**Daten zum Streuflug:**

Splitter: 26 cm x 17 cm x 2 cm, 6,2 kg.



Abb. 5: Splitter Kiel

# REICHWEITE 1.182 M

Es wurden sämtliche Videos und Bilder von allen Kameras, Handys und Drohnen gesammelt, um den Splitter zuzuordnen. Die erste Nacht- und Tag-sichtung der Medien brachte uns keinen Erfolg. Der Splitter wurde in-zwischen bei der kriminaltechnischen Gruppe Kiel untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass der Splitter nur

Anhaftungen von Reaktionsprodukten aufwies, ein direkter Kontakt mit Sprengstoff konnte daher ausgeschlos-sen werden. Somit wurde es für uns noch unklarer, wie dieser Streuflug entstanden ist.

Wir entschieden uns erstmal die Energie zu errechnen, welche benötigt wird, um den Splitter so weit zu be-

fördern. Dazu wurden verschiedene Softwarelösungen genutzt, die jedoch alle zum selben Ergebnis führten.

Ebenfalls haben wir die Sprengstoff-menge und Energie berechnet, die benötigt wird, um diesen Splitter aus einem Stahlträger herauszusprengen.

## 1. Energieberechnung Splitterflug:

Erstes Ergebnis, es müssen 76.411 Joule zur Beförderung des Splitters eingesetzt werden.

## 2. Lademengenberechnung zum Sprengen eines vergleich-bar großen Stahlstückes.

spezifischer Sprengstoffbedarf = 25 g/cm<sup>2</sup>

$$A = (17\text{ cm} + 25\text{ cm} + 17\text{ cm} + \text{Freifläche}) \cdot 2\text{ cm}$$

$$A = 118\text{ cm}^2$$

$$L = A \cdot q_{\text{Fe}}$$

$$q_{\text{Fe}} = 25\text{ g/cm}^2 \text{ (beim Einsatz von gelatinösen Sprengstoffen)}$$

$$L = 118\text{ cm}^2 \cdot 25\text{ g/cm}^2$$

$$L = 2950\text{ g}$$

$$L = 2,9\text{ kg}$$

## 3. Energiemengenberechnung Stahlsplitter

Für den Stahl ST52 wurde eine Zugfestigkeit ermittelt von = 470 – 630 N/mm<sup>2</sup> (Mittelwert 550 N/mm<sup>2</sup>)

Die Rissfläche wurde berechnet = 11.820 mm<sup>2</sup>

$$= 550\text{ N/mm}^2 \cdot 11.820\text{ mm}^2 = 6.501.000\text{ N}$$

$$6.501.000\text{ N} = 6,5\text{ MN}$$

$$\text{Arbeit Scherung} = \text{Kraft} \cdot \text{Weg}$$

$$6,5\text{ MN} \cdot 0,02\text{ m} = 130.000\text{ Nm} = 130.000\text{ J}$$

**Energie Stahlbruch + Energie Flugbahn 0,130 MJ + 0,076 MJ = 0,206 MJ**

z. B. 1 kg gelatinöser Gesteinssprengstoff hat 4 MJ/kg gem. Datenblatt!

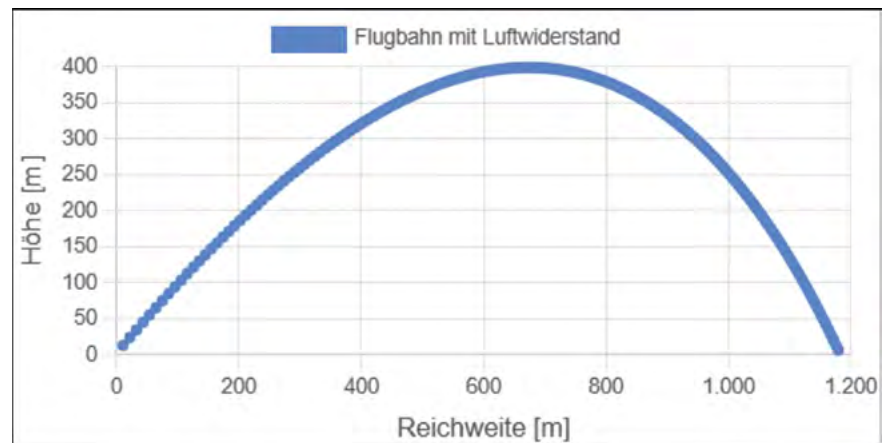


Abb. 6: Flugbahnberechnung

| Kugel Parameter                                                                                                     | Wert    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Masse der Kugel in Gramm (z.B.: 7.5)                                                                                | 6200    |
| Durchmesser der Kugel in mm (z.B.: 9.1)                                                                             | 200     |
| Geschwindigkeit der Kugel in m/s (z.B.: 550)                                                                        | 157     |
| Winkel zur Horizontalen in Grad (z.B.: 15)                                                                          | 45      |
| Abschusshöhe in Meter optional (z.B.: 1.8)                                                                          | 2       |
| Zugfestigkeit in N/mm <sup>2</sup> optional (z.B.: 531)                                                             | 400     |
| Windgeschwindigkeit in m/s optional (z.B.: 2)                                                                       | 6       |
| Messschritt in Millisekunden: <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 10 <input type="radio"/> 100 |         |
| <input type="button" value="Berechnen"/> <input type="button" value="Alles löschen"/>                               | Ausgabe |
| Parameter                                                                                                           | Wert    |
| Energie in Joule                                                                                                    | 76411.9 |

Abb. 7: Berechnung der Energiequelle

# EIN ZUFÄLLIGER TIPP HAT WEITERGEHOLFEN

Um die Ursache für den Streuflug herauszufinden, war es zunächst wichtig, den Bereich der gesprengten Bauwerke zu ermitteln, aus dem der Splitter entstanden sein könnte.

Wir haben Verbindung mit Hochschulen, der Raumfahrttechnik und einem Videostudio aufgenommen, um alle Möglichkeiten noch einmal zu betrachten.

Der entscheidende Tipp, die Filme in schwarz/weiß zu betrachten, da dadurch Objekte zu erkennen sind, die vorher nicht sichtbar waren, kam schließlich vom Videostudio.

Und siehe da!

Die Zuordnung des Splitters war nun möglich und auf Grund von Farbe, Materialstärke, Seitenrundung und dem Lochdurchmesser der erkennbaren Bohrungen verifizierbar.

Der Splitter, im Video ist dieser **3,3 sec. nach der Sprengung** erkennbar, kann dem Stahlträger des Fahrstuhles zugeordnet werden, der mit 2 Schneidladungen LC 53 (0,053 kg/m NEM) Länge 0,20 m und ohne Schubladung gesprengt wurde.



Abb. 8: Splitterflug, der Splitter ist in 5 Bildern nachweisbar, Foto: Lankes

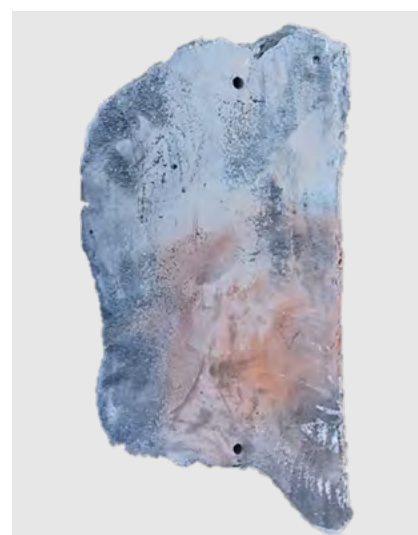
## HYPOTHESE

Den erkennbaren Spuren und den Videoaufnahmen nach hat sich der Träger des Fahrstuhles nach der Sprengung mit dem Absacken des Kohlewäschers durch die Betonabdeckung eines Entwässerungsschachtes gebohrt. Mit dem weiteren Neigen des Kohlewäschers muss sich die Spannung im Stahlträger so stark erhöht haben, bis dieser nachgeben musste. Der Abgangswinkel war dabei sehr ungünstig: etwa 42°. Verstärkt wurde dies durch synergetische Effekte wie Spröbruchverhalten, Impakt-Vorgänge u. a. m.

Somit kam es zur Bildung eines Sekundärsplitters, der durch das Zusammenstürzen der Abbruchmassen gebildet wurde. Dieser Umstand wurde mutmaßlich dadurch möglich, dass das zweite Sprengobjekt (Gipsentwässerer) auf die Einsturzmassen des ersten Sprengobjektes aufprallte. Ein Energieabbau in Form eines Fallbetts war so nicht möglich. Bei zukünftigen Sprengarbeiten muss dieser Um-



Abb. 9: Ansicht Splitter



stand zwingend berücksichtigt werden, um derartige Ereignisse ausschließen zu können. Es kann abschließend festgestellt werden, dass der Splitterflug nicht ursächlich auf den eigentlichen Sprengvorgang zurückzuführen ist, sondern sich durch das Zusammenstürzen der gesprengten Bauwerke ergeben hat.

EDUARD REISCH  
Reisch Sprengtechnik GmbH  
[www.reisch-sprengtechnik.de](http://www.reisch-sprengtechnik.de)

RICHARD LANKES  
Planungsbüro für Sprengtechnik  
[www.planung-sprengtechnik.de](http://www.planung-sprengtechnik.de)