

Kalibrier-Ringversuch CaRo 18

Schlussbericht

| | |
|---|---|
| 1. Zusammenfassung | 1 |
| 2. Explosionskenngrössen Pmax, Kmax | 3 |
| 3. Mindestzündenergie MZE | 5 |
| 4. Teilnehmerverzeichnis | 6 |

1. Zusammenfassung

Gemäss internationalen Normen müssen Prüfmittel periodisch durch Vergleich mit einem Normal oder einem Eich-Prüfmittel kalibriert werden. Diese Kalibrierung gilt sinngemäss auch z.B. für die 20-l-Apparatur bzw. den 1m³-Behälter für die Bestimmung von Pmax und Kmax und die Apparatur für die Bestimmung der Mindestzündenergie. Das Prüfverfahren ist ein wichtiger Bestandteil von dieser Kalibrierung. Eine alleinige Überprüfung auf Komponentenebene ist unvollständig und somit unzulässig.

Leider gibt es weltweit weder Normstäube noch geeichte Apparaturen für die Bestimmung dieser Kenngrössen. Deshalb wurde ein Kalibrier-Ringversuch (Calibration-Round-Robin = CaRo) durchgeführt:

Eine ausgewählte Staubprobe wurde vorbereitet und von **21** Prüfstellen untersucht. Die Mittelwerte aus den Prüfergebnissen der teilnehmenden Labors wurden als Referenzwerte mit den dazugehörigen Streubereichen berechnet. Die Prüfstellen wurden mittels Zertifikat über die Auswertung informiert.

CaRo 18 – Referenzwerte für die Explosionskenngrössen Pmax und Kmax

| | | |
|-----------------------|------------------|----------------------|
| Pmax (bar) | 8.4 ± 10% | (7.6 ... 9.2) |
| Kmax (bar·m/s) | 252 ± 10% | (227 ... 277) |

CaRo 18 – Referenzwerte für die Mindestzündenergie MZE

| | | |
|---------------|---------------|---------------|
| Es / 3 | Es | Es · 3 |
| 0.6 mJ | 1.8 mJ | 5.3 mJ |

Der Inhalt dieses Berichtes darf nur in vollständiger Form veröffentlicht oder weitergegeben werden.

Cesana AG

Baiergasse 56
CH-4126 Bettingen
Schweiz

Tel. +41 61 534 01 61
E-Mail caro@cesana-ag.ch
Internet www.cesana-ag.ch

1.1 Teilnehmer:

Weitere Angaben über die Teilnehmer, welche einer Veröffentlichung zugestimmt haben, sind im letzten Abschnitt aufgelistet.

| | Pmax, Kmax (19) | | MZE (22) | |
|---------------|-----------------|------------------|-----------|----------|
| | 20-l | 1 m ³ | MIKE | Andere |
| Australien | 1 | | 1 | |
| Brasilien | 1 | | 1 | |
| China | 2 | | 1 | |
| Deutschland | 1 | | 4 | |
| England | 5 | | 3 | 2 |
| Italien | 1 | | 1 | |
| Japan | | | 1 | |
| Kanada | 1 | | | 1 |
| Schweiz | 4 | | 4 | |
| USA | 3 | | 3 | |
| Total: | 19 | | 19 | 3 |

1.2 Prüfstaub:

Um eine korrekte Kalibrierung zu gewährleisten, wurde der CaRo 18-Prüfstaub gemahlen, homogenisiert und dicht verpackt.

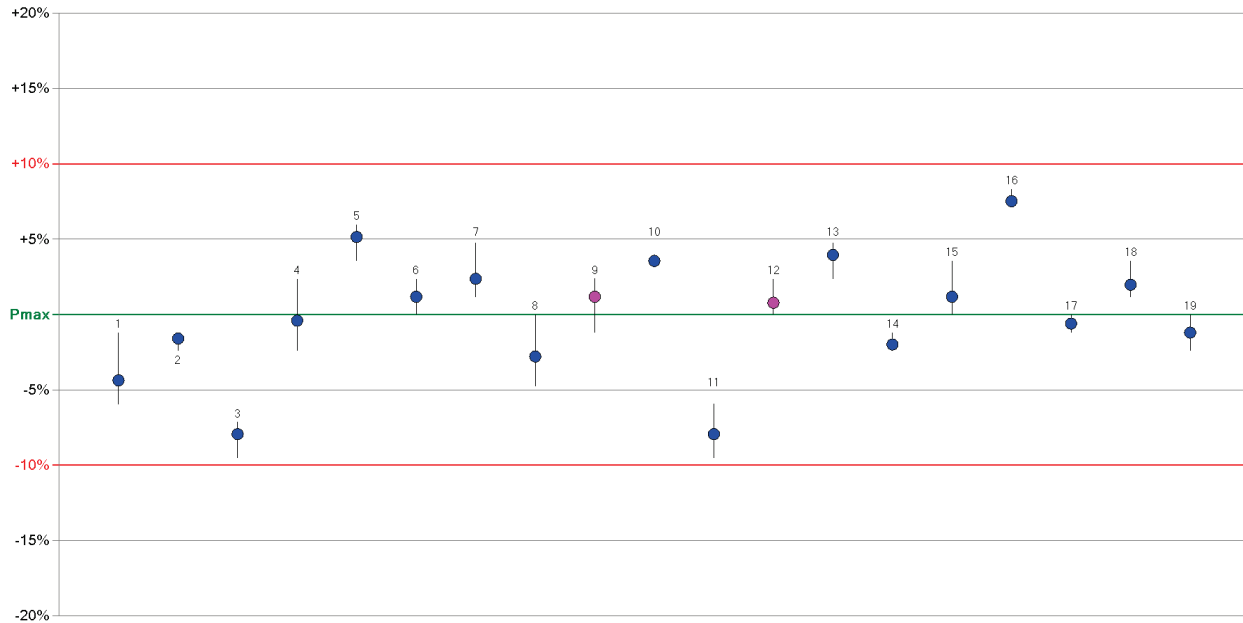
Das Produkt musste somit im „Anlieferungszustand“ untersucht werden.

CaRo 18 = Niacin CaRo Test Dust (Nicotinsäure)

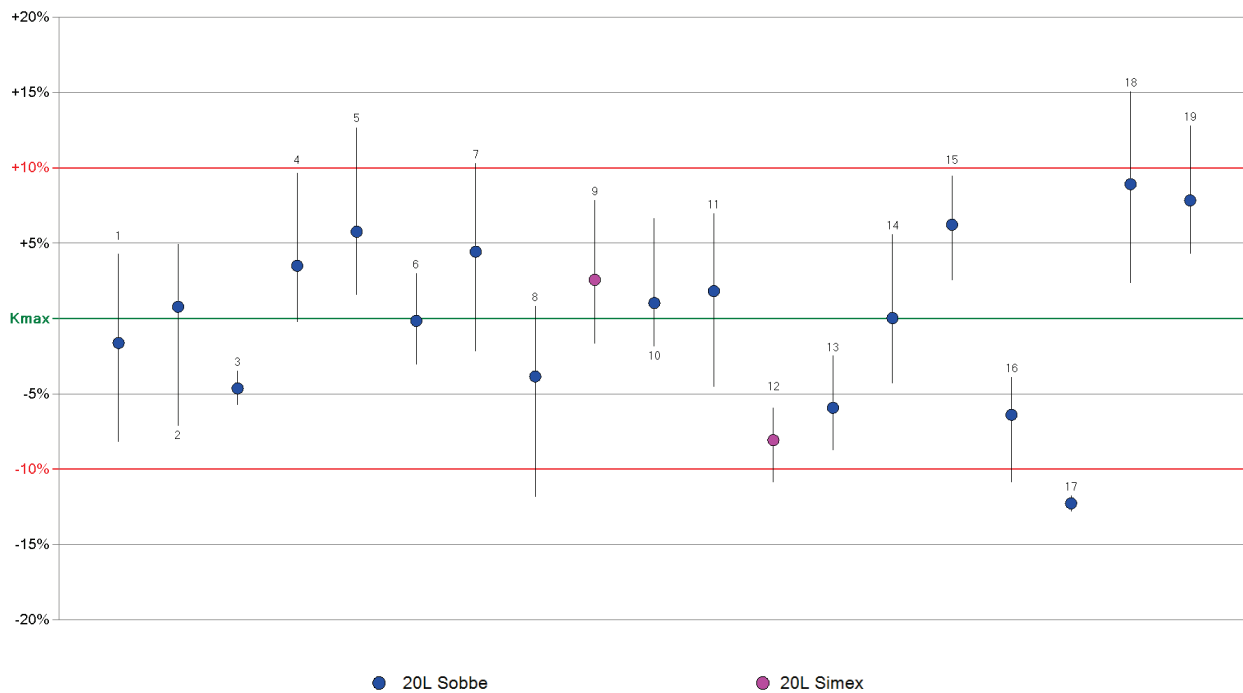
| Partikelgrösse | d 10 [µm] | d 50 = median [µm] | d 90 [µm] |
|----------------|-----------|--------------------|-----------|
| Probe 1 | 3.1 | 20.1 | 73.2 |
| Probe 2 | 3.1 | 19.6 | 74.7 |
| Probe 3 | 3.2 | 21.2 | 79.4 |
| Probe 4 | 3.0 | 20.5 | 73.9 |

2. Explosionskenngrossen Pmax, Kmax

Pmax = 8.4 bar ± 10% (7.6 ... 9.2) bei 509 g/m³



Kmax = 252 bar·m/s ± 10% (227 ... 277) bei 632 g/m³



Die Einzelwerte sind relativ zum arithmetischen Mittel aus allen Resultaten und in chronologischer Reihenfolge (Zertifikat-Nummer) aufgetragen.

2.1 Prüfverfahren:

Die Bestimmungsmethoden sind in den „Anweisungen CaRo 18“ definiert.

2.2 Auswertung:

Als Kenngrösse für den maximalen Explosionsdruck P_{max} und den maximalen zeitlichen Druckanstieg $(dP/dt)_{max}$ wird der Mittelwert aus den Maximalwerten einer jeden Serie angegeben, kurz Mittel aus Maxima genannt. $(dP/dt)_{max}$ wird dann in K_{max} umgerechnet.

2.3 Streuung von P_{max} und K_{max} :

Jedes der Maxima darf nicht mehr als **10%** von P_{max} bzw. K_{max} abweichen.
Andernfalls musste diese Serie wiederholt werden!

2.4 Berechnung der Referenzwerte:

Zuerst wurde der Mittelwert aus allen Prüfergebnissen (19) gebildet. In einem 2. Schritt wurden alle Resultate, die ausserhalb des 10%-Toleranzbandes lagen für die erneute Mittelwertbildung ausgeschlossen. Auf Grund der grossen Anzahl der Teilnehmer haben sich dabei die Mittelwerte nicht verändert.

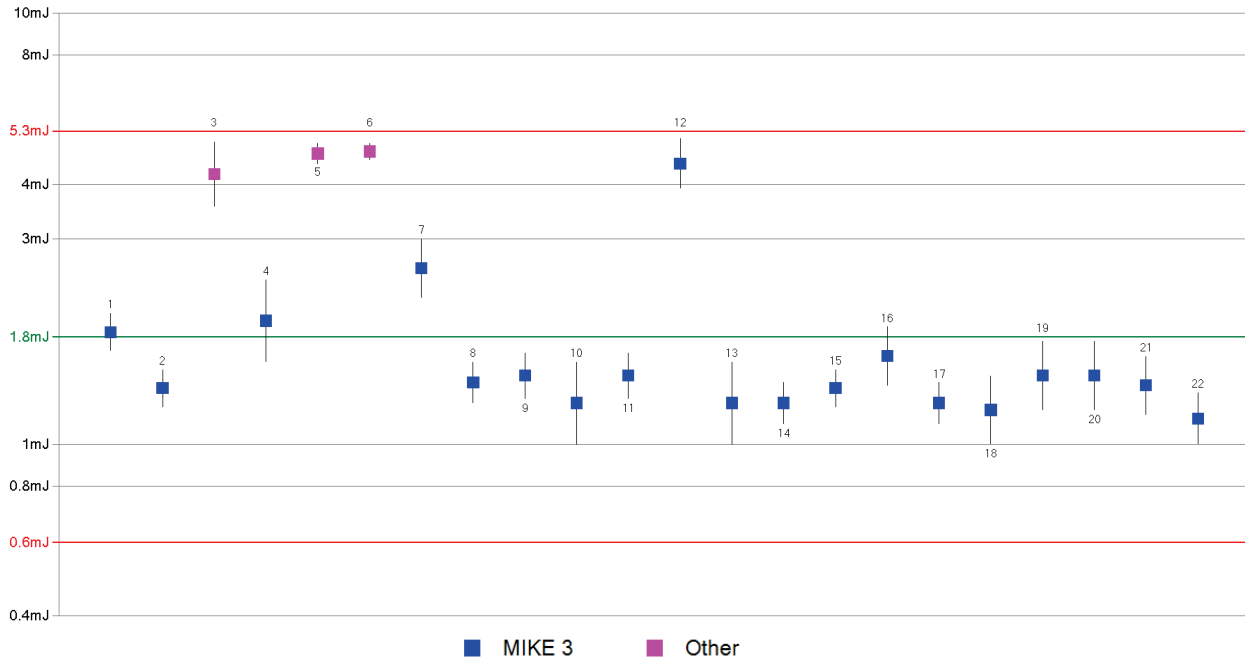
2.5 Fehlerquellen:

Einige Labors mussten die Versuche wiederholen.

Die Gründe hierfür waren:

- a. Verwendung von synthetischer Druckluft anstelle von normaler Kompressor-Druckluft. Synthetische Druckluft kann zu niedrigeren Explosionskenngrossen P_{max} und K_{max} bzw. zu höheren Werten bei der MZE führen. Wir empfehlen auf synthetische Druckluft gänzlich zu verzichten.
- b. Zu hoher oder zu niedriger Anfangsdruck P_i . Die Explosionskenngrossen P_{max} und K_{max} werden vom Vordruck P_i , dem Ausgangsdruck zum Zeitpunkt der Entzündung, proportional beeinflusst. Es besteht eine lineare Abhängigkeit bis zu einem Vordruck von ca. 3 bar.
- c. Vertauschte Kabelanschlüsse zwischen Druckaufnehmer und Ladungsverstärker als Ursache für stark abweichende Kurven des Druckverlaufs.

3. Mindestzündenergie MZE



Die Einzelwerte sind in chronologischer Reihenfolge (Zertifikat-Nummer) aufgetragen.

3.1 Prüfverfahren:

Die Bestimmungsmethoden sind in den „Anweisungen CaRo 18“ definiert.

3.2 Abschätzung der statistischen Energie (Es):

Die Mindestzündenergie MZE liegt, gemäss Definition, zwischen zwei Energiewerten: $E_1 < MZE < E_2$
 Für den Vergleich der Resultate von verschiedenen Apparaturen und deren Kalibrierung ist die alleinige Angabe des Energiebereiches (E_1, E_2) zu wenig genau. Deshalb muss für die Kalibrierung mit Hilfe der Zündwahrscheinlichkeit ein einzelner statistischer Energiewert (E_s) an Stelle des Energiebereiches (E_1, E_2) wie folgt abgeschätzt werden (EN 13821):

$$E_s = 10^{\log E_2 - \frac{[E_2] \cdot (\log E_2 - \log E_1)}{(NI + 1) \cdot [E_2] + 1}}$$

wobei gilt: $[E_2]$ = Anzahl der Versuche mit Zündung bei der Energie E_2
 $(NI+1) [E_2]$ = gesamte Anzahl der Versuche bei der Energie E_2

3.3 Kriterium für die Konformität:

Konformität im CaRo 18 ist gegeben, wenn der statistische Energiewert der einzelnen Apparatur sich um weniger als den Faktor 3 vom Mittelwert (E_s) aus allen Apparaturen unterscheidet:

| Es / 3 | Es | Es · 3 |
|--------|--------|--------|
| 0.6 mJ | 1.8 mJ | 5.3 mJ |

3.4 Fehlerquellen:

Die Verwendung von synthetischer Druckluft hatte eine Veränderung des Zündverhaltens zur Folge.

4. Teilnehmerverzeichnis

| Land | Firma Prüflabor | E-Mail | Pmax Kmax | MZE |
|-------------|--|--------------------------------|--------------|-----|
| Australien | Simtars – Department of Natural Resources, Mines and Energy | negar.fasihiani@simtars.com.au | ✓ | ✓ |
| Brasilien | IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Est. de São Paulo | ricalca@ipt.br | ✓ | ✓ |
| China | Dekra Testing and Certification (Shanghai) | dengping.hu@dekra.com | ✓ | |
| Deutschland | BASF SE | johannes.a.fischer@basf.com | ✓ | ✓ |
| Deutschland | Merck KGaA | thomas.keil@merckgroup.com | | ✓ |
| Deutschland | Sanofi-Aventis Deutschland GmbH | dirk.hoerstermann@sanofi.com | | ✓ |
| England | BRE Global | lee.amendt@bre.co.uk | ✓ | ✓ |
| England | Chilworth Technology / Dekra Insight | aidan.bushell@dekra.com | ✓ | ✓ |
| England | Health and Safety Laboratory | wayne.rattigan@hse.gov.uk | ✓ | ✓ |
| England | Kindlow Safety Services | james.coady@kindlow.co.uk | ✓ | ✓ |
| Italien | Innovhub – SSI S.r.l. | antonella.mazzei@mi.camcom.it | ✓ | ✓ |
| Japan | Technology Institution of Industrial Safety | nishimura@tiis.or.jp | | ✓ |
| Kanada | Jensen Hughes | mclouthier@jensenhughes.com | ✓ | ✓ |
| Schweiz | DSM | romeo.isner@dsm.com | | ✓ |
| Schweiz | Givaudan International SA | chantal.berchten@givaudan.com | ✓ | ✓ |
| Schweiz | Lonza AG – Prozesssicherheitslabor Visp | damian.venetz.vda@lonza.com | ✓ | |
| Schweiz | TÜV SÜD Process Safety | mischa.schwanager@tuev-sued.ch | ✓ | ✓ |
| USA | Ashland LLC | tolechnowicz@ashland.com | ✓ | ✓ |
| USA | BASF Corporation | andrew.charlick@basf.com | ✓ | ✓ |
| USA | EMSL Analytical, Inc. | emirica@emsl.com | ✓ | ✓ |