



## Brandprüfsystem für Kabel – KBT 916

zur Prüfung der Flammenausbreitung vertikal angeordneter Kabelbündel  
und isolierter Leitungen gemäß EN 50399 und IEC 60332-3-10

Analyzing & Testing



# *Prüfung der Flammenausbreitung vertikal angeordneter Kabelbündel*

Prüfverfahren für die Bewertung der vertikalen Flammenausbreitung vertikal angeordneter Bündel von Kabeln und isolierter Leitungen, elektrischer oder optischer Kabel unter definierten Bedingungen nach EN 50399 und IEC 60332-3-10. Ein wichtige Parameter hierfür ist unter anderem die Wärmefreisetzungsrate.

Brandprüfungen sind wichtig, um das Verhalten von Kabeln im Brandfall zu bestimmen. Die Einzelflammenprüfung ist die in den Normen festgelegte Mindestleistungsanforderung. Ziel dieser Tests ist es, die Flammenausbreitungseigenschaften des Materials, aber auch der Kabelkonstruktion zu überprüfen.

Die Bauproduktverordnung (CPR, engl. Construction Products Regulation) vergibt eine Brandklassifizierung basierend auf dem Verhalten von Kabeln in Brandprüfungen gemäß EN 50399, EN 60332-1-2, EN 61034-2 und EN 60754-2. Danach werden diese in die Klassen  $A_{ca}$  (nicht brennbar) bis  $F_{ca}$  (niedrigste, keine Anforderungen) eingestuft.

Da Kabel sicherheitsrelevant sind, sollten sowohl Qualität als auch Sicherheit bei der Spezifikation und Auswahl des richtigen Kabels für eine Anwendung im Vordergrund stehen.

Kabel können einfach oder komplex aufgebaut sein und bereits geringfügige Änderungen in Design, Material oder Herstellungsprozess können ihre Eigenschaften erheblich beeinträchtigen. Funktionieren sie bei normalem Gebrauch oder unter extremen Bedingungen nicht wie erwartet, kann das entscheidende Auswirkungen auf ihre Lebensdauer haben.

Beschädigte Kabel können tragische Folgen verursachen, wie der Brand im Grenfell Tower in London 2017 gezeigt hat.

# Methode & erforderliches Kabelmaterial

## Prüfverfahren

In einer Prüfkammer wird das Kabel der Flamme für eine Brenndauer von 20 min ausgesetzt. Die Kabel (Anzahl abhängig vom Kabeldurchmesser) werden auf einer Leiter in einem vertikalen Rohrfen montiert und mit einem Ribbon-Propangas-Brenner (AGF) mit Venturi-Mischer (20,5 kW/ 30 kW) beflammt. Zur Beurteilung des Brennverhaltens und der Verbrennungsleistung des Kabels wird der Zündpunkt herangezogen.

## Messung

Während dieser Zeit werden Flammenausbreitung und flammende Tröpfchen/Partikel beobachtet. Am Ende des Tests wird die Länge des Brand-schadens gemessen. Die bei der Verbrennung entstehenden Rauchgase werden unter einem definierten Luftstrom gesammelt und in eine Abzugshaube geleitet. Zur Berechnung der emittierten Feuereinwirkung und der Rauchbildung werden dort die Geschwindigkeit des Luftstroms, der  $O_2$ - und  $CO_2$ -Gehalt, die Lichtabsorption und Temperatur gemessen.

## Kabel

Die zu prüfenden Kabellängen werden gleichmäßig auf der Prüfleiter verteilt; die gesamte Breite für Kabel und Zwischenräume beträgt ca. 30 cm. Bei der Brandprüfung wird die Leiter mit den Prüfmustern (nach innen, von der Wand abgewandt) senkrecht an die Rückwand in die Brennkammer gestellt und vor der Leiter wird ein Brenner mit einem Abstand von 7,5 cm zu den Prüfmustern platziert.



Prüfkammer mit Brenner und Probenhalter (Leiter)

## Ergebnisse der Brandprüfung unter kontrollierten Bedingungen

- Wärmefreisetzungsrate (HRR)
- Gesamte Wärmefreisetzung (THR)
- Flammenausbreitung (FS)
- Flammenausbreitungsrate
- Index der Brandausbreitungsrate (FIGRA)
- Rauchentwicklungsrate (SPR)
- Gesamte Rauchentwicklung (TSP)
- Rauchdichte
- Brennende, abtropfende Partikel
- Gasanalyse von  $O_2$ ,  $CO_2$  (CO optional)

# Kabellänge gemäß EN 50399

Mit Hilfe des EN 50399-Tests erhält man Daten über das Brandverhalten von Kabeln bei Bränden im Anfangsstadium. Der Test zur Wärmefreisetzungsrate zeigt die Flammenausbreitung entlang des Kabels und die möglichen Auswirkungen der Brandquelle auf angrenzende Bereiche. Tests zur lichtabsorbierenden Rauchentwicklung geben darüber hinaus Aufschluss über die Auswirkungen eines Kabelbrandes auf die persönliche Sicherheit.

Gemäß EN 50399 beträgt die Länge jeder Kabelprobe 3,5 m.

Die Berechnung der gesamten Wärmefreisetzungsrate (THR) und der gesamten Rauchentwicklung (TSP) basiert auf der in der Norm angegebenen Gleichung.



# ZUKUNFTSWEISENDE TECHNOLOGIE

## Normgerecht

### Prüfkammer

Die Prüfkammer mit den Gesamt-abmessungen von 135 x 235 x 430 cm<sup>3</sup> (B x T x H) ist eine doppelwandige Konstruktion mit Edelstahlverkleidung und Vierkantstahlprofilen. Die Isolierung besteht aus einer 6,5 cm dicken Mineral-faserschicht. Für die Luftzufuhr ist im Boden eine Öffnung mit einer Breite von 80 cm und einer Tiefe von 40 cm vorgesehen. Die Luftkammer verfügt über einen Löschwasserablauf. Für die Rauchgasabsaugung (100 cm x 30 cm) gibt es eine weitere Öffnung.

Der Probenhalter (Leiter) lässt sich über die Schienen und den elektrischen Einzug an der Rückwand mühelos bewegen. Eine Rampe erleichtert das Einfahren der Probe von der Türschwelle in die Prüfkammer.

### Kammertür

Die Tür der Prüfkammer besteht aus Edelstahl. Scharniere und Griffe können sowohl auf der linken als auch auf der rechten Seite montiert werden. Das eingebaute Fenster (40 x 40 cm<sup>2</sup>) ist doppelt verglast. Die Abmessungen der Tür betragen 216 cm in der Höhe und 134 cm in der Breite.

### Ribbon-Brenner

Der Ribbon-Propangasbrenner ist mit Venturi-Mischer, Zünder und Flammdetektor ausgestattet.

Ein Ribbon-Brenner ist leiser, effizienter und langlebiger als ein Brenner in Rohrform. Die Brennerkomponenten verkalken nicht und nutzen sich nicht ab, da kein Stahlmaterial in Kontakt mit Schmiedetemperaturen kommt.

### Zwei Durchflussregler

Die in einem Stahlschrank untergebrachte Gasinstallation beinhaltet Druckregler und Magnetventile für Propan und Druckluft sowie ein Absperrventil für Propan.

### Messrohr und Probenhalter

Das Edelstahl-Messrohr besteht aus einer Gasentnahmesonde, zwei Leitflügeln und einer allgemeinen Messstrecke. Die Differenzdruckmessung wird durch die bidirektionale Sonde (Venturidüse) realisiert. Die optische Messstrecke verfügt über einen Anschluss für Druckluftspülung zur Vermeidung von Kondensationseffekten. Der Probenhalter ist eine geschweißte Rohrkonstruktion aus Edelstahl.

### Mess- und Steuereinheit

Die Steuereinheit basiert auf einem Windows-Einplatinenrechner mit 10.1"-Farb-Touchscreen. Der Single Board Computer ist mit einem 32 GB an SSD Datenspeicher, zwei USB-Anschlüssen und einem Ethernet-Anschluss ausgestattet. Die Temperatur kann im Bereich von -100 °C bis 1300 °C mit einer Genauigkeit von 0,1 K gemessen werden.

Der Schaltschrank enthält zwei Massendurchflussregler. Magnetventile für Kalibriergas, Nullgas (Stickstoff) und Probengas (Pumpe), Kalibrier- und Nullgas sowie für die Pumpe der Messgasaufbereitung sind integriert.

### Lichtmessung

Die Lichtmessanordnung sitzt in einem Aluminiumgehäuse an der Messstrecke. Der Messlichtempfänger besteht aus einem Silizium-Fotoempfänger mit vergüteter und wärmege-schützter Optik. Sie ist mit einem Spektralfilter zur Simulation der CIE-Verteilung und einem Messlichtverstärker ausgestattet. Der Lichtgeber verfügt über eine Halogen-Punktlichtquelle von 10 W und einer Farbtemperatur von 2900 K. Der Strahldurchmesser beträgt 25 mm ( $d / f = 0,0375$ ).

### Venturi-Effekt

Der Venturi-Effekt ist die Abnahme des Flüssigkeitsdrucks, die entsteht, wenn eine Flüssigkeit durch einen verengten Abschnitt (oder Drossel) eines Rohrs fließt.

# Euro-Klassifizierung

## Zukunftsweisende Technologie

Euro-Klasse	Standard	Hauptklassifizierung	Rauchentwicklung
B1	EN 50399 (30-kW-Flammenquelle)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>FS \leq 1,75 \text{ m}</math></li> <li>▪ <math>THR_{1200s} \leq 10 \text{ MJ}</math></li> <li>▪ <math>Peak-HRR \leq 20 \text{ kW}</math></li> <li>▪ <math>FIGRA \leq 120 \text{ W s}^{-1}</math></li> </ul>	s1 $TSP_{1200s} \leq 50 \text{ m}^2$ $Peak-SPR \leq 0,25 \text{ m}^2/\text{s}$
	EN 60332-1-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>H \leq 425 \text{ mm}</math></li> </ul>	
B2	EN 50399 (20,5-kW-Flammenquelle)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>FS \leq 1,5 \text{ m}</math></li> <li>▪ <math>THR_{1200s} \leq 15 \text{ MJ}</math></li> <li>▪ <math>Peak-HRR \leq 30 \text{ kW}</math></li> <li>▪ <math>FIGRA \leq 150 \text{ W s}^{-1}</math></li> </ul>	s1a Konformität mit s1 Transmission $\geq 80 \%$
	EN 60332-1-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>H \leq 425 \text{ mm}</math></li> </ul>	
C	EN 50399 (20,5-kW-Flammenquelle)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>FS \leq 2,0 \text{ m}</math></li> <li>▪ <math>THR_{1200s} \leq 30 \text{ MJ}</math></li> <li>▪ <math>Peak-HRR \leq 60 \text{ kW}</math></li> <li>▪ <math>FIGRA \leq 300 \text{ W s}^{-1}</math></li> </ul>	s1b Konformität mit s1 Transmission $\geq 60 \% < 80 \%$
	EN 60332-1-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>H \leq 425 \text{ mm}</math></li> </ul>	
D	EN 50399 (20,5-kW-Flammenquelle)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>THR_{1200s} \leq 70 \text{ MJ}</math></li> <li>▪ <math>Peak-HRR \leq 400 \text{ kW}</math></li> <li>▪ <math>FIGRA \leq 1\,300 \text{ W s}^{-1}</math></li> </ul>	s2 $TSP_{1200s} \leq 400 \text{ m}^2$ $Peak-SPR \leq 1,5 \text{ m}^2/\text{s}$
	EN 60332-1-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>H \leq 425 \text{ mm}</math></li> </ul>	Produkte, für die keine Leistungen spezifiziert sind oder die die Kriterien für s1 und s2 nicht erfüllen
E	EN 60332-1-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>H \leq 425 \text{ mm}</math></li> </ul>	
F	keine Leistung festgelegt		

### Gasaufbereitung

Das Rauchgas wird über eine Pumpe (60 - 300 l/min) im Bereich der Messstrecke abgesaugt und zunächst über einen Vorfilter und einen Feinfilter (0,1 µm) gefiltert. Die Trocknung des Messgases erfolgt bei -10 °C über ein effizientes Peltier-Kühlsystem ohne mechanische Bauteile. Zusätzlich ist die Trocknung mit einem Trockenmittel (Drierite) möglich. Der Messgasstrom durch den Gasanalysator wird mittels Bypassventilen gesteuert.

### Gasanalysator zur Bestimmung der thermischen Leistungswerte (HRR, SPR, etc.)

In der IR-Physik wird durch den Einsatz von Optokopplern und optischen Filtern die Selektivität erhöht und ermöglicht die Messung bei niedrigeren Konzentrationen und Nachweisgrenzen. Daher ist auch dieses System mit einem robusten Siemens ULTRAMAT/OXYMAT 6E ausgestattet, der sich durch korrosionsbeständige Materialien im Gaskanal auszeichnet. Er dient der normgerechten Detektion von beiden Infrarot-Komponenten, CO<sub>2</sub> und O<sub>2</sub> sowie CO (Option).



Maximaler Brandschutz

Basis-Brandschutz

## Brennendes Abtropfen/Abfallen

## Azidität

d0 = kein brennendes Abtropfen/  
Abfallen innerhalb von 1200 s

d1 = kein brennendes Abtropfen/  
Abfallen länger als 10 s innerhalb  
von 1200 s

d2 = wenn keine Leistung für das  
Produkt spezifiziert ist oder die  
Kriterien für d0 und d1 nicht erfüllt  
sind

a1 = wenn eine elektrische  
Leitfähigkeit von  $< 2.5 \mu\text{S}/\text{mm}$   
und ein pH von  $> 4.3$  während der  
Prüfung EN 50267-2-3 erhalten  
werden

a2 = wenn eine elektrische  
Leitfähigkeit von  $< 10 \mu\text{S}/\text{mm}$  und ein  
pH von  $> 4,3$  während der Prüfung  
gemäß EN 50267-2-3 erhalten  
werden

a3 = wenn für das Produkt keine  
Leistung spezifiziert ist oder dieses die  
Kriterien für a1 und a2 gemäß  
EN 50267-2-3 nicht erfüllt

# TEST- KRITERIEN & EURO- KLASSIFI- ZIERUNG

- Gesamte Wärmefreisetzung (THR): Die gesamte Wärmefreisetzung während des Bewertungszeitraums abzüglich des Beitrags der Zündquelle in [MJ]
- Flammenausbreitung (FS): Die vertikale Flammenausbreitung in [m] entspricht der beschädigten Länge der Probe
- Peak-HRR (HRR): Maximaler Wärmefreisetzungswert, abzüglich des Beitrags der Zündquelle, ermittelt über die gesamte Einsatzdauer des Brenners, gemittelt über 30 s and angegeben in [kW]
- Peak-SPR (SPR): Maximaler Wert der Rauchentwicklung, ermittelt über die gesamte Einsatzdauer des Brenners, gemittelt über 60 s und angegeben in [ $\text{m}^2/\text{s}$ ]
- H: Entfernung vom oberen Anfangspunkt der Verkohlung (oberhalb des Flammpunkts) zum unteren Anfangspunkt der Verkohlung (unterhalb des Flammpunkts) in [mm], gemessen gemäß EN 60332-1-2
- Brandausbreitungsrate (FIGRA): Der Index der Wärmefreisetzungsrates für Klassifizierungszwecke in [W/s]
- Gesamte Rauchentwicklung (TSP): Die gesamte Rauchentwicklung während des Bewertungszeitraums in [ $\text{m}^2$ ]
- Flammende Tröpfchen/Partikel: Material, das sich während der Prüfung von der Probe ablöst und für eine Mindestdauer (im Prüfverfahren festgelegt) weiterbrennt

- Messmethode gemäß DIN EN 50399
- KBT-Prüfkammer mit Probenhalter, Abzugshaube, Kollektor, Messrohr, Gasinstallation, Brenner, Luftzufuhr und Sensoren
- Doppelwandige Prüfkammer, Edelstahl, komplett mit Mineralfaser-Dämmung, Öffnung für Luftzufuhr im Boden, Öffnung für Rauchabsaugung, Schienen für Einschub der Probenhalter an der Rückwand, Seilzugwinde, Kammertür aus Edelstahl mit feuerfester Verglasung
- Seilzugwinde mit Elektroantrieb, Rampe und Option für den einfacheren Transport des Probenträgers
- Abgasventilator mit Frequenzumformer und digitaler Durchflussregler für konstanten Abgasstrom
- Module für Datenerfassung und Steuerung aller Prozesse
- Umfangreiche Optionen und Zubehör zur Verbesserung des Abgassystems und zur Kalibrierung der KBT-Prüfeinheit
- Absaughaube aus Edelstahl und Kollektor zum Schutz gegen aggressive Gase
- Messrohrabschnitt mit bidirektionaler Sonde, NiCrNi-Thermoelementen, Lichtmessstrecke und Gasentnahmesonde
- Ribbon-Propangasbrenner mit Venturimischer, piezoelektrischem Zünder, Flammendetektor, Schwenkeinrichtung und Schutzabdeckung aus Edelstahl
- Gasinstallation mit digitalem Massendurchflussregler, Druckreglern und Magnetventilen
- Zuluft-Prozessventilator und digitales Steuermodul
- KBT-Mess- und Steuerschrank mit SBC, 32-GB SSD, Windows 10, 10.1"-Farb-Touchscreen, SIEMENS Gasanalysator, Messgasaufbereitung, Mess- und Steuermodulen und RS232/USB-Schnittstellen
- 19" PC-Schrank, Monitor, Drucker, PC (Option)
- Einzellizenz für die KBT-Software

## *Die wichtigsten Merkmale auf einen Blick*



# SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DES KBT 916 UND DER ABGASVERROHRUNG



Schematische Darstellung des KBT 916, offene Prüfkammer mit Leiter.  
Abmessungen des gesamten Geräts: Länge 8,60 m x Breite 2,50 m x Mindesthöhe 4,10 m

# KBT 916-SOFTWARE

## Grafische und numerische Darstellung aller Messwerte

- Frei konfigurierbare Darstellung der Ergebnisse (Diagramm, Text, Balken); bis zu 16 konfigurierbare Fenster

## Konfiguration der Messpunkte

- Zuordnung von Name, Messbereich, Korrekturerfassung für jeden Kanal, Schwellenwertanalyse

## Anwendergeführte Versuchssteuerung und Dialog zur automatisierten Durchführung der Justierung der Gasanalyse

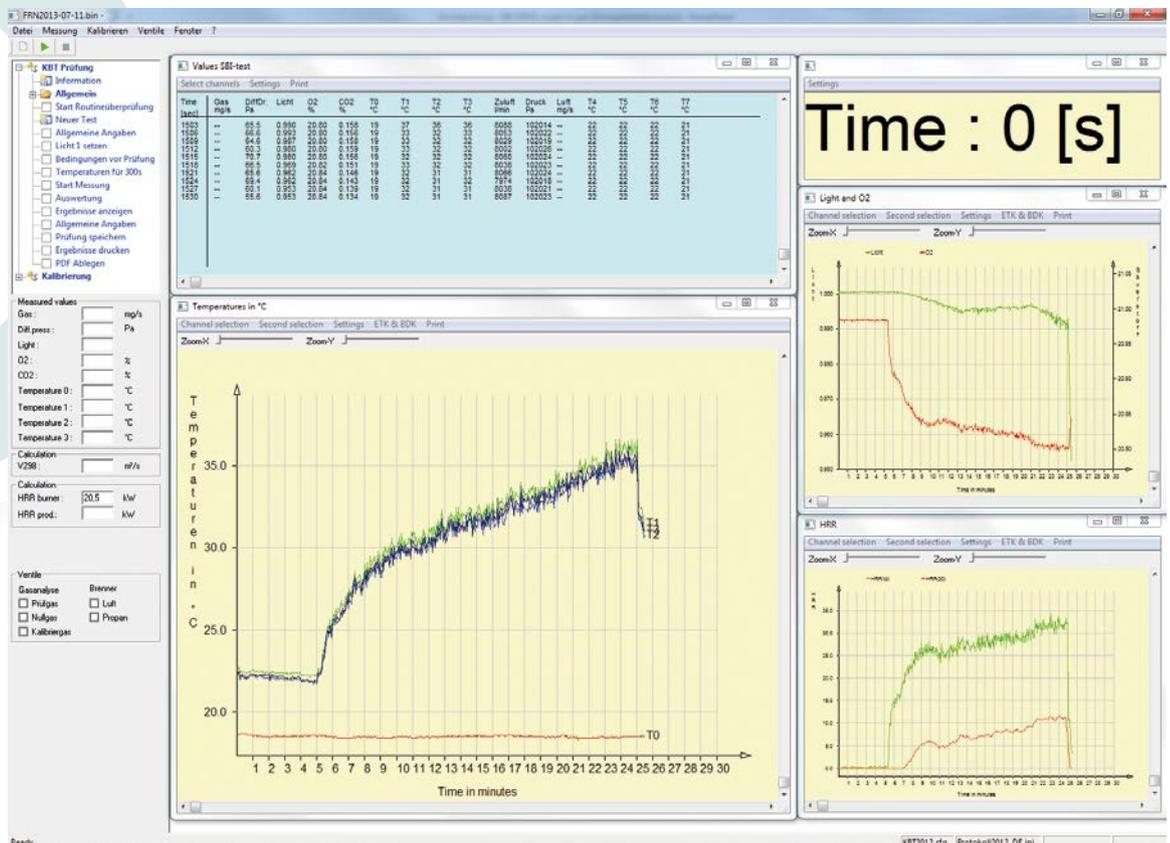
- Aufzeichnung der Daten vor dem Test für 300 s
- Automatisiertes Ansteuern der Ventile und des Brenners
- Überwachung des Versuchs bezgl. HRR und Übertemperatur im Abzug
- Online-Berechnung: HRR, THR, SPR, TSP, FIGRA
- Berechnung und Anzeige der Messergebnisse

## Kalibrierung der Gasanalyse

- Automatisierte Anpassung und Regelung der Kalibriergase über die Software

## Kalibrierung Prüfgerät nach Norm (Stabilität, stufenweiser Kalibriertest, Heptan-Kalibrierung, Licht)

- Einfache Kalibrierung
- Analyse in allen Excel-Dateien
- Kalibrierzertifikate für jeden einzelnen Sensor



Software für den KBT 916

## Testprotokoll

- Protokollausdruck gemäß DIN EN 50399, mit grafischen und numerischen Anzeigoptionen
- Anzeige der aktuellen Kalibrierdaten als Teil des Testprotokolls
- Konvertierung in PDF-Format
- Kopieren der Protokolldaten (Texte/ Grafiken) in die Zwischenablage zur Weiterbearbeitung in anwenderspezifischen Dokumenten

## Zusätzliche Features

- Überwachung der Messung mit Anzeige aller relevanten Daten und Meldungen; Abschaltung bei kritischer Überschreitung von Einzelwerten
- Speicherung aller Messdaten im Rohdaten-Format (binär) und Speicherung im CSV-Format
- Akustische Signale

## KBT2016\_SBC-Firmware

- Steuerung der Hardware über eingebetteten PC
- hochauflösendes 10"-Display
- Steuerung aller Hardware-Komponenten (z.B. Ventile, Gasanalysator, Lichtmessstrecke, Drucksensoren und Massendurchflussregler)
- Messdatenerfassung für Sensoren
- Steuerung des Zu- und Abluftventilators
- Überwachung des Tests mit visuellen und akustischen Signalen

**NORMENKONFORM**

**PRÜFBERICHT**

**EINFACHE  
KALIBRIERUNG**

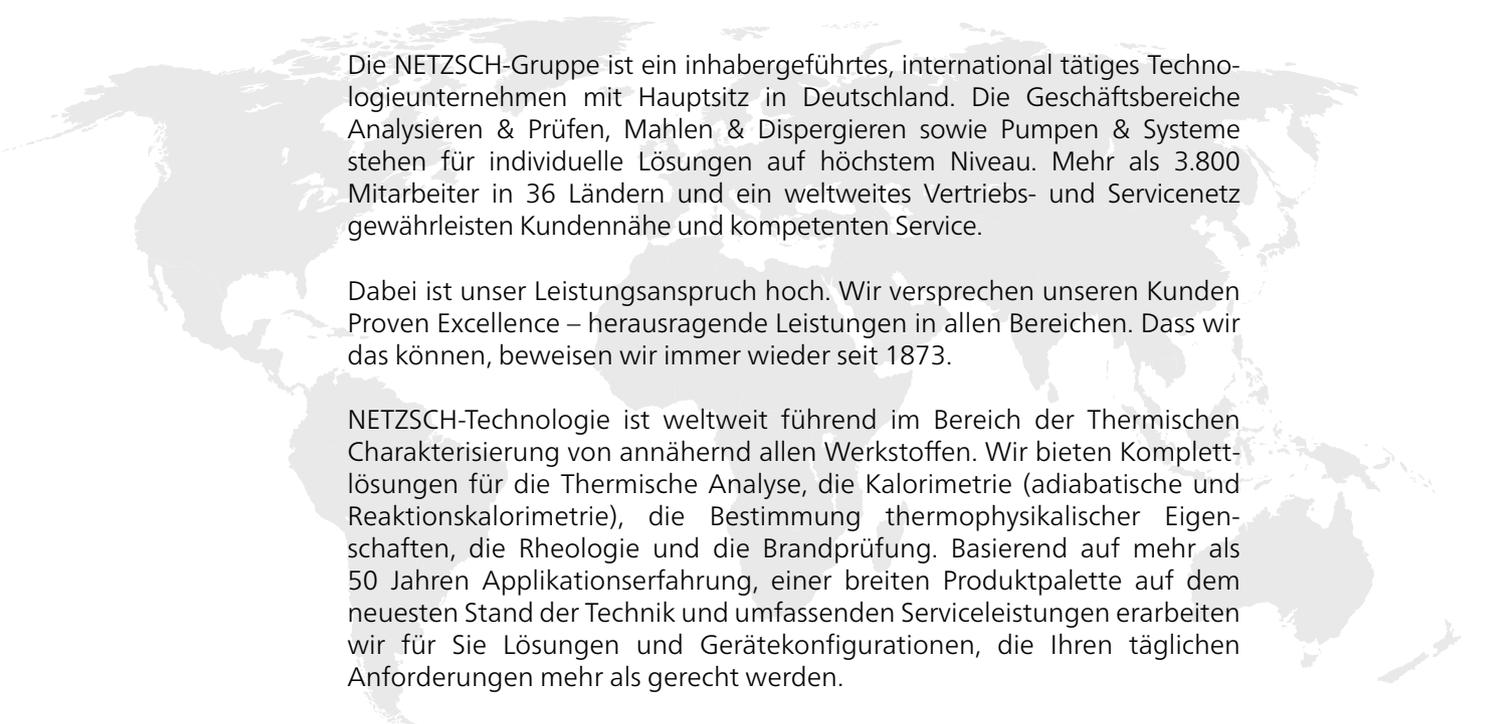
**CSV-FORMAT**

**DIALOG MIT  
DER SOFTWARE**

**ONLINE-  
BERECHNUNG**

**AUTOMATISIERTE  
GASJUSTIERUNG**

**REGELUNG DER  
HARDWARE-  
KOMPONENTEN**



Die NETZSCH-Gruppe ist ein inhabergeführtes, international tätiges Technologieunternehmen mit Hauptsitz in Deutschland. Die Geschäftsbereiche Analysieren & Prüfen, Mahlen & Dispergieren sowie Pumpen & Systeme stehen für individuelle Lösungen auf höchstem Niveau. Mehr als 3.800 Mitarbeiter in 36 Ländern und ein weltweites Vertriebs- und Servicenetz gewährleisten Kundennähe und kompetenten Service.

Dabei ist unser Leistungsanspruch hoch. Wir versprechen unseren Kunden Proven Excellence – herausragende Leistungen in allen Bereichen. Dass wir das können, beweisen wir immer wieder seit 1873.

NETZSCH-Technologie ist weltweit führend im Bereich der Thermischen Charakterisierung von annähernd allen Werkstoffen. Wir bieten Komplettlösungen für die Thermische Analyse, die Kalorimetrie (adiabatische und Reaktionskalorimetrie), die Bestimmung thermophysikalischer Eigenschaften, die Rheologie und die Brandprüfung. Basierend auf mehr als 50 Jahren Applikationserfahrung, einer breiten Produktpalette auf dem neuesten Stand der Technik und umfassenden Serviceleistungen erarbeiten wir für Sie Lösungen und Gerätekonfigurationen, die Ihren täglichen Anforderungen mehr als gerecht werden.

## Proven Excellence. ■

NETZSCH® TAURUS® Instruments GmbH  
Döbereinerstraße 21  
99427 Weimar  
Deutschland  
Tel.: +49 3643 4174 0  
Fax: +49 3643 4174 99  
at@netsch.com

**NETZSCH®**

[www.netsch.com](http://www.netsch.com)