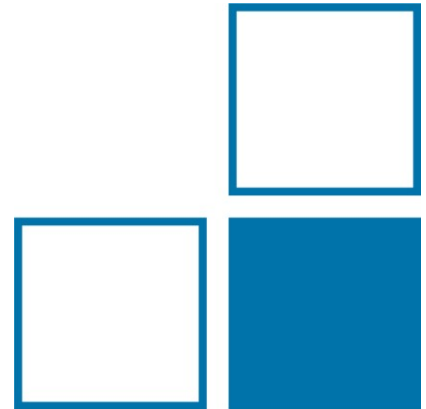
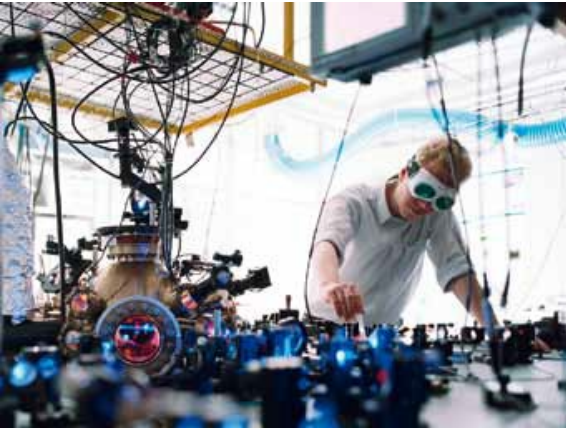


Wasserstoff im Explosionsschutz

Dr.-Ing. Michael Hilbert,
11. Braunschweiger Energieseminare,
24.06.2021



- Kurzvorstellung PTB und Explosionsschutz
- Wasserstoff Charakteristika
- Grundlagen Explosionsschutz
- Wasserstoff an der PTB



Die PTB ist *keine typische Behörde*:

- 60 % Forschung/Entwicklung
- 30 % Kalibrierung/Dienstleistung
- 10 % Beratung/Gremienarbeit

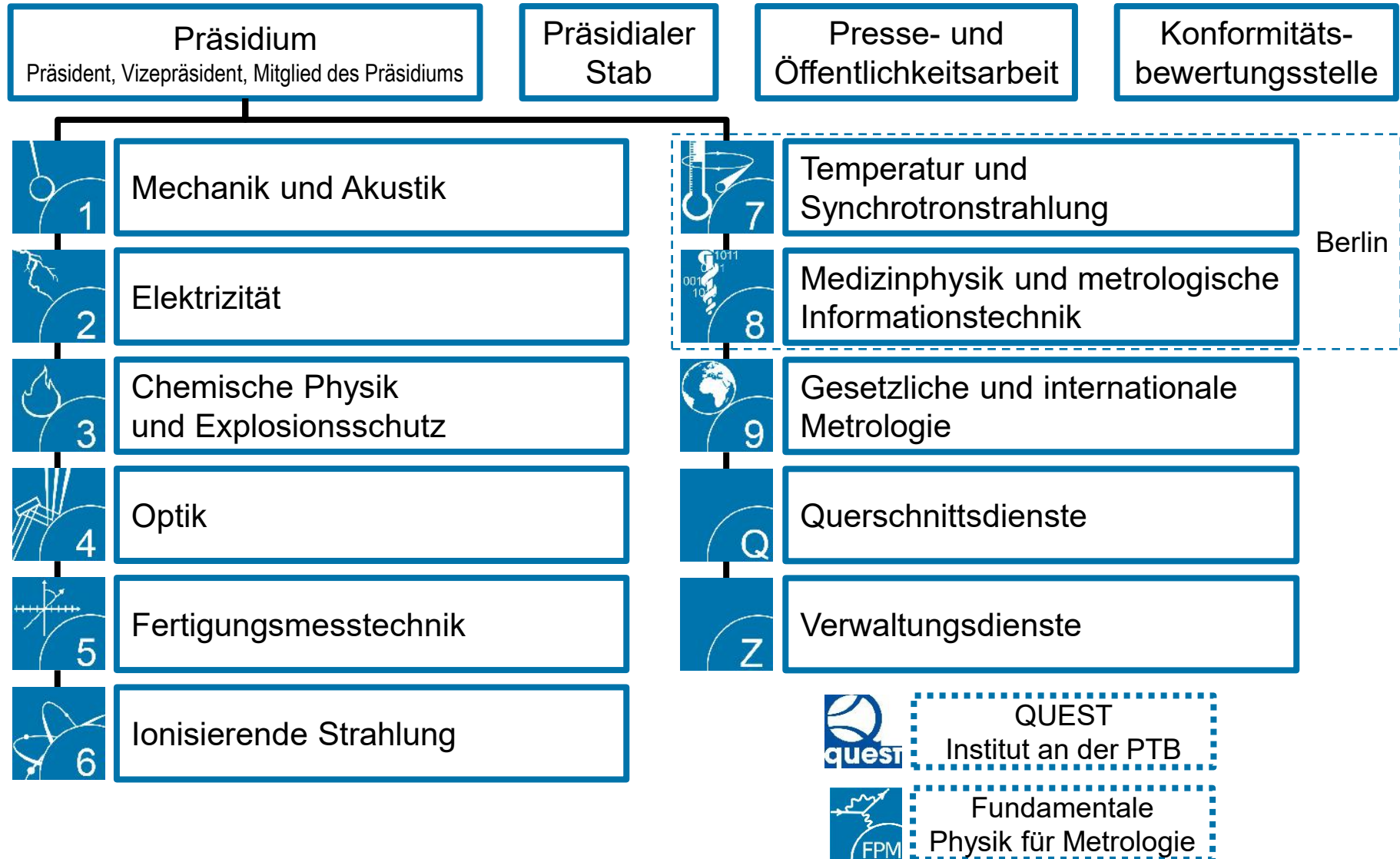
Die PTB ist *kein typisches Forschungsinstitut*:

- Grundbeauftragung von Verfassungsrang: Sicherstellung der Einheitlichkeit des Messwesens in Deutschland
- Viele weitere Aufgaben sind gesetzlich geregelt
- Höchste technologische Anforderungen erfordern eigene Forschung im gesetzlich gegebenen Rahmen

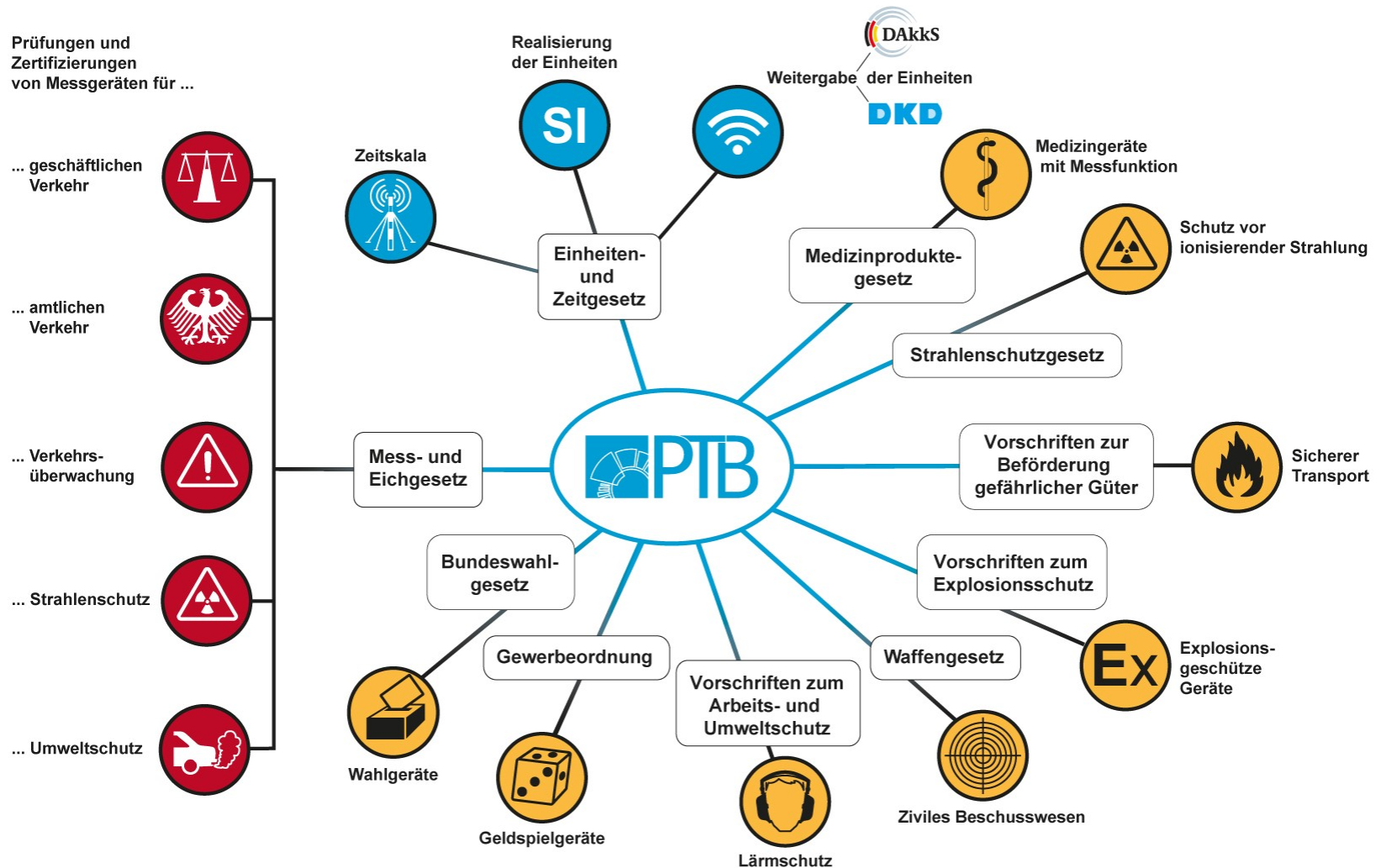


Die PTB stellt die nationale Messinfrastruktur in Deutschland auf international höchstem Niveau bereit

Organigramm der PTB

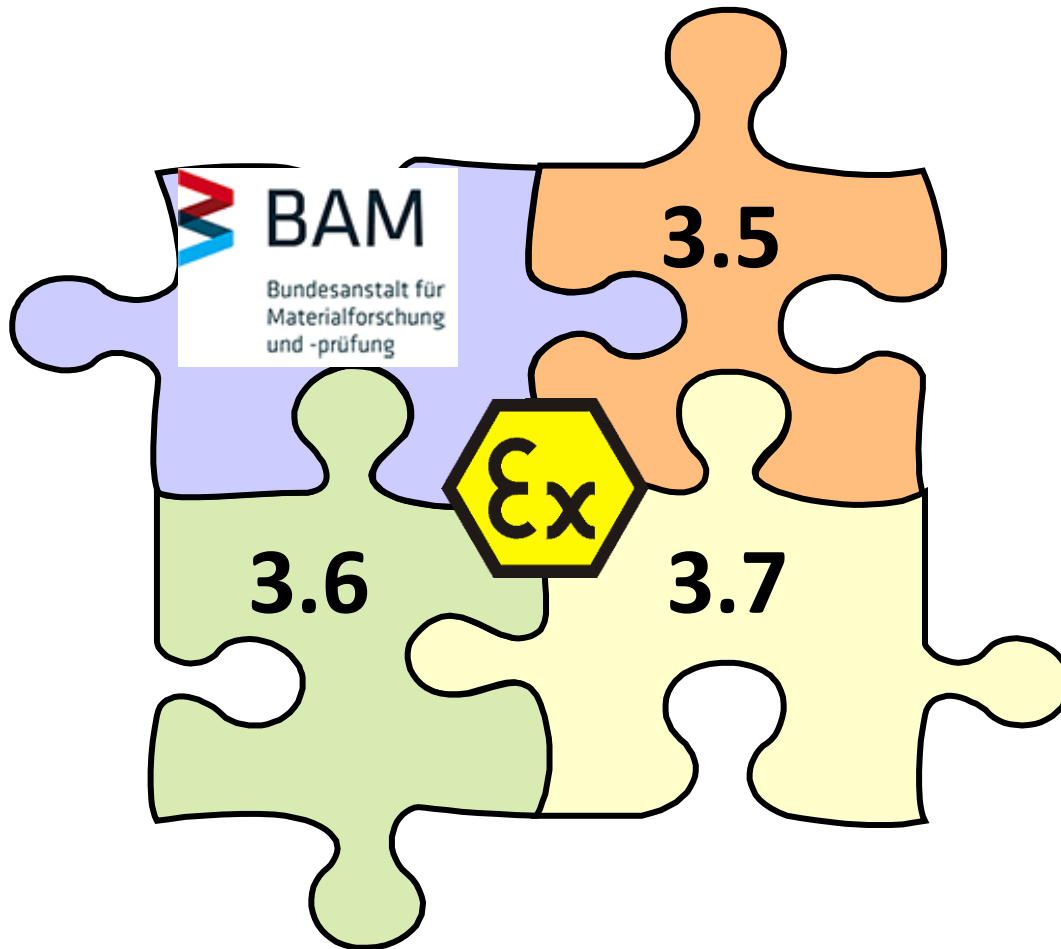


Gesetzliche Aufgaben der PTB (Auswahl)



... aus mehr als 20 Gesetzen und Verordnungen!

- Abteilung 3: Chemische Physik und Explosionsschutz



3.5 Explosionsschutz in der Energietechnik

3.6 Explosionsgeschützte Sensorik und Messtechnik

3.7 Grundlagen des Explosionsschutzes

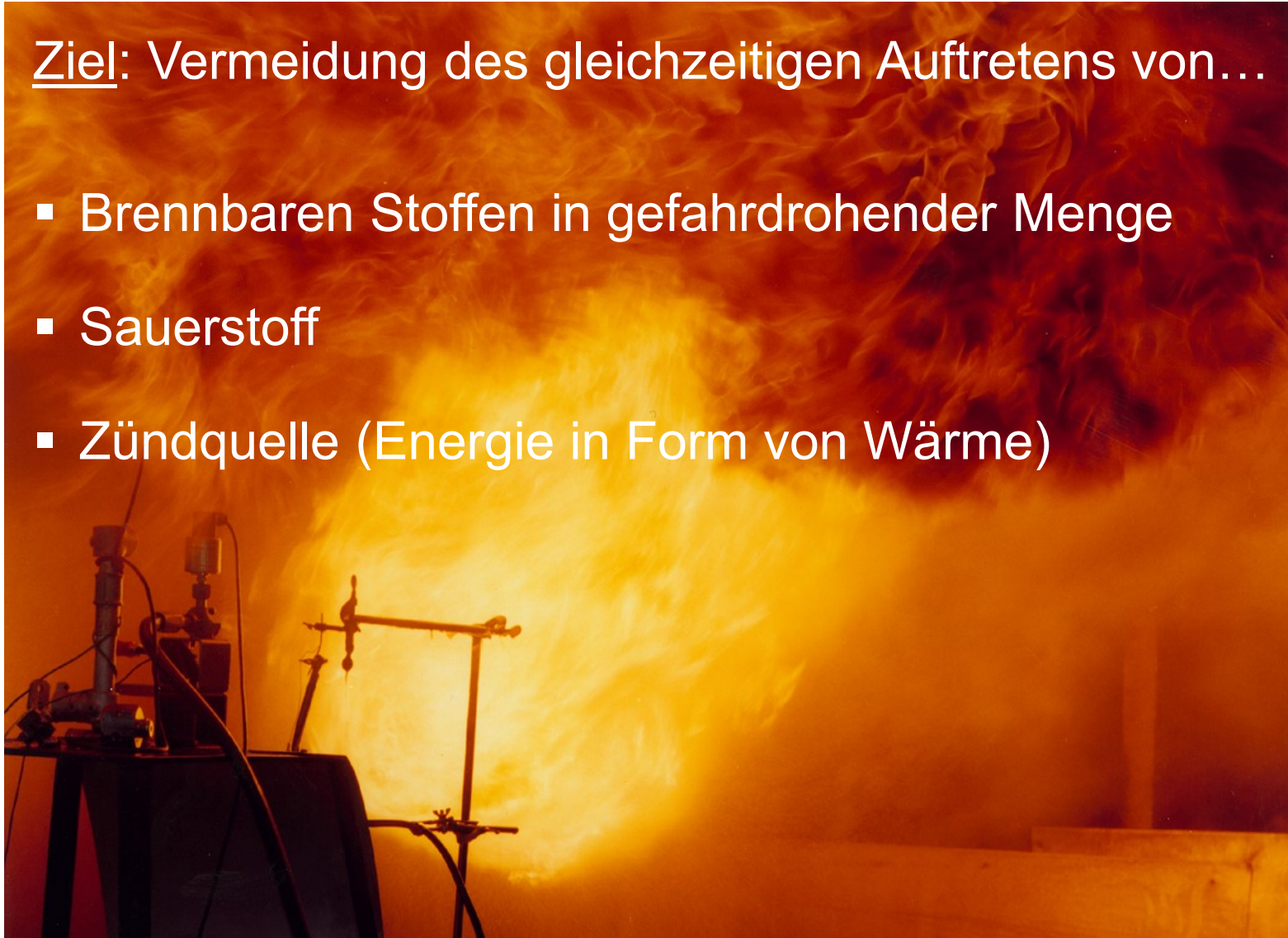
- In Zukunft ein Hauptakteur der Energiewende
- Mit regenerativen Stromquellen CO₂-frei
- Nutzung für Strom, Wärme, Mobilität und auch stofflich
- Voraussetzung:
Metrologie und Sicherheitstechnik zur Etablierung einer
verlässlichen Qualitätsinfrastruktur



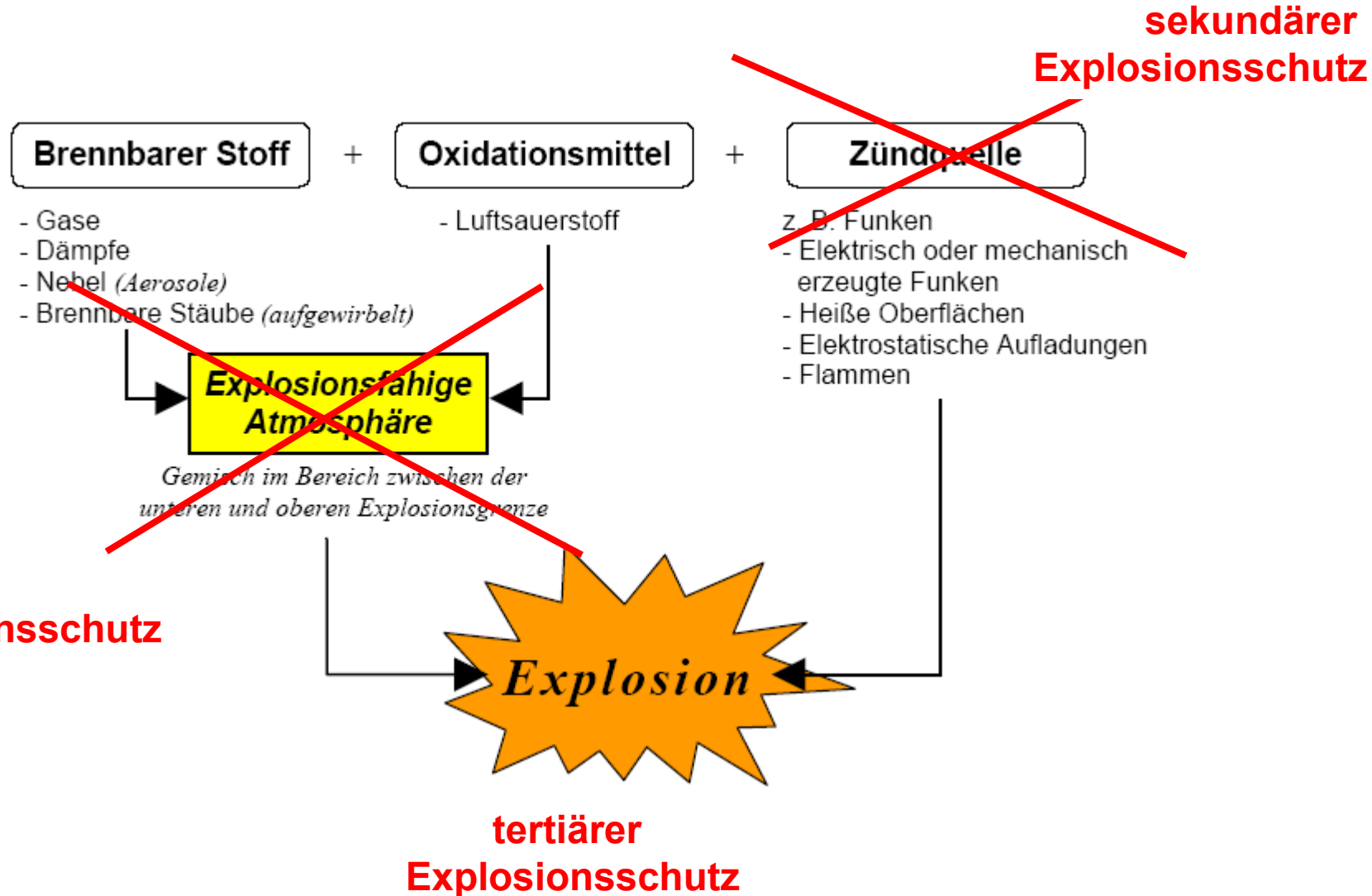
- Leichteste Gas
→ Dichte $0,09 \text{ kg/m}^3$ (Luft: $1,1 \text{ kg/m}^3$)
- Siedepunkt bei $20,25 \text{ K}$
- Wasserstoffdiffusion in und durch Materialien
- Wasserstoff ist sehr leicht entzündlich (geringe Zündenergie)
→ Selbstentzündung (ohne externe Zündquelle) bei Freisetzung möglich
- Großer Explosionsbereich
(H_2 Volumenanteil $\sim 4 \%$ bis $\sim 77 \%$)
- Hohe Reaktionsgeschwindigkeit
→ Wasserstoffexplosionen sind schwer zu beherrschen

Ziel: Vermeidung des gleichzeitigen Auftretens von...

- Brennbaren Stoffen in gefahrdrohender Menge
- Sauerstoff
- Zündquelle (Energie in Form von Wärme)



Grundprinzipien des Explosionsschutzes



1. Heiße Oberflächen
2. Flammen und heiße Gase
3. Mechanisch erzeugte Schlag-, Reib- und Abtragevorgänge
4. Elektrische Geräte und Komponenten
5. Elektrische Ausgleichsströme, kathodischer Korrosionsschutz
6. Statische Elektrizität
7. Blitzschlag
8. Elektromagnetische Wellen (10^4 bis 3×10^{11} Hz, HF)
9. Elektromagnetische Wellen (3×10^{11} bis 3×10^{15} Hz, optisch)
10. Ionisierende Strahlung
11. Ultraschallwellen
12. Adiabatische Kompression und Stoßwellen
13. Exotherme Reaktionen, einschließlich Selbstzündung von Stäuben

https://ec.europa.eu/growth/sectors/mechanical-engineering/atex_de



Deutsch 

Search

Binnenmarkt, Industrie, Unternehmertum und KMU > Sectors > Mechanical Engineering > Equipment for potentially explosive atmospheres (ATEX)

Binnenmarkt, Industrie, Unternehmertum und KMU



Binnenmarkt und Normung

Industrie

Unternehmertum und KMU

Finanzierungsmöglichkeiten
für KMU

Branchen

Mechanical Engineering

Machinery

Mobile machinery

Lifts

Personal Protective
Equipment (PPE)

Equipment for potentially
explosive atmospheres
(ATEX)

Cableways

Noise emissions from
outdoor equipment

Rail supply industry

Equipment for potentially explosive atmospheres (ATEX)

A potentially explosive atmosphere exists when a mixture of air gases, vapours, mists, or dusts combine in a way that can ignite under certain operating conditions.

Equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres (ATEX) cover a range of products, including those used on fixed offshore platforms, petrochemical plants, mines, and flour mills, amongst others.

EU legislation and ATEX

The [ATEX Directive 2014/34/EU](#) covers equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres. The directive defines the essential health and safety requirements and conformity assessment procedures, to be applied before products are placed on the EU market. It is aligned with the [new legislative framework](#) policy, and it is applicable from 20 April 2016, replacing the previous [Directive 94/9/EC](#).

Beispielgase im Vergleich

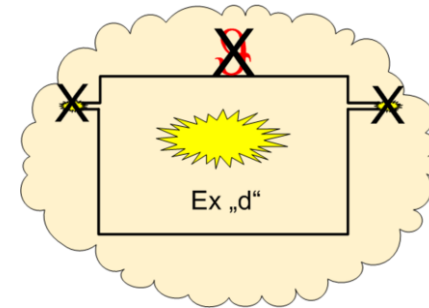
Explosionsgruppe								
IIA	IIB	IIC	Ethan, Propan, Ammoniak, Aceton	Ethylalkohol, Cyclohexan, n-Butan	Benzin, Diesel, Heizöl	Acetaldehyd		
			Stadtgas	Ethylen	Schwefel- wasserstoff	Diethylether		
			Wasserstoff	Acetylen				
			T1 < 450 °C					
			T2 < 300 °C					
			T3 < 200 °C					
			T4 < 135 °C					
			T5 < 100 °C					
			T6 < 85 °C					
			Temperaturklassen					

Beispielhafte Zoneneinteilung (nach ATEX)

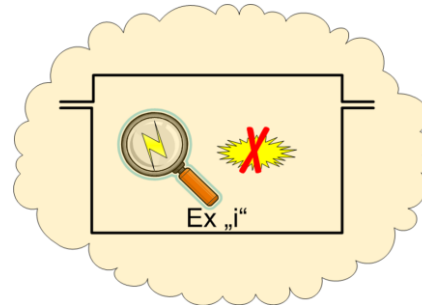
Vermeidung wirksamer Zündquellen	Maß an Sicherheit	Einsetzbar in Zonen	Vorhandensein explosionsfähiger Atmosphäre
Im Normalbetrieb	normal	2 22	selten und kurzzeitig
auch bei üblichen Betriebsstörungen	hoch	1, 2 21, 22	gelegentlich
Auch bei seltenen Betriebsstörungen	sehr hoch	0, 1, 2 20, 21, 22	langzeitig, ständig oder häufig

Beispiele für Zündschutzarten

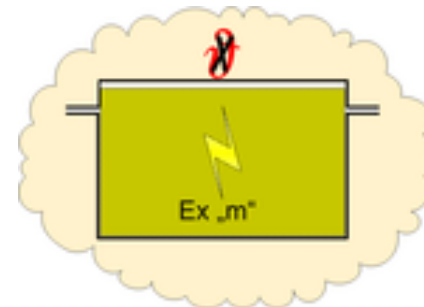
- Druckfeste Kapselung (Ex „d“)



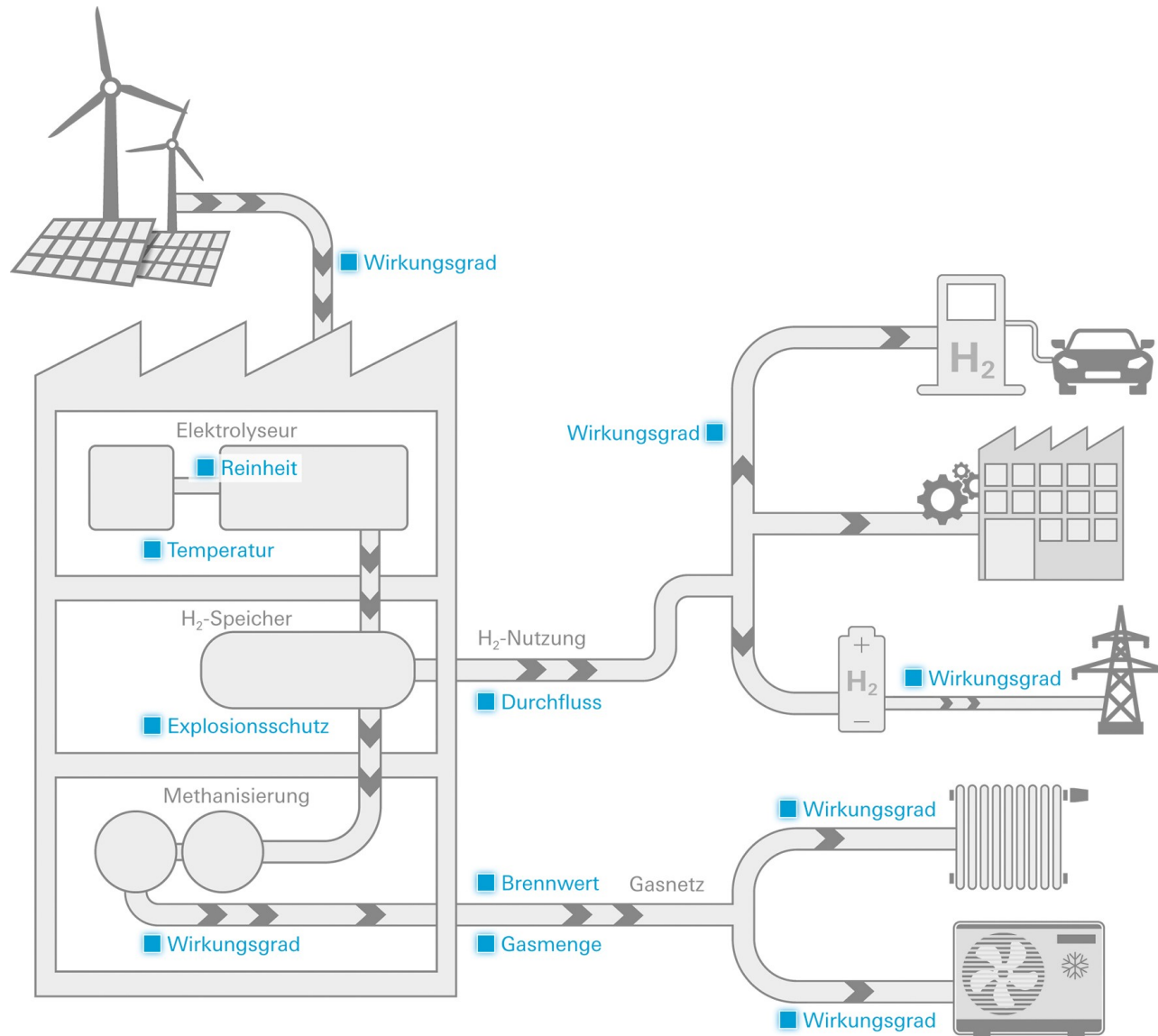
- Eigensicherheit (Ex „i“)



- Vergusskapselung (Ex „m“)



PTB Themen rund um den H₂-Kreislauf



- In kleinem Maßstab alle Elemente, die in einer zukünftigen Wasserstoffwirtschaft relevant sind:
 - Stromerzeugung mittels Sonne und Wind, zusätzlich Pufferung durch Batteriespeicher
 - Herstellung von Wasserstoff durch Elektrolyse
 - Speicherung
 - Transport
 - direkte Verwendung z. B. in Brennstoffzellen

Beispiele für H₂ im Ex-Schutz der PTB

- Prüfgas Funkenprüfgerät Zündschutzart Eigensicherheit
- Prüfgas Teilentladungsuntersuchungen bei E-Maschinen



- Sicherheitstechnische Kenngrößen
- Außeratmosphärische Bedingungen



- Wasserstoff ist ein wichtiger Baustein der Energiewende
- In verschiedenen Bereichen besteht jedoch Handlungsbedarf wie beispielsweise
der Materialwissenschaft,
der Metrologie,
der Regulierung und
der Sicherheitstechnik.
- Die PTB bearbeitet hierzu Projekte für die notwendige Metrologie und Sicherheitstechnik
- Aber es gibt noch viel zu tun...



**Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin**

Bundesallee 100
38116 Braunschweig