

# Safe implementation of test concepts for battery and fuel cell applications



Power Electronics & Energy Storage event  
14 juni 2022 | 1931 Congrescentrum 's-Hertogenbosch

ENERGY STORAGE  
EVENT 2022

A decorative graphic on the right side of the footer, consisting of a horizontal line that tapers into a fan of green lines with small white plus signs at the end.

# weisstechnik®

## The world's leading climate solutions

- **weisstechnik®**
  - Environmental Simulation  
**weisstechnik** is one of the most innovative and significant manufacturers of environmental simulation systems.
  - Heat Technology  
**vötschtechnik** has a wide product portfolio in the field of heating technology.
  - Air-conditioning Technology  
**weissklimatechnik** is one of the leading providers of professional cleanroom and precise climate solutions.
  - Pharmaceutical Technology  
**weisspharmatechnik** is a competent provider of sophisticated clean room and containment solutions.
- Experts around the globe
  - 23 companies
  - In 15 countries
  - More than 2500 employees



**weisstechnik®**  
a schunk company

Power Electronics & Energy Storage event

**POWER ELECTRONICS** 2022 ENERGY STORAGE EVENT 2022

14 juni 2022 | 1931 Congressentrum 's-Hertogenbosch

# Two thesis to start with

- *Each risk needs an adequate technical response*
- *Sometimes testing is more dangerous than than the application in real life*

# One example

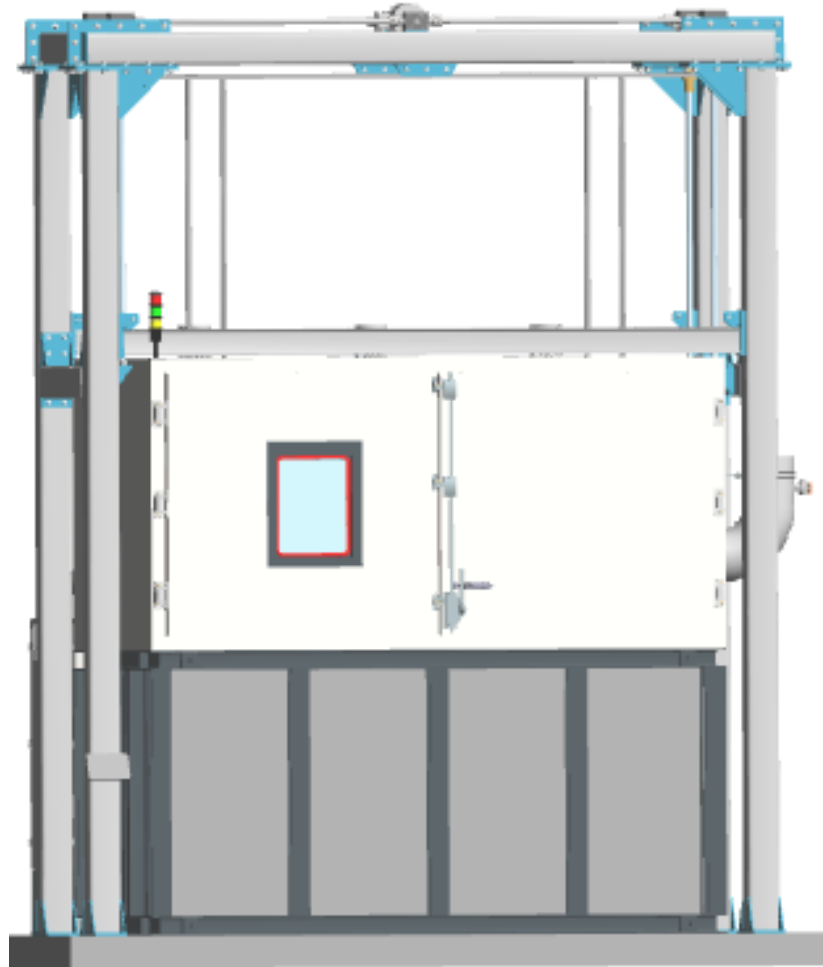
## 14.12 K-13 Thermal shock immersion

### 14.12.1 Purpose

This test simulates the exposure of the component when immersed in water. The test is intended to verify the function of the component when subjected to immediate cooling by means of immersion of the heated component.



# Simulation



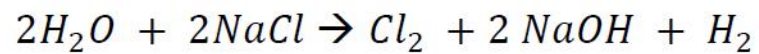
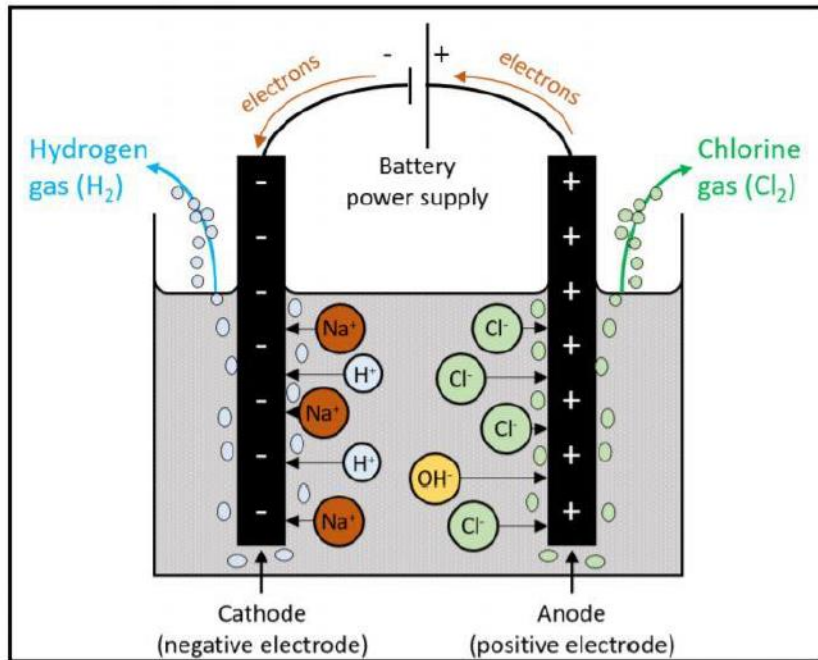
**weisstechnik**<sup>®</sup>  
a schunk company

Power Electronics & Energy Storage event

**POWER ELECTRONICS** 2022 ENERGY STORAGE EVENT 2022

14 juni 2022 | 1931 Congressentrum 's-Hertogenbosch

# Electrochemical reaction in the chamber



How much Cl<sub>2</sub> and H<sub>2</sub> in the chamber?

Estimated from

Battery Voltage

Brine Feed

# EUCAR Hazard Levels - Toolbox

## Eucar Hazard Level

Tests under the influence of temperature		
External influences, such as	<ul style="list-style-type: none"> <li>External heating</li> <li>Overcharging</li> <li>Deep discharge</li> <li>Excessive charging current</li> <li>External short-circuit</li> </ul>	Internal events, such as <ul style="list-style-type: none"> <li>Electrode electrolyte reactions</li> <li>Electrochemical reactions</li> </ul>
Impacts on the lithium-ion battery		
Hazard Level	Description	Classification criteria and effect
0	No effect	No effect. No loss of functionality.
1	Passive protection activated	No defect; no leakage; no venting, fire or flame; no rupture; no explosion; no exothermic reaction or thermal runaway. Cell reversibly damaged. Repair of protection device needed.
2	Defect/damage	No leakage; no venting, fire or flame; no rupture; no explosion; no exothermic reaction or thermal runaway. Cell irreversibly damaged. Repair needed.
3	Leakage $\Delta$ mass < 50%	No venting, fire or flame*; no rupture; no explosion. Weight loss < 50% of electrolyte weight (electrolyte = solvent + salt).
4	Venting $\Delta$ mass $\geq$ 50%	No fire or flame*; no rupture; no explosion. Weight loss $\geq$ 50% of electrolyte weight (electrolyte = solvent + salt).
5	Fire or flame	No rupture; no explosion (i.e., no flying parts).
6	Rupture	No explosion, but flying parts of the active mass.
7	Explosion	Explosion (i.e. disintegration of the cell).

## Safety toolbox

Safety equipment	Hazard Levels				
	0-2	3	4	5	6
Status indicator	✓	✓	✓	✓	✓
Electrical door lock	✓	✓	✓	✓	✓
Reversible pressure release flap	✓	✓	✓	✓	✓
Insulation made of PU	✓	✓	✓	✓	✓
Insulation made of mineral wool	✓	✓	✓	✓	✓
Air purging unit		✓	✓	✓	✓
Particle blocker		✓	✓	✓	✓
Cooling with water spray		✓	✓	✓	✓
O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , CH measuring unit		✓	✓	✓	✓
Sealing plug with retaining clamp			✓	✓	✓
Gas and pressure-suitable syphon			✓	✓	✓
Fire detection via CO gas or infrared sensor				✓	✓
Flushing device in case of a fire				✓	✓
Welded and heated access ports				✓	✓
Burst disc					✓
Test system in overpressure-suitable design					✓
Internal and external window protection					✓
Projectiles protection with thick sheet metal					✓

# Safety modular system





# TÜV - Approved safety system

BESCHEINIGUNG ■ CERTIFICATION ■ ATTESTATION ■ COMPROBANTE ■ ZAŚWIADCZENIE ■ СПРАВКА



Industrie Service

## Attestation

N° IS-EG1-14 - 1469959

for

Vötsch Industrietechnik GmbH  
Beethovenstr. 34  
72336 Balingen

and

Weiss Umwelttechnik GmbH  
Greizer Str. 41-49  
35447 Reiskirchen-Lindenstruth

**Products:** Temperature and climatic test-equipment for specified environment conditions for testing Lithium-Ion-Batteries

**Specification:** Safety concept, risk-assessment, evaluation list and safety matrix of the manufacturer

**Reference of evaluation:** TÜV SÜD Industrie Service GmbH  
Only valid with the related test report N° 1469959

Herewith is confirmed, that the risk reduction as demonstrated in the safety concept for temperature and climatic test-equipment is adequate for the potential hazards during testing cells/ modules/ systems of Lithium-Ion-Batteries up to EUCAR Hazard Level 7 (explosion)

**Conditions:** Each temperature and climatic test-equipment must be inspected according to the safety specification before putting into service and integration in the test-system

Filderstadt, 23. January 2014

Günter Steinträger  
head of department electrical engineering

Klaus Gohlke  
electrical engineering

TÜV SÜD Industrie Service GmbH • Elektrotechnik • Gottlieb-Daimler Straße 7 • 70794 Filderstadt  
TÜV®

**weisstechnik®**  
a schunk company

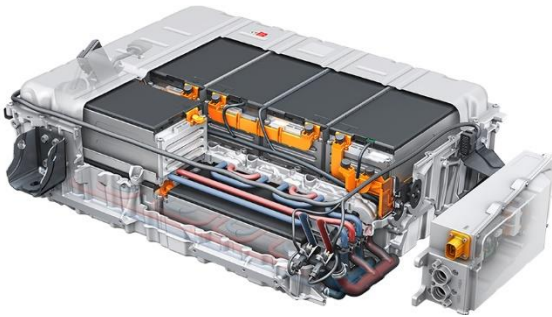
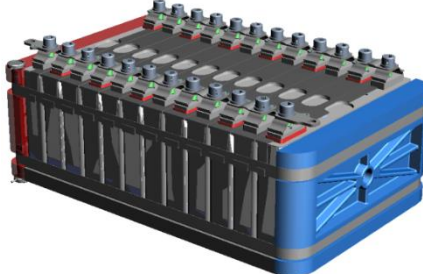
Power Electronics & Energy Storage event

**POWER  
ELECTRONICS** 2022

ENERGY STORAGE  
EVENT 2022

14 juni 2022 | 1931 Congresscentrum 's-Hertogenbosch

# All formats all sizes



# Legal framework

EUCAR	Machinery Directive	ATEX Directive
Guideline	2006/42/EC	2014/34/EU
Not mandatory	Mandatory for CE Certification	
Hazard Levels	< LEL No explosive atmosphere	> LEL Explosive atmosphere

# Comparison of hydrogen, methane, fuel, diesel

keyfigure	hydrogen	Methane	fuel	Diesel
Lower explosion limit	4,0 Vol-%(Mol-%)	4,4 Vol-%(Mol-%)	0,6 Vol-%(Mol-%)	0,6 Vol-%(Mol-%)
Upper explosion limit	<b>77,0 Vol-%(Mol-%)</b>	17,0 Vol-%(Mol-%)	≈8 Vol-%(Mol-%)	≈6,5 Vol-%(Mol-%)
Limiting oxigen concentration (LOC) →	<b>4,3 Vol-%(Mol-%)</b>	9,9 Vol-%(Mol-%)	7,6 bis 10,7Vol%	
Max. explosion pressure	8,3 bar	8,1 bar	8,9 bar	
K <sub>G</sub> -Wert →	<b>800 bar * m * s<sup>-1</sup></b>	52 bar * m * s <sup>-1</sup>	---	
standard gap width	0,29 mm	1,14 mm	0,94 mm	
Minimum ignition energy →	<b>0,017 mJ</b>	0,23 mJ	0,24 mJ	0,23 mJ
Ignition temperature	560 °C	595 °C	≈ 300°C	>225°C
density gas(0°C)/ density liquid (+15°C)*	0,0899 g/l	0,657 g/l	≈ 780 g/dm <sup>3</sup> *	≈ 820 g/dm <sup>3</sup> *

The probability of ignition occurring in the presence of an explosive atmosphere containing hydrogen is "very high" and the event is "very violent".

# Conclusion of the risk analyses

Risk through previous fuels  $\neq$  risk through hydrogen

**! Chamber for previous fuels  $\neq$  chamber for hydrogen!**

# Hazard Level 1-7 - > Hydrogen cases 1 - 8

Kammerausstattung bei den verschiedenen Betriebsfälle		(Für Wissensdatenbank)										Stand 25.11.2021
Anwendungsfall / Betriebsfall	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 3 a	Fall 3 b	Fall 4	Fall 5	Fall 6	Fall 7a	Fall 7 b	Fall 7 c	Fall 8
<b>Ausstattung der Kammer</b> <i>Details sind in der Technischen Beschreibung aufgeführt</i>	Brennstoffzellenfahrzeug (mit Straßenzulassung) mit Homologation gemäß ECE EU Richtlinie (keine kryostatischen Systeme)	Brennstoffzellenfahrzeug mit Straßenzulassung mit höherem Risiko (kryostat. Systeme eingeschlossen)	unsicheres Fahrzeug, Menge begrenzt und Massenstrom max. 7g/s <b>Fahrbetrieb</b>	unsicheres Fahrzeug, Menge begrenzt ( <b>Enttankt</b> ), kein <b>Fahrbetrieb</b>	unsicheres Fahrzeug, Menge begrenzt und Massenstrom max. 7g/s <b>Fahrbetrieb</b>	unsicheres Fahrzeug, Menge kann 100% UEG erreichen, Massenstrom max 7g/s	Bersten oder Abriß von H2 führenden Teilen, jedoch nicht der Tank mit Sicherheitsventil (im Fehlerfall max. 130ltr Austritt von H2)	Verbrenner und Hybride	Verbrenner mit LPG (sicher) LPG tZünd <490°C (Massenstrom Angabe möglich?)	Verbrenner mit CNG (sicher) (Massenstrom Angabe möglich?)	Verbrenner mit LNG (sicher) LNG tZünd ca. 520°C (Massenstrom Angabe möglich?)	Batteriefahrzeug,
<b>Grenzen</b>												
Aufstellbereich (bis 5 gefahrdete Personen und 10m zu Nachbargebäuden)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Aufstellbereich (mehr als 5 gefahrdete Personen und 10m zu Nachbargebäuden)	abzustimmende Zusatzmaßnahmen > 100m²	> 100m³	abzustimmende Zusatzmaßnahmen > 100m³	abzustimmende Zusatzmaßnahmen > 60 m³	abzustimmende Zusatzmaßnahmen > 100m³	abzustimmende Zusatzmaßnahmen > 100m³	abzustimmende Zusatzmaßnahmen > 100m³	abzustimmende Zusatzmaßnahmen	abzustimmende Zusatzmaßnahmen	abzustimmende Zusatzmaßnahmen	abzustimmende Zusatzmaßnahmen	abzustimmende Zusatzmaßnahmen
Kammergröße			130 ltr	130 ltr	130 ltr	130 ltr	130 ltr					
Austrittsmenge H2 aus Rohrleitung und Schließzeit Hauptventil (Wolkenbildung)	130 ltr max. 4 kg	130 ltr max. 4 kg	1,3g/m³ Kammervolumen (brutto) ca. UEG 50%	1,3g/m³ Kammervolumen (brutto) ca. UEG 50%	1,3g/m³ Kammervolumen (brutto) ca. UEG 50%	1,3g/m³ Kammervolumen (brutto) ca. UEG 50%	1,3g/m³ Kammervolumen (brutto) ca. UEG 50%					
max. Füllmenge H2 im Tank	(7 g/s)	(7 g/s)	(7 g/s)	kein	(7 g/s)	(7 g/s)	(7 g/s)					
Massenstrom H2	-40...+80°C	-40...+80°C	-40...+80°C	-40...+80°C	-40...+80°C	-40...+80°C	-40...+80°C	-40...+80°C	-40...+80°C	-40...+80°C	-40...+80°C	-40...+80°C
Temperaturgrenzen												
<b>Lösungsansatz:</b>	Gaswarneinrichtung und Spülluft	Gaswarneinrichtung und Spülluft sowie Releaseleitung	Gaswarneinrichtung und Spülluft	Gaswarneinrichtung und Spülluft	Gaswarneinrichtung und Spülluft	Gaswarneinrichtung und Spülluft	Gaswarneinrichtung und Spülluft	Gaswarneinrichtung und Spülluft	Gaswarneinrichtung und Spülluft	Gaswarneinrichtung und Spülluft	Gaswarneinrichtung und Spülluft	Gaswarneinrichtung und Spülluft
<b>konstruktive Merkmale</b>												
erhöhte Kammerdecke	Option	erforderlich	erforderlich	Option	erforderlich	erforderlich	erforderlich	Option	Option	Option	Option	Option
Umluftsystem unterhalb der Sperrzone von 1m	Option	erforderlich	erforderlich	Option	erforderlich	erforderlich	erforderlich	Option	Option	Option	Option	Option
indirekte Temperierung im Heizbetrieb	Option	erforderlich	erforderlich	Option	erforderlich	erforderlich	erforderlich	Option	Option	Option	Option	nicht notwendig
Prüfraumentilatoren in IP 54 (ohne ATEX)	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich
Releaseleitung	Option	erforderlich	erforderlich	Option	erforderlich	erforderlich	erforderlich	nicht notwendig	nicht notwendig	nicht notwendig	nicht notwendig	nicht notwendig
Abgasweg Brennstoffzelle (Ex) H2 Belastung nur im Fehlerfall	erforderlich	erforderlich	erforderlich	-	erforderlich	erforderlich	erforderlich	-	-	-	-	-
Abgasweg Brennstoffzelle betriebsmäßig H2 belastet bis 1% (Ex und vergrößertes U)	erforderlich	erforderlich	erforderlich	-	erforderlich	erforderlich	erforderlich	-	-	-	-	-
Abgasweg Verbrenner	-	-	-	-	-	-	-	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	-
Notspülung	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich
Volumenstrom	ca. 8-facher LW bzw. 3000 bis 4000m³/h	8-facher LW bzw. 3000 bis 4000m³/h	8-facher LW bzw. 3000 bis 4000m³/h	8-facher LW bzw. 3000 bis 4000m³/h	8-facher LW bzw. 3000 bis 4000m³/h	8-facher LW bzw. 3000 bis 4000m³/h	ca. 16500m³/h	ca. 16500m³/h	8-facher LW bzw. 3000 bis 4000m³/h	8-facher LW bzw. 3000 bis 4000m³/h	8-facher LW bzw. 3000 bis 4000m³/h	8-facher LW bzw. 3000 bis 4000m³/h
Erdungskonzept (normaler Umfang)	erforderlich	nicht ausreichend	nicht ausreichend	erforderlich	nicht ausreichend	nicht ausreichend	nicht ausreichend	nicht ausreichend	nicht ausreichend	nicht ausreichend	nicht ausreichend	erforderlich
Erdungskonzept (erweiterter Umfang mit Prüfung und Dokumentation)	Option	erforderlich	erforderlich	Option	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich	erforderlich
Rückhaltesystem für Tore (bzw. Freiraum vor Tür und Tor)	Option	Option	Option	Option	Option	Option	Option	Option	Option	Option	Option	Option



Power Electronics & Energy Storage event

**POWER ELECTRONICS** 2022

ENERGY STORAGE EVENT 2022

14 juni 2022 | 1931 Congressentrum 's-Hertogenbosch

# Prototype or series product

- **Case 1: Fuel cell vehicles with battery accumulator**
- **No H<sub>2</sub> leaks** are to be expected (series-produced vehicle or test specimen with approval for road service or type approval);
- Vehicle **fulfils the requirements of DIN ISO 12619-2-01** published 2016
- **Type approval** of hydrogen-powered vehicles of the European Directive 79/2009
- **Without modifications** in and on the series-produced vehicle



Mercedes GLC F-Cell, produced up to 04/2020

“Safe”

**weisstechnik**<sup>®</sup>  
a schunk company

Power Electronics & Energy Storage event

**POWER ELECTRONICS** 2022 ENERGY STORAGE EVENT 2022

14 juni 2022 | 1931 Congressentrum 's-Hertogenbosch

# Unsafe vehicles under test conditions

- Case 5: Fuel cell vehicles with battery accumulator
- **Unsafe vehicle** or test specimen
- **Fast unlimited H<sub>2</sub> leaks** are to be expected
- The max. fill quantity or releasable quantity **exceeds the critical limit of 100% LEL** in relation to the test chamber volume
  - (bursting of the tank, quick-action valve breaking off)

**“High risk”**



Picture from, pixabay

**weisstechnik®**  
a schunk company

Power Electronics & Energy Storage event

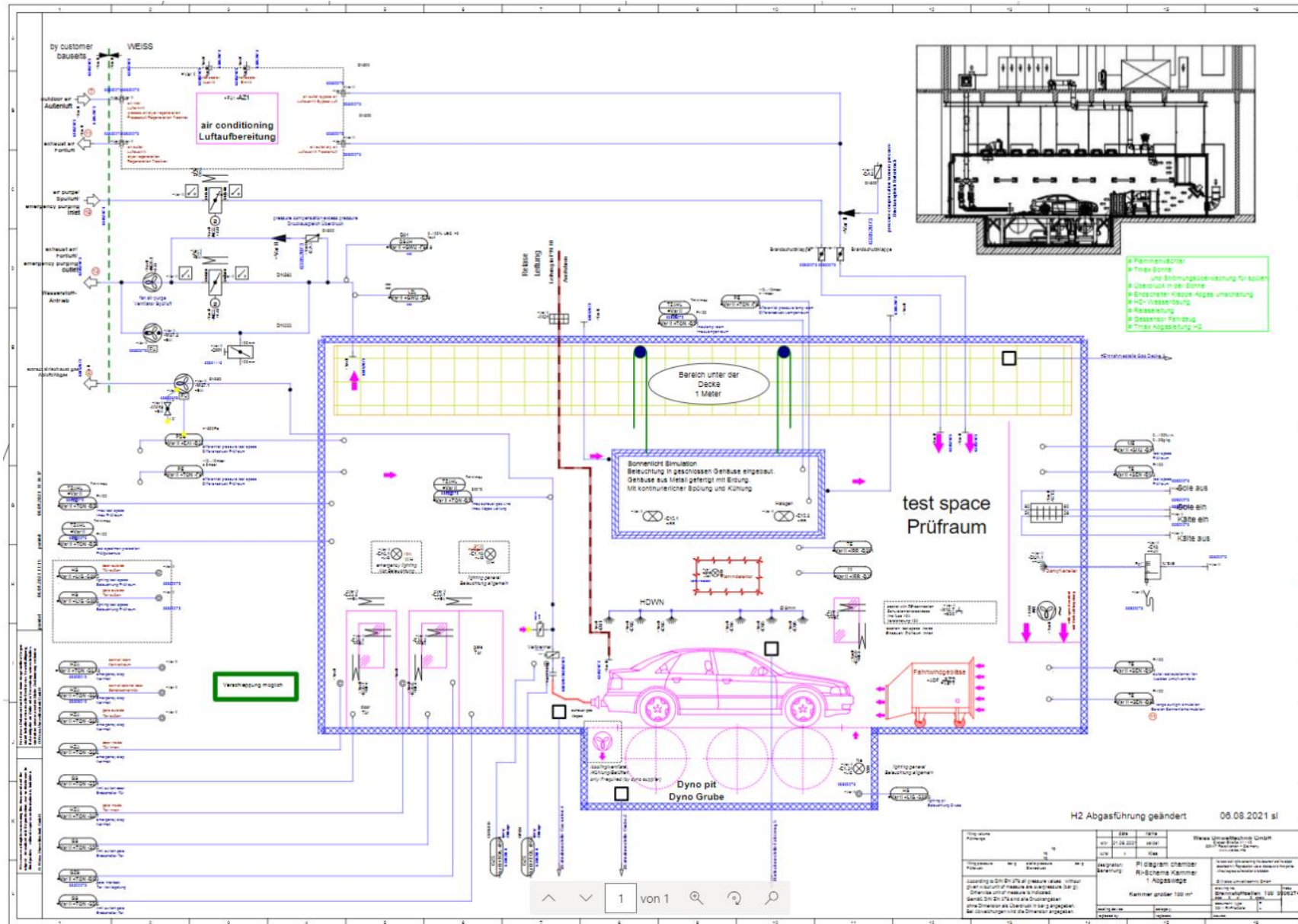
**POWER ELECTRONICS** 2022 **ENERGY STORAGE EVENT 2022**

14 juni 2022 | 1931 Congresscentrum 's-Hertogenbosch





# Real life



# Insights from the complexity

For use with hydrogen components, a **great deal of coordination** with the user / customer is necessary.

It “must” be clear to all those involved that “we” **together with the user** must make clear specifications, since this is the only way we can design appropriate technic

Otherwise we would have to design the system with the highest possible safety level, making it **extremely expensive.**

**weisstechnik**<sup>®</sup>  
a schunk company

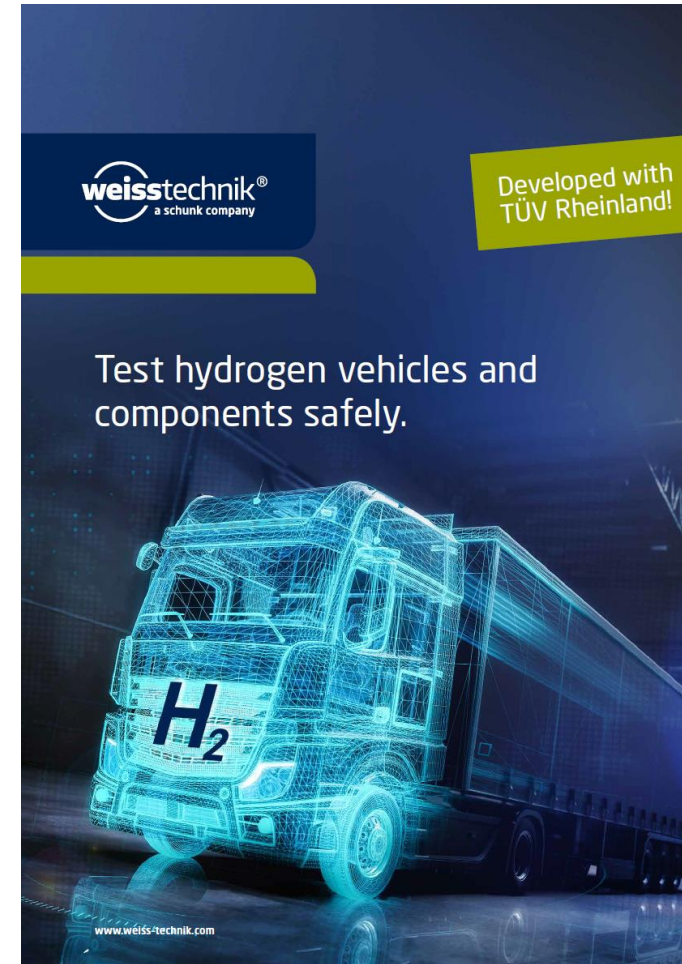
Power Electronics & Energy Storage event

**POWER ELECTRONICS** 2022  
**ENERGY STORAGE EVENT 2022**

14 juni 2022 | 1931 Congressentrum 's-Hertogenbosch

# Documents that provide clarity

- Questionare
- Risk assessment
- Matrix of measures
- PID
- Calculation tools
- Checklists for service and maintenance
- Function matrix
- TÜV Approval for the entire system



# Dank u voor uw aandacht

## Weiss Technik GmbH

Greizer Straße 41-49, 35447 Reiskirchen-  
Lindenstruth, Germany

 | +49 6408 84 - 0

 | [info@weiss-technik.com](mailto:info@weiss-technik.com)

Freundliche Grüße / Kind regards

i.V. Jürgen Plumm

Product and application manager battery testing  
Business Area Industries

Weiss Technik GmbH  
Greizer Str. 41-49  
35447 Reiskirchen-Lindenstruth / Germany

[Send me a chat via teams](#)

Phone: +49 6408/84-6279

mailto: [juergen.plumm@weiss-technik.com](mailto:juergen.plumm@weiss-technik.com)

[www.weiss-technik.com](http://www.weiss-technik.com)

**Weiss Technik Nederland B.V.**  
Newtonstraat 5  
4004 KD Tiel – The Netherlands  
Tel +31 344 670400  
[Info.nl@weiss-technik.com](mailto:Info.nl@weiss-technik.com)  
[www.weiss-technik.nl](http://www.weiss-technik.nl)



## Power Electronics & Energy Storage event

14 juni 2022 | 1931 Congrescentrum 's-Hertogenbosch

ENERGY STORAGE  
EVENT 2022