

Klimawindkanaltechnologie insbesondere für den Einsatz von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen

Dr.- Ing. Dieter Holzdeppe



TLT-Turbo GmbH

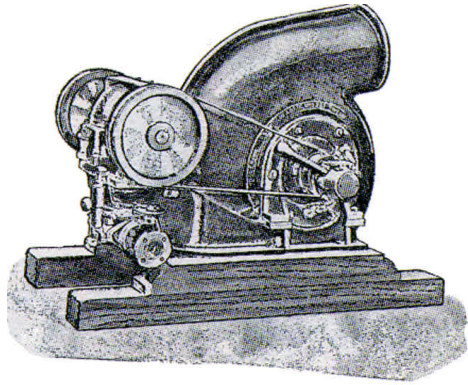
Vortragsthemen

- **TLT- Turbo GmbH – Unternehmen und Produkte
(www.tlt.de)**
- **H2- Explosionsschutz im Windkanal**
 - **Richtlinien und Normen**
 - **Schwerpunkt Windkanalventilator**



TLT-Turbo GmbH

Unternehmens- und Produktgeschichte



Gründung
Dinglerwerke

1827

1873

Erster Radialventilator

1932

Erster Axialventilator

1936

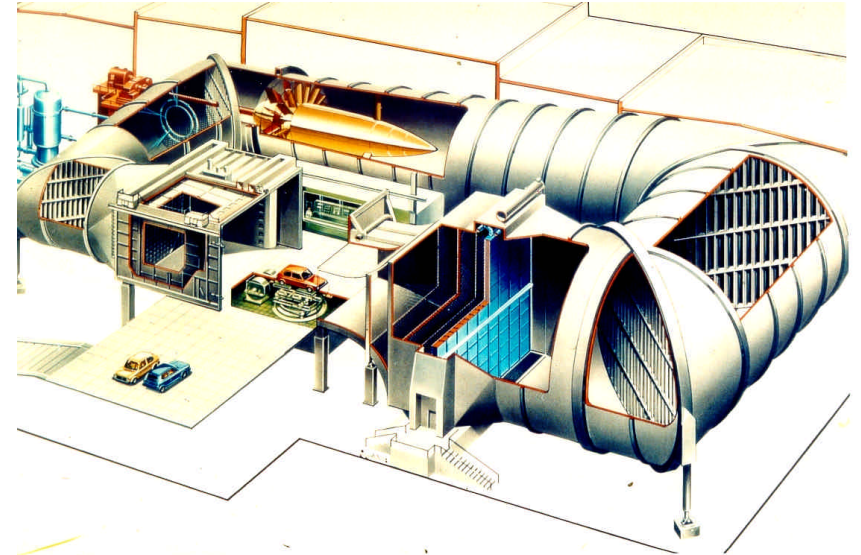
Erster großer
windkanal

1961

Erster großer **Unterschall**
-Klimawindkanal

2003

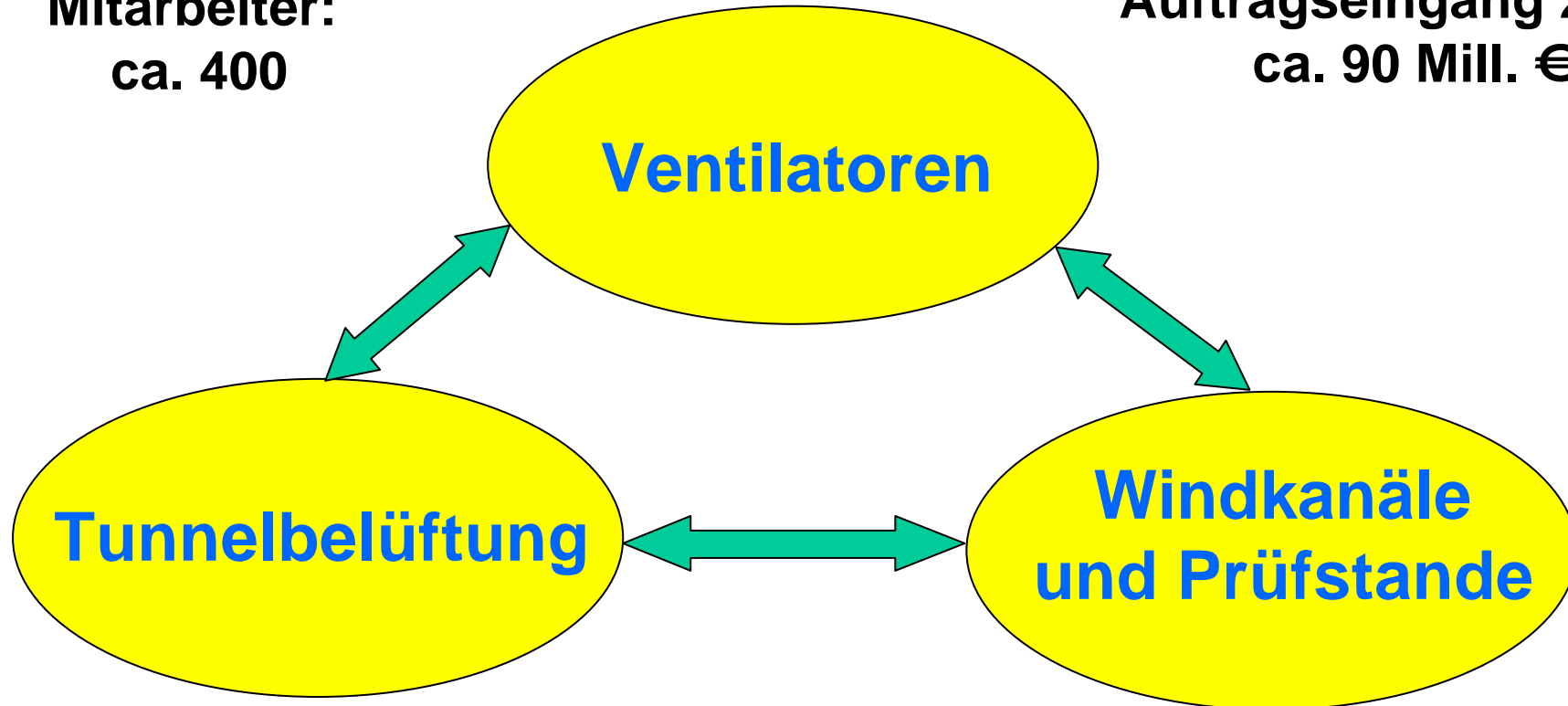
Übernahme durch **KK&K AG**
TLT - Turbo GmbH



Hauptgeschäftsfelder und Produkte TLT- Turbo GmbH

Mitarbeiter:
ca. 400

Auftragseingang 2004:
ca. 90 Mill. €

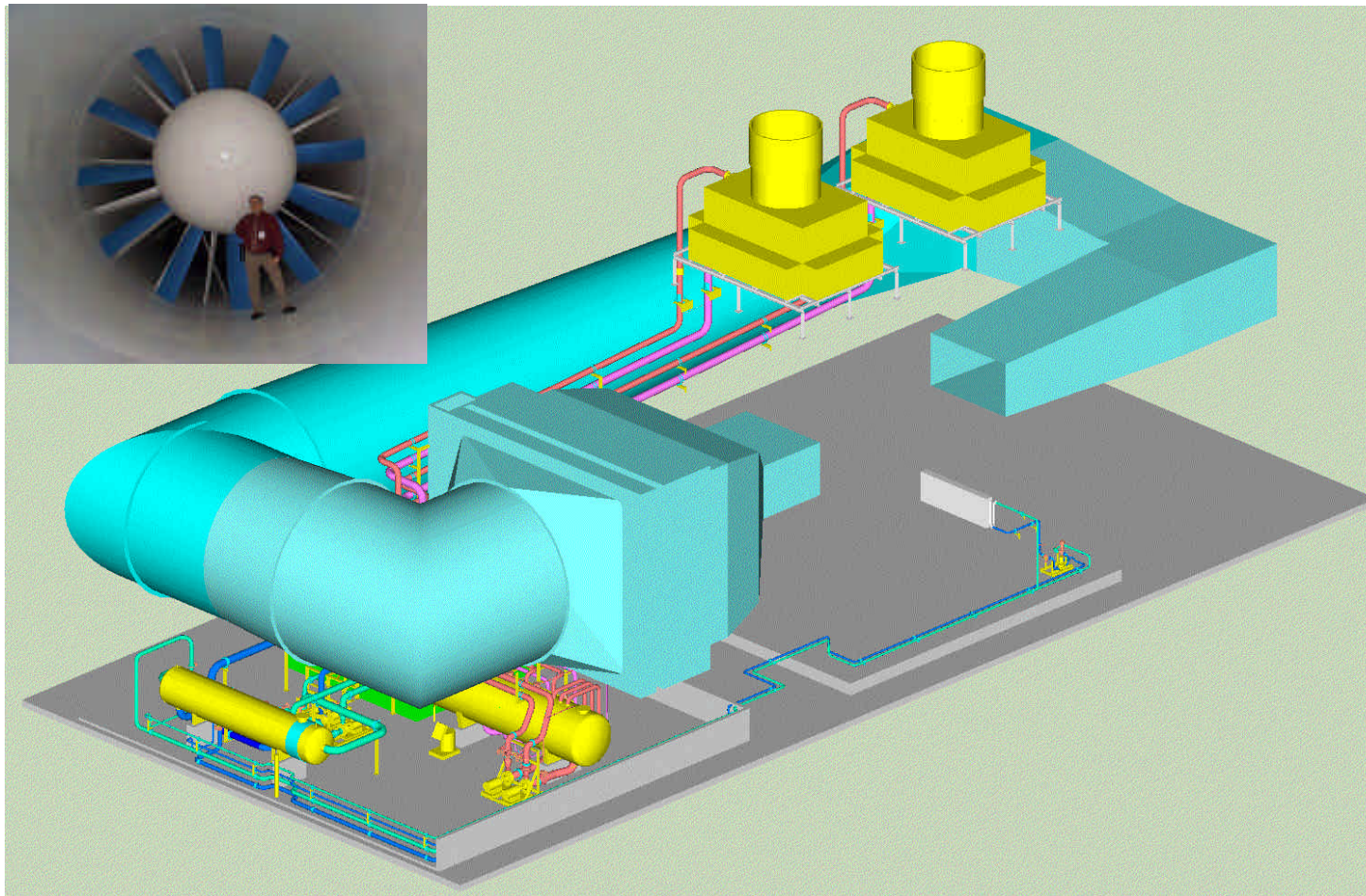




Schlüsselfertige Windkanallieferungen

- **TLT- Turbo ist einziger Windkanalhersteller mit eigener Ventilator konstruktion und Ventilatorfertigung**
- **Mehr als 50 Windkanälen seit 1936 von Unter- bis Hyperschall**
 - **Kraftfahrzeugindustrie**
 - **Luft- /Raumfahrttechnik**
 - **Sonderwindkanäle**

Spezielles TLT- Windkanal-Know-how in Jahrzehnten gewachsen

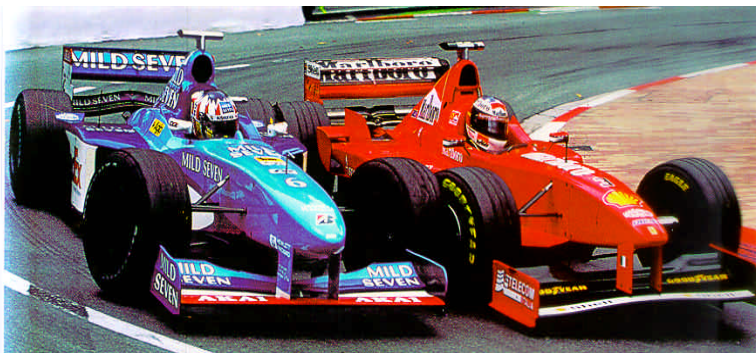


- **Schlüsselfertige Lieferung**
 - PM
 - aerodynamische /akustische/ thermische Auslegung
 - Konstruktion der Windkanalanlage
 - Integration komplexer Systeme
 - Montage und Inbetriebnahme
- **Service**
- **Studien**

Formel 1-Weltmeister mit TLT- Klima- und Aerowindkanälen

BMW Sauber F1 ?!

FERRARI 2000 bis 2004



1998

Renault 2005



1998



Die Sauber-Ingenieure werden vorwiegend mit 60-Prozent-Modellen arbeiten
The Sauber aerodynamicists will work mainly with 60 percent models

2004

13 schlüsselfertige Lieferungen Tieftemperatur- Klimawindkanäle seit 1961

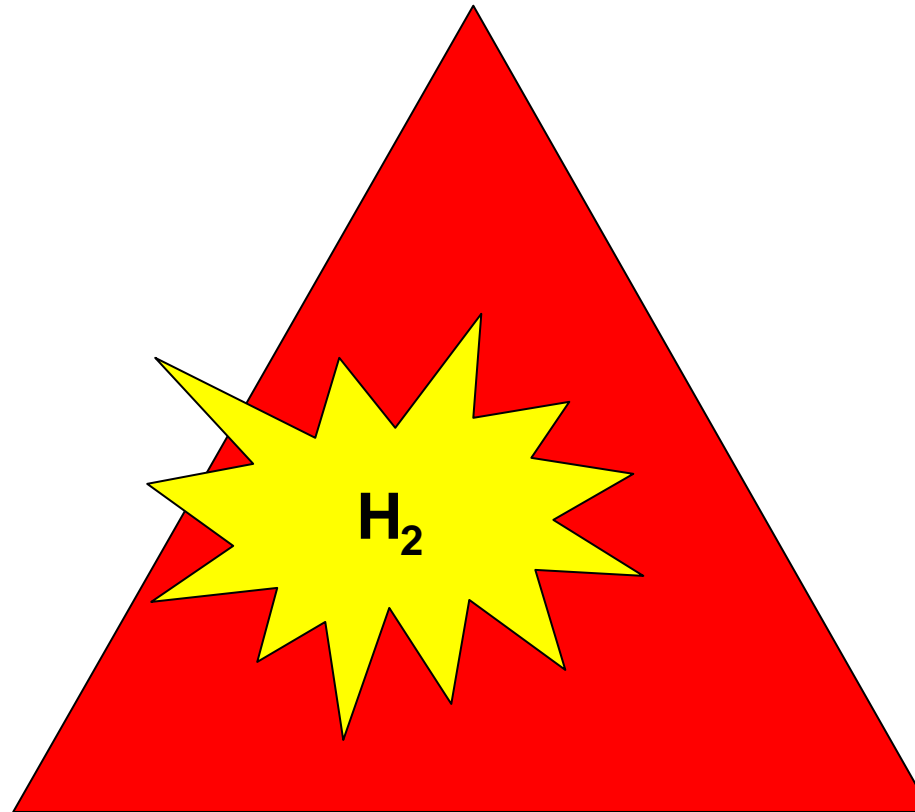
- u. a. Arsenal Wien (1961), Mobil Oil, VW(1965,1984), Audi, Ford, Porsche, Opel, Fiat, FERRARI, Denso Automotive (1994), CIRA (Vereisungskanal, 2002)

- **Vielzahl von Klimawindkanalstudien/Angebote**
in den letzten 10 Jahren
- **Engineering- Support (2005) für Tieftemperatur- Klimawindkanal**
in der koreanischen Automobilindustrie, einschließlich Lieferung
einer Sonnensimulationsanlage



TLT-Turbo GmbH

H₂- Explosionsschutz im Klimawindkanal



H₂- Explosionsschutz im Klimawindkanal

Status

- Bedarf für Windkanaluntersuchungen mit wasserstoffbetriebenen Versuchsfahrzeugen

Erforderliche Systembetrachtungen

- Explosionsschutzvorschriften erfordern eine komplexe Systemanalyse der gesamten Windkanalanlage

Vortragsschwerpunkt

- Windkanalventilator und H₂ –Explosionsschutz

Explosionsschutz Richtlinien und Normen (Forts.)

Ex-Schutzvorschriften in Europa/Deutschland

- **Europäische Richtlinie ATEX (Atmosphères Explosibles)**
- **ATEX harmonisiert die bisherigen nationalen Rechtsvorschriften**
- **ATEX- Richtlinie (94/9/EC) ist seit Januar 2006 in vollem Umfang gültig**
- **neue Anlagen und Arbeitsplätze unterliegen ATEX**
- **Normenbeispiel: elektrischer Explosionsschutz,
siehe Normenreihe EN 50 014 ff**

Explosionsschutz

Richtlinien und Normen (Forts.)

Gültigkeits- und Anwendungsbereich von ATEX

- **alle industriellen Ex- Bereiche**
- **alle elektrischen und mechanischen Geräte**
- **alle Schutzsysteme**

Explosionsschutz

Richtlinien und Normen (Forts.)

Definition explosionsfähige Atmosphäre gemäß ATEX (94/9/EG)

- Gemisch aus brennbaren Stoffen (Gase, Dämpfe, Nebel, Stäube) und Luft, unter „atmosphärischen Bedingungen“, in dem sich der Verbrennungsvorgang nach erfolgter Entzündung auf das gesamte unverbrannte Gemisch überträgt
- „Atmosphärische Bedingungen“ sind nicht festgelegt.

Anhaltswerte:

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| - Umgebungstemperatur | - 20 °C bis + 60 °C |
| - Druckbereich | 0,8 bar bis 1,1 bar |

- Verwendung von Produkten außerhalb der Anhaltswerte erfordert gesonderte Vereinbarung zwischen Hersteller und Betreiber

H₂- Explosionsschutz im Windkanal



**Gewährleistung von Sicherheit
in explosionsgefährdeten Bereichen
erfordert enge Zusammenarbeit aller beteiligten Stellen**

H₂- Explosionsschutz im Windkanal

Zuordnung der Pflichten

Betreiber

- **ist verantwortlich für die Sicherheit seiner Anlagen gemäß ATEX- Richtlinien**
- **beurteilt die Explosionsgefahr**
- **nimmt Zoneneinteilung vor**
- **stellt die ordnungsgemäße Errichtung der Anlage und Überprüfung vor der ersten Inbetriebnahme sicher**
- **sorgt für Aufrechterhaltung des ordnungsgemäßen Anlagenzustandes durch regelmäßige Überprüfung und Wartung**

H₂- Explosionsschutz im Windkanal

Zuordnung der Pflichten

Hersteller

- **sorgt für Stückprüfung, Zertifizierung und Dokumentation**
- **stellt sicher, daß gefertigte Geräte der geprüften Bauart entsprechen**

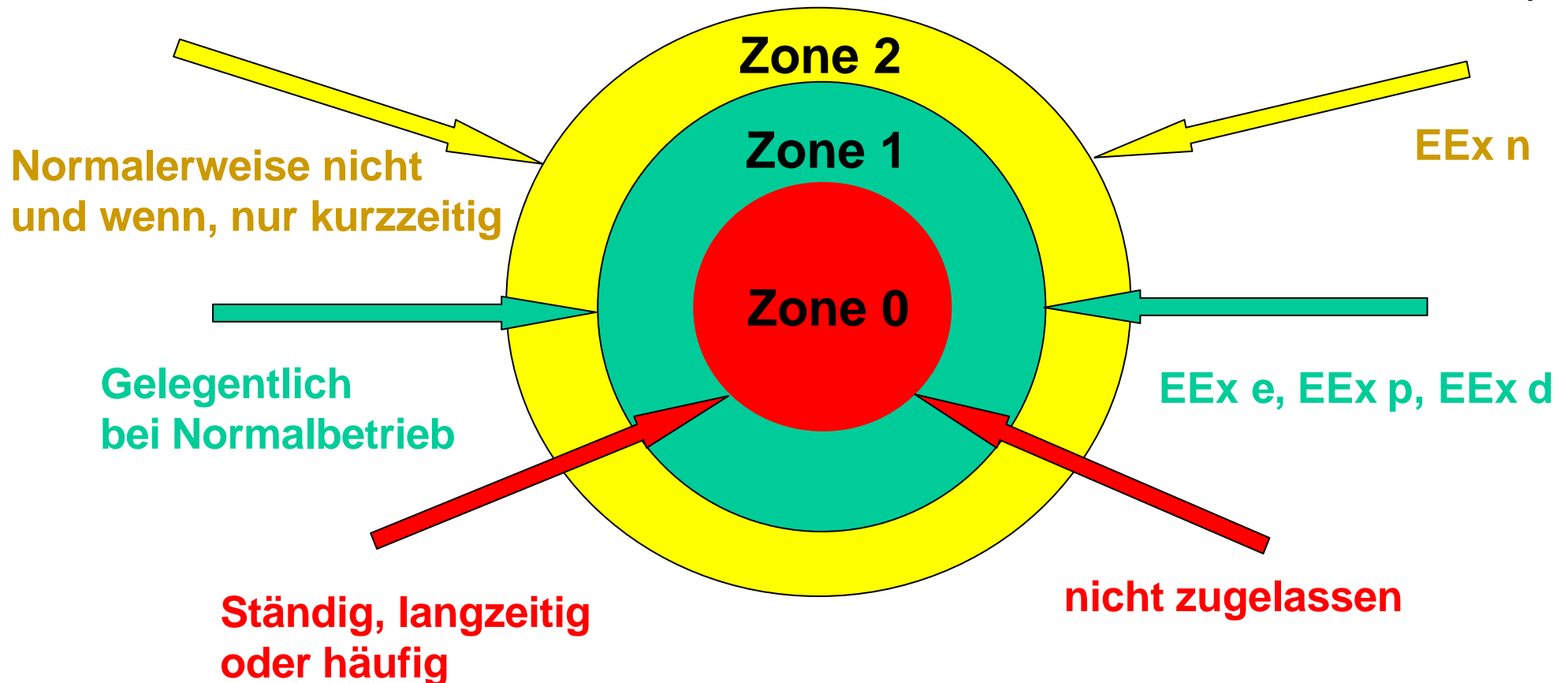
Errichter

- **wählt die elektrischen Betriebsmittel gemäß ihrer Verwendung aus**
- **beachtet Errichtungsanforderungen**

Wahrscheinlichkeit des Auftretens gefährlicher explosiver Atmosphäre

Zonendefinition
(ATEX Richtlinie 94/9/EG,
IEC 60079-10/EN 60079-10)

**Geräte und Anlagen mit Zünd-
quellen (hier zugeordnete Zünd-
schutzarten bei **Elektromotoren**)**



Temperaturklassen – Gase/Dämpfe

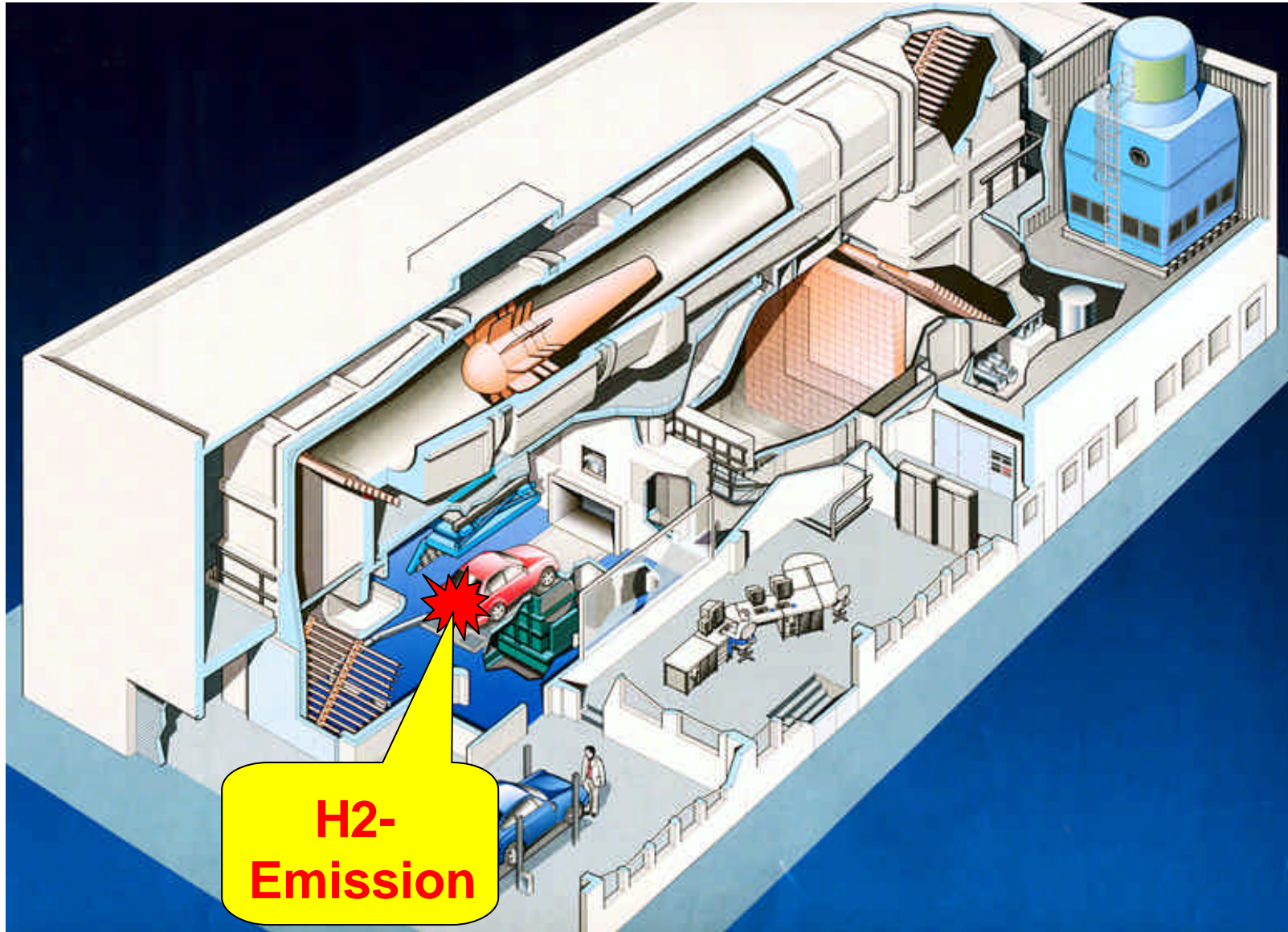
H₂, hohe Zündtemperatur > 450 °C
jedoch niedrige Zündenergie < 20 μ Joule

Temperatur- klasse	Höchstzulässige Oberflächen- temperatur der Betriebsmittel T_{Omax} [°C]	Zündtemperaturen der brennbaren Stoffe $T_{zünd}$ [°C]	Gase (Beispiele)
T1	450	>450	Propan, Ammoniak, Stadtgas, H₂, Methan
T2	300 - 215	=450, >300, usw.	Ethylen, Acetylen
T3	200 - 160	=300, >200, usw.	Benzin
T4	135 - 120	=200, >135, usw.	Ethylether
T5	100	=135, >100	
T6	85	=100, >85	

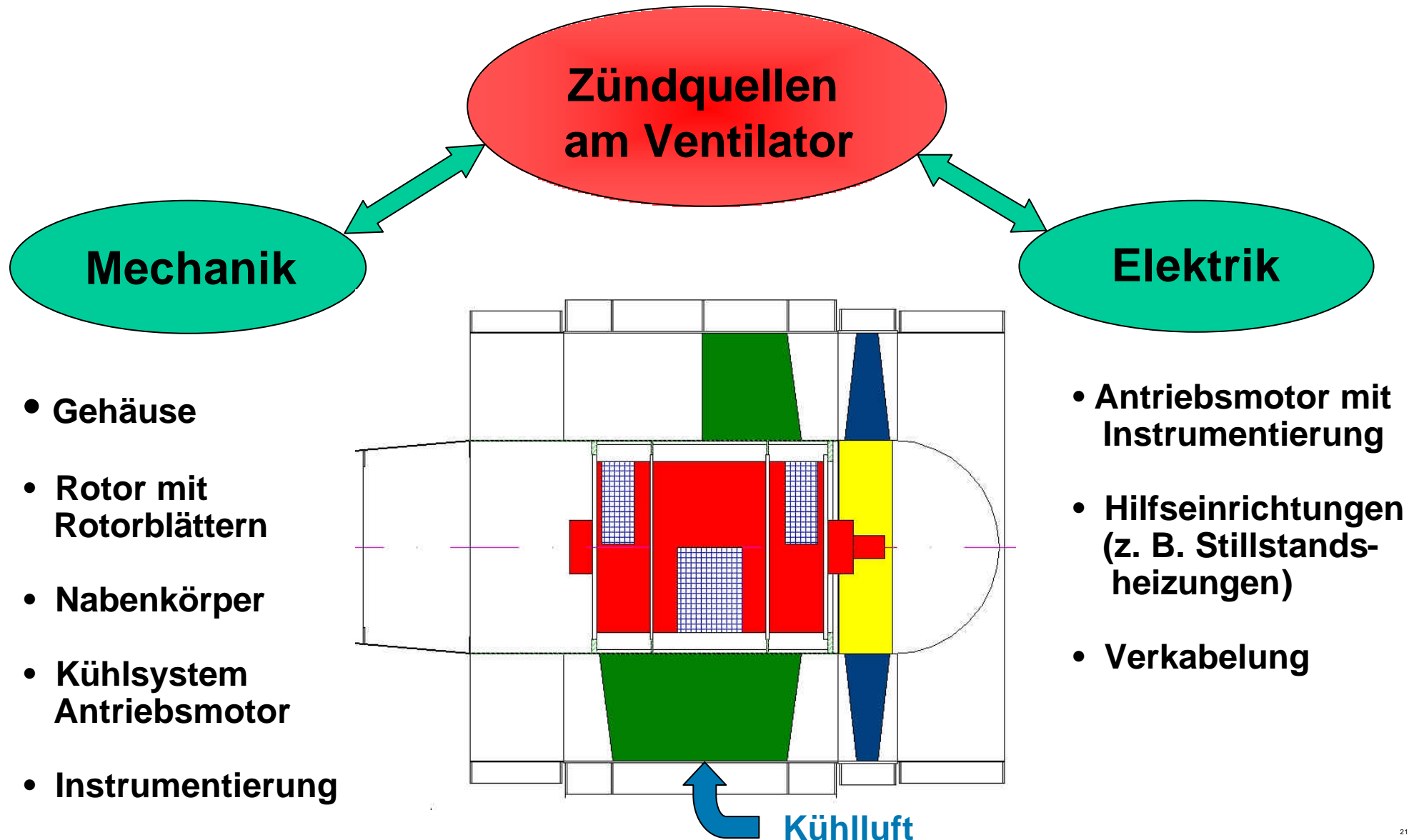


TLT-Turbo GmbH

H₂-Explosionsschutz im Klimawindkanal



H₂-Explosionsschutz - Windkanalventilator





TLT-Turbo GmbH

Zusammenfassung

H₂- Explosionsschutz Windkanalventilator

- **Betrieb von Ventilatoren in Luft/H₂- Gemischatmosphäre in den Zonen 0 und 1 ist unzulässig!**
- **Betrieb von Ventilatoren in Zone 2 nur bei unterkritischer Luft/H₂- Gemischatmosphäre mit zusätzlichen Maßnahmen.**

Zusammenfassung

H₂- Explosionsschutz Windkanalventilator

(Forts.)

- Grundsätzlicher Lösungsansatz für Ventilatorbetrieb in Zone 2:

Gasmischung überwachen und regeln; d.h.

- jegliche Gasvolumina im Windkanal jederzeit automatisch überwachen
- die Luft/H₂ – Mischung hinreichend unterhalb der unteren Explosionsgrenze (UEG, entspricht ca. 4 % H₂- Volumenanteil) einregeln



TLT-Turbo GmbH

**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!**