

# Umweltbewusste Hochleistungs-Transformatoren

14. September 2011



**Transform** your thinking

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

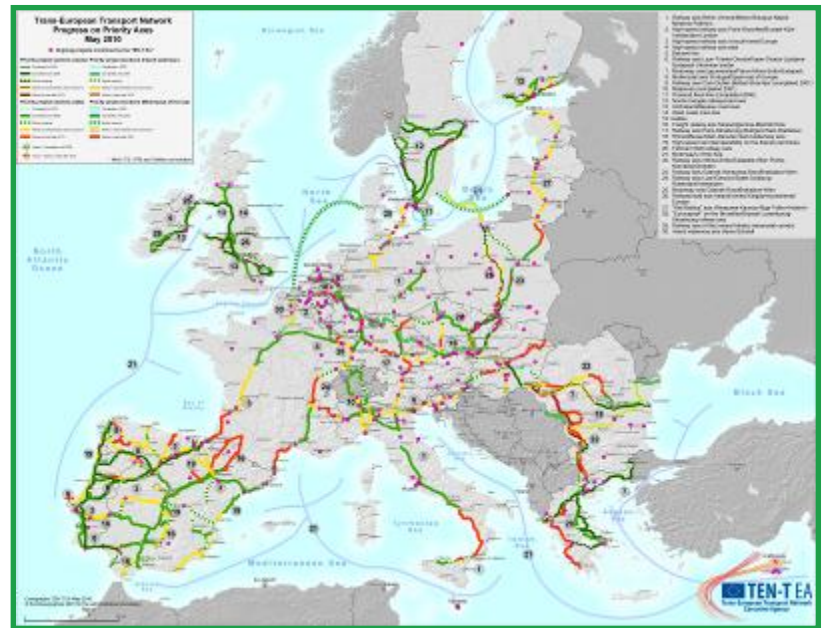
# Überblick

- Trends im europäischen Schienennetz
- Die Anforderungen moderner Schienenfahrzeuge
- Brandschutz
- Thermische Eigenschaften von Transformatoren-Flüssigkeiten
- Umweltschutz
- Hohe Leistung
- Zusammenfassung

# Trends im europäischen Schienennetz

# Transeuropäisches Verkehrsnetz (TEN-V)

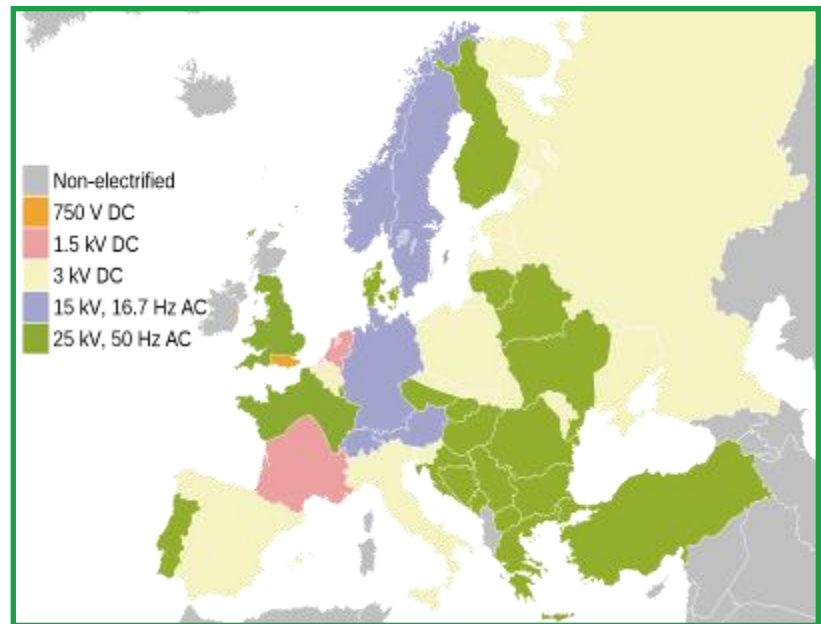
- Kerndaten
  - 27 Länder
  - 94.000 km Schienen
  - Investitionen von €300.000 Mio.
  - Fertigstellung 2020
- Hauptziel
  - Interoperabilität



Source: TEN-T Priority Projects – Progress Report 2010

# Interoperabilität in Schienennetzen mit unterschiedlicher Spannung

- 25kV 50Hz Netz
  - Weniger Stromverlust
  - Weniger Umspannwerke
- Andere Netze
  - Wechselstrom, Gleichstrom und Dieselanlagen
  - Verschiedene Spannungen
  - Flexible Lösung erforderlich



# Die Anforderungen moderner Schienenfahrzeuge

Transform your thinking

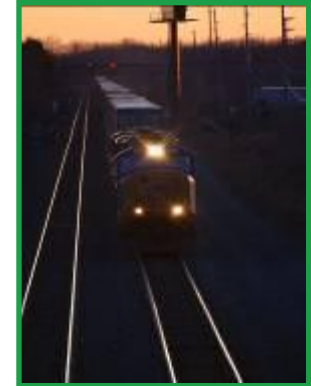
[www.midel.com](http://www.midel.com)

# Designlösungen für Schienenfahrzeuge

- Diesel-elektrischer Hybridantrieb
- Doppelspannungssysteme
- Elektrische Triebzüge
- Vorzüge
  - Internationaler Zugverkehr
  - Kompakt und effizient



# Technische Spezifikation CEN / TS 45545



- Brandschutz in Schienenfahrzeugen
- Rollmaterial muss mit Flüssigkeiten der Klasse K (Brennpunkt nicht unter 300°C) betrieben werden
- Verzicht auf Mineralöl



# Anforderungen an die elektrische Verteileranlage

- Diverse Bezeichnungen
  - Zusatzstromversorgung
  - Hotel-Power
  - HEP : Head-End Power (USA)
  - ETS : Electric Train Supplies (UK)
- Umfasst
  - Klimaanlage
  - Beleuchtung
  - Speisewagen
  - Wi-Fi-Anschlüsse und Steckdosen



Ca. 25 % der gesamten Zuglast

# Moderne Traktionstransformatoren

- Kompaktes Design
- Robuste Konstruktion
- Diverse Formen und Konfigurationen
  
- 3 Elektrizitätsanwendungen
  - Traktion (Hauptanlage)
  - Hotel-Power (Zusatzstrom)
  - Notsystem (Backup)

# Betrieblichen Anforderungen gerecht werden

- Traktionsanwendungen verlangen
  - Physisch kleinere Transformatoren
  - Kompatibilität mit zunehmend höheren Lasten
  - Fortgesetzte/erhöhte Leistung bei Motorenausfall
  - Brandsicherheit
  - Umweltsicherheit
- Resultat
  - Höhere Betriebstemperaturen
  - Größere Anforderungen an dielektrische Kühlflüssigkeiten

# Höhere Betriebstemperaturen

- Züge können schneller fahren
- Bessere Beschleunigungsfähigkeit
- Kürzere Fahrzeiten
- Reduzierung des Fuhrparks



# High Speed Hochleistungstransformatoren - China

- Zefiro (Bombardier)



- CRH3 (Siemens-Hitachi)



- CRH5 (Pendolino, Alstom)





# Brandschutz

Transform your thinking

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

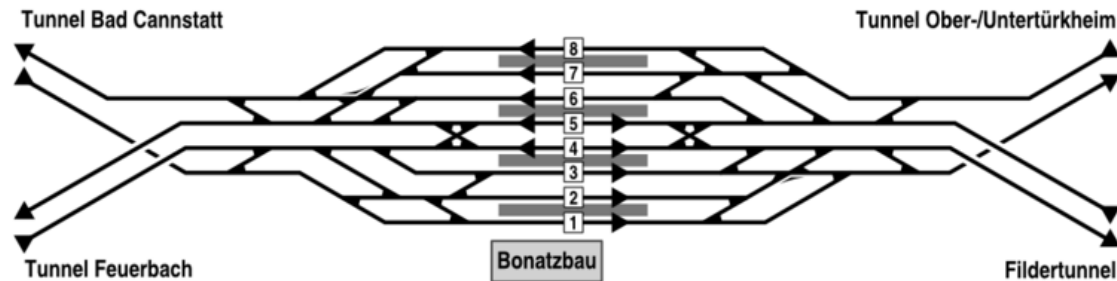


Copyright 2011 M&I Materials Ltd.



Products of M&I Materials Ltd.

# Bahnen unter Grund – Beispiel: Stuttgart 21



***Stuttgart 21 – schematischer Gleisplan des Tiefbahnhofs***

- Branchenweiter Trend zu mehr unterirdisch verlaufenden Schienenanlagen
- Stuttgart 21 soll ein unterirdischer Bahnhof mit 8 Gleisen werden
- Ein Zug auf jedem Gleis würde bedeuten, dass 8 Züge nebeneinander auf engem Raum stehen
- 2 Tonnen Transformatoren-Flüssigkeit pro Zug = 16 Tonnen entflammbarer Flüssigkeit

# Flamm- und Brennpunkt

## Flammpunkt

- Definiert als die Temperatur, bei der sich ein Dampf entzündet, aber bei Entfernen der Flamme nicht weiter brennt

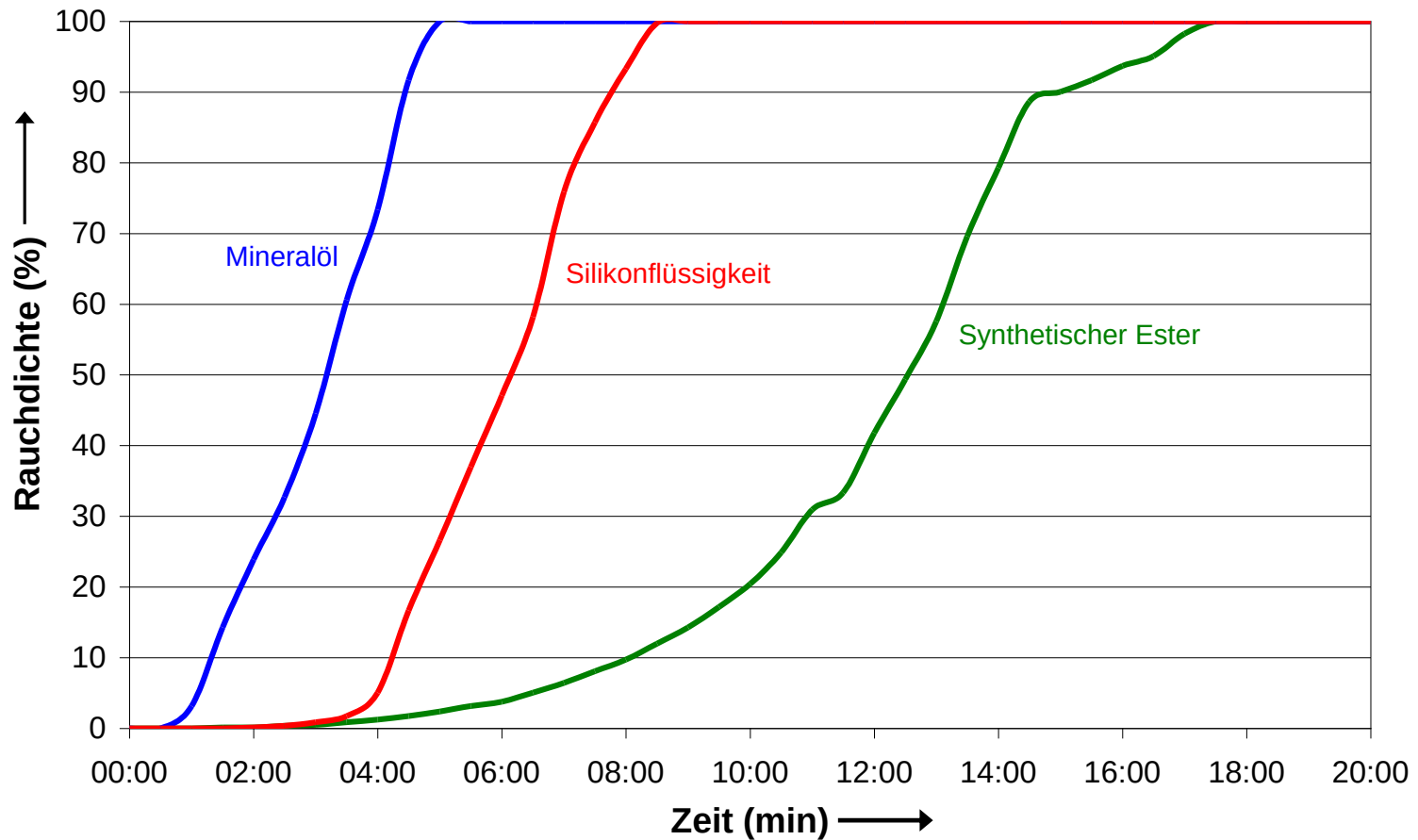
## Brennpunkt

- Definiert als die Temperatur, bei der sich ein Dampf entzündet und nach Entfernen der Zündquelle mindestens 5 Sekunden weiter brennt

| <b>Flüssigkeit</b>   | <b>Flammpunkt<br/>(ISO 2719 - Pensky)</b> | <b>Brennpunkt<br/>(ISO 2592 - COC)</b> |
|----------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------|
| Synthetischer Ester  | 260°C                                     | 316°C                                  |
| Mineralöl            | 150°C                                     | 170°C                                  |
| Silikonflüssigkeiten | 260°C                                     | >350°C                                 |



# Rauchdichte – Exova-Studie



# Thermische Eigenschaften von Transformator-Flüssigkeiten

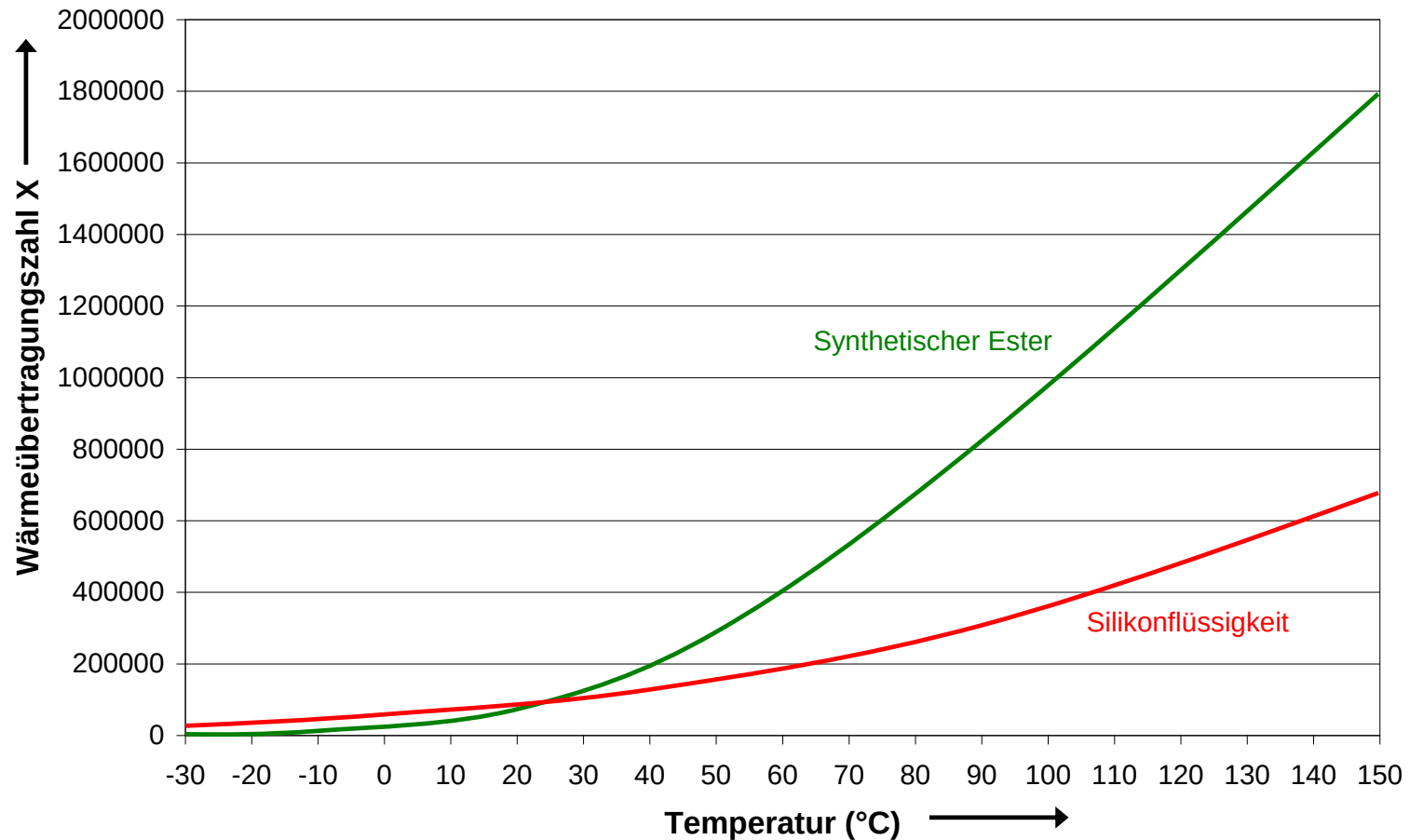
## Wirksame Kühlung durch Wärmeübertragung

- Der Wärmeübertragungskoeffizient (X) gibt die Effizienz der Kühlung in Pumpenanlagen an

$$X \approx \frac{C_p \lambda^3}{V}$$

- $C_p$  = spezifische Wärmekapazität
- $\lambda$  = Wärmeleitfähigkeit
- $V$  = kinematische Viskosität

# Vergleich der Wärmeübertragung



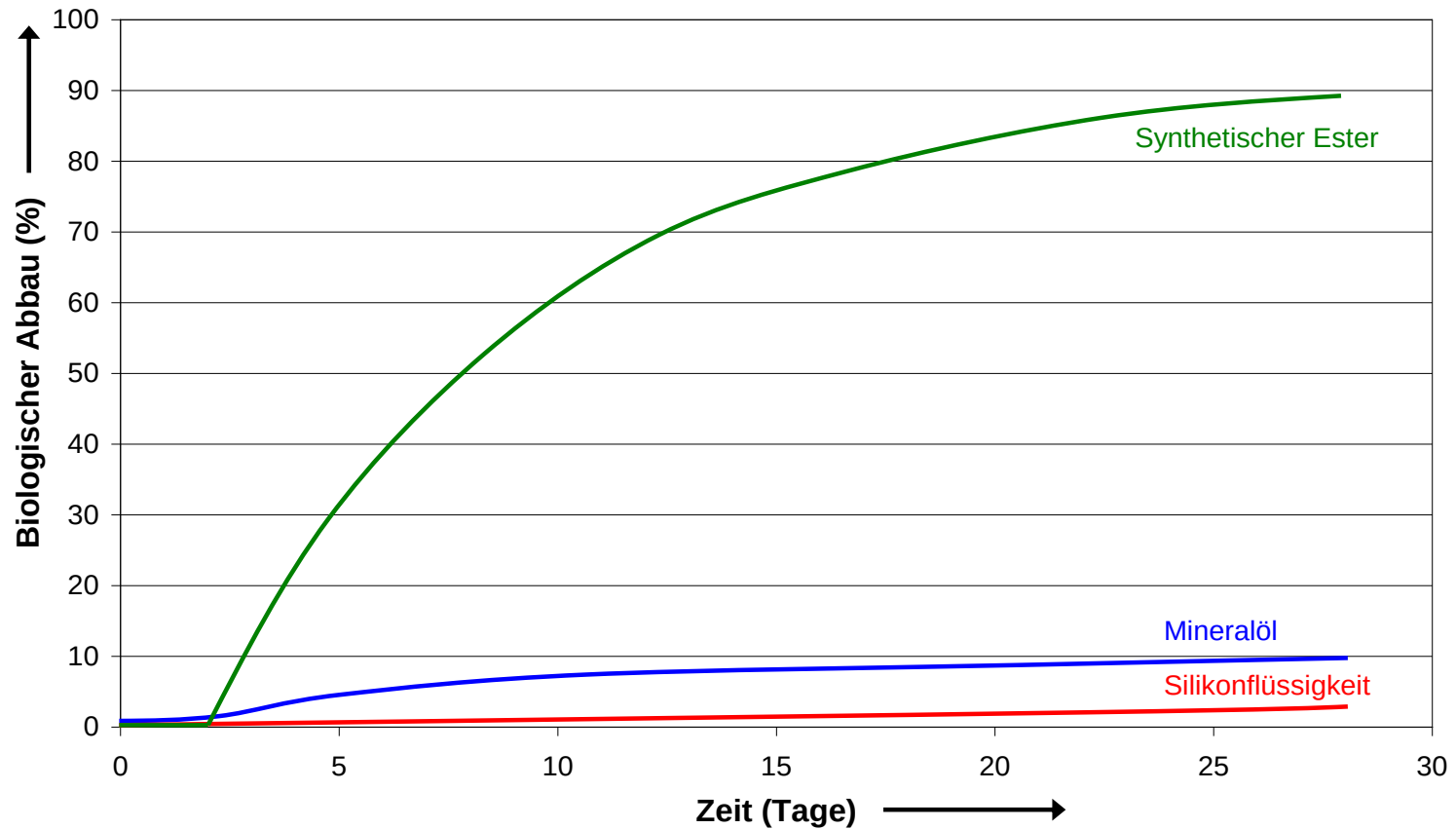
# Umweltschutz

# Umweltschutz durch synthetischen Ester

- Leicht biologisch abbaubar
- Nicht wassergefährdend
- Ungiftig
- Nicht flüchtig
- Verflüchtigt sich nicht in der Umwelt
- Unschädlich für den Abbau von Schlamm in Kläranlagen



# Biologischer Abbau von Transformatoren-Flüssigkeiten



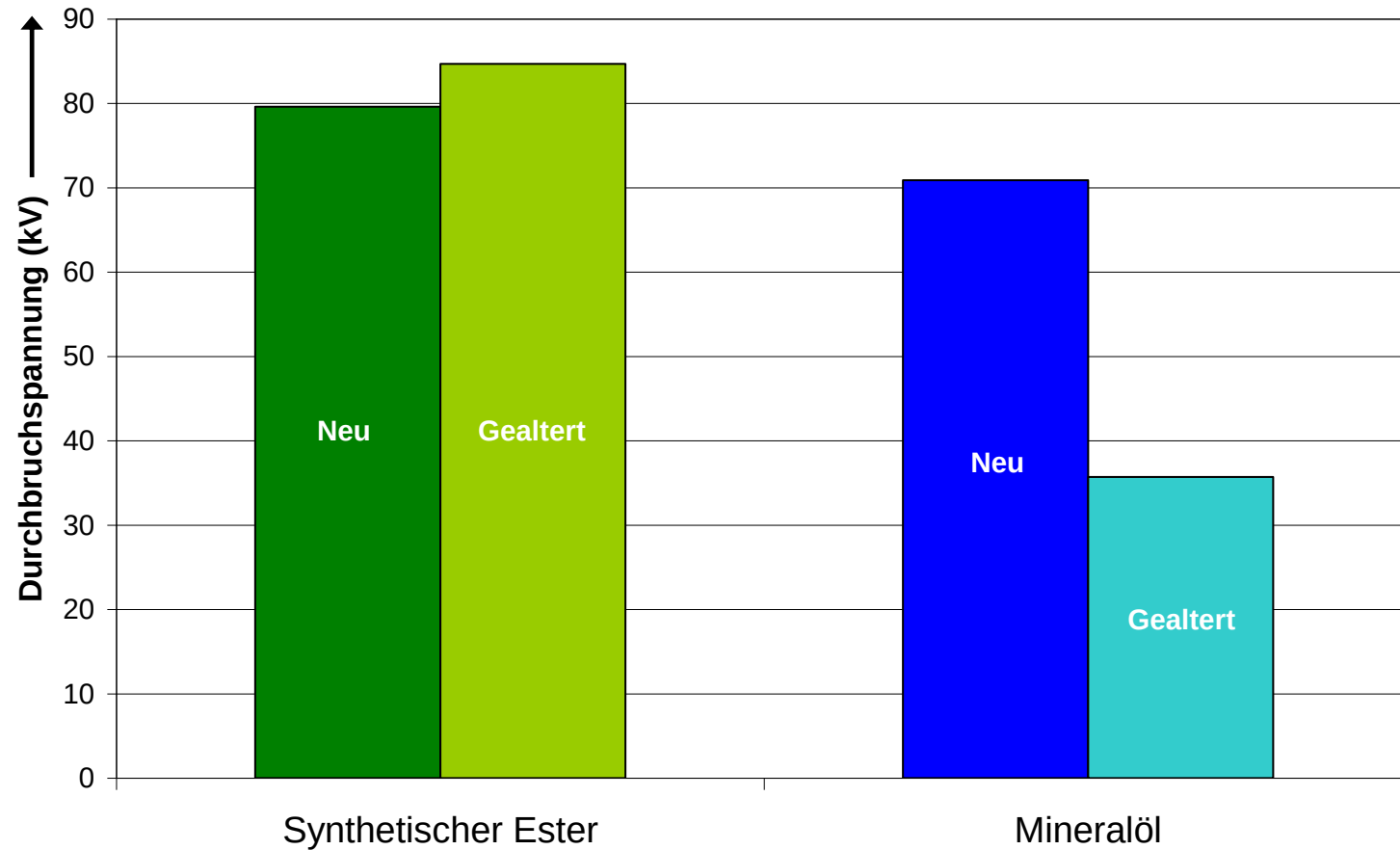
# Hohe Leistung



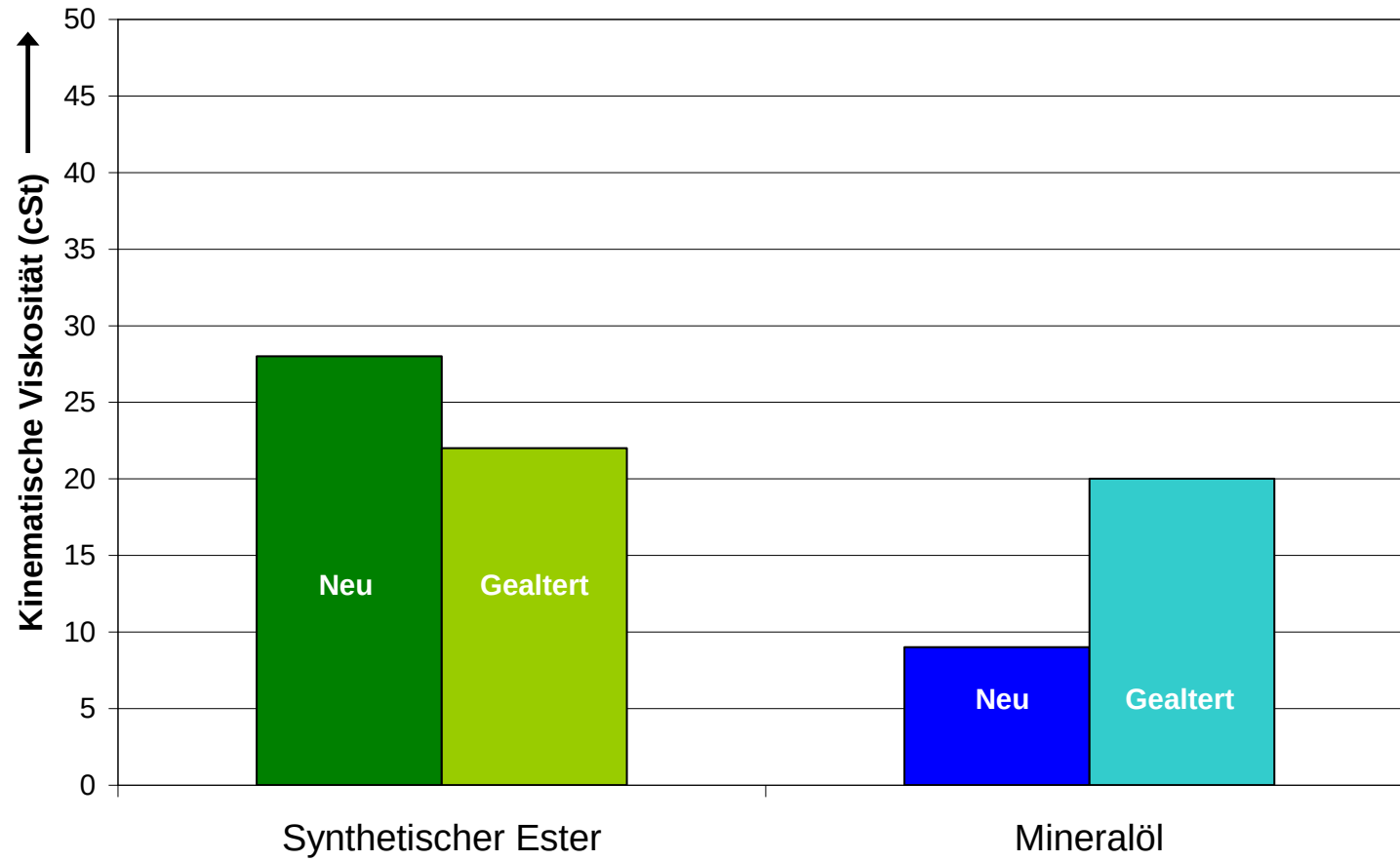
# Universität Stuttgart

## Studie zur Flüssigkeitsalterung

# Ergebnisse der Durchschlagsspannung



# Viskositätsergebnisse



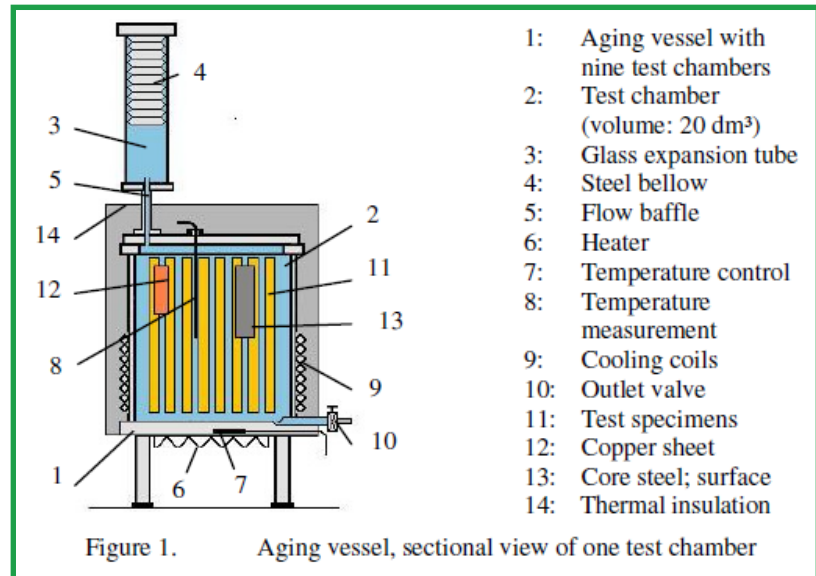
# Weidmann-Studie zum Alterungsexperiment

Transform your thinking

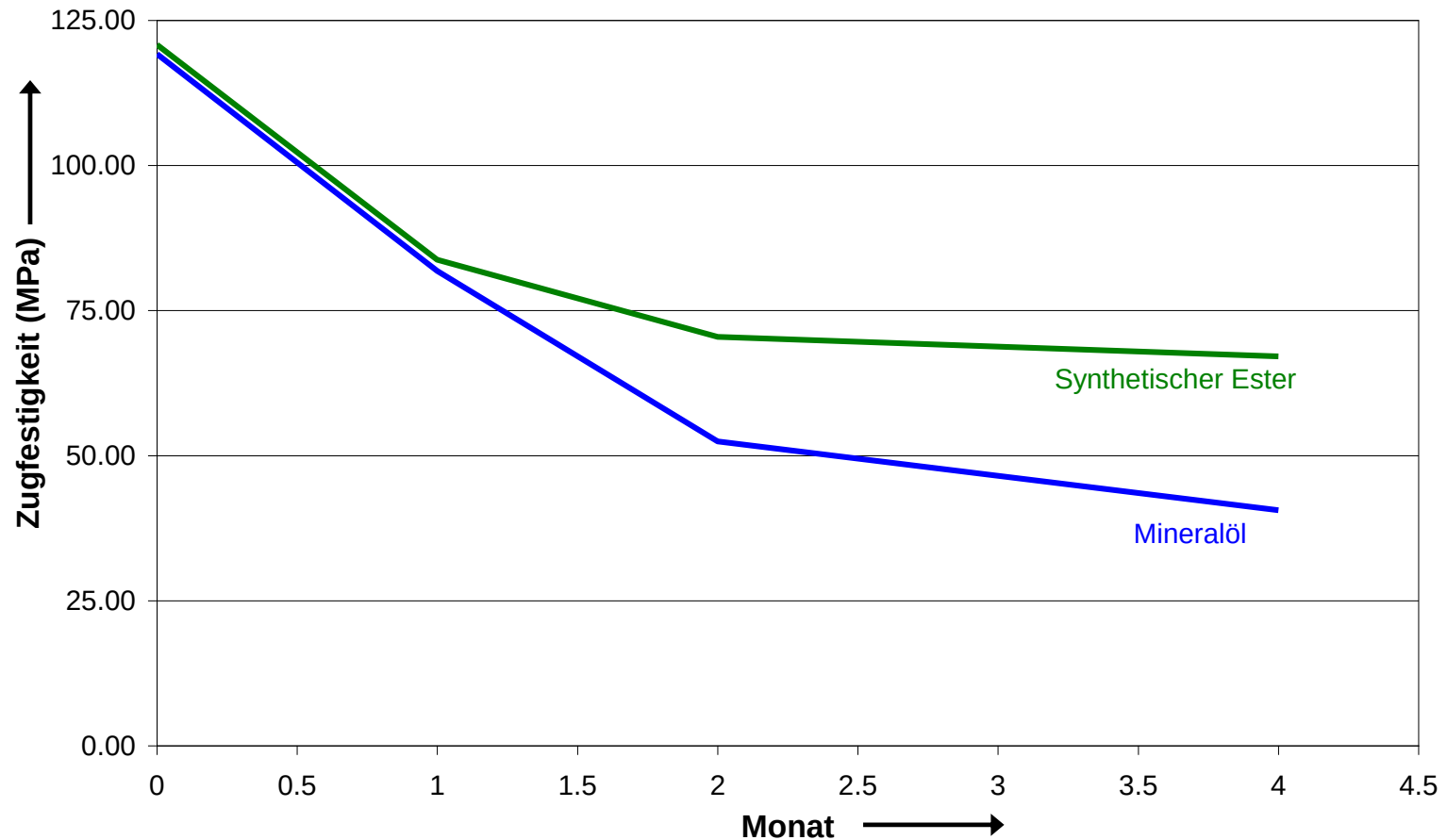
[www.midel.com](http://www.midel.com)

# Aufbau des Weidmann-Experiments

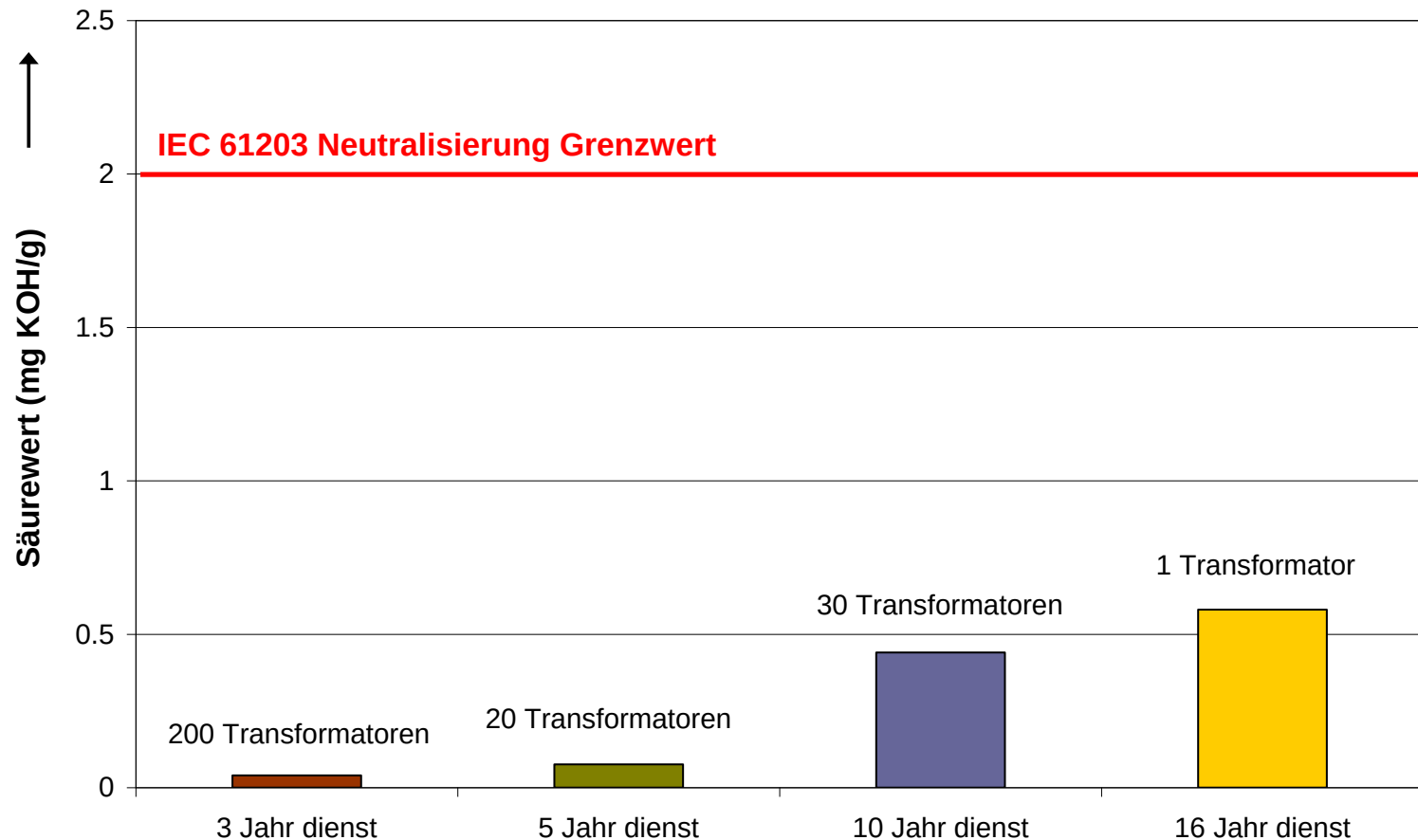
- Durchgeführt von Weidmann
- 9 verschiedene Flüssigkeiten, Ester und Mineralöle
- 3 verschiedene Temperaturen
  - 120° C versiegelt und offen
  - 135° C versiegelt
  - 150° C versiegelt
- Tests auf Papier und mit Flüssigkeiten



# Reissfestigkeitsergebnisse mit Pressspan



# Alterung der Transformatoren-Flüssigkeiten während des Betriebs



## Zusammenfassung

- Anforderungen moderner Schienenfahrzeuge
  - Schnell, leicht, kompakt und effizient mit flexiblen elektrischen Anlagen
  - Keine Veränderung von Größe/Gewicht = höhere Betriebstemperatur des Transformators
- Anforderungen an Traktionstransformatoren-Flüssigkeiten
  - Flüssigkeit CEN/TS 45545 der Klasse K mit hohem Brennpunkt und geringer Rauchdichte
  - Leicht biologisch abbaubar
  - Reduzierte Alterung von Flüssigkeit und Papier
  - Flüssigkeitsstabilität während der gesamten Betriebslebensdauer

**Nur synthetischer Ester bietet das gesamte Leistungs-Paket**



# Train and Traction Transformer OEMS using Esters



Smart solutions.  
Strong relationships.

**SIEMENS**

**STADLER**

**ABB**

**AREVA**

**ntv**  
Nuovo Trasporto Viaggiatori



**BOMBARDIER**

**NTRANSIT**  
The Way To Go.



**JST** *transformateurs*

**First**   
transforming travel

**ALSTOM**

**SNCF**