

Konzepte zur Optimierung des Schmierstoffeinsatzes im tribologischen Kontakt

C. SCHNEIDHOFER

AC2T research GmbH

Krems, 23.05.2024

Kompetenzzentrum für Tribologie

AC2T research GmbH

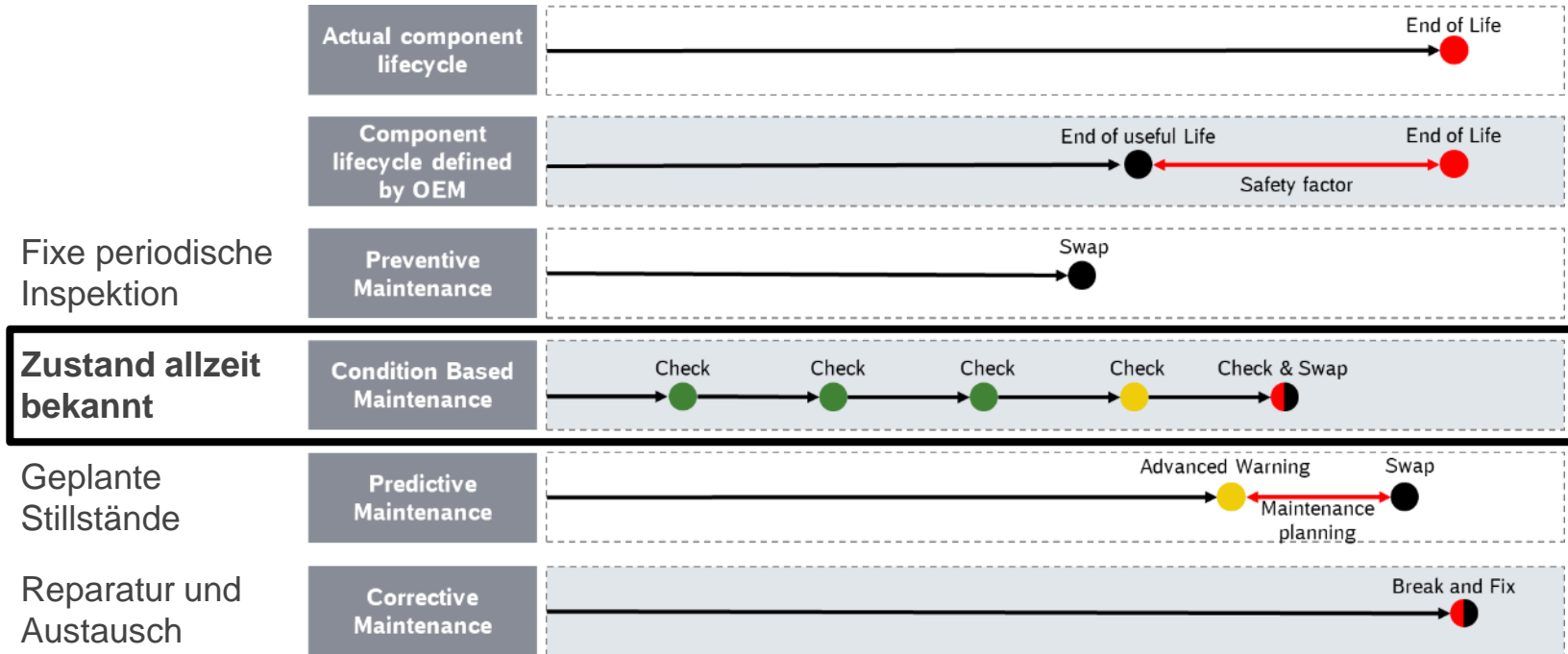
*Fokussiert auf
Reibung, Verschleiß
& Schmierstoff*

Optimierung des Schmierstoffeinsatzes

Agenda

- Ölzustandsüberwachung und Wartungsstrategien
- Lab-to-Field-Ansatz
- Überwachung des Ölzustands einer **Hydraulikanlage**
- CBM von geschmierten Komponenten bei **Schienefahrzeugen**
- Performanceevaluierung von Schmierfetten in **Wälzlagern**
- **Lebensdauermodelle** für Schmierfette für Oxidationsstabilität
- Zusammenfassung

Ölzustandsüberwachung Wartungsstrategien



Quelle:
Deutsche
Bahn

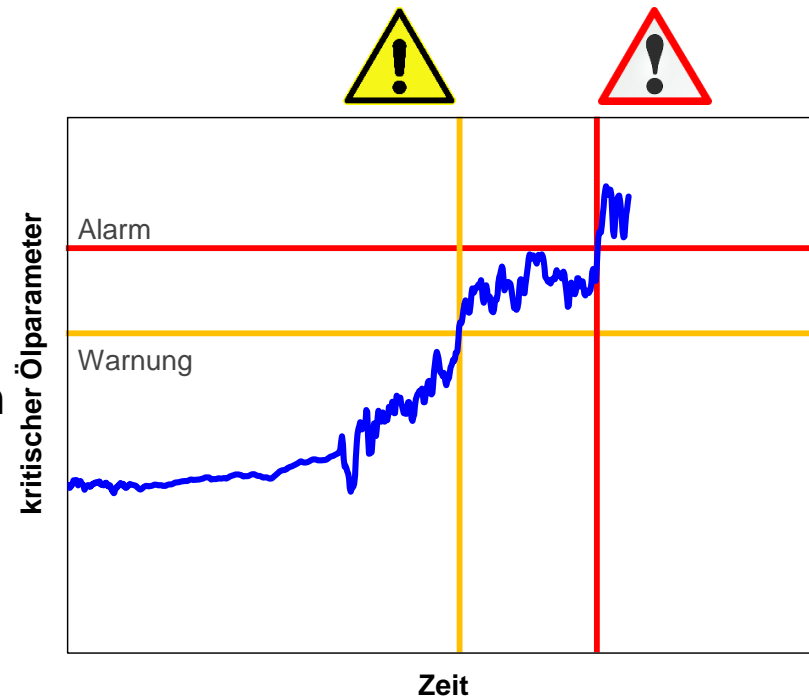
Online Ölzustandsüberwachung

Vorteile der Verwendung von Sensoren

- Optimierung des Ölwechselintervalls
- Frühzeitige Erkennung von Ausfällen
- Sofortige Maßnahmen gegen unvorhergesehene Einflussfaktoren
- Zuverlässige automatisierte und ferngesteuerte Überwachung von kontinuierlich arbeitenden Schmiersystemen

→ **Ökonomische und ökologische Vorteile**

→ **Höhere Sicherheit im Betrieb**



Sensoren für CBM von geschmierten Systemen

Methoden – Lab-to-Field Ansatz

Lab-to-Field-Ansatz für die Entwicklung von Überwachungssystemen

System-analyse

Anforderungen

Kritische Schmierstoffparameter

Konzept für Überwachung

Sensor-zusammenstellung

Kommerzielle Produkte

Zusammenstellung geeigneter Systeme

Entwicklung von Sensoren

Proof of Concept

Alteration zone simulation of oil degradation and contaminations

Sensor zone at environmental conditions

Algorithmus-entwicklung

$$GWC = k_{WC}(T_s, T_g) \cdot RH$$

Validierung im Labor

Validierung in relevanter Umgebung

Feld-verifikation



Beispiel 1

Überwachung des
Ölzustands einer
Hydraulikanlage



CBM einer Hydraulikanalage

Motivation

● Ausgangssituation

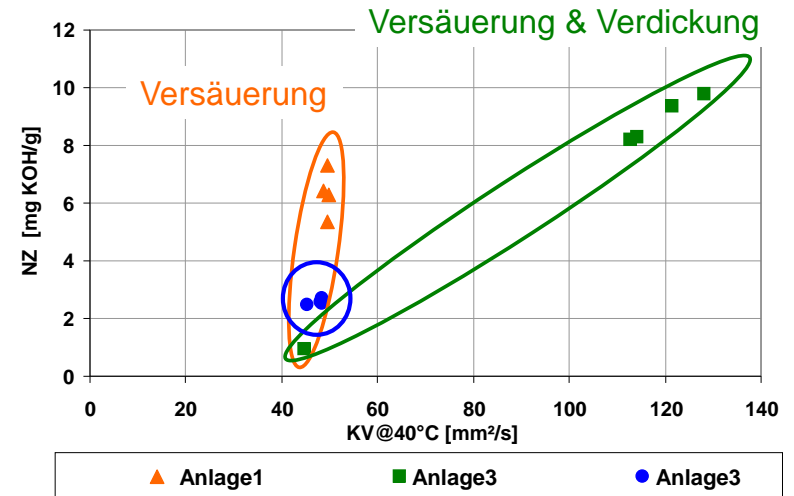
- ▲ Schleichende Versäuerung
- ▲ Beeinträchtigung der Funktionalität - Ventile
- ▲ Teilaustausch und Ölwechsel
- ▲ Vermehrte Ölanalysen

● Ziel

- ▲ Erhöhung der Zuverlässigkeit durch CBM
 - Rasche Reaktion auf Fehlsituationen
 - Vorausschauende Planung von Wartungsmaßnahmen

● Ableitung Ölschädigungsmechanismen

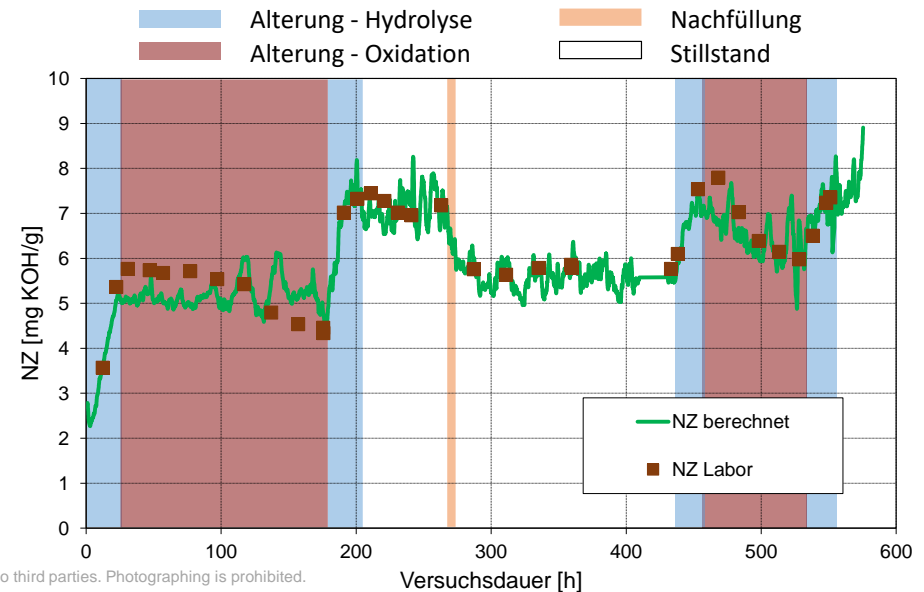
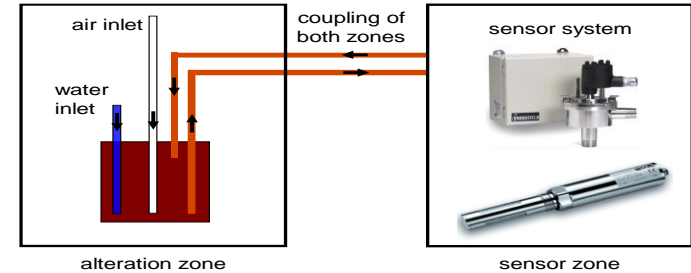
- ▲ **Hydrolyse und Oxidation**



CBM einer Hydraulikanalage

Laborevaluierung

- Nachstellung der Schädigungen mittels künstlicher Ölalterung
 - ▲ Hydrolyse – Oxidation
 - ▲ Gleichzeitige Evaluierung der Sensoren
- Simulation unterschiedlicher Belastungsszenarien
 - ▲ Hydrolyse
 - ▲ Oxidation
 - ▲ Stillstand
 - ▲ Ölnachfüllung
- Spezifische Algorithmen zur Dateninterpretation
 - ▲ Bestimmung der Versäuerung unabhängig von Belastungsszenarium



CBM einer Hydraulikanlage

Integration in den Anlagenbetrieb

● Feldverifizierung und Anwendung

- ▲ Einbau des Sensorsystems in Hydraulikanlage
- ▲ Datenerfassung in zentraler Steuerung
- ▲ Visualisierung im Leitsystem

● Nutzen für Betreiber

- ▲ Erhöhung der Prozesssicherheit
- ▲ Optimierung von Reparaturmaßnahmen
- ▲ Gezielter Austausch von fehlerhaften Lagern

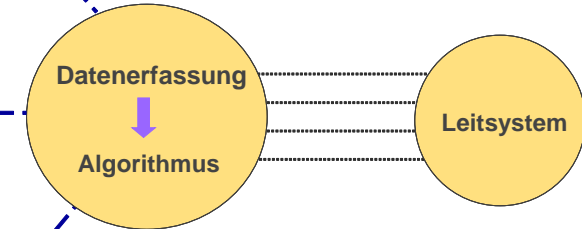
Brookfield AST100



Argo Hytos



Hydac CS1000



Beispiel 2

Überwachung von
geschmierten
Komponenten bei
Schienenfahrzeugen



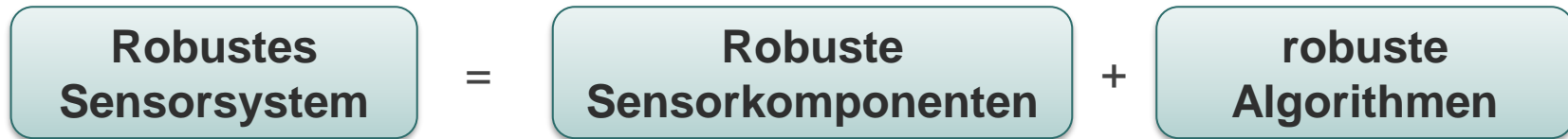
Überwachung von geschmierten Komponenten bei Schienenfahrzeugen

● Motivation

▲ Sensorsysteme zur Überwachung von geschmierten Systemen müssen resistent gegen äußere Einflüsse sein, wie z.B.

- Temperatur
- Luftfeuchtigkeit
- Schwingungen

▲ **Robustes Sensorsystem** für die Überwachung wird gebraucht



Überwachung von geschmierten Komponenten bei Schienenfahrzeugen

- Anwendungsfälle für die Überwachung tribologischer Parameter von Lokomotiven und Waggons

CBM von Lokomotiven

Motoröl von Diesellokomotiven	Transformatoröl für elektrische Lokomotiven
	

Zustandsüberwachung von Waggons

Wassersensor für Achslager	Messung des Radprofils
	

Überwachung von geschmierten Komponenten bei Schienenfahrzeugen

● Schlussfolgerungen

▲ Zustandsüberwachung möglich durch

- Sensorsystem zusammen mit entwickeltem Algorithmus
- Informationen über den Zustand der Komponenten
 - Transformatoröl, Motoröl, Achslagerfett, Rad

▲ Zustandsbezogene Wartung

- Trendanalyse und Anwendung von Schwellenwerten
- Vorhersage des Wartungsbedarfs

Anwendungsfall	Transformator	Dieselmotor	Achslager	Radprofil
Kritische Parameter	Wassergehalt Dielektrischer Verlustfaktor Gelöste Gase	Kupferkorrosion Versäuerung	Wassergehalt Temperatur	Radzustand
Sensor Zusammensetzung	Verlustfaktor gelöster Wasserstoff Rel. Feuchte Temperatur	Korrosivität Leitfähigkeit Rel. Permittivität Rel. Feuchte Temperatur	Rel. Feuchte Temperatur	Beschleunigung Geschwindigkeit Position

Beispiel 3

Performance- evaluierung von Schmierfetten in Wälzlagern



Performanceevaluierung von Schmierfetten in Wälzlagern

● Motivation

- ▲ Lager und Fette in Walzwerken sind Wasser und rauen Bedingungen ausgesetzt
- ▲ Kaum Kenntnisse über die Auswirkungen von Wasser auf die Leistung von Schmierfetten
- ▲ Kaum Methoden zur Bestimmung einer geeigneten Auswahl



Quelle: Delic et al., Berg Huettenmaenn Monatsh 167, 215–223 2022)

Performanceevaluierung von Schmierfetten in Wälzlagern

● Field-to-Lab Ansatz

Systemanalyse

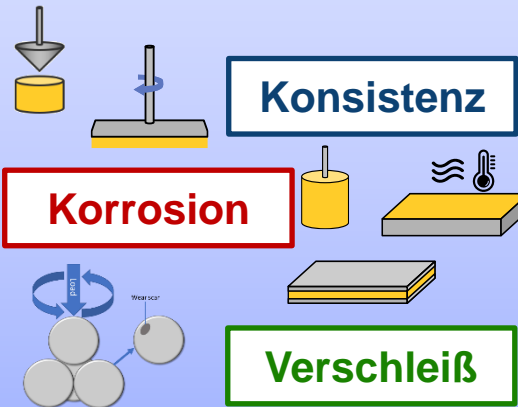
Analyse von **Proben** und Lager aus dem Feld



Erarbeitung des Anforderungsprofils

Laboruntersuchungen

Anwendung von maßgeschneiderten Labormethoden zu



Performanceevaluierung

Bewertung der Analyseergebnisse in Relation zum Anforderungsprofil und Leistungskriterien der Anwendung

Probe	Konsistenz	Korrosion	Verschleiß	Gesamt
Fett A	1	2	1	1
Fett B	2	1	3	2
Fett C	3	3	2	3

Performanceevaluierung von Schmierfetten in Wälzlagern

- Nutzen für Betreiber
 - ▲ Erhöhung der Betriebssicherheit
 - ▲ Optimaler Einsatz der verfügbaren Produkte
 - ▲ Auswahlkriterien für Schmierstoff für vorliegende Anwendung



Quelle: Delic et al., Berg Huetttenmaenn Monatsh 167, 215–223 2022)

Beispiel 4

Lebensdauermodelle
für Schmierfette
für Oxidationsstabilität



Lebensdauermodell für die Oxidationsstabilität

Motivation

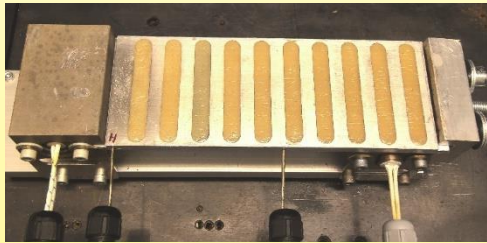
- Leistungsminderung durch Belastungen
 - ▲ Thermisch
 - ▲ Oxidativ
 - ▲ Hydrolytisch
 - ▲ Mechanisch
- Kenntnis der Schädigungsmechanismen wesentlich
 - ▲ Zuverlässiger Betrieb
 - ▲ Optimierung des Schmierfetteinsatzes
 - ▲ Vorhersage von Wartungsarbeiten
- Vorteil des Lab-to-Field-Ansatzes
 - ▲ Rasche Ermittlung der Einflussfaktoren auf Schädigung
 - ▲ „Worst case“ Szenarien im Labor nachstellbar



Lebensdauermodell für die Oxidationsstabilität

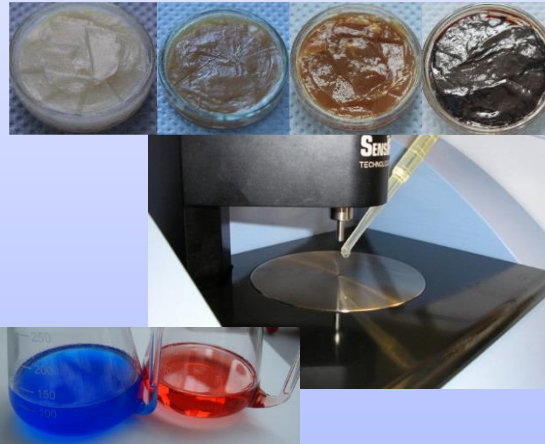
Lab-to-Field-Ansatz – Strategie

Labor-Benchmark der Oxidationsstabilität



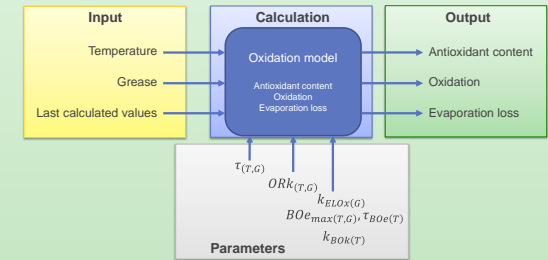
Laborverfahren zur Herstellung von geschädigten Schmierfetten (künstliche Alterung)

Analyse des Fettzustands



Schmierfettzustand der hergestellten Proben

Modellentwicklung für die Oxidationsstabilität



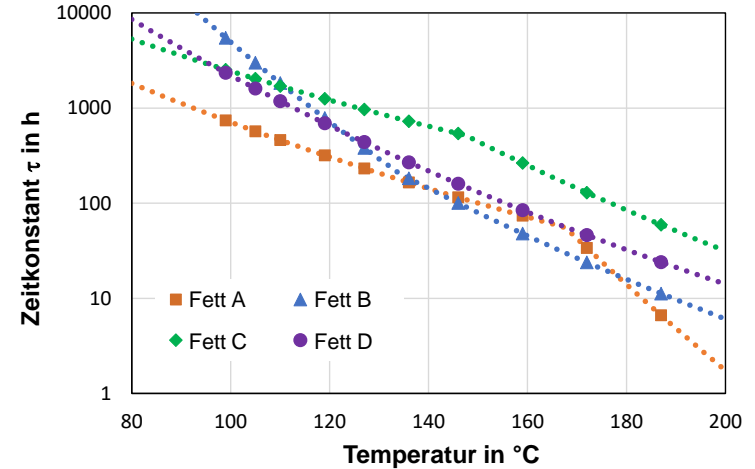
Zustand des Fettes in Abhängigkeit von Zeit und Temperatur

Lebensdauermodell für die Oxidationsstabilität

Nutzen

- Lebensdauermodell für die Oxidationsstabilität über die Temperatur
 - ▲ Information über **Restnutzungsdauer** in Abhängigkeit der Einsatzbedingungen
- Anwendung der Methodologie für Schmierstoffbewertung
 - ▲ **Ranking nach der Oxidationsstabilität**

Fett C > *Fett D* > *Fett B* > *Fett A*



- In Kombination mit adäquatem Condition Monitoring wird Predictive Maintenance möglich

Condition Monitoring

+

Lebensdauermodell

=

Predictive Maintenance

Zusammen- fassung

Ölzustands-
überwachung



- Online-Sensor ermöglicht CBM von geschmierten Systemen
 - ▲ Erhöhte Zuverlässigkeit und Kapazitätsauslastung
 - ▲ Optimierung von Wartungsmaßnahmen
 - ▲ Hohes Potential für Senkung der Betriebskosten
- Laborunterstützte anwendungsorientierte Schmierstoffbewertung ermöglicht
 - ▲ Erhöhung der Betriebssicherheit
 - ▲ Optimaler Einsatz der verfügbaren Produkte
 - ▲ Auswahlkriterien für Schmierstoff für vorliegende Anwendung
- Ölzustandsüberwachung kombiniert mit Lebensdauermodellen ermöglicht vorausschauende und angepasste Wartungsmaßnahmen

Die präsentierten Ergebnisse wurden in Forschungsprojekten mit finanzieller Unterstützung seitens der beteiligten Projektpartner und des **österreichischen Programms** (InTribology2, Nr. 906860) erarbeitet.

Das COMET-Programm wird finanziert durch Mittelzuwendung seitens der österreichischen **Bundesregierung**, sowie der **Bundesländer Niederösterreich** und **Vorarlberg** InTribology2 betreffend.

A background image of a modern laboratory with large windows, white lab benches, and several scientists in white lab coats working with various pieces of equipment.

... bis bald bei AC²T

Standort Wiener Neustadt

**Viktor-Kaplan-Straße 2/C
2700 Wiener Neustadt**

**+43 (0) 2622 81600
office@ac2t.at**

Standort Linz

**Hafenstraße 47-51
4020 Linz**

**+43 (0) 2622 81600-400
office@ac2t.at**

DISCLAIMER

All information in this publication and all further technical advice is based on our present knowledge. However, they imply no liability or other legal responsibility on our part, including with regard to existing third party intellectual property rights, especially patent rights including copyrights, trademarks and designs. In particular, we cannot give any warranty, whether express or implied, or guarantee product properties in the legal sense. We reserve the right to make any changes according to technological progress or further developments. The performance of products described herein should be verified by each user with experiments (designed for the respective application) which are to be carried out by qualified experts. Suggestions for uses or applications are only opinions. Reference to trade names used by other companies is neither a recommendation, nor does it imply that similar products cannot be used.