



Einfluss nichtwassermischbarer Kühlschmierstoffe auf das Brand- und Explosionsverhalten in Werkzeugmaschinen

Frank Thomas | Head of R&D Neat Cutting Oils

FUCHS LUBRICANTS GERMANY GMBH



MOVING YOUR WORLD

Kurzvorstellung Fa. Fuchs Lubricants Germany GmbH

- 2 exemplarische Basisölalternativen in nichtwassermischbaren Kühlschmierstoffen (nwm KSS)
- Emissionsverhalten von nwm KSS
- Brand- und Explosionsversuche in Werkzeugmaschine(n)
- Zündfähigkeitsbewertung eines Sonder-Minimalmengenschmierstoffs
- Literatur und Normungsarbeit



Verwendbare Basisöle

Technische Grundölvielfalt als Ansatz zur

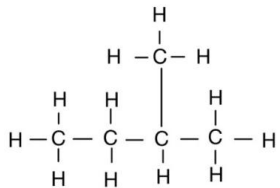
- Beeinflussung der Zerspanleistung und zur
- Verringerung der Lieferabhängigkeiten

2 exemplarische Basisölgruppen

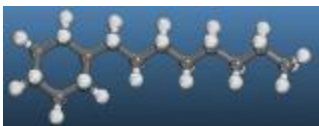
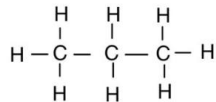
mineralölbasische Grundöle (fossil)

= Kohlenwasserstoff-**Destillations**produkt
(paraffinisch, naphthenisch, aromatisch)

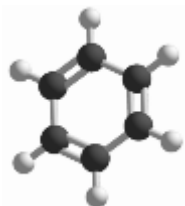
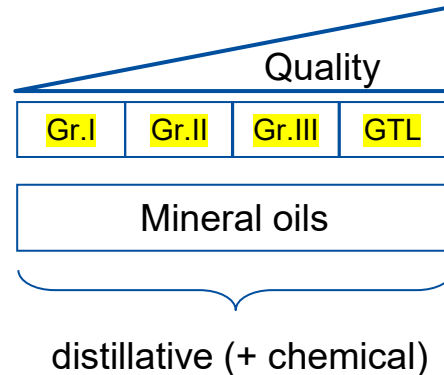
Beispiele:



Verzweigte Alkane



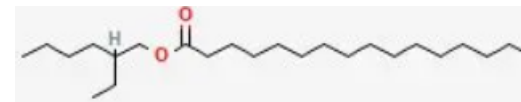
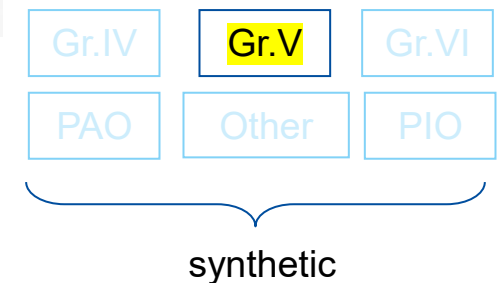
Unverzweigte Alkane



esterbasierte Grundöle (nachwachsend)

(natürliches **Reaktions**produkt aus natürlichen Fettsäuren und Fettalkoholen)

vegetabile Öle müssen chemisch umgewandelt/stabilisiert werden:



MOVING YOUR WORLD

Verwendete Basisöle/Fertigprodukte

Eigenschaftenvergleich

Eigenschaft	Mineralöle	“Esteröle”
Preis	moderat (hoch in Krisenzeiten)	höher
Polarität	hoch unpolar	polar (bis unpolar)
Schneidperformance (Schmierfähigkeit)	gut	besser
Thermische Leitfähigkeit	gut	besser
Nachhaltigkeit	fossil	nachwachsend
Recyclingfähigkeit	Gut (RRBO)	gut (RRE)
Lieferfähigkeit	aktuell OK, zukünftig (Naher Osten)?	gut
Emissionsverhalten	gut	besser
Brand- und Explosionsverhalten	gut	besser
EH&S	dünnes Öl (bis 21mm ² /s) H304 Aspirationstoxizität	keines
Hautverträglichkeit	gut	besser
Elastomerverhalten	gut	muss betrachtet werden

Emissionen in Werkzeugmaschinen

Ölnebel

Ölpartikel (Aerosole) zw. 0,1 und 50µ

mechanisch bedingt

hohe KSS-Drücke und Schnittgeschwindigkeiten

Aufprall des KSS auf Maschinenbett,
Werkzeug und Werkstück

Düsenform und Düsenanordnung
→ **Nebel („sichtbar“)**

„rel. einfach“ mechanisch abscheidbar

Dämpfe

Gasförmige Kohlenwasserstoffe

thermisch bedingt

hohe Vorschübe und Schnittgeschwindigkeiten

Werkzeugverschleiß
hohe KSS-Temperatur
Werkzeug und Werkstück

hohe **Verdampfung** des KSS
(„unsichtbar“)

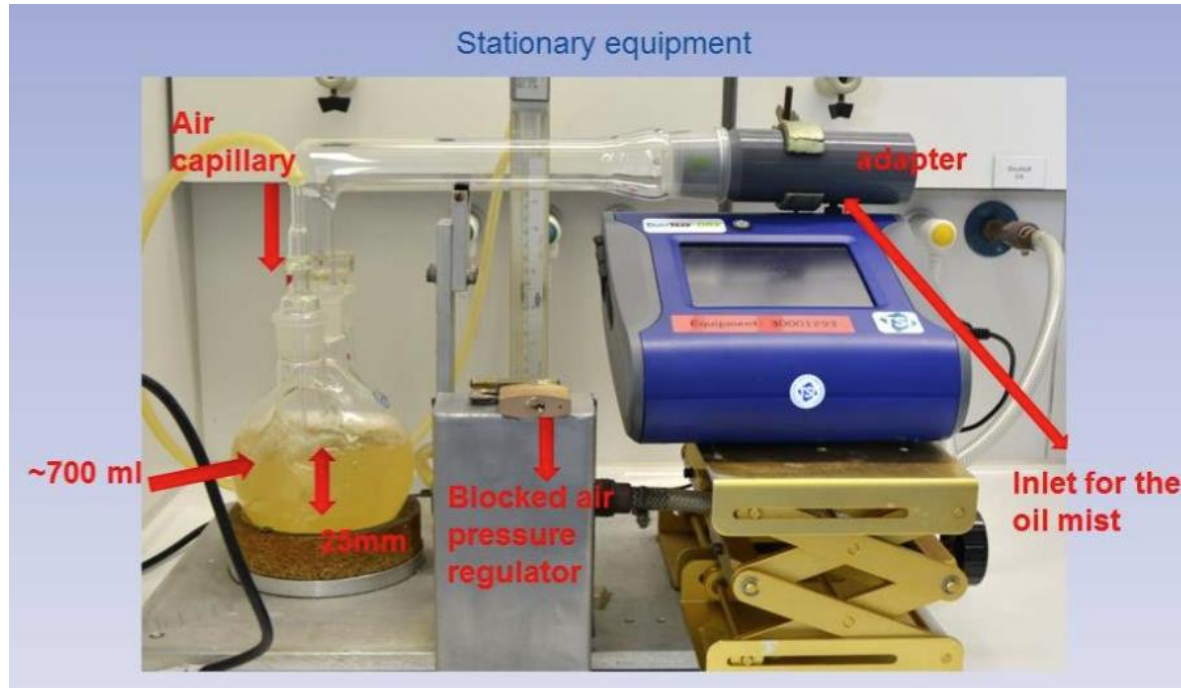
nur schwer abscheidbar

Nebelbildung und Verdampfungsverhalten hängen vom verwendeten Grundöltyp (und Additiven) ab

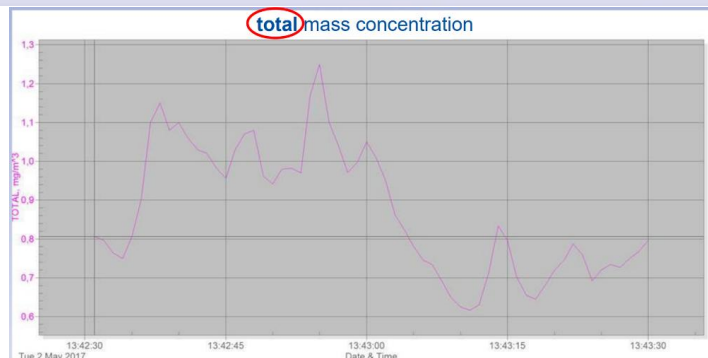
MOVING YOUR WORLD

Emissionen in Werkzeugmaschinen

Ölnebel



Stationär oder
mobil einsetzbar



Dämpfe

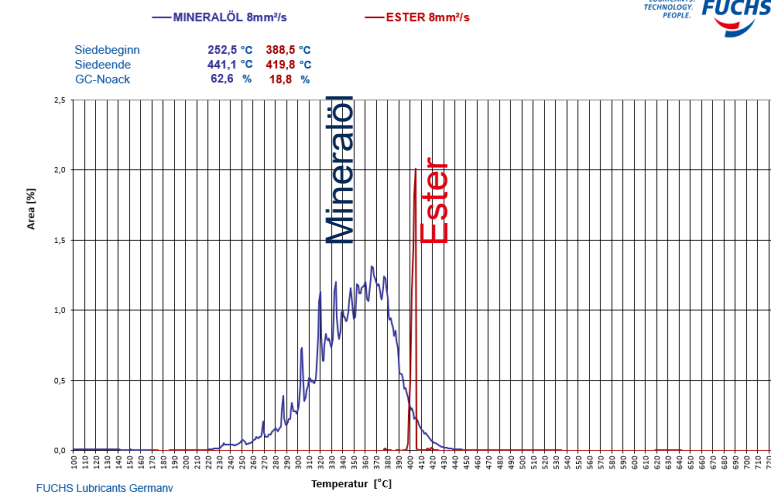
Messmethode:

Tigel-NOACK@250°C
(DIN 51581T1)



Gaschromatogramm
(DIN 51581T2)

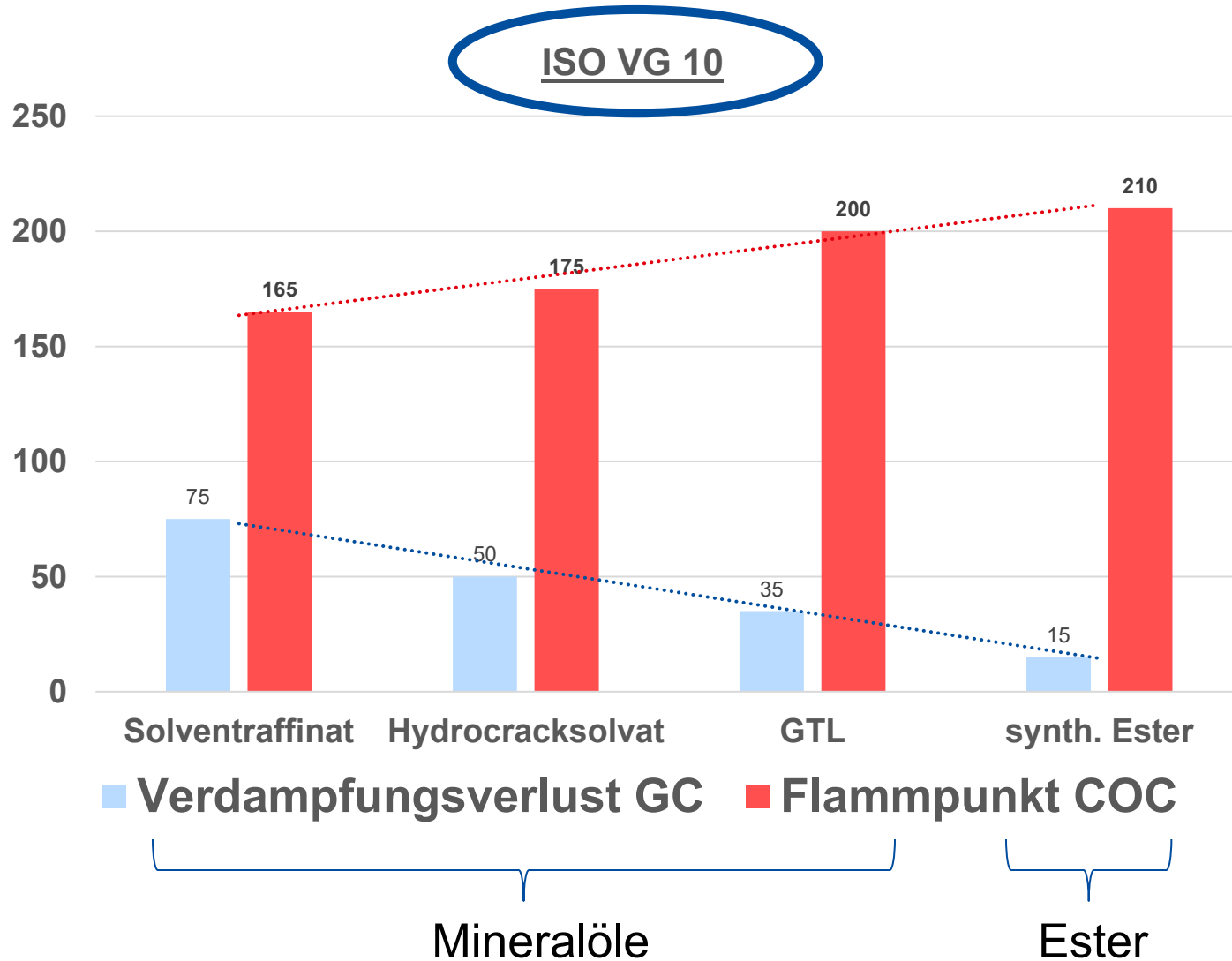
SimDist EN 15199-1 – Verdampfungsverlust DIN 51581-2



MOVING YOUR WORLD

Emissionen unterschiedlicher Basisflüssigkeiten

Mineralöl Gruppe III versus Ester (äquiviskos)



WICHTIG im Zusammenhang mit dem Brand- und Explosionsverhalten ist:

- ein möglichst hoher Flammpunkt
- ein möglichst geringer Verdampfungsverlust

Untersuchungen zu Brand- und Explosionsverhalten

Seit ca. 30 Jahren Zusammenarbeit der Fa. FUCHS mit der Berufsgenossenschaft

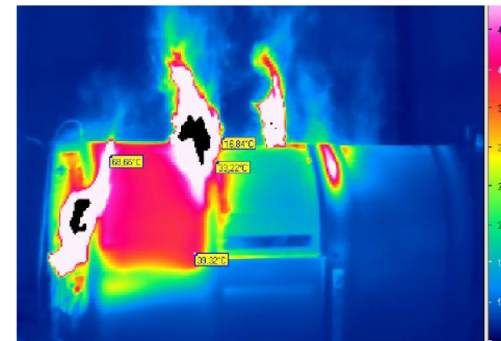
UNI Karlsruhe



IBExU Freiberg



IBExU Freiberg



DEKRA / EXAM



Ermittlung von oberer und unterer Explosionsgrenze
OEG/UEG
(inkl. Explosionsdrücke in der Kammer)
in Abhängigkeit des eingesetzten KSS

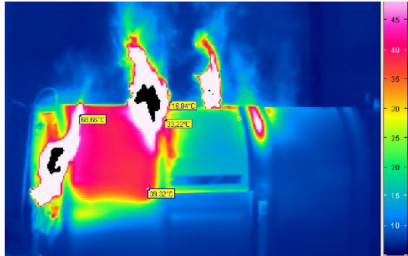
Ermittlung von
Explosionsdrücken bei
Realzerspannung +
u.a. Einfluss des KSS

Ermittlung des
Zündverhaltens
(Grundöl und
Additiveinfluß)

Emissionen in Werkzeugmaschinen

Brandversuche bei Fa. IBExU in Freiberg, Sachsen

IBExU Freiberg

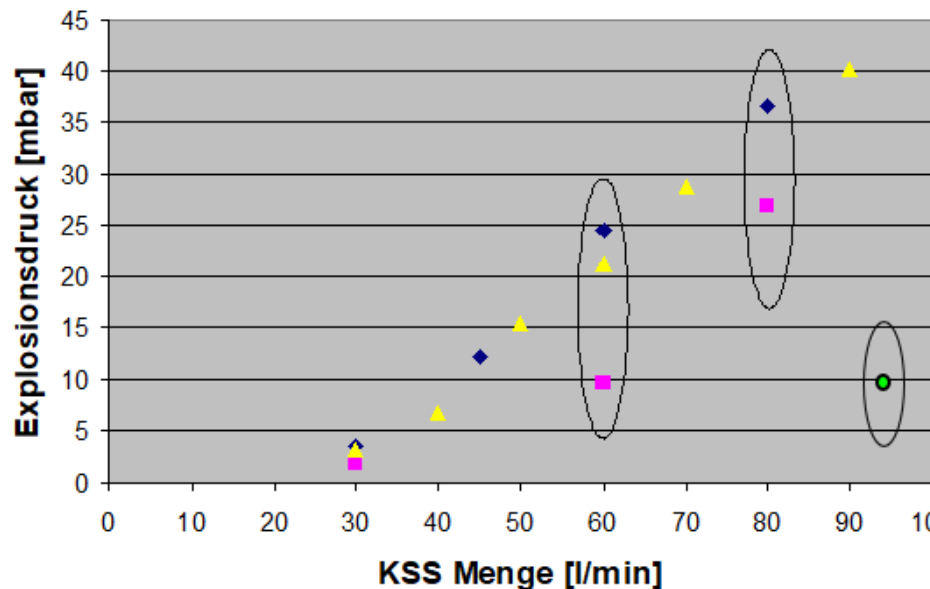


VDW
BG
IBExU
INDEX / Traub

Fuchs
Büchel
Kraft und Bauer
Minimax

180 Zündversuche an real zerspanender Index G160

Einfluß von Art und Menge des KSS auf den maximalen Explosionsdruck beim Schleifen



Mineralöl 4.5
verdampfungs- und ölnebelreich

Mineralöl 8.8
Standard Mineralöl

SYN 9 (Mineralöl-Estermischung)
verdampfungs- und ölnebelarm

Ester 9.8
extrem verdampfungsarm

Abbrand- reaktion

Tendenz	Viskositätsklasse nach DIN ISO 3448	Viskosität bei 40 °C nach DIN 51562	Flammpunkt nach DIN EN ISO 2592 (Verfahren mit offenem Tiegel nach Cleveland)	Verdampfungsverlust bei 250° nach DIN 51581-1, 2 (Verfahren nach Noack)	Bearbeitungsverfahren beispielhaft
abnehmende Brand- und Explosionsgefahr	ISO VG 5	4,14–5,06 mm ² /s	> 120 °C	< 85 %	Honen, Reiben
	ISO VG 7	6,12–7,48 mm ² /s	> 145 °C	< 80 %	Schleifen
	ISO VG 10	9–11 mm ² /s	> 155 °C	< 60 %	Tiefbohren
	ISO VG 15	13,5–16,5 mm ² /s	> 190 °C	< 25 %	Drehen, Fräsen
	ISO VG 22	19,8–24,2 mm ² /s	> 200 °C	< 15 %	Bohren
	ISO VG 32	28,8–35,2 mm ² /s	> 210 °C	< 13 %	Gewindeschneiden
	ISO VG 46	41,4–50,6 mm ² /s	> 220 °C	< 11 %	Gewinderollen
					Räumen

Tabelle 2 Kenndaten von nichtwassermischbaren Kühlschmierstoffen

Brand-Ex-Untersuchungen

Versuchszentrum Möhnesee; Fa. INBUREX

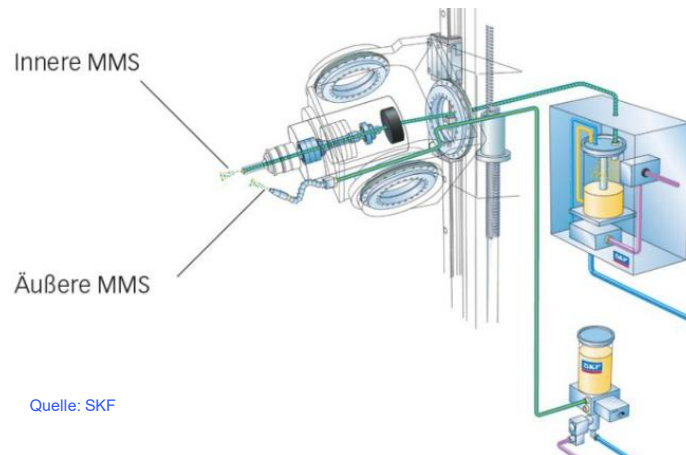
Neuste Testanlage (mit Zerspanfunktion) betrieben durch die Berufsgenossenschaft / Fa. INBUREX
Unterstützende Firmen: Maschinenhersteller (INDEX), Löschanlagenhersteller, Anwender und Fuchs



Tests mit Überflutungskühlung

Es wurden zusätzlich „sicherheitsrelevante Maschinenelemente“ getestet:
- Absperrklappen, Druckentlastungsventile, Löschsyste, Sensoren, Absaugeinflüsse, Maschinensteuerungsoptimierungen

KSS-Ergebnisse der Versuchsreihen aus Freiberg sind grundsätzlich vergleichbar
Grundtenor: beste Ergebnisse mit „geringster Verdampfung“ und „höchstem Flammpunkt“



Minimalmengenschmierung (MMS)

Zusätzliche Untersuchungen im Bereich MMS:
Versuch zur Risikobewertung eines MMS-Schmierstoffs mit überschrittenen Empfehlungs-Grenzwerten (aus DGUV Information 209-024: $V40 > 10 \text{ mm}^2/\text{s}$ / $\text{FP} > 150^\circ\text{C}$ / $\text{VV Noack} < 65\%$)

Worst-case-Rahmenbedingungen:

Dosiermenge MMS 1800mL/h, Absaugung aus, 5kJ-Zünder
→ keine Zündung erfolgt... ABER für jedes MMS mit „hohen“ Emissionswerten muss eine eigene Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden

DIN-ISO-Standards und Informationen

Literatur

DGUV Information 209-026
„Brand- und Explosionsschutz an
Werkzeugmaschinen“



DGUV Information 209-024
„Minimalmengenschmierung in
der spanenden Fertigung“



DGUV Regel 109-003
„Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“



ISO 19353:2019
Sicherheit von Maschinen „Vorbeugender
und abwehrender Brandschutz“

EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE

EN ISO 19353

Februar 2019

ICS 13.110

Ersatz für EN ISO 19353:2016

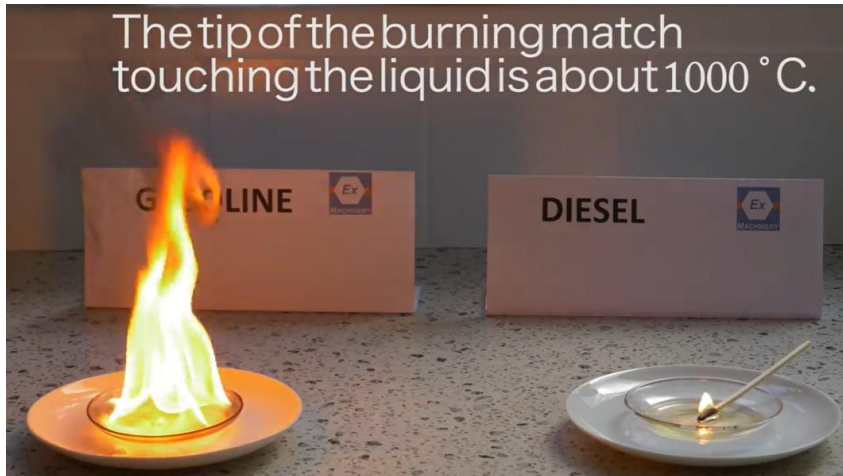
Deutsche Fassung

Sicherheit von Maschinen —
Vorbeugender und abwehrender Brandschutz
(ISO 19353:2019)

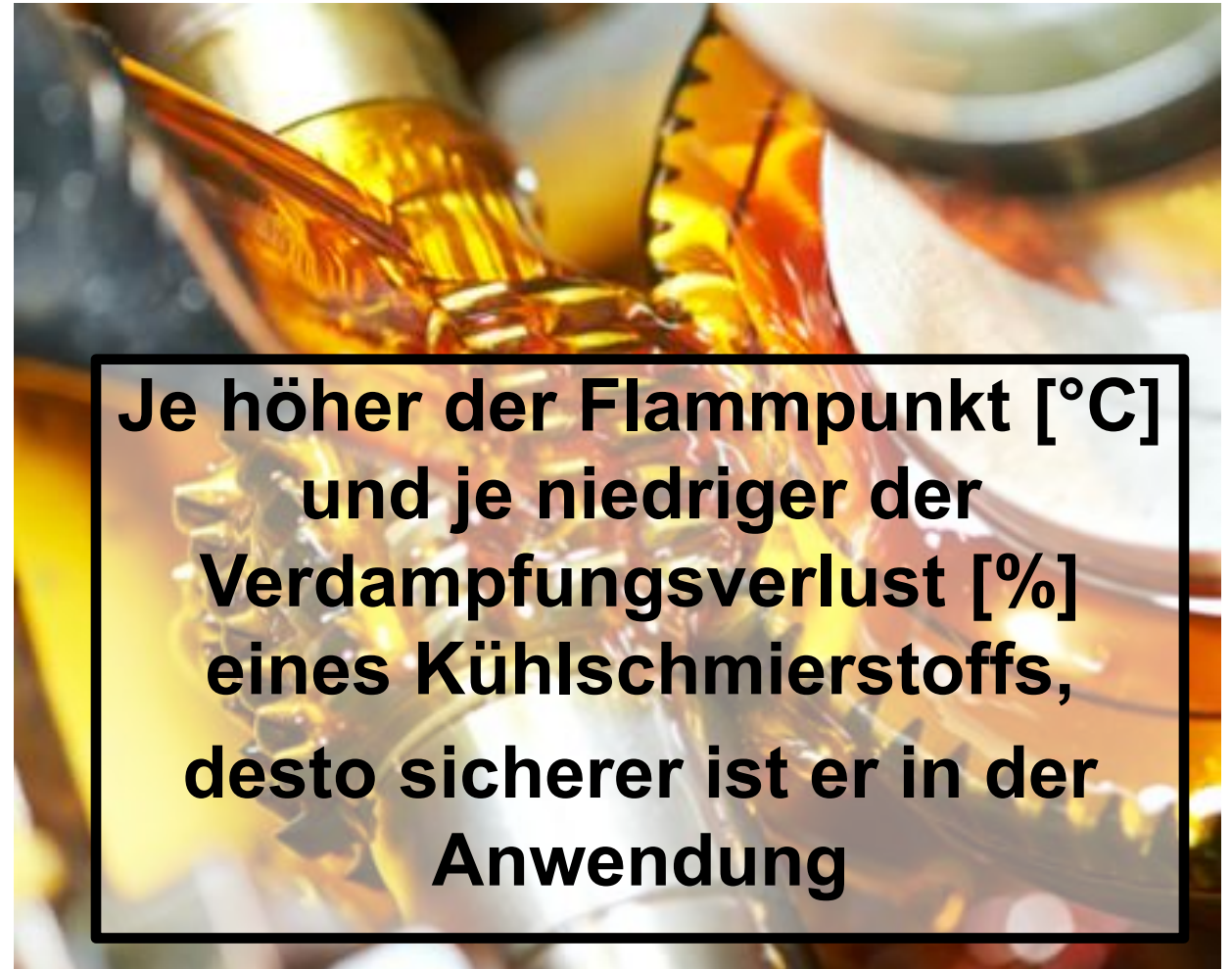
Safety of machinery —
Fire prevention and fire protection
(ISO 19353:2019)

Sécurité des machines —
Prévention et protection contre l'incendie
(ISO 19353:2019)

Kurzzusammenfassung zur Sicherheit in einer Werkzeugmaschine



[Can You Light DIESEL With A Match?! | Ex-Machinery - YouTube](#)



Vielen Dank.



MOVING YOUR WORLD