

Schmierstoffe zur Verbesserung von Energieverbrauch und Emissionen

Anforderungsprofil bei Kleinmotoren



Vortragstagung SSM am 25. September 2008

Dr. Stefan Schweiger
Andreas STIHL AG & Co. KG
Zentrallabor, Hilfs- und Betriebsstoffe
D-71336 Waiblingen

Agenda

- Welche Anforderungen stellen Zweitaktmotoren an Zweitaktöle ?
- Wie sind Zweitaktöle aufgebaut ?
- Wie werden Zweitaktöle klassifiziert ?
- Welche Maßnahmen zur Verringerung von Emissionen können getroffen werden ?

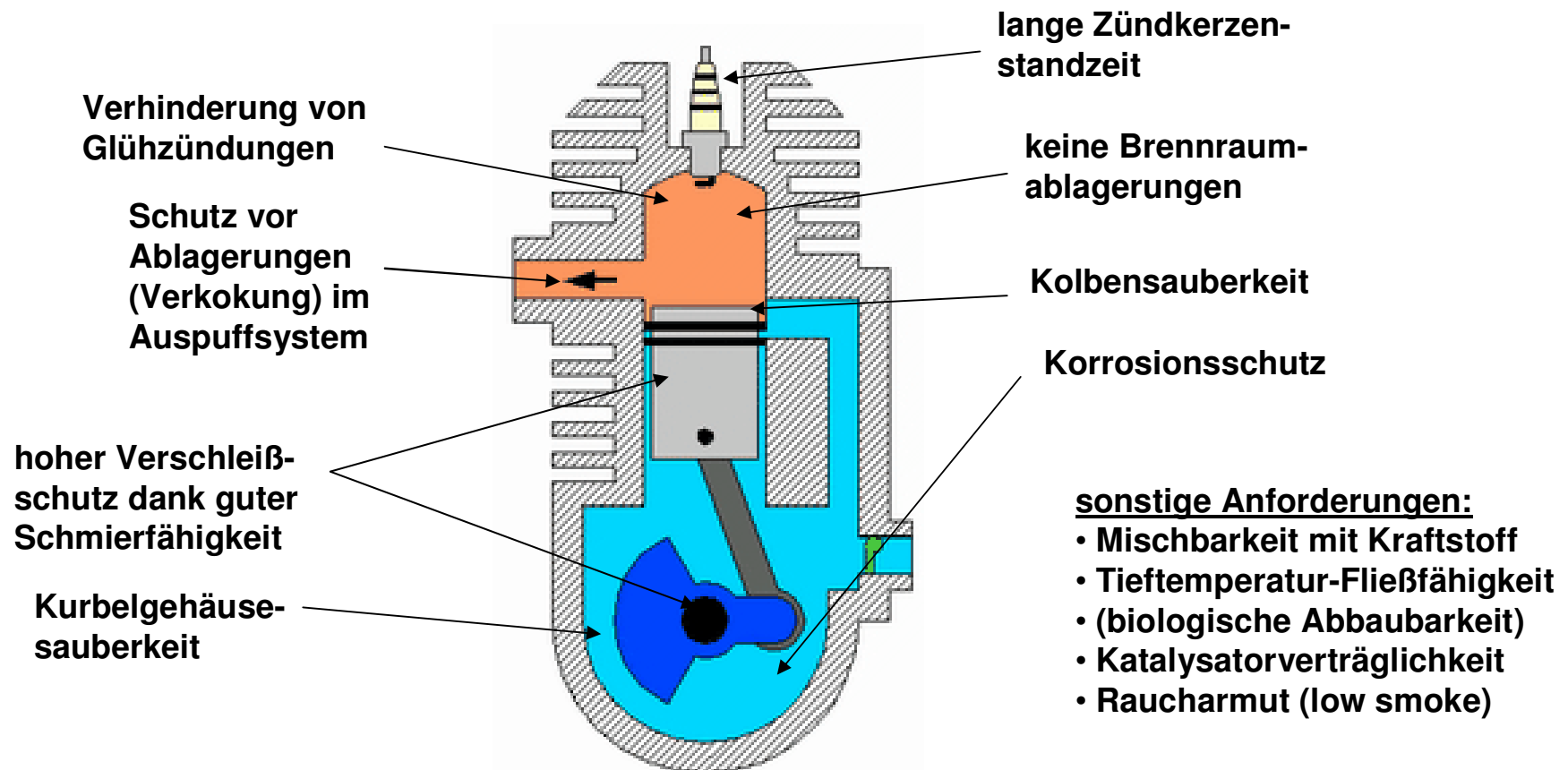
Agenda

- Welche Anforderungen stellen Zweitaktmotoren an Zweitaktöle ?
- Wie sind Zweitaktöle aufgebaut ?
- Wie werden Zweitaktöle klassifiziert ?
- Welche Maßnahmen zur Verringerung von Emissionen können getroffen werden ?

Schmierungstechnische Sonderstellung von Zweitaktmotoren

- Ein Ölsumpf (wie im Viertaktmotor) ist nicht vorhanden
 - Motorenöl kann nicht durch eine Ölpumpe unter Druck an die Lager geführt werden.
 - Kaum hydrodynamische Schmierung in den Lagern.
 - Motorenöl wird entweder dem Kraftstoff zugeführt (**Getrenntschmierung**) oder über eine Öldosierpumpe in das Kraftstoff-Luft-Gemisch eingespritzt (**Frischölschmierung**).
- Es handelt sich um eine Verlustschmierung.
Das Motorenöl wird mitverbrannt.

Anforderungen an ein Zweitaktöl



allgemein: hohe Anforderungen an Schmierfähigkeit und Sauberkeit

Unterschiedliche Anforderungen verschiedener Produkte an das Zweitaktöl



Heckenschere Freischneider



Blasgerät



Trennschleifer



Motorsäge

Temperatur an der
Zündkerze: ab 150 °C

max. Drehzahl
ca. 5000 1/min

Temperatur an der
Zündkerze: bis 300 °C

max. Drehzahl
bis 15000 1/min

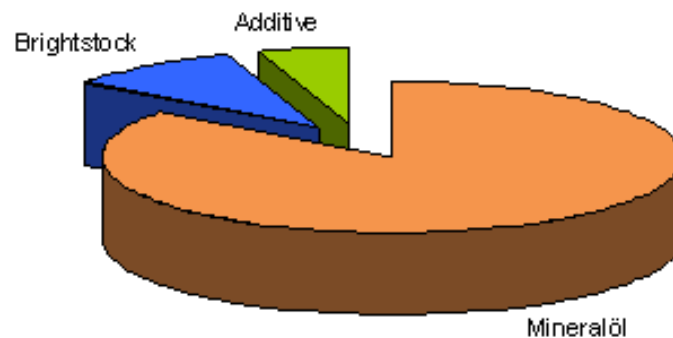
Das Zweitaktöl muss für unterschiedlichste Anwendungen geeignet sein.

Agenda

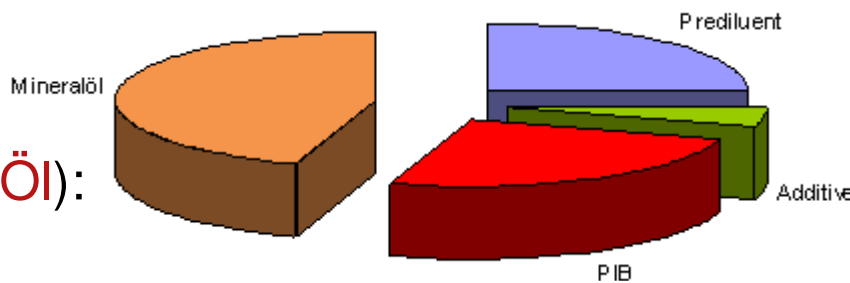
- Welche Anforderungen stellen Zweitaktmotoren an Zweitaktöle ?
- Wie sind Zweitaktöle aufgebaut ?
- Wie werden Zweitaktöle klassifiziert ?
- Welche Maßnahmen zur Verringerung von Emissionen können getroffen werden ?

Aufbau verschiedener Typen von Zweitaktölen

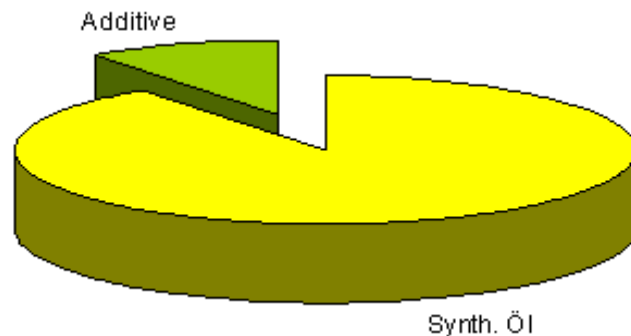
Mineralöl:



teilsynth. Öl
(**low smoke Öl**):

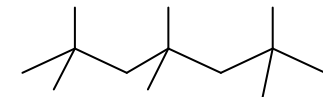


vollsynth. Öl:



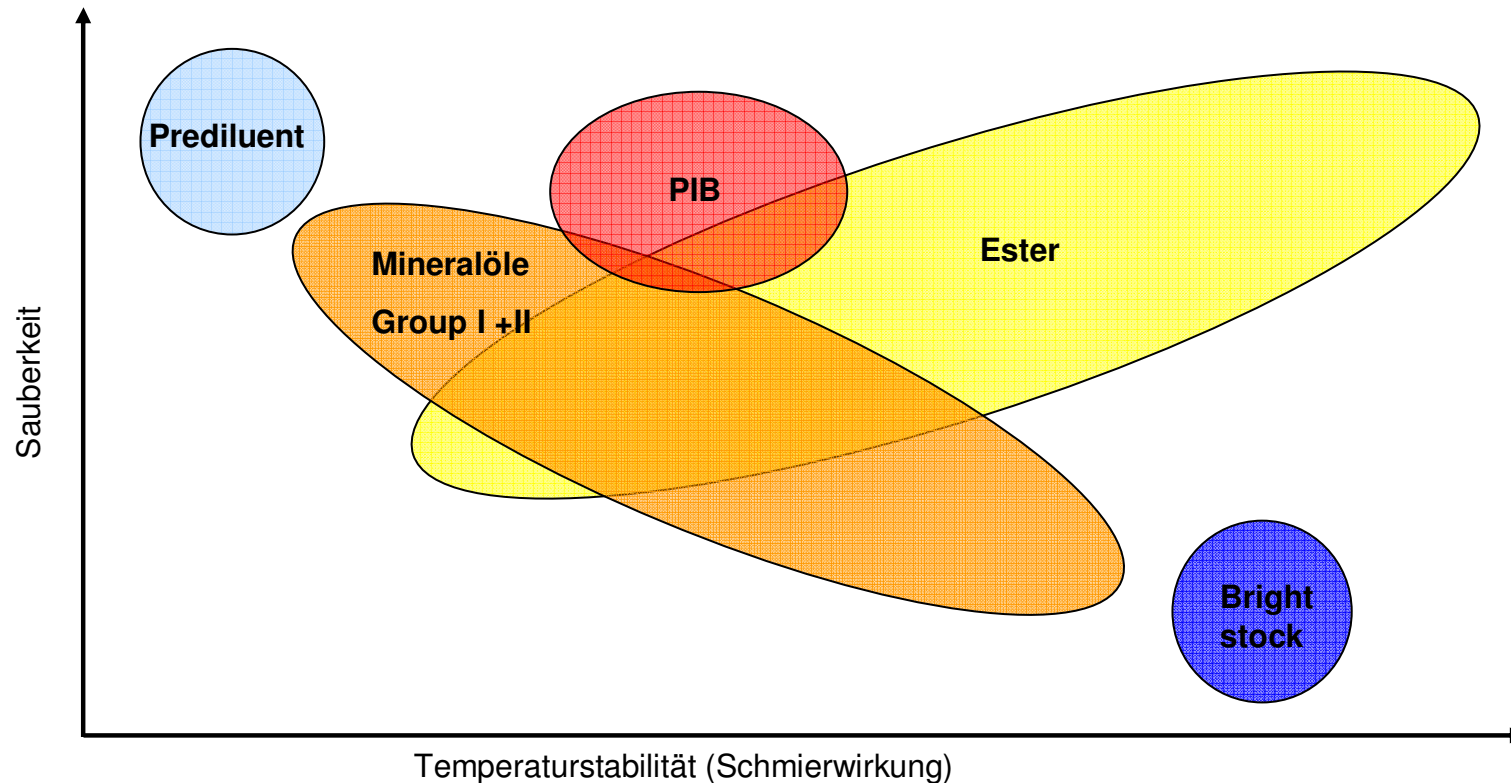
- Verwendung von group I oder group II Mineralölen sowie Brightstock (hochviskoses Mineralöl)

- PIB (Polyisobutylen): hochviskoses Polymer, das unter Methanabspaltung sehr sauber verbrennt:



- Als Grundöle werden meist synthetische Ester verwendet.

Widersprüchliche Anforderungen: Schmierfähigkeit vs. Sauberkeit



Die Grundöl- und Additivzusammensetzung muss sorgfältig ausgewählt, aufeinander abgestimmt und erprobt werden.

Ölvergleiche: Kolbenhemd

Blasgerät nach mehreren
hundert Stunden Dauerlauf

STIHL HP Ultra



STIHL HP Super



Konkurrenzöl vollsynthetisch



Konkurrenzöle Low Smoke (worst case)



Blasgerät nach mehreren
hundert Stunden Dauerlauf

Ölvergleiche: Auslassventil

STIHL HP Ultra



STIHL HP Super



Konkurrenzöl vollsynthetisch



Konkurrenzöle Low Smoke (worst case)



Ölvergleiche: Zündkerze

Blasgerät nach mehreren
hundert Stunden Dauerlauf

STIHL HP Ultra



STIHL HP Super



Konkurrenzöl vollsynthetisch



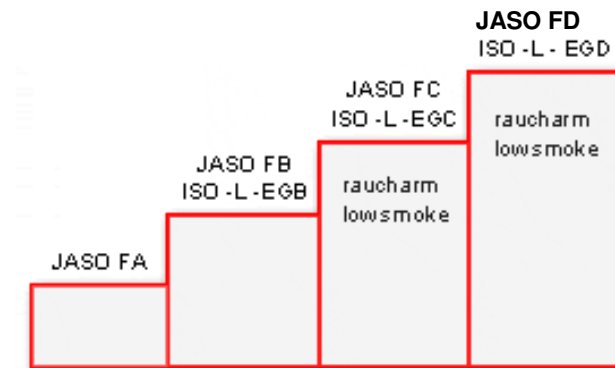
Konkurrenzöle Low Smoke (worst case)



Agenda

- Welche Anforderungen stellen Zweitaktmotoren an Zweitaktöle ?
- Wie sind Zweitaktöle aufgebaut ?
- **Wie werden Zweitaktöle klassifiziert ?**
- Welche Maßnahmen zur Verringerung von Emissionen können getroffen werden ?

Klassifizierung Zweitaktöl



Für Zweitaktöle gibt es keine Viskositätsklassen.

- Die Klassifizierungen von JASO (Japanese Automobile Standard Organization) und ISO (International Organization for Standardization) sind weitgehend gleichwertig
- Prüfungen werden gegenseitig anerkannt.
- Weitere Klassifizierungen:
NMMA TCW3 = Aktuelle Ölklasse für Außenbordmotoren
- Veraltete Klassifizierungen (Motoren für Prüfung nicht mehr verfügbar):
Klassifizierung nach Motorentyp: API TA, ..., API TD
Außenbordmotoren: NMMA TC-WII, BIA TC-W

Klassifizierung Zweitaktöl

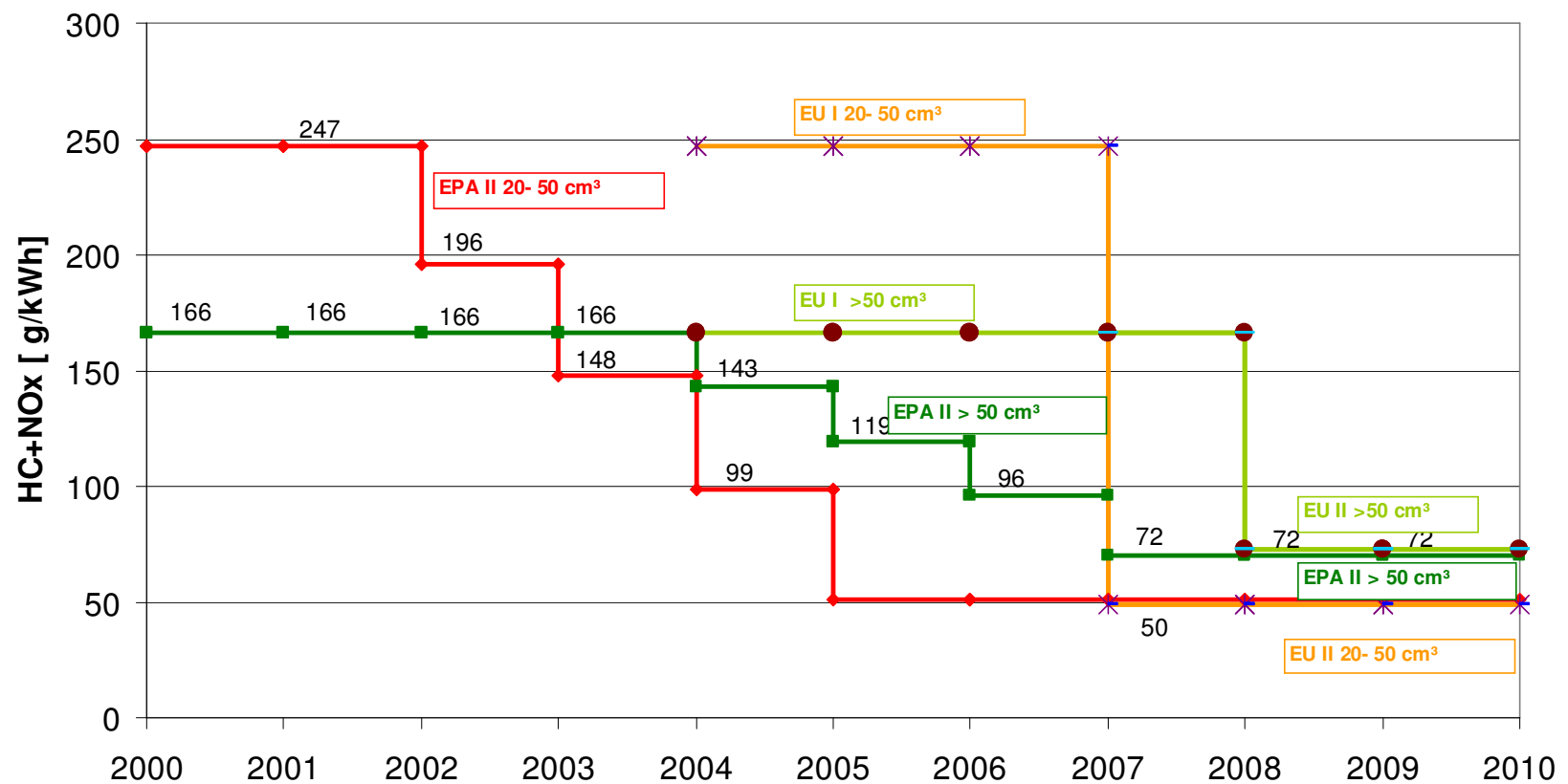
JASO	ISO	Vergleich mit Referenzöl JATRE 1 = 100				
		Kolben-sauber-keit	Dreh-moment-Messung	Dreh-moment-Index	Rauch-index	Auslaß-schlitz-Verkokung
FA	*	80	95	98	40	30
FB	EGB	85	95	98	45	45
FC	EGC	95	95	98	85	90
FD	EGD	125	95	98	95	90

- Gemessen wird in festgelegten 2-Zylindermotoren im Vergleich mit einem Referenzöl
- Kriterien:
 - Sauberkeit (z.B. Kolben, Auslass)
 - Schmierfähigkeit (Drehmoment)
 - Rauchindex
 - Für Viskosität ist ein Mindestwert vorgeschrieben.

Agenda

- Welche Anforderungen stellen Zweitaktmotoren an Zweitaktöle ?
- Wie sind Zweitaktöle aufgebaut ?
- Wie werden Zweitaktöle klassifiziert ?
- Welche Maßnahmen zur Verringerung von Emissionen können getroffen werden ?

Europäische und amerikanische Abgasgesetzgebung für kleine Nichtstraßengeräte



Maßnahmen zur Verringerung von Emissionen

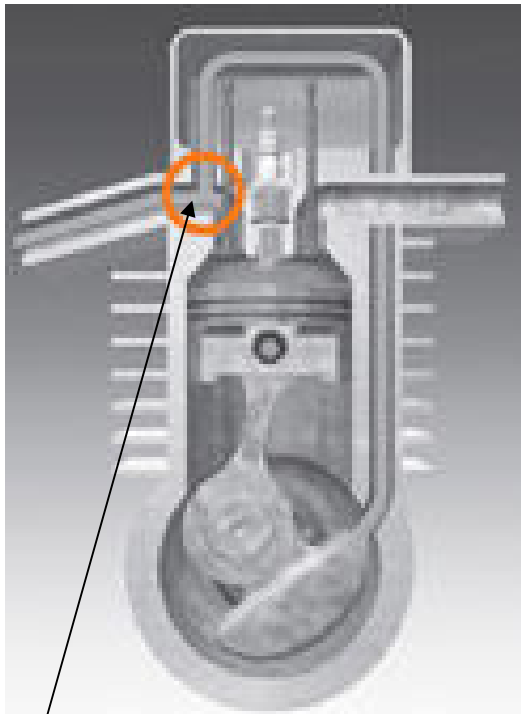
- Entwicklung emissionsarmer Motoren
 - 4-Mix-Motoren
 - Zweitakt-Spülvorlagen-Motoren

} Hersteller

- Einsatz emissionsarmer Betriebsstoffe
 - Low Smoke Öle
 - Sonderkraftstoffe („Alkylatbenzin“)

} Anwender

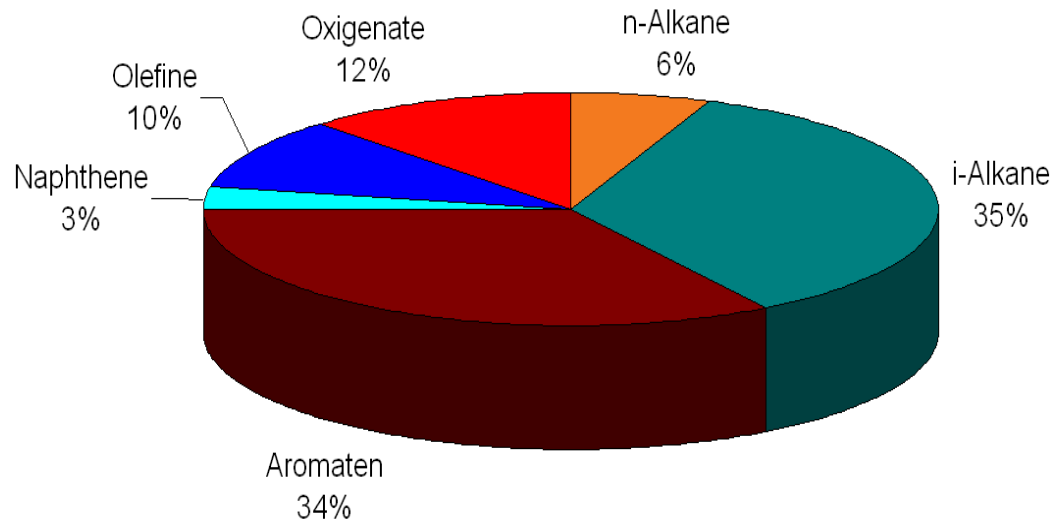
Entwicklung emissionsarmer Motoren: 4-Mix-Technologie



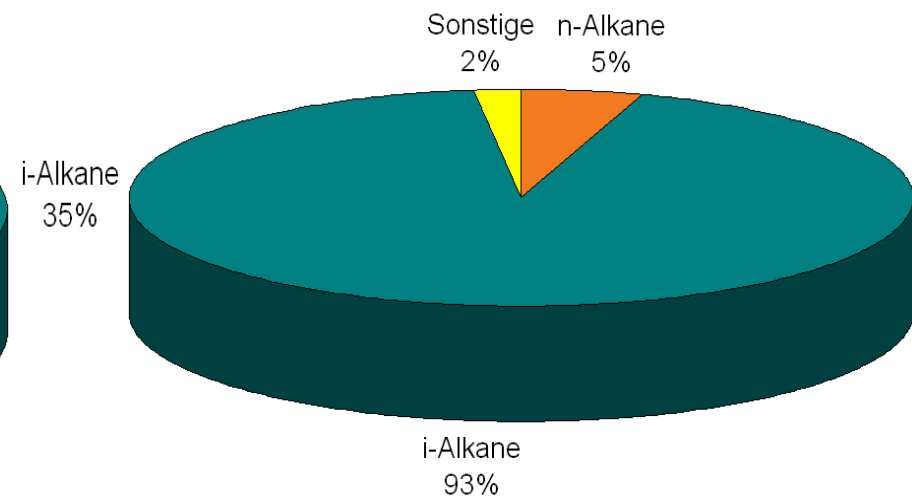
Bypass

- Der **4-Mix-Motor** läuft im Gegensatz zu anderen Viertaktern **gemischgeschmiert**.
- Das Gemisch wird über einen Bypasskanal im Zylinderkopf im kompletten Motor verteilt. Dies sorgt für die vollständige Schmierung des Motors.
- Durch die rückstandsarme Verbrennung des Kraftstoffs wird die strenge europäische **Abgasrichtlinie Stufe II erfüllt**.

Emissionsarme Sonderkraftstoffe: Alkylatbenzin („Gerätebenzin“)



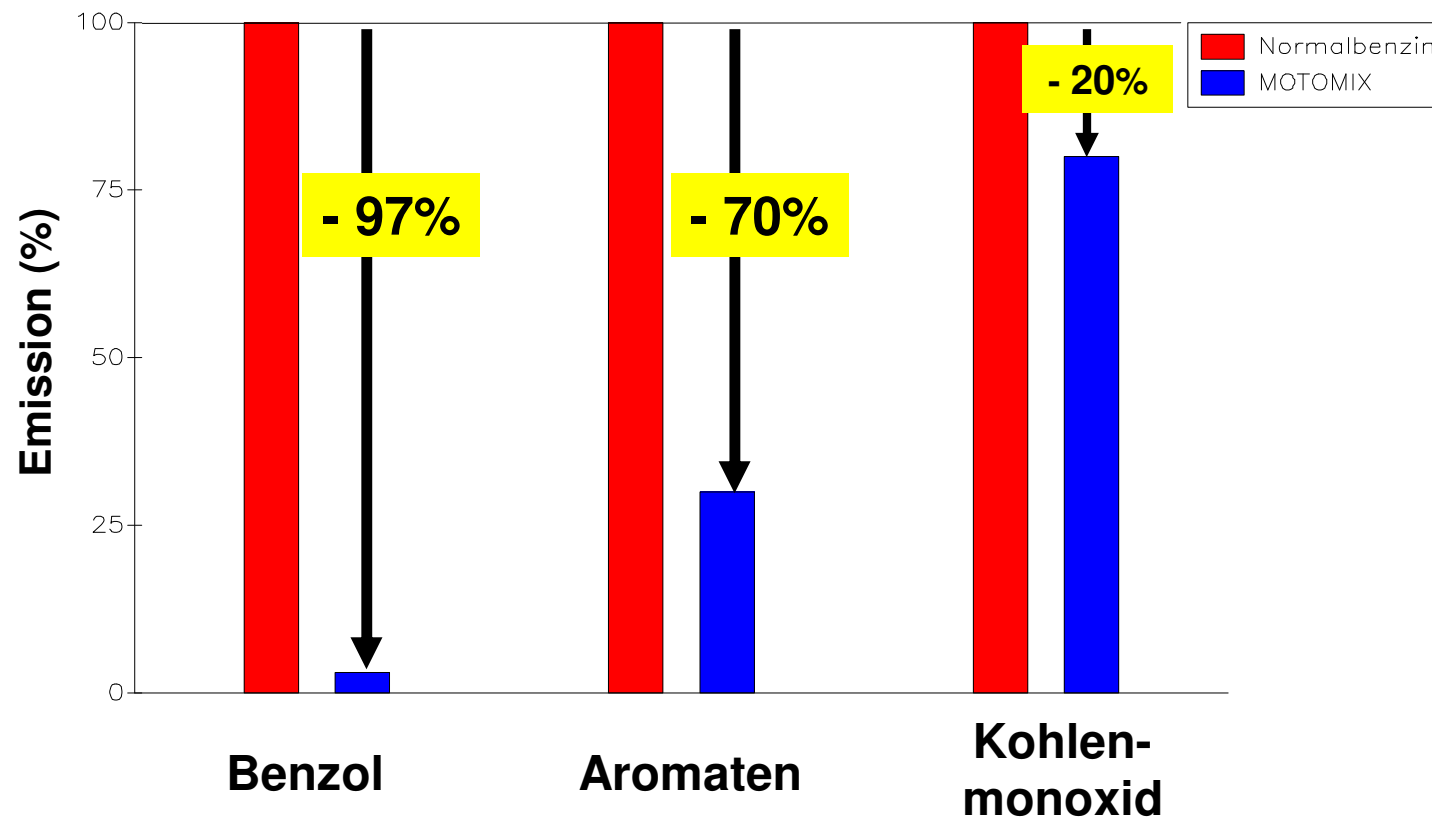
**Normalbenzin
(typische Zusammensetzung)**



**Sonderkraftstoff
(Stihl Motomix)**

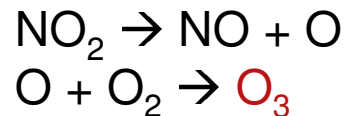
Schadstoffreduktion im Abgas durch Sonderkraftstoffe

Messung TÜV
Bayern



Einfluss der Kraftstoffzusammensetzung auf die Bildung von Ozon (O₃)

Ozonaufbau:



Ozonabbau:



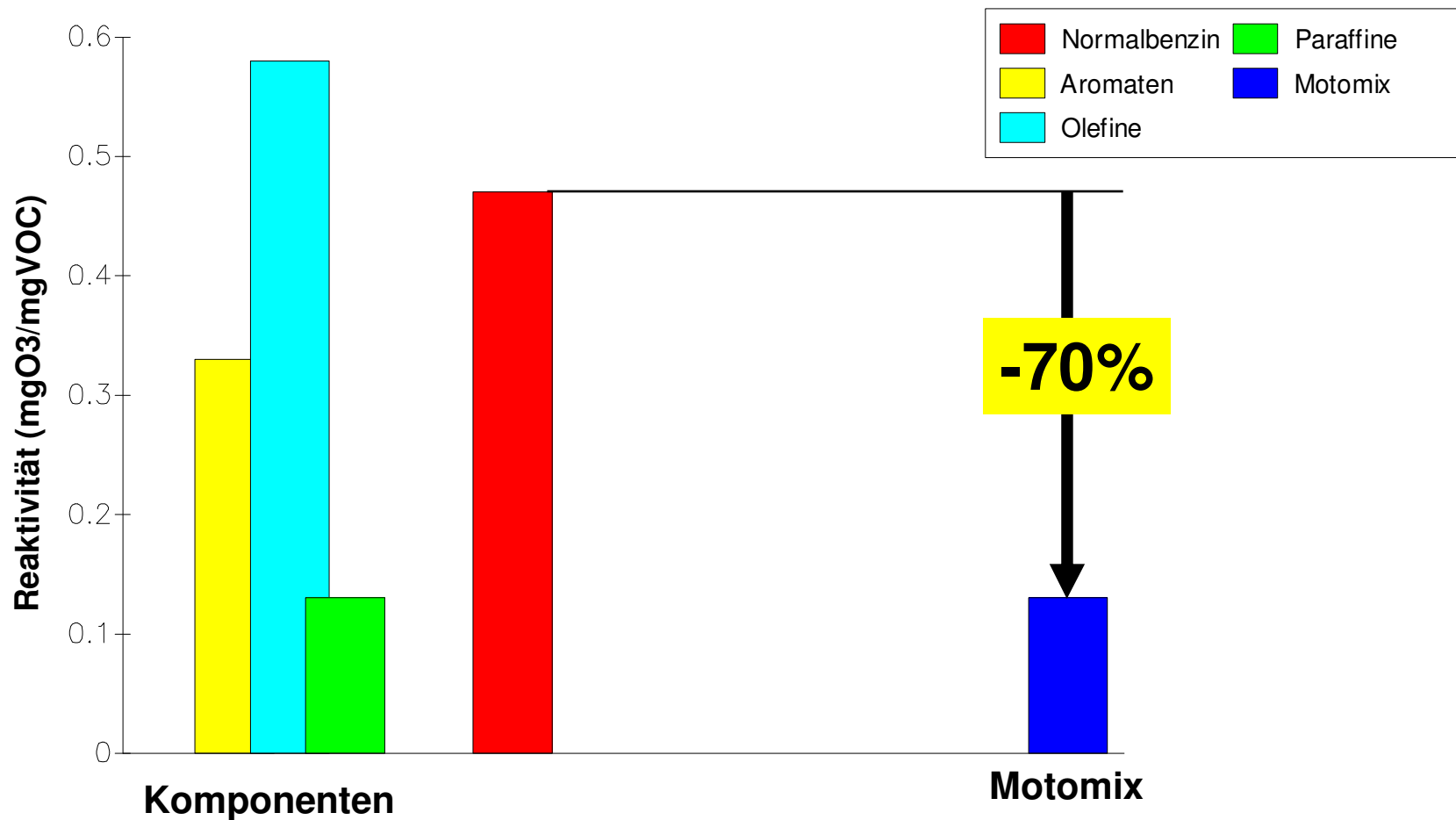
Die Ozonkonzentration $c(\text{O}_3)$ ist also abhängig von der Stickstoffdioxid- und Stickstoffmonoxidkonzentration:

$$c(\text{O}_3) = K' \cdot \frac{c(\text{NO}_2)}{c(\text{NO})}$$

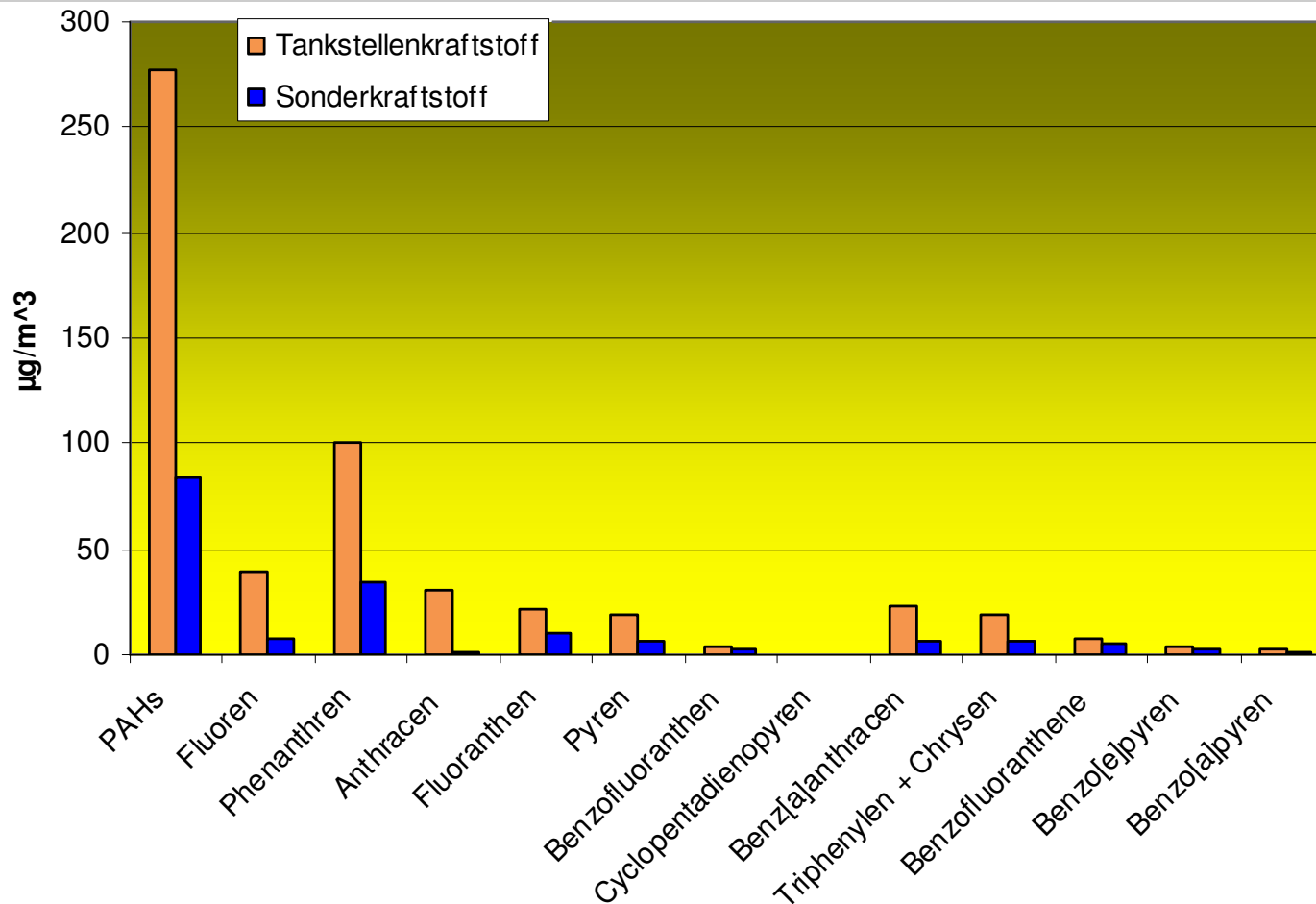
Die Bildung von Ozon wird durch Kohlenwasserstoffe begünstigt, da diese NO in NO₂ umwandeln:



Ozonbildungspotential von Normalbenzin und Sonderkraftstoffen



PAK-Bildung im Abgas von Normalbenzin und Sonderkraftstoffen



Die durchschnittliche PAK-Abnahme liegt bei ca. 70 %.

Zusammenfassung

- Moderne Zweitaktöle müssen auf die unterschiedlichsten motorischen Anforderungen abgestimmt sein.
- Die Qualität des verwendeten Zweitaktöls hat starke Auswirkungen auf die Lebensdauer des Motors.
- Durch verbesserte Motorentechnologien und den Einsatz emissionsreduzierender Betriebsstoffe wie beispielsweise Sonderkraftstoffe können Gerätehersteller und Geräteanwender gleichermaßen zur Emissionsminderung beitragen!