NACHHALTIGKEIT VON MTU-DIESEL AGGREGATEN

11.06.2026 NTC Innoday Hamburg, Robert Welz & Anna Keller

The information in this document is proprietary and confidential to Rolls-Royce and is available to authorized recipients only – copying and onward distribution is prohibited other than for the purpose for which it was made available.

KRITISCHE INFRASTRUKTUR ERHÖHT ANFORDRUNGEN AN NOTSTROMSYSTEME

Verfügbarkeit

- Start in Sekunden
- Lastaufschaltung sicher
- Systemzustand überwacht

Lastprofil

- Statische und dynamische Lasten
- KI-Rechenzentren als Extrembeispiel
- Reserve- und Redundanzkonzepte

Betrieb

- Lange Stillstandszeiten
- Regelmäßige Tests
- Wartung im laufenden Standortbetrieb

Rahmenbedingungen

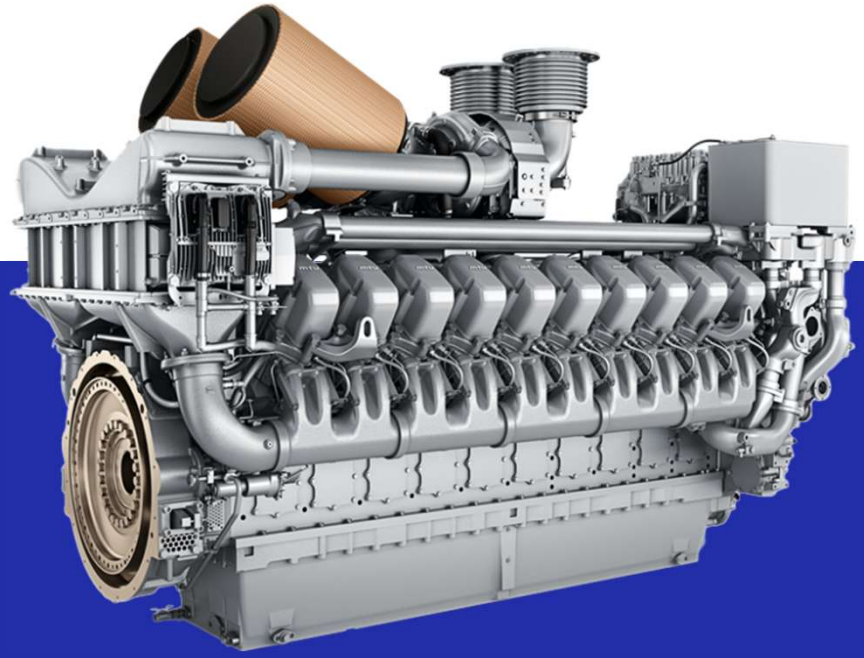
- Lokale Emissionen
- Energieeffizienz
- ESG- und Berichtspflichten

Nachhaltige Lösungen müssen an der Funktion von Netzersatzanlagen (NEA) ansetzen.

The information in this document is proprietary and confidential to Rolls-Royce and is available to authorized recipients only – copying and onward distribution is prohibited other than for the purpose for which it was made available.

© 2025 Rolls-Royce. Not Subject to Export Control

NACHHALTIGKEIT ENTLANG DES BETRIEBSZYKLUS



Förderung nachhaltiger Motorlösungen über drei Stellhebel

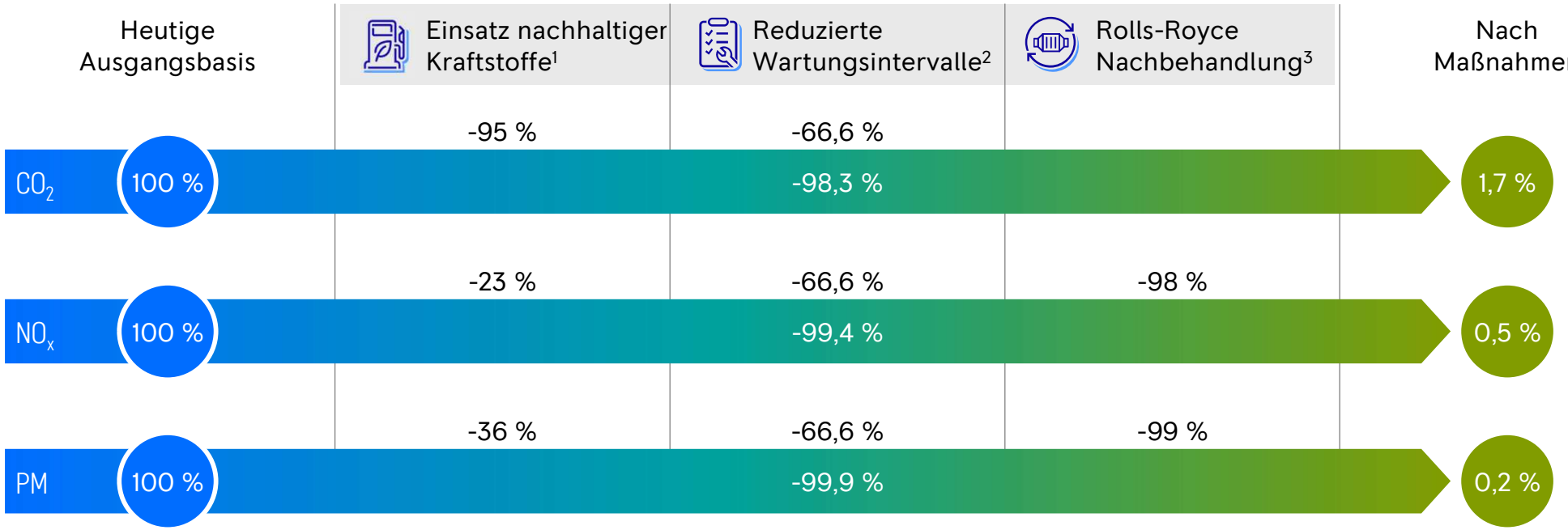
1 Kraftstoffumstellung
Reduzierung von CO_2e über den Energieträger.

2 Motorbetrieb
Emissionen und Energiebedarf im Betrieb senken.

3 Emissionsminderung
Lokale Emissionen tchnologisch reduzieren.

Die Informationen in diesem Dokument sind urheberrechtlich geschützt und vertraulich für Rolls-Royce Power Systems und seine verbundenen Unternehmen und stehen nur autorisierten Empfängern zur Verfügung – das Kopieren und die Weitergabe sind untersagt, sofern dies nicht dem Zweck dient, für den sie zur Verfügung gestellt wurden.

ZUKUNFTSSICHERE NOTSTROMLÖSUNGEN



*Basierend auf dem ***mtu***-Dieselgenerator mit 20V4000.G94LF, 3D, NEA

[1] Well-to-Wheel-CO_2e-Reduzierung im Vergleich zu fossilem Diesel gemäß EU RED II (2018/2001); je nach Rohstoff und Verfahren bis zu 95 %. Bis zu -8 % NO_x- und bis zu -80 % PM-Reduzierung, gemessen mit EN15940-Kraftstoff am ***mtu-Aggregat*** der Baureihe 20V4000G94LF, abhängig von Betriebsbedingungen und Konfiguration.

[2] Reduzierung des Startintervalls: von monatlich auf alle 3 Monate.

[3] Reduktionswerte der Nachbehandlung: Bis zu 98 % NO_x - und 99 % PM-Reduktion mit optimierten Motor-/Nachbehandlungssystemen erreichbar.

Die Informationen in diesem Dokument sind urheberrechtlich geschützt und vertraulich für Rolls-Royce Power Systems und seine verbundenen Unternehmen und stehen nur autorisierten Empfängern zur Verfügung – das Kopieren und die Weitergabe sind untersagt, es sei denn, dies geschieht zu dem Zweck, für den sie zur Verfügung gestellt wurden.

© 2026 Rolls-Royce. Not Subject to Export Control

01 KRAFTSTOFFUMSTELLUNG

The information in this document is proprietary and confidential to Rolls-Royce Power Systems and its affiliates and is available to authorized recipients only – copying and onward distribution is prohibited other than for the purpose for which it was made available.

© 2026 Rolls-Royce. Not Subject to Export Control

EN15940-KRAFTSTOFFE SIND DROP-IN-FÄHIG – ABER VALIDIERUNGSPFLICHTIG

Kraftstoff	Motor	Kalibrierung	Validierung
Unterschiedliche Eigenschaften zu EN590 • Dichte • Cetanzahl • Aromatenreduktion / -freiheit • Heizwert	**Einfluss auf Verbrennung und Performance** • Einspritzmenge • Verbrennungsprofil • Lastaufnahme • Kaltstartverhalten	**Abgleich mit Betriebs-randbedingungen** • Datensatz • Umgebungstemperatur • Höhenlage • Lastprofil • Emissionszielwerte	**Absicherung für den realen Einsatz** • Leistung • Emissionen • Lastaufschaltung • TBO • Garantien

Take-away: Für Betreiber zählt nicht die chemische Diskussion, sondern die abgesicherte Freigabe für ihr Aggregat und ihre Betriebsrandbedingungen.

Die Informationen in diesem Dokument sind Eigentum von Rolls-Royce Power Systems und seinen verbundenen Unternehmen und vertraulich. Sie stehen ausschließlich autorisierten Empfängern zur Verfügung – das Kopieren und die Weitergabe sind nur zu dem Zweck gestattet, zu dem sie bereitgestellt wurden.

© 2025 Rolls-Royce. Nicht exportkontrollpflichtig

LOW-CARBON DIESEL: HVO HEUTE, E-DIESEL PERSPEKTIVISCH

Vorteile von HVO

- **Drop-in-fähig** für bestehende Dieselaggregate
- **Bis zu 95% CO_2e-Reduktion** über den Lebenszyklus
- **Stabile Lagerfähigkeit** für selten genutzte Notstromsystems
- **Gute Kältebeständigkeit** für robuste Standortanforderungen
- **Geringere lokale Belastung** durch aromatenfreie Verbrennung

Markt- und Umsetzungsfaktoren

- **Verfügbarkeit** abhängig von Region, Lieferkette, Volumen
- **Nachhaltigkeit** nur mit zertifizierten Rohstoffen belastbar
- **Wirtschaftlichkeit** geprägt durch Preisaufschlag
- **Regulatorik** abhängig von lokalen Vorgaben und Anreizsystemen
- **Skalierung** durch Kraftstoff-, Betreiber- und Versorgungskonzept

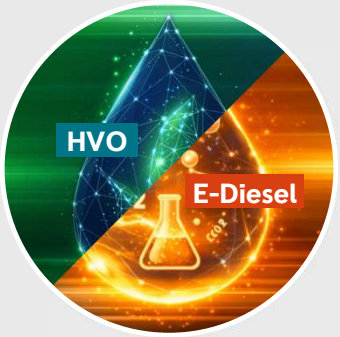
HVO vs. E-Diesel – Technologischer Pfad

Nutzt Abfall- und biobasierte Rohstoffe

Basiert auf etablierter Hydrotreating Technologie

Skalierbar mit Verfügbarkeit nachhaltiger Rohstoffe

Kurzfristiger Hebel für bestehende Flotten



Nutzt erneuerbaren Strom, grünen Wasserstoff und CO_2

Basiert auf synthetischer Kraftstoffproduktion

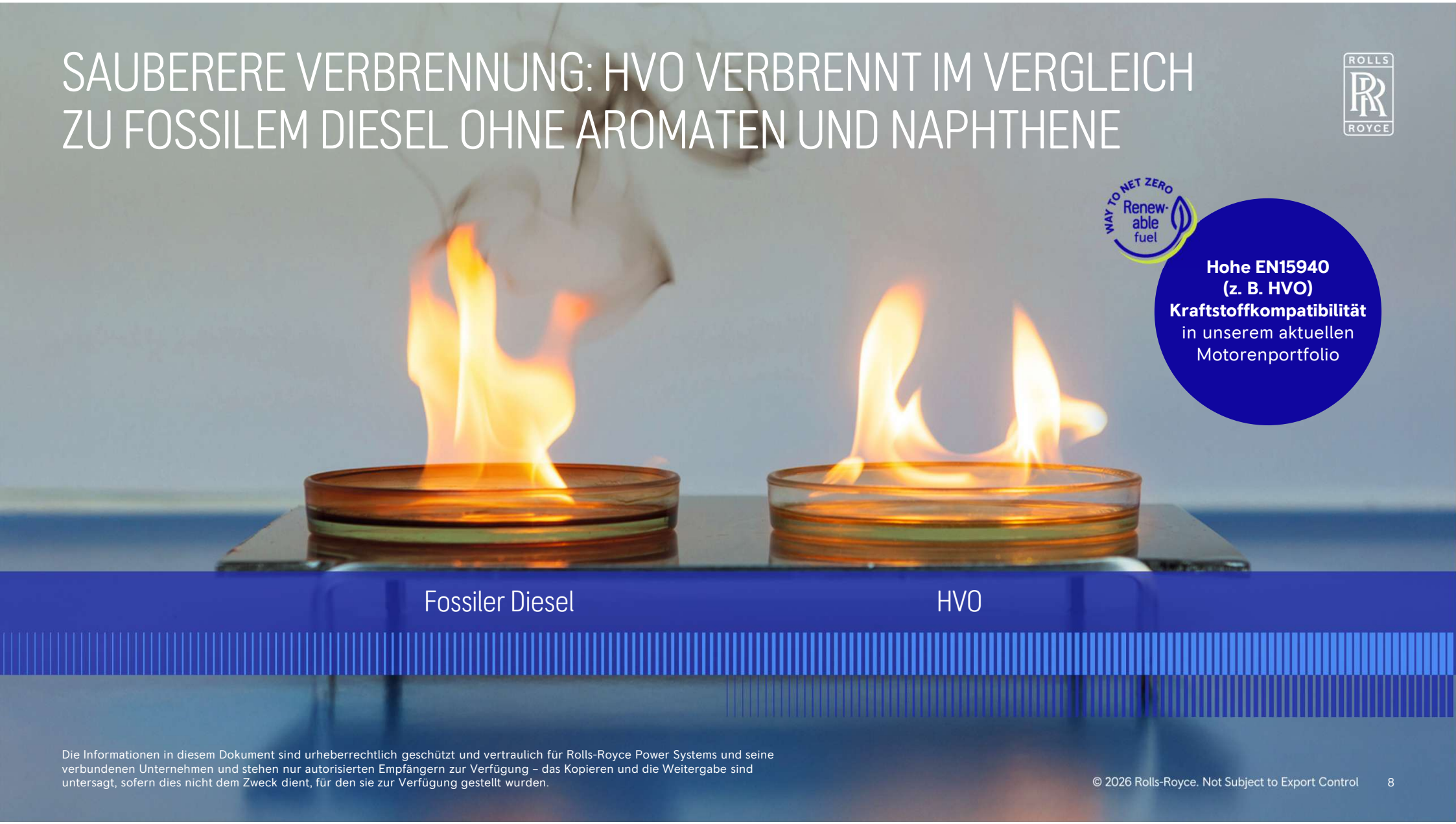
Skalierbar mit erneuerbarer Energie und Wasserstoff

Langfristiger Pfad zu synthetischen Kraftstoffen

Die Informationen in diesem Dokument sind urheberrechtlich geschützt und vertraulich für Rolls-Royce Power Systems und seine verbundenen Unternehmen und stehen nur autorisierten Empfängern zur Verfügung – das Kopieren und die Weitergabe sind untersagt, sofern dies nicht dem Zweck dient, für den sie zur Verfügung gestellt wurden.

© 2026 Rolls-Royce. Nicht der Exportkontrolle unterliegend

SAUBERERE VERBRENNUNG: HVO VERBRENNT IM VERGLEICH ZU FOSSILEM DIESEL OHNE AROMATEN UND NAPHTHENE

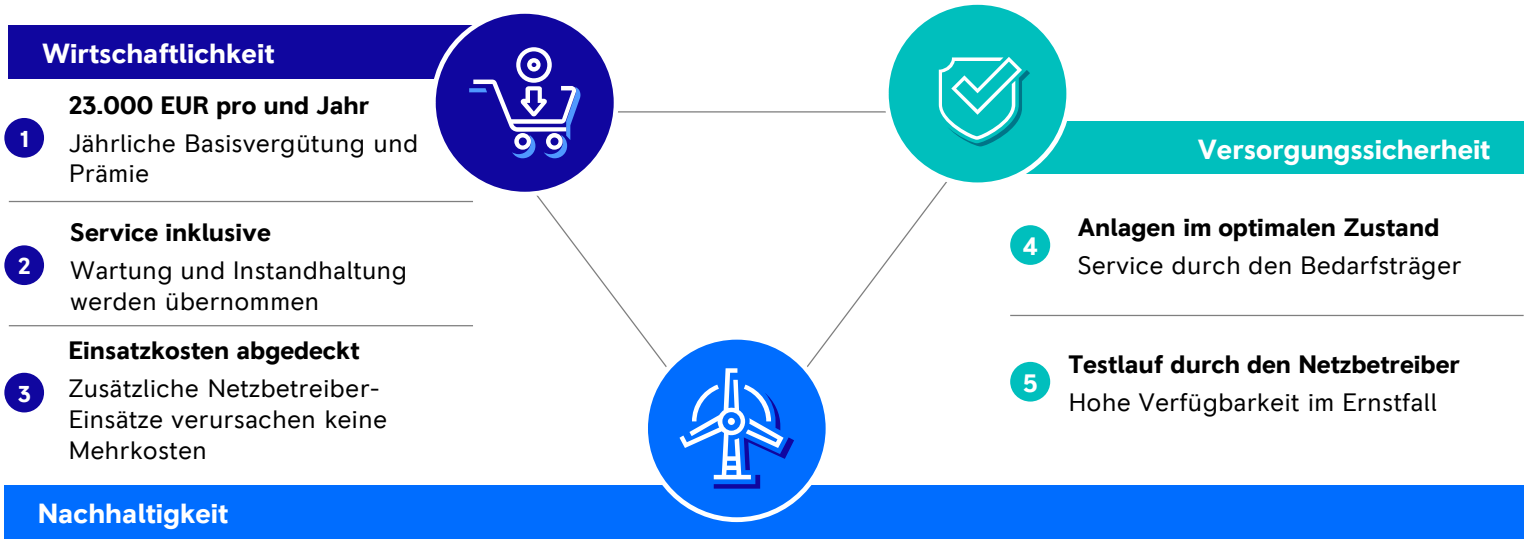


Die Informationen in diesem Dokument sind urheberrechtlich geschützt und vertraulich für Rolls-Royce Power Systems und seine verbundenen Unternehmen und stehen nur autorisierten Empfängern zur Verfügung – das Kopieren und die Weitergabe sind untersagt, sofern dies nicht dem Zweck dient, für den sie zur Verfügung gestellt wurden.

© 2026 Rolls-Royce. Not Subject to Export Control

LASSEN SIE IHRE NETZERSATZANLAGEN FÜR IHRE KERNFUNKTION BEZAHLEN: VORHALTUNG VON LEISTUNG.

Indem Sie Ihre Netzersatzanlage den deutschen Netzbetreibern* zur Verfügung stellen, optimieren Sie Ihr System entlang des Energiedreiecks.



Vorteil: Zusätzliche Erlöse, hohe Verfügbarkeit und ein Hebel zur Defossilisierung I Kontakt: backup2.0@ps.rolls-royce.com

*Einsatz streng limitiert: max. 50h zusätzliche Laufzeit pro Jahr & max. 5 Starts pro Tag

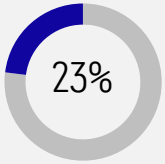
The information in this document is proprietary and confidential to Rolls-Royce Power Systems and its affiliates and is available to authorized recipients only – copying and onward distribution is prohibited other than for the purpose for which it was made available.

© 2025 Rolls-Royce. Not Subject to Export Control

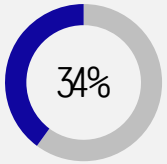
HVO BACK-TO-BACK TESTS BESTÄTIGEN GERINGERE NOX-, CO2 UND RUßEMISSION BEI VERGLEICHBARER LASTAUFNAHME

Emissionsreduktion (bis zu)

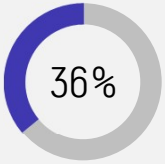
NO_x
Stickoxide



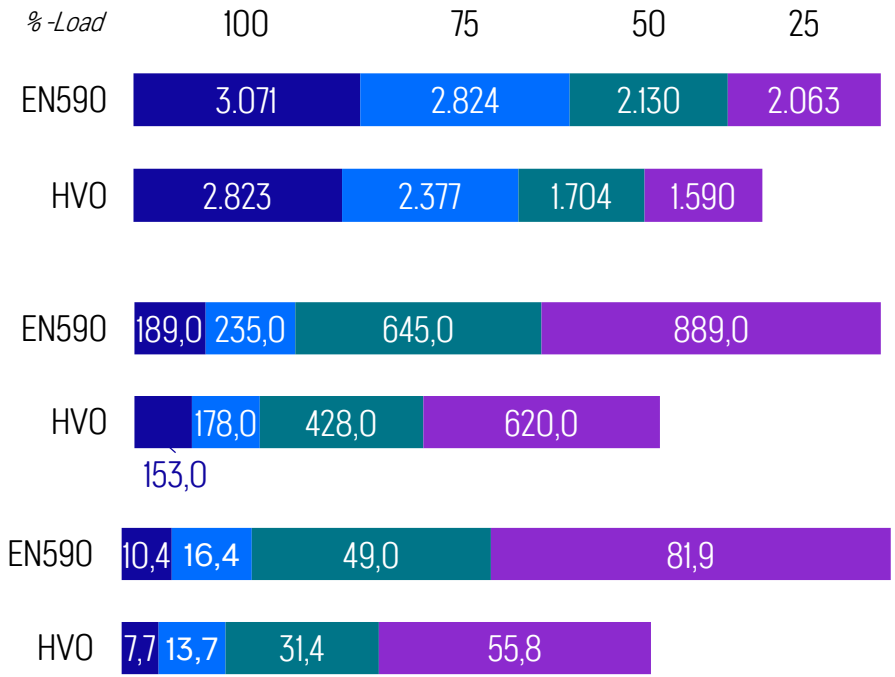
CO
Kohlenmonoxid



PM
Partikel

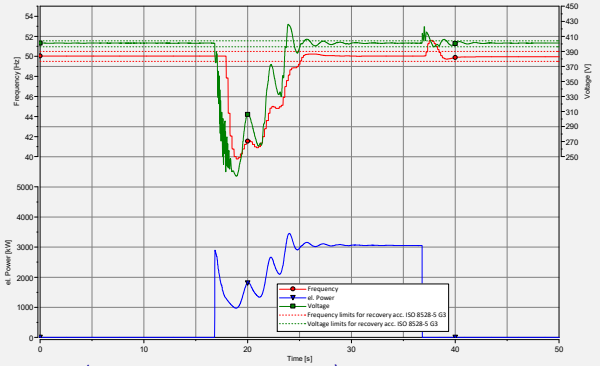


Emissionsttest 20V4000G94LF, 3D, NEA optimized

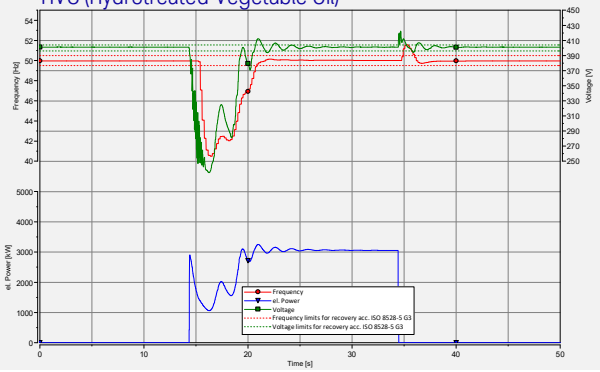


Lastaufschaltung: Spannung & Frequenz

EN590



HVO (Hydrotreated Vegetable Oil)



The information in this document is proprietary and confidential to Rolls-Royce and is available to authorised recipients only copying and onward distribution is prohibited other than for the purpose for which it was made available. Rolls-Royce content only.

© 2024 Rolls-Royce
Not Subject to Export Control

UMFASSENDE TESTS BESTÄTIGEN ZUVERLÄSSIGEN BETRIEB VON MTU-MOTOREN MIT HVO*

Materialverträglichkeit
Kein Einfluss auf Materialverträglichkeit

Motorleistung
Vergleichbare Motorleistung

Time-Between-Overhaul (TBO)
TBO und Wartungsplan bleiben unverändert

Motoranpassungen
Keine Anpassungen an Motor-Hardware oder Software erforderlich

Lastaufnahme
Lastaufnahmeverhalten unverändert

Kraftstoffverbrauch
Ähnlicher Kraftstoffverbrauch

Standardgarantie
Garantiezeitraum bleibt unverändert

Lokale Emission
~ 40 % weniger Partikel (mg/m³),
~ 25 % weniger Stickoxide (ppm NO_x)[1)]

Freigegeben für PowerGen

S1600Gx0 & Gx1

S2000Gx6 HPP auf 400h begrenzt

S4000Gx1 – Gx4

*Hydrotreated Vegetable Oil, Reference product: Neste MY Renewable Diesel

Die Informationen in diesem Dokument sind urheberrechtlich geschützt und vertraulich für Rolls-Royce und stehen nur autorisierten Empfängern zur Verfügung – das Kopieren und die Weitergabe sind untersagt, es sei denn, dies geschieht zu dem Zweck, für den sie zur Verfügung gestellt wurden.

ERSTELLTE EMISSIONSDATENBLÄTTER

Verfügbare Emissionsdatenblätter auf einen Blick:

1. 20V4000G94F FCO
2. 20V4000G94F NEA
3. 20V4000G94LF FCO
4. 20V4000G94LF NEA

Emissionsdatenblätter sind zentral verfügbar und können über den EDS-Automaten abgerufen werden.

© 2025 Rolls-Royce. Not Subject to Export Control

02 MOTORBETRIEB

The information in this document is proprietary and confidential to Rolls-Royce Power Systems and its affiliates and is available to authorized recipients only – copying and onward distribution is prohibited other than for the purpose for which it was made available.

© 2026 Rolls-Royce. Not Subject to Export Control

REDUKTION VON ABGAS- UND SCHALLEMISSIONEN

Emissionen

Abgas-Emissionen

Kraftstoff	Verbrennung	Nachbehandlung
Schwefelarmer Diesel	Brennraumgestaltung	Dieselpartikelfilter
	Ladungswechsel	Selektiv katalytischer Reaktor
Paraffinische Kraftstoffe	Datensatzanpassung	Oxidationskatalysator

Optimiert Emissions-verhalten

Schall-Emissionen

Kapselung / Schall-dämmung	**Abgas- und Ansaug-schalldämpfer**	**Aufstellung / Entkoppelung**

Standort- und genehmigungs-relevant

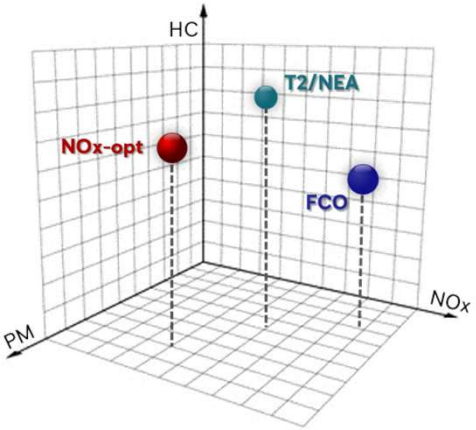
Take-away: Abgas- und Schallemissionen sind getrennt strukturiert – paraffinische Kraftstoffe und Datensatzanpassung sind motorseitig die sichtbarsten Optimierungshebel.

The information in this document is proprietary and confidential to Rolls-Royce Power Systems and its affiliates and is available to authorized recipients only – copying and onward distribution is prohibited other than for the purpose for which it was made available.

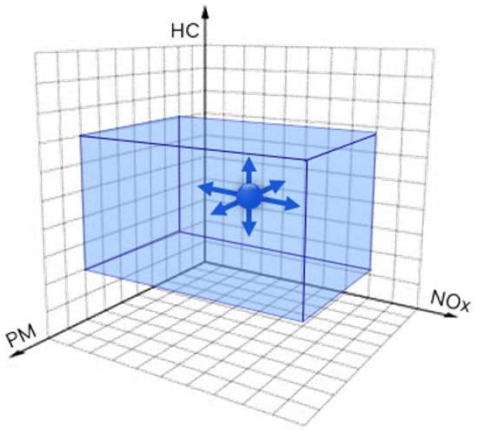
© 2026 Rolls-Royce. Not Subject to Export Control

PROJEKTSPEZIFISCHE MOTORABSTIMMUNGEN[1] KÖNNEN DIE EMISSIONSPROFILE WEITER ANPASSEN

Standard-Motorkalibrierung
Kalibrierung



Projektspezifische Motorkalibrierung
(ProSpEC)



Höhe

800 m

Umgebungstemperatur

43 °C

Zielwerte für NO_x -Emissionen

2.000
mg/Nm³

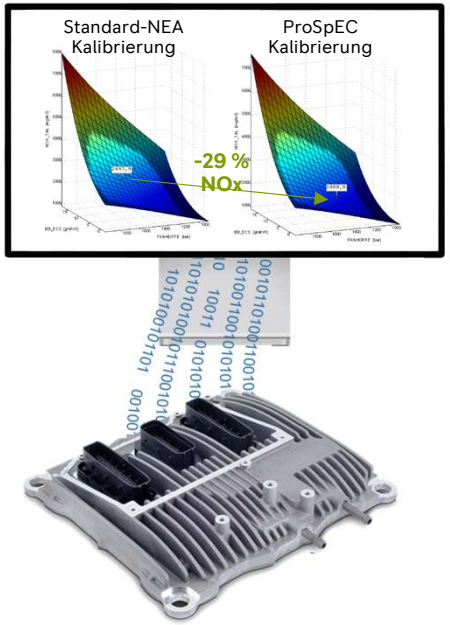
Zielwert für PM-Emissionen

50
mg/Nm³

Brennstoffart

☑ Diesel ☐ HVO[2]

Beispiel



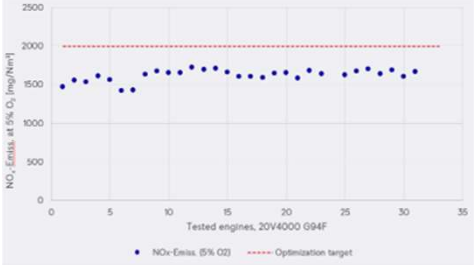
[1] bisher nur für die Serie 4000
[2] Entwicklung eines HVO-Modells in Bearbeitung

Die Informationen in diesem Dokument sind urheberrechtlich geschützt und vertraulich für Rolls-Royce Power Systems und seine verbundenen Unternehmen und stehen nur autorisierten Empfängern zur Verfügung – das Kopieren und die Weitergabe sind untersagt, es sei denn, dies geschieht zu dem Zweck, für den sie zur Verfügung gestellt wurden.

WEITERE MÖGLICHKEITEN MIT PROSPEC: MEHR LEISTUNG. WENIGER EMISSIONEN. MAXIMALE VERFÜGBARKEIT

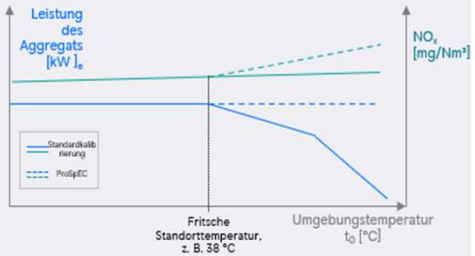
BESONDERE EMISSIONSMINDERUNG (Z. B. NO_X)

- Gezielte Emissions-Optimierung
- Datenbasierte Messpunkt-Analyse
- Erreichung definierter Emissionsziele



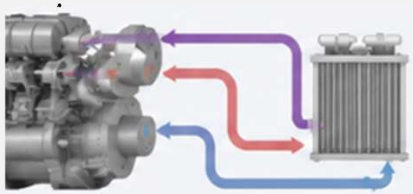
VERBESSERUNG DER DERATING-LEISTUNG

- Geringeres Derating bei hohen Temperaturen
- Mehr Leistung bei kritischen Temperaturen
- Validiert im Pilotprojekt mit EPA



LEISTUNGSDATEN FÜR WIRTSCHAFTLICHE HILFSSYSTEMAUSLEGUNG

- Optimierte Kühlgröße und Wärmerückgewinnung
- Weniger Abwärme, niedrigere Betriebskosten
- Höherer Abgasgegendruck möglich (EGAT)



ANPASSUNG AN HVO-EIGENSCHAFTEN

- Bis zu 70% weniger Feinstaub
- Weitere Reduktion der NOx-Emissionen
- Emissionsdatenblatt auf motorindividuelle Anforderungen abgestimmt

Die Informationen in diesem Dokument sind Eigentum von Rolls-Royce Power Systems und seinen verbundenen Unternehmen und vertraulich. Sie stehen ausschließlich autorisierten Empfängern zur Verfügung – das Kopieren und die Weitergabe sind nur zu dem Zweck gestattet, zu dem sie bereitgestellt wurden.

© 2025 Rolls-Royce. Nicht exportkontrollpflichtig

AUCH IM STANDBY BETRIEB ENTSTEHEN ENERGIEBDARF UND EMISSIONEN

Vorwärmung

Dauerhafter Energiebedarf zur Sicherung schneller Startfähigkeit.

ca. 40.000 kWh/Jahr
elektrische Vorwärmung

Testläufe

Zusätzlicher Kraftstoffverbrauch und lokale Emissionen durch wiederkehrende Probeläufe.

195-230 g/kWh
Kraftstoffverbrauch im Betrieb

Wartung / Öl

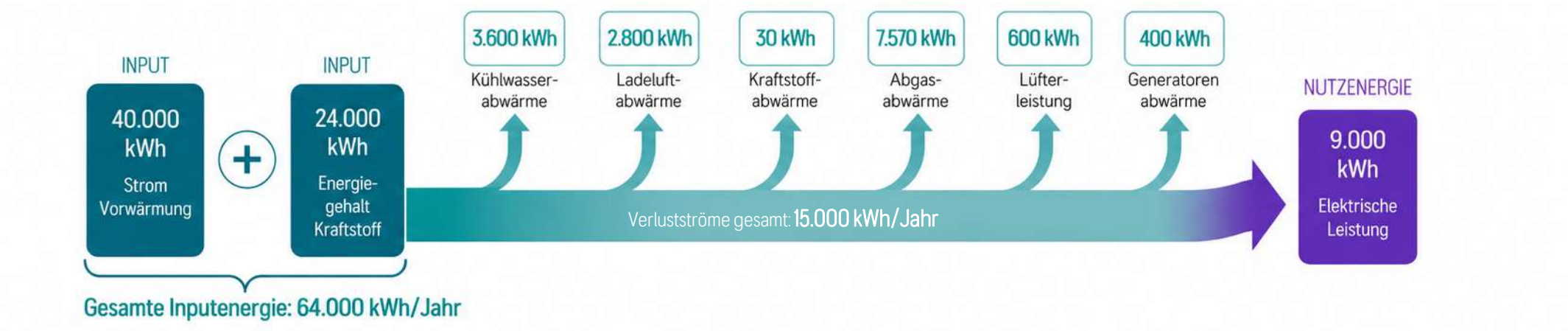
Ressourcen- und Serviceaufwand durch Alterung und Betriebsstunden.

0,2 – 0,5 %
Motorenölverbrauch des Kraftstoffverbrauchs

Hilfssysteme

Lüfter, Pumpen, Kühlung und standortspezifische Nebenverbraucher.

Zusätzliche standortabhängige Nebenverbräuche

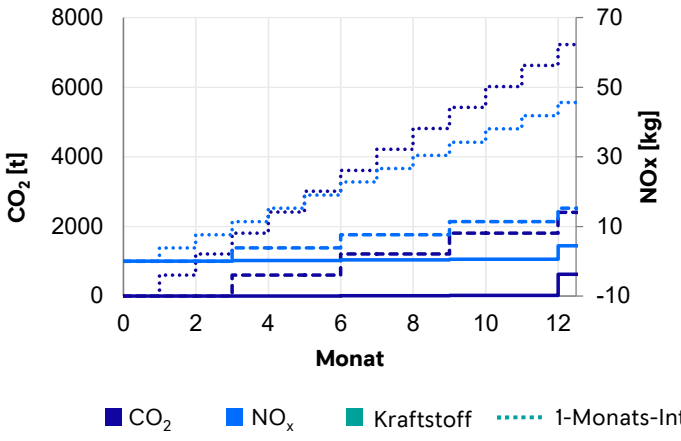


The information in this document is proprietary and confidential to Rolls-Royce Power Systems and its affiliates and is available to authorized recipients only – copying and onward distribution is prohibited other than for the purpose for which it was made available.

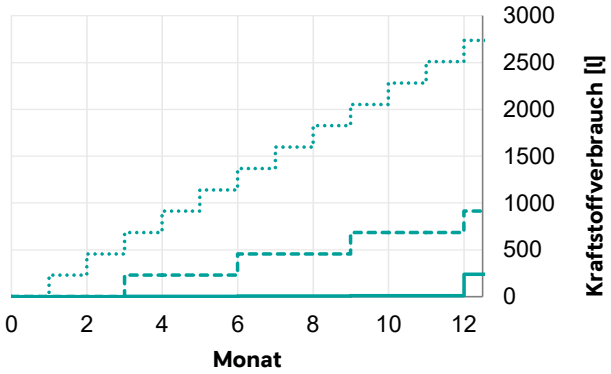
© 2026 Rolls-Royce. Not Subject to Export Control

WENIGER TESTLÄUFE, GLEICHE VERFÜGBARKEIT: EXTENDED TESTRUN INTERVALS

CO2- und NOx Emissionen pro Monat



Kraftstoffverbrauch pro Monat



CO_2 NO_x Kraftstoff 1-Monats-Intervall 3-Monats-Intervall ETR 2.0[2]

-91%
CO_2-Emissionen

Entspricht ca. **6** Hin und Rückflügen Berlin – New York (pro Kopf)

-90%
NO_x-Emissionen

Entspricht **>500.000 km** mit einem EU6d-Dieselauto

-91%
Kraftstoffverbrauch

Entspricht ca. **5.000€** p.a. Einsparung oder EBIT-Steigerung/Aggregat

Maximale Verfügbarkeit bleibt erhalten

Weniger Motorstarts, weniger Emissionen

Geringerer Kraftstoffverbrauch

Niedrigere Betriebs- und Servicekosten

[1]bisher nur für die Serie 4000 [2] ETR 2.0 = Extended Test Run 2.0 – derzeit in der Pilotphase, bitte sprechen Sie uns für weitere Informationen an

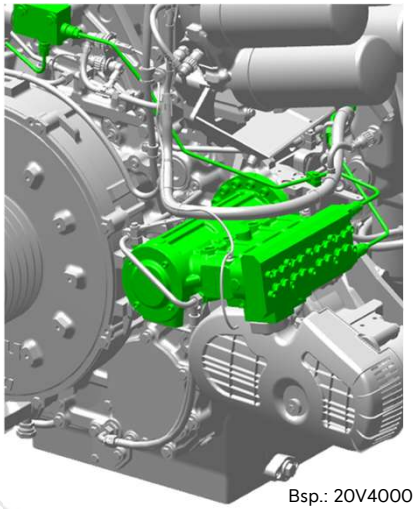
The information in this document is proprietary and confidential to Rolls-Royce Power Systems and its affiliates and is available to authorized recipients only – copying and onward distribution is prohibited other than for the purpose for which it was made available.

© 2026 Rolls-Royce. Not Subject to Export Control

WEITERE OPTIMIERUNGSHEBEL IM STANDBY-BETRIEB: SCHMIERÖL UND SERVICE-INTERVALLE

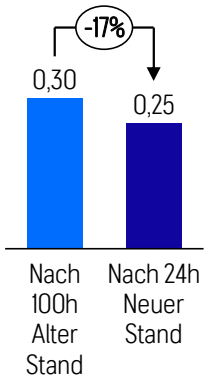
1. Schmierölverbrauch senken

HP-Pumpen-Tausch / TEN-Update

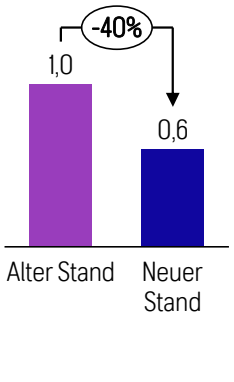


Bsp.: 20V4000

Auslegungswert[1] Schmierölverbrauch bei 100% Last [% von be][3]



Grenzwert[2] Schmieröl- / Kraftstoffverbrauch [% von be][3]



2. Ölwechselintervalle verlängern

Moderne Motorenöle + Geringe Laufzeit von Notstromaggregaten → 3 → 5 Jahre

- Geringe Laufzeit von Notstromaggregaten: ca. 9 – 12 h/a
- Ölalterung statt Laufleistung bestimmt den Ölwechsel

Weniger Wartungskosten | Weniger Ölverbrauch | Geringere Umweltbelastung

Schmierölsystem und Serviceintervalle sind eigene technische Hebel. Zusammen senken sie zusätzlich Wartungsaufwand, Ölverbrauch und Betriebskosten.

[1] Auslegungswert: Wert, der für die Auslegung eines externen Systems (einer Anlage) erforderlich ist.
[2] Grenzwert: Ein Wert, der den unteren Grenzwert/Minimalwert oder oberen Grenzwert/Maximalwert darstellt, der nicht überschritten werden darf. Für Auslegungszwecke nicht geeignet
[3] be = spezifischer Kraftstoffverbrauch

The information in this document is proprietary and confidential to Rolls-Royce Power Systems and its affiliates and is available to authorized recipients only – copying and onward distribution is prohibited other than for the purpose for which it was made available.

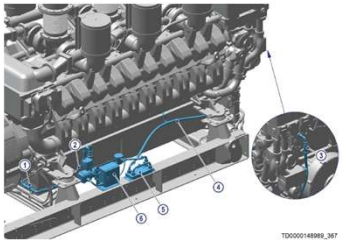
© 2026 Rolls-Royce. Not Subject to Export Control

VORWÄRMUNG NEU DENKEN: ENERGIEEFFIZIENZ UND ABWÄRMENUTZUNG

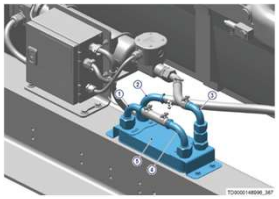
1. Abwärme in die Motorvorwärmung integrieren

Serverabwärme / Warmwasserkreislauf → Plattenwärme-tauscher → Motorvorwärmung

VORWÄRMGERÄT MIT PLATTENWÄRMETAUSCHER



1) Absperrventil
2) Kühlmittelleitung zum Motor
3) Absperrventil
4) Kühlmittelleitung zum Motor
5) Plattenwärmetauscher
6) Vorwärmgerät



1) Anschluss Warmwasserleitung vom Plattenwärmetauscher (kundenseitig)
2) Anschluss Kühlmittelleitung vom Motor
3) Anschluss Kühlmittelleitung zum Vorwärmgerät
4) Anschluss Warmwasserleitung zum Plattenwärmetauscher (kundenseitig)
5) Plattenwärmetauscher

- NEA müssen in Sekunden startfähig sein
- Vorwärmung verursacht je nach Standort hohen Strombedarf
- Integration über redundaten Plattenwärme-tauscher im Vorwärmkreislauf
- >9.000 kWh/Monat Strombedarf bei 20V4000 und 0 °C Umgebungs-temperatur

2. Regulatorik EnEfG macht Abwärme technisch nutzbar

EnEfG-Mindestanteil für Abwärmenutzung	
2026	≥10%
2027	≥15%
2028	≥20%

- Gilt für Rechenzentren mit Inbetriebnahme ab 01.07.2026
- Serabwärme kann zur Motorenvorwärmung genutzt werden
- Technische Nutzung reduziert Strombedarf und Betriebskosten

RRS Lösung: Bis zu 95% weniger CO2e und Betriebskosten durch integrierten Plattenwärmetauscher, Reduzierung der Vorwärmtemperatur und Integration in den Vorwärmkreislauf

Vorwärmung und Abwärmenutzung sind ein eigener technischer Hebel, besonders relevant für Rechenzentren mit Energie- und Effizienzfokus.

The information in this document is proprietary and confidential to Rolls-Royce Power Systems and its affiliates and is available to authorized recipients only – copying and onward distribution is prohibited other than for the purpose for which it was made available.

© 2026 Rolls-Royce. Not Subject to Export Control

01 EMISSIONSMINDERUNGSTECHNOLOGIE

The information in this document is proprietary and confidential to Rolls-Royce Power Systems and its affiliates and is available to authorized recipients only – copying and onward distribution is prohibited other than for the purpose for which it was made available.

© 2026 Rolls-Royce. Not Subject to Export Control

MOTORANFORDERUNGEN DURCH ABGASNACHBEHANDLUNG

Einfluss von Gegendruck und Temperaturanforderungen auf die Motorauslegung

Abgasnachbehandlung erforderlich

- Zur Einhaltung heutiger Emissionsgrenzwerte ist häufig eine Abgasnachbehandlung (AGN) erforderlich
- Systeme wie SCR-Katalysatoren stellen zusätzliche Anforderungen an den Motor

Neue Randbedingungen für die Motorauslegung

- Höhere Abgasgegendruckanforderungen
- Definiertes Temperaturfenster für SCR-Systeme
- Anpassung von Turbolader, Steuerzeiten und Motorsteuerung

Motorische Konsequenzen

Gegendruck

Turbolader & Steuerung

Temperatur

1. Hohe Abgasgegendruckfähigkeit

- Kompakte AGN-Systeme erzeugen hohen Gegendruck
- Auslegung von Turbolader und Motorsteuerung erforderlich

2. Flexible Turboladerauslegung

- Betrieb mit und ohne AGN möglich
- Einsatz von Wastegates oder Bypassventilen

3. SCR-Temperaturfenster

- Max Abgastemperatur ca. 560°C
- SCR aktiv ab ca. 250°C
- Ausreichende Temperatur bei niedriger Last

The information in this document is proprietary and confidential to Rolls-Royce and is available to authorised recipients only copying and onward distribution is prohibited other than for the purpose for which it was made available. Rolls-Royce content only.

© 2024 Rolls-Royce
Not Subject to Export Control

NACHHALTIGE NEA ENTSTEHEN AUS DEM ZUSAMMENSPIEL VON KRAFTSTOFF, BETRIEB UND TECHNISCHER INTEGRATION

1) Kraftstoff

- HVO heute
- eDiesel perspektivisch
- Validierte Freigabe entscheidend
- CO_2e Reduktion bis zu 95%

Hebel: Emissionen im Bestand schnell senken

2) Betrieb

- Vorwärmung optimieren
- Testläufe reduzieren
- Wartung & Ölverbrauch senken
- Standby-Energiebedarf adressieren

Hebel: Verfügbarkeit sichern und Betriebskosten senken

3) Technische Integration

- Datensatzanpassung
- Abgas- und Schallkonzept
- Nachbehandlung und Systemauslegung

Hebel: System fit für Emissions- und Standortanforderungen machen

The information in this document is proprietary and confidential to Rolls-Royce Power Systems and its affiliates and is available to authorized recipients only – copying and onward distribution is prohibited other than for the purpose for which it was made available.

© 2026 Rolls-Royce. Not Subject to Export Control

Kontakt:

Anna-Karina Keller

E: Anna-KarinaLouisa.Keller@ps.rolls-royce.com

T: +49(7541)90-57542 | M: +49(151)74435632

Robert Welz

E: Robert.Welz2@ps.rolls-royce.com

T: +49(7541)90-4675 I M: +49(176)17901990

The information in this document is proprietary and confidential to Rolls-Royce and is available to authorized recipients only – copying and onward distribution is prohibited other than for the purpose for which it was made available.