



Anforderungen bei Stationärmotoren

SSM Tagung 25. September 2008

Arnold Zuppiger / Otmar Rieder

Langenthal, 20. August 2008

Inhalt

- Situation bei Blockheizkraftwerken (BHKW)
- Treibstoffe
- Minimierung des Schmierölverbrauchs
- Länge der Wechselintervalle
- Verlängerung der Motorlebensdauer und Schonung des Abgasreinigungssystems
- Kosten

Situation bei Blockheizkraftwerken

- Kläranlagen
 - Abwasserreinigungsanlagen verbrauchen in einer Gemeinde über 10% des Stromverbrauchs für öffentliche Aufgaben.
 - Viele ARA in der Schweiz produzieren aber auch Energie.
 - Strom und Treibstoff aus Klärgas sowie Wärme aus Abwasser und WKK (Wärme-Kraft-Kopplung) Anlagen
 - Mit Unterstützung von EnergieSchweiz für Infrastrukturanlagen konnten die Energiekosten der ARA`s, zwischen 1992 und 2001 landesweit um 24% gesenkt werden.
 - Die Kläranlagen in der Schweiz erzeugen zusammen über 100'000'000 kWh Strom/Jahr. Dies entspricht dem Stromverbrauch von ca. 50'000 Einwohnern.

Situation bei Blockheizkraftwerken

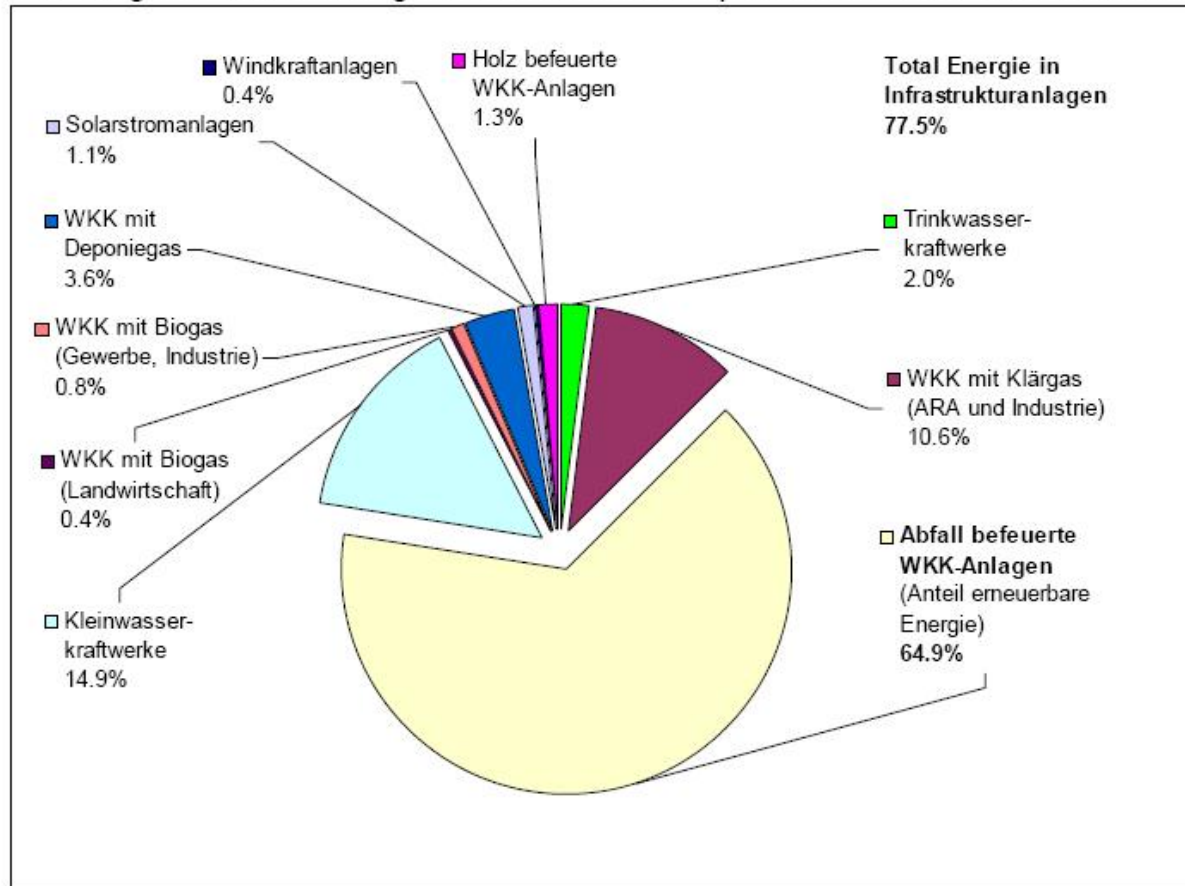
- Deponiegasanlagen
 - In der Schweiz ist der Anfall von Deponiegas in den letzten Jahren stark rückgängig.
 - 1.1.2000 Verbot der Deponierung von brennbaren Abfällen.
 - Kommunalabfälle werden in KVA (Kehricht Verbrennungs- Anlagen) verwertet.

Situation bei Blockheizkraftwerken

- Biogasanlagen
 - In der Schweiz stark im Aufwind.
- Vorteile
 - Alternative Entsorgung von Stallmist, Gülle und Bioabfall bei gleichzeitiger Nutzung als Energiequelle, als Ersatz für konventionelle Energieträger
 - Hohes Potenzial zur Reduktion von Treibhauseffekten
 - Hochwirksam für Erzeugung von Strom und Wärme vor Ort
 - Das Restsubstrat aus dem Fermenter kann als hochwertiger landwirtschaftlicher Dünger verwendet werden: die ätzende Wirkung wird durch den höheren pH-Wert neutralisiert, dadurch bleiben Pflanzennährstoffe erhalten und sind nahezu geruchlos

Schweizer Energiestatistik 2001

Abbildung 1: Schweiz. Energiestatistik 2001: Stromproduktion aus erneuerbaren Energien



Quelle: Energetische Feinanalyse KEZO

Welche Leistungen sind gefragt

Bild 6.1f zeigt die Aufteilung des Klein-WKK-Bestandes nach Leistungs-
klassen und zusätzlich nach Energieträgern in grafischer Form.

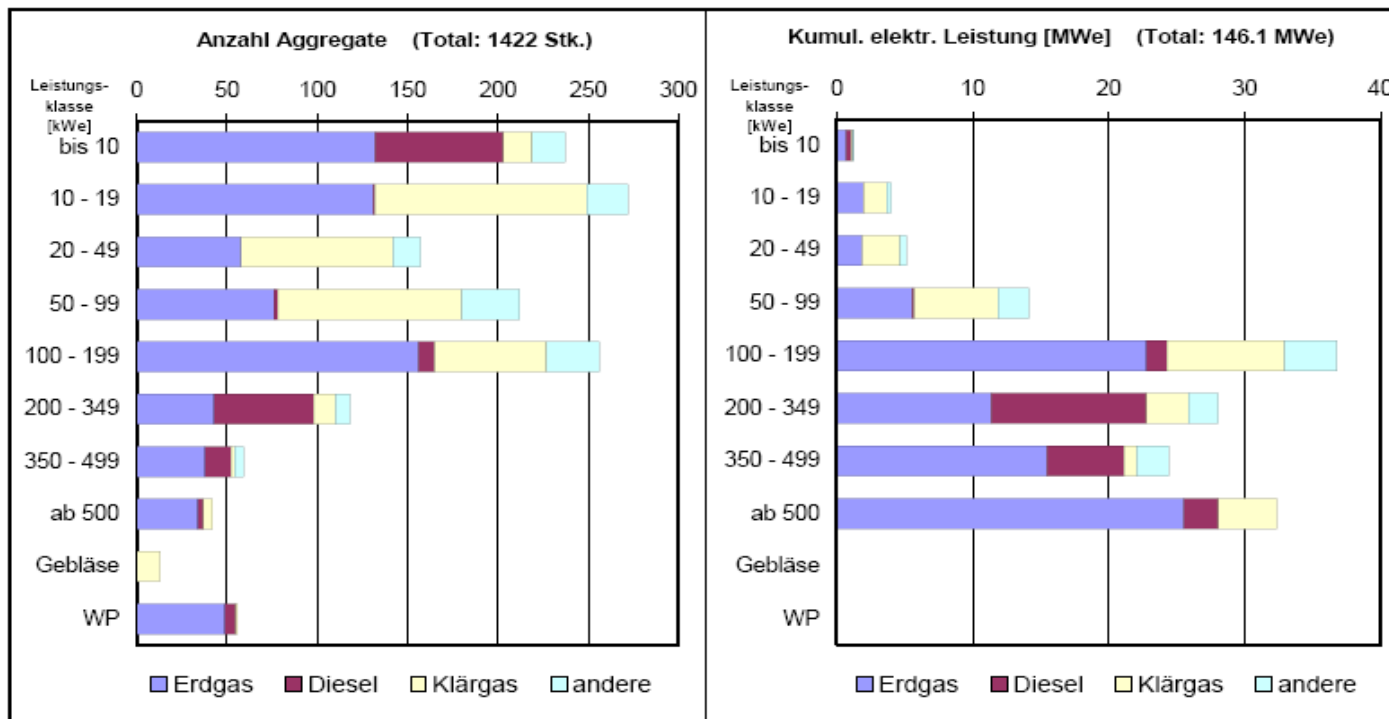


Bild 6.1f

Ende 2005 in Betrieb stehende Klein-WKK-Aggregate, geordnet nach Leistungsklassen und nach Energieträgern

Absatzentwicklung in der Schweiz

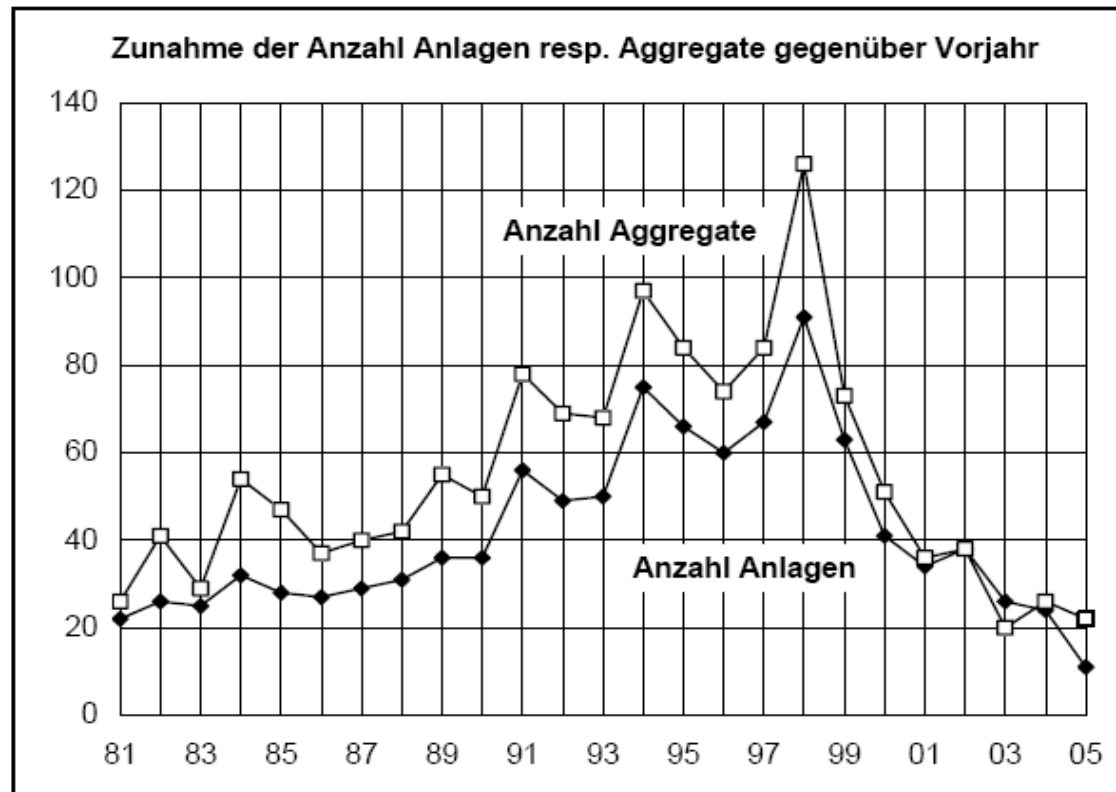
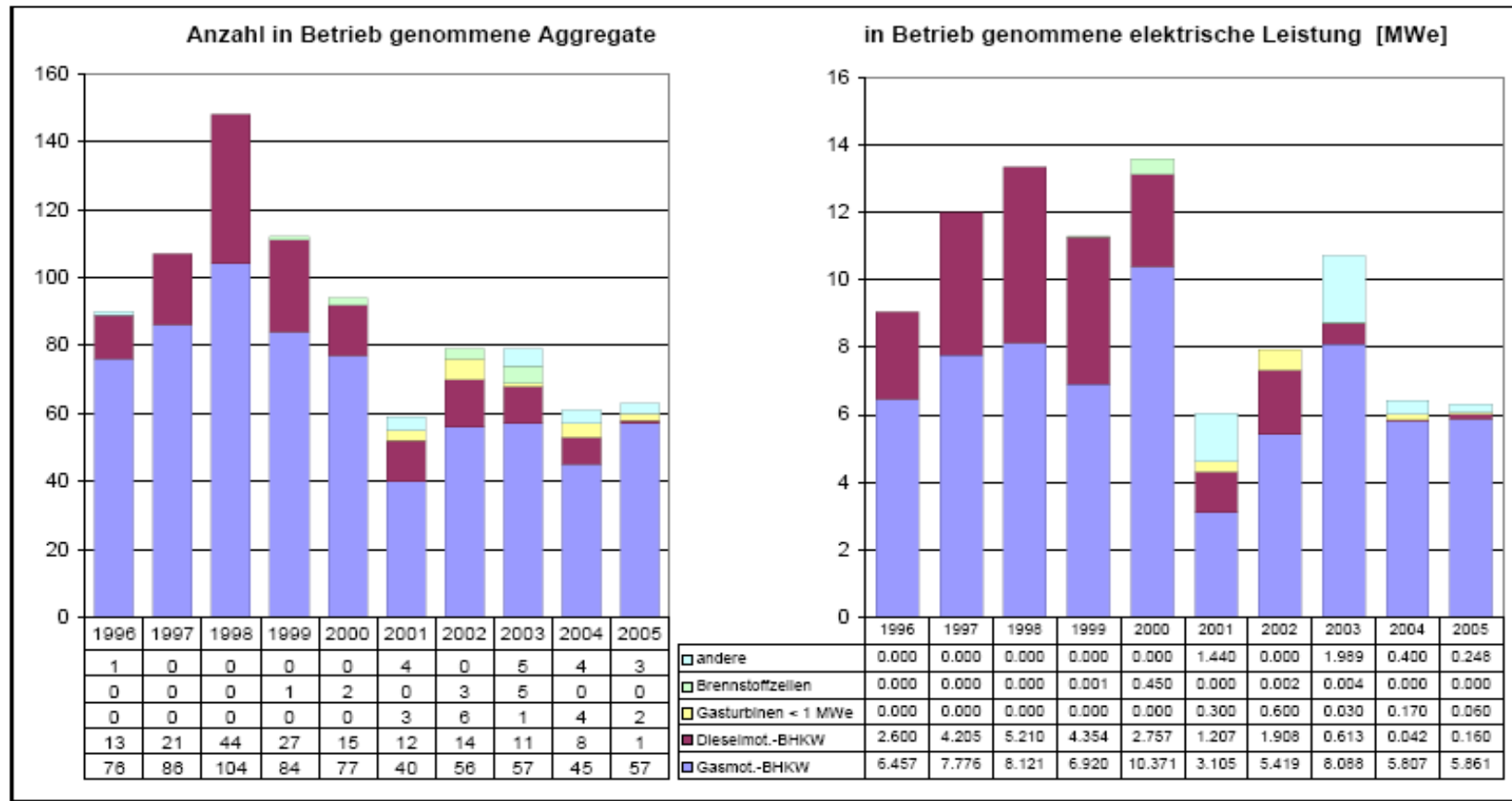


Bild 6.1a Jährliche Zunahme des Klein-WKK-Bestandes

(siehe Anhang D.2a)

Absatzentwicklung in der Schweiz



G:\2006\1010\KW-Ausw\Inbetriebnahmen.xls\Ausw-n-Techn Ber3

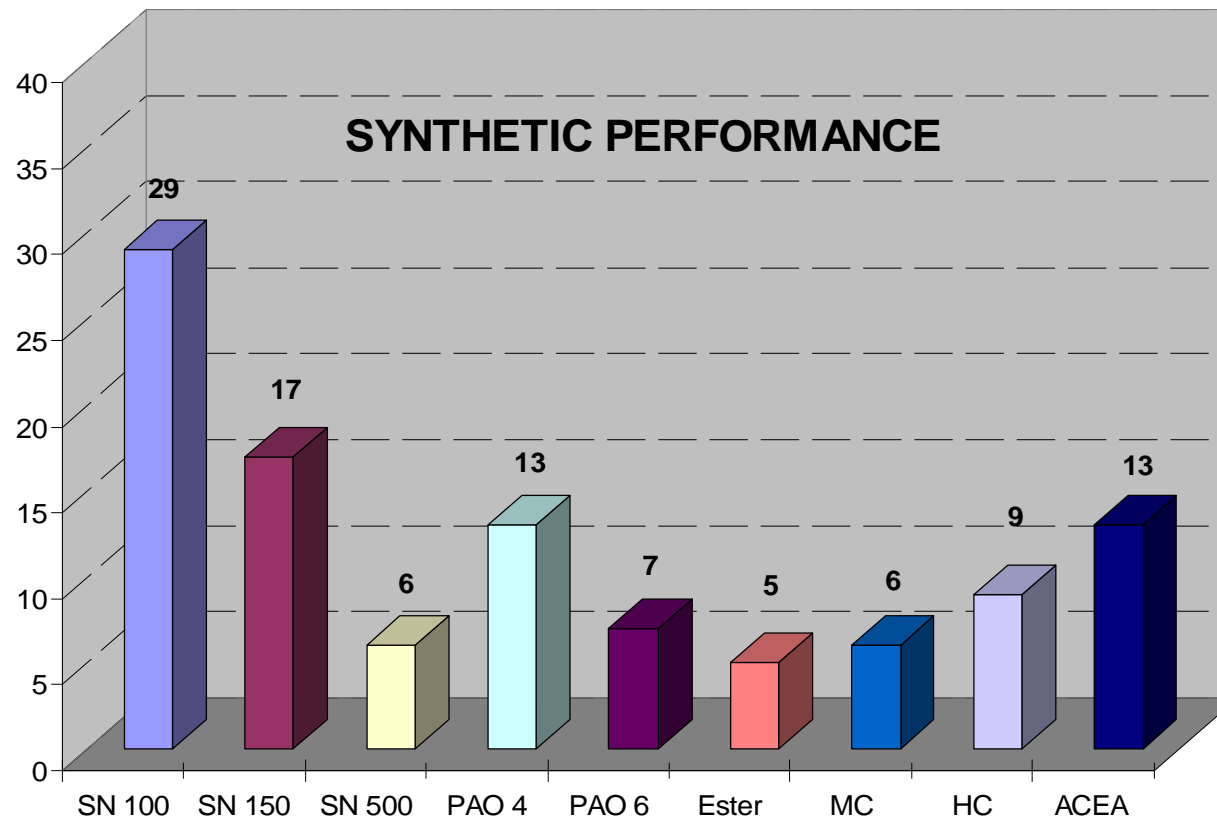
Bild 6.4c In Betrieb genommene Motoren und Brennstoffzellen der letzten 10 Jahre (Kat. T3, W4, W5)

Treibstoffe

Treibstoffart	Vorteile:	Nachteile:
Erdgas	International normierter Brennstoff Sehr geringe Belastung an Schadstoffen	Beschaffungskosten Verfügbarkeit Gasnetz
Propan	International normierter Brennstoff Sehr geringe Belastung an Schadstoffen	Beschaffungskosten, Transport, Lagerung
Klärgas	CO ₂ Neutral, Nebenprodukt dadurch geringe Herstellungskosten Produktion vor Ort	Ist Belastet mit Schwefel, Ammoniak, Fluor, Silizium und Fettsäuren
Deponiegas	CO ₂ Neutral, Nebenprodukt dadurch geringe Herstellungskosten Produktion vor Ort	Leichtflüchtige, halogenierte Kohlenwasserstoffe, Fluor- und Chlorwasserstoffe
Biogas	CO ₂ Neutral, erneuerbare Energie (im Aufwind) Produktion vor Ort	Ist Belastet mit Schwefel, Ammoniak, Fluor und Spuren von Fettsäuren.

Minimierung des Schmierölverbrauchs

NOACK: Verdampfungsverlust Gewicht in % (1h auf 250 °C heizen)



Minimierung des Schmierölverbrauchs

Motorensseitig ist darauf zu achten:

- Optimale Kurbelgehäusebelüftung
 - Zündzeitpunkt der Betriebs- und Gasart angepasst
 - Richtige Auswahl des Turboladers
 - Betriebstemperatur
-
- Herstellervorschriften 0.2 – 0.5 g/kWmech.

Länge der Wechselintervalle

- Regelmässige Ölanalyse
- Richtige Auswahl des Schmieröles (je nach Motortyp und Brennstoff)
- Gasqualität
- Fachgerechte Wartung des BHKW
- Motortechnische Machbarkeit (Ventilverschleiss, Zündkerzenverschleiss etc.)
- Grosses Ölvolumen
- **In jedem Fall sind die Herstellervorschriften zu beachten !**

Länge der Wechselintervalle

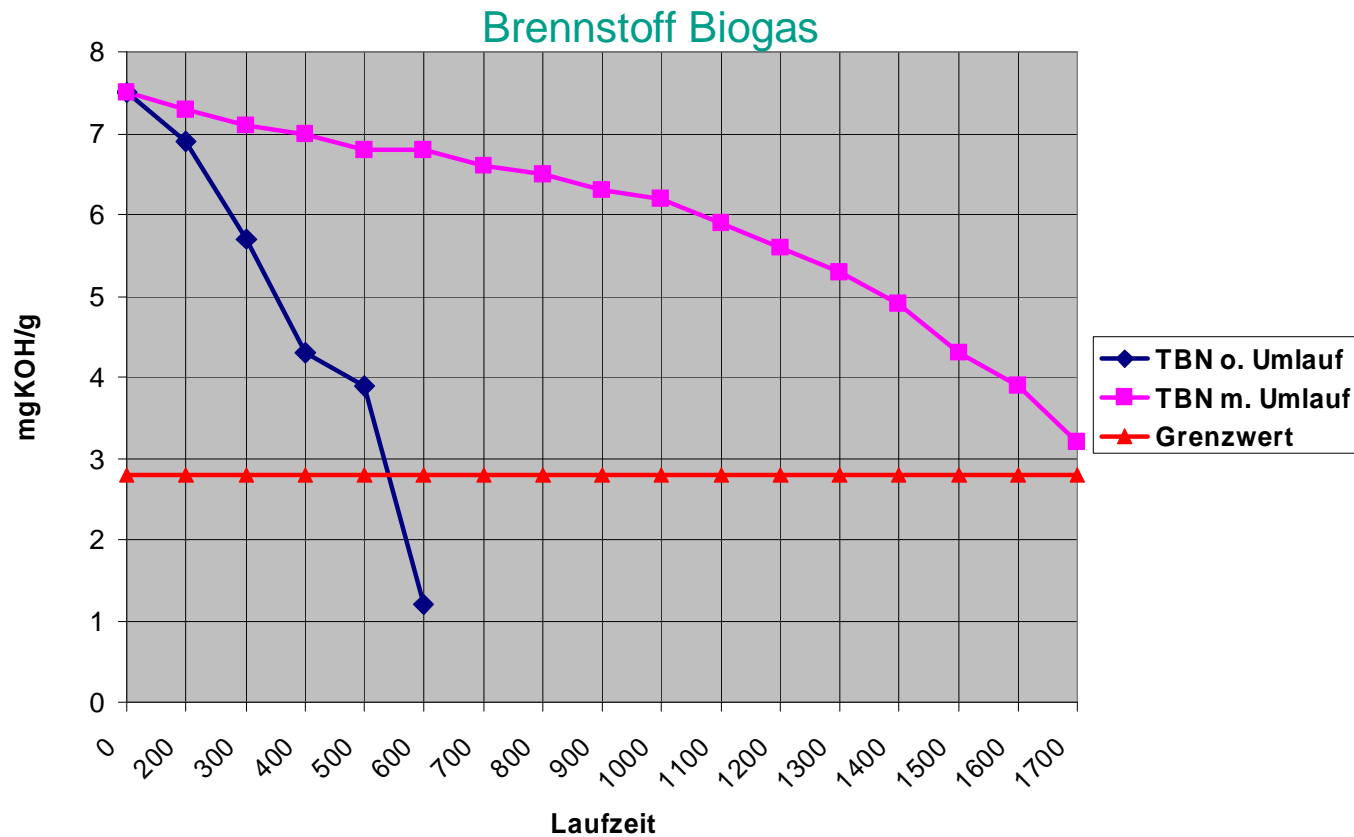
Muster	Einheit	1	2	3	4
Analysen - Nr.		02-7562.1	02-7614.1	03-0370.1	03-0773.1
Einsatzdauer Maschine	h	289	548	1337	2348
Einsatzdauer Oel	h	250	509	789	1011
Resultate					
Viskosität bei 100 °C	mm ² /s	14.32	14.54	15.53	15.96
Viskosität bei 40 °C	mm ² /s	140.67	147	160.55	172
Oxidationsprodukte	A/cm	9.0	10.0	13.0	14.0
TAN	mg KOH/g	1.6	1.9	2.7	2.8
TBN	mg KOH/g	6.2	5.3	3.7	3.1

Länge der Wechselintervalle

Muster	Einheit	1	2	3	4
Analysen - Nr.		02-7562.1	02-7614.1	03-0370.1	03-0773.1
Einsatzdauer Maschine	h	289	548	1337	2348
Einsatzdauer Oel	h	250	509	789	1011
Metalle					
Chrom	ppm	0	1	1	2
Eisen	ppm	4	5	7	5
Blei	ppm	0	1	2	8
Silicium	ppm	43	64	90	202
Kupfer	ppm	5	5	1	1
Molybdän	ppm	0	1	0	0
Natrium	ppm	2	2	2	3
Aluminium	ppm	1	1	1	3

Länge der Wechselintervalle

TBN Verlauf mit / ohne Volumenvergrößerung (um Faktor 3)



Länge der Wechselintervalle

Hot Tube Tester (HTT)

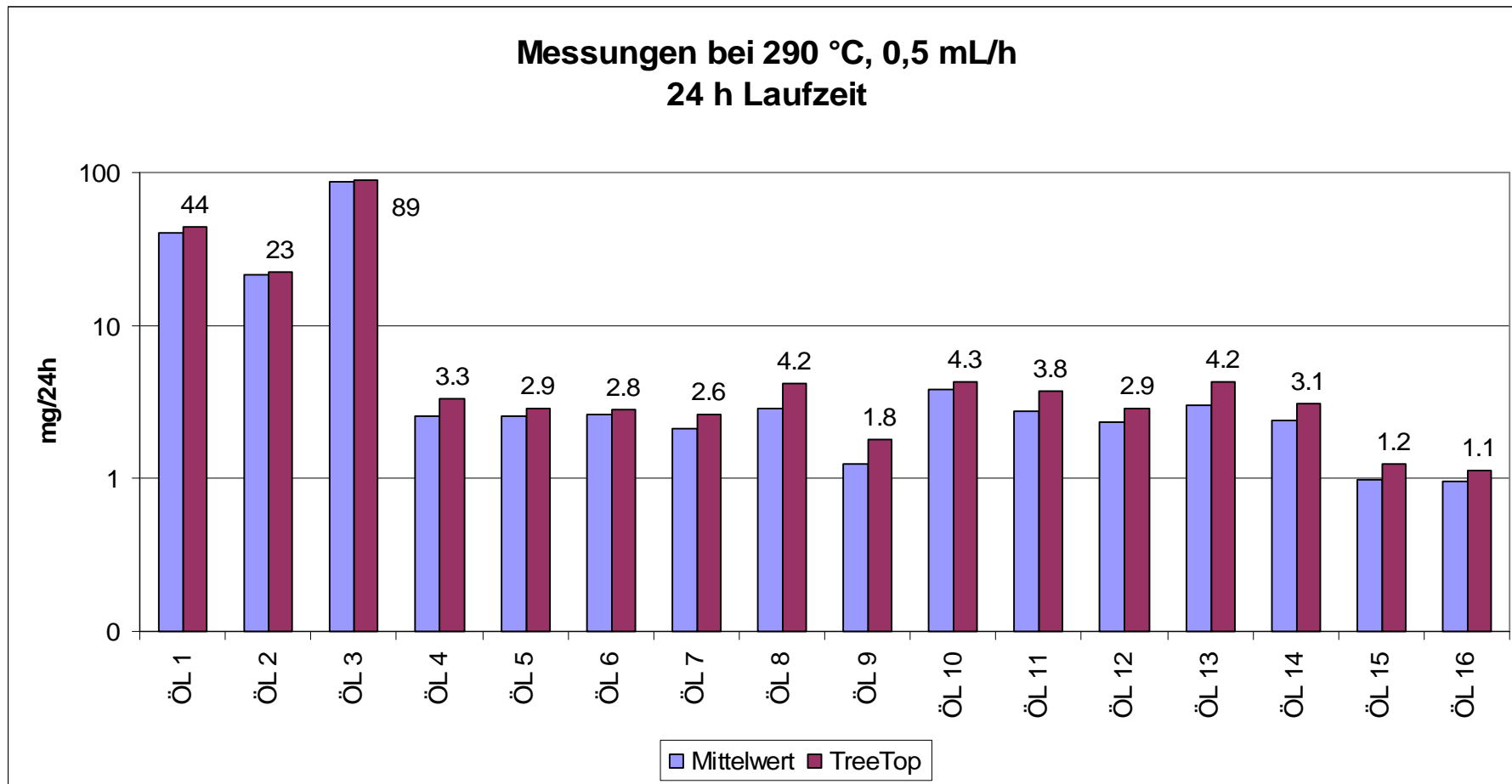
Mit dem Hot Tube Tester (HTT) kann die Alterungsbeständigkeit einer Substanz unter kurzzeitig erhöhter Temperatur bestimmt werden.

Die Prüfsubstanz wird dabei durch ein in einem Heizofen befindlichen Glasrohr unter Gegenwart von Luft gepumpt. Die Prüfsubstanz wird nur eine kurze Zeit (ca. 0,5 Sekunden) der Prüftemperatur ausgesetzt. Die dabei eintretende Zersetzung kann anhand der Ablagerung im Glasrohr sowie der Veränderung des aufgefangenen Oeles bestimmt werden (Viskosität, Säurezahl, IR, TGA usw.).

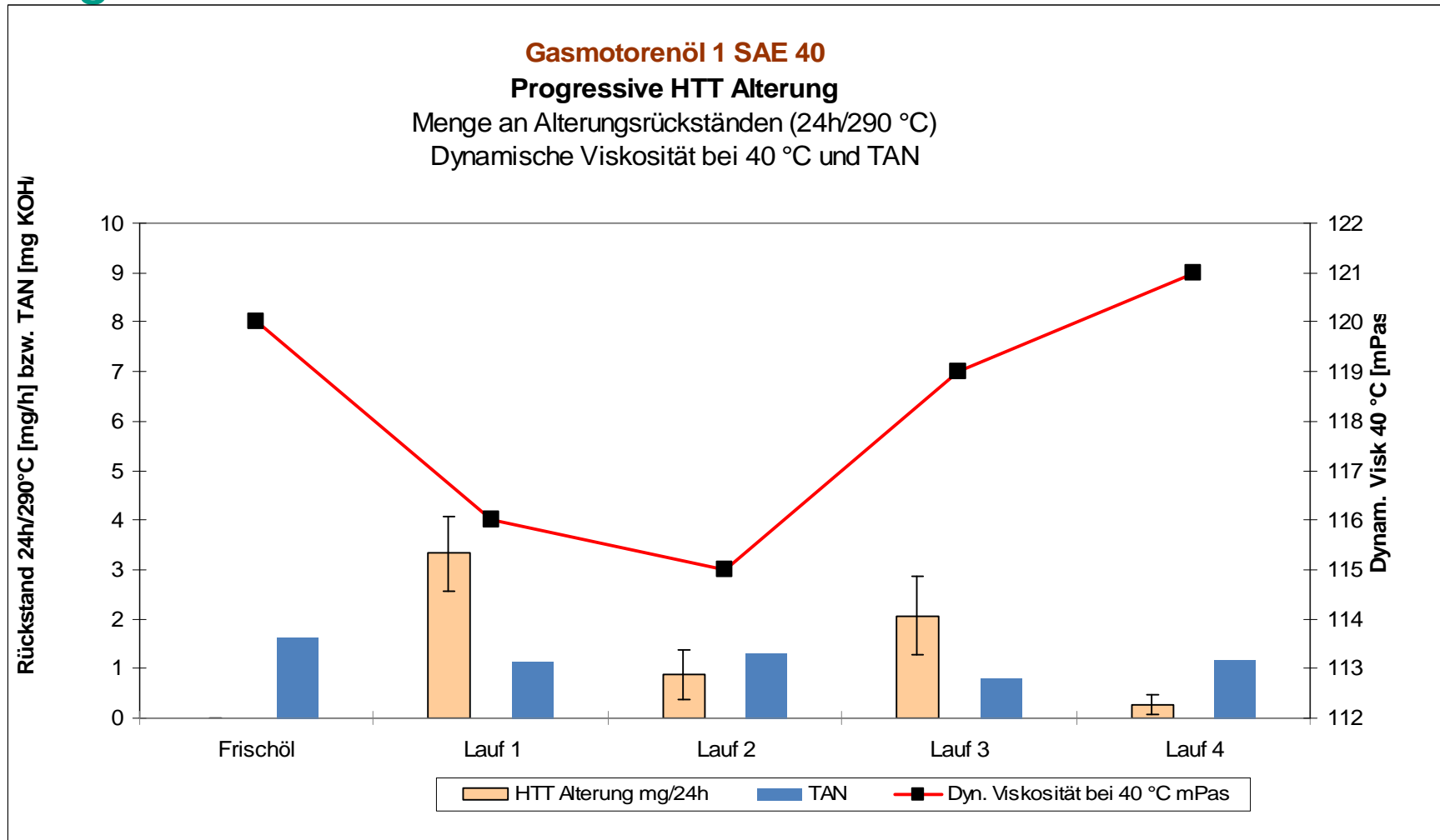


Parameter	Einstellung
Prüfmethode	<i>Alterung nach Lebert im modifizierten Hot Tube Tester (Komatsu) Intertek SOP 604</i>
Temperaturen	290 °C Ofen zusätzlich isoliert
Laufzeit	<i>Verschiedene Intervalle</i>
Ölzufuhr	<i>0.5 mL/h (8,34 µL/min)</i>
Luftzufuhr	<i>Luft, 10 mL/min</i>
Alterungsrohr	Glasrohr ohne eingeschmolzene Kapillare (LLT3)
Auswertung	<i>Gravimetrisch nach Reinigung mit Hexan</i>

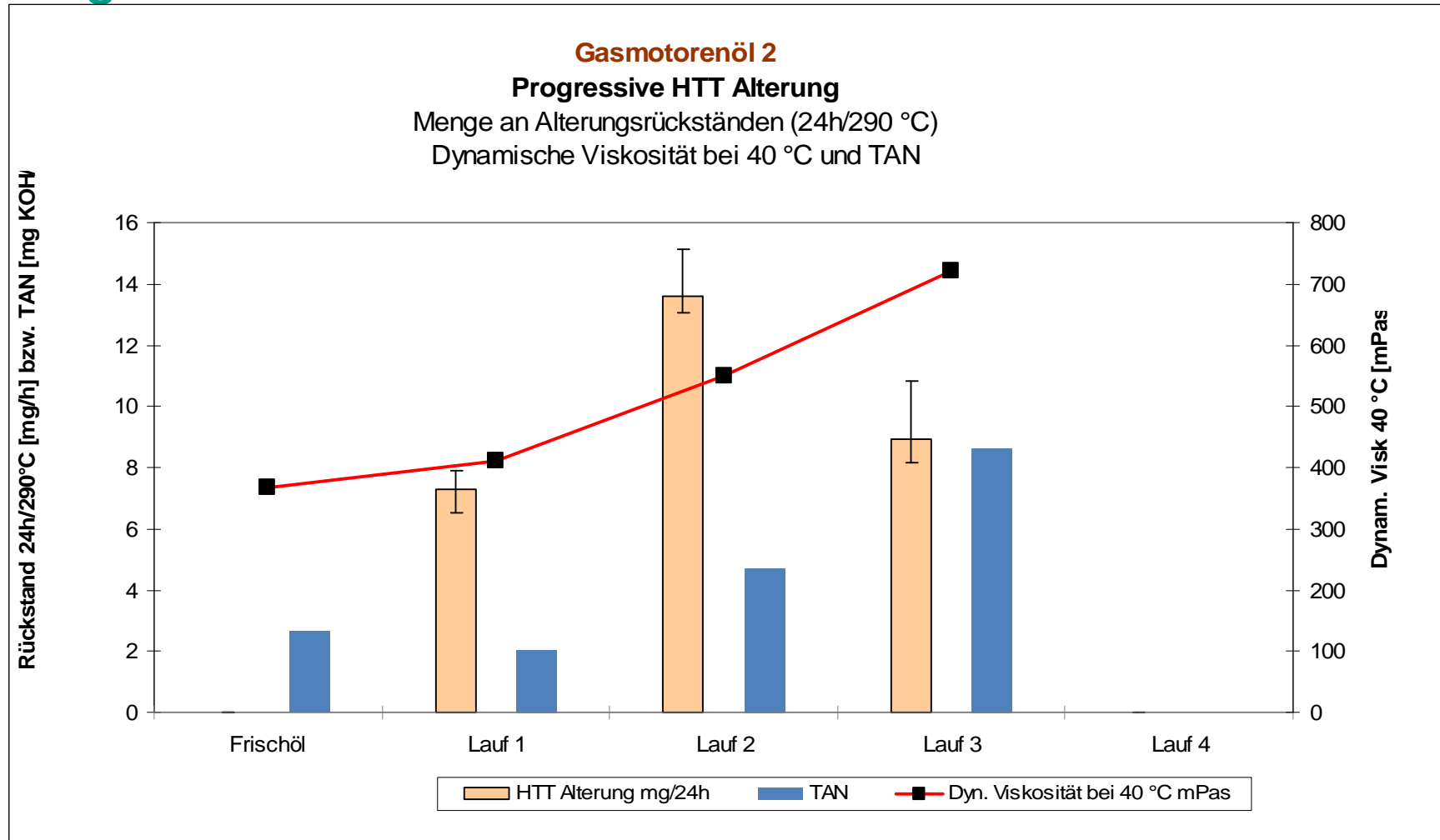
Länge der Wechselintervalle



Länge der Wechselintervalle



Länge der Wechselintervalle



Verlängerung der Motorlebensdauer

- Regelmässige Ölanalyse zur Bestimmung des Wechselintervalles
- Richtige Auswahl des Schmieröles (je nach Motortyp und Brennstoff)
- Gasqualität (Einsetzen einer Gasreinigung bei Klär- und Biogasanlagen)
- Fachgerechte Wartung des BHKW

- **Fazit: Verlängerung der Ölstandszeit = Verlängerung der Motorlebensdauer**

Verlängerung der Motorlebensdauer



Bild eines Motors im Klärgasbetrieb mit erhöhter Belastung an Siloxanen.

Die Siliziumorganischen Verbindungen (Siloxane) im Faulgas werden durch den Verbrennungsprozess zu Siliziumdioxid (SiO_2) oxidiert, wodurch erheblicher mechanischer Verschleiss an den Gasmotoren entstehen kann.

Verlängerung der Motorlebensdauer



Bild eines Kolben im Klärgasbetrieb. Durch erhöhte Siliziumbelastung Extremverschleiss am Feuersteg.

-Verkürzung der Motorlebensdauer

Verlängerung der Motorlebensdauer



Siliziumablagerungen am Zylinderkopfboden.
Siliziumdioxid ist sehr hart (Sandartig) und wirkt
abtrassiv.



-Verringerte Lebensdauer der A-Ventile

-Durch abplatzen von Ablagerungen können an
Turbolader und Ventilen Schäden entstehen

Verlängerung der Motorlebensdauer



Durch die Reinigung des Gases:

- Erhöhung der Wartungsintervalle
- Reduktion der Wartungskosten
- Verlängerung der Lebensdauer

Kostenvergleich Schmierölverbrauch

1	2	3	4	5	6	7	11	12
Leistung:	Jahreslaufzeit:	Produzierte Leistung kW	Verbrauch gr/ kWm	Verbrauch kg/ Laufzeit	Kosten/kg in Fr.	Kosten Lz Jahr in Fr.	Frischölfüllmenge lt.	Gesamtkosten/Jahr
1554	6500	10'101'000	0.195	1970	5.20	10'242	1020.5	15'549
1554	6500	10'101'000	0.285	2879	5.20	14'970	1020.5	20'276
1554	6500	10'101'000	0.315	3182	5.20	16'545	1020.5	21'852
1554	6500	10'101'000	0.350	3535	5.20	18'384	1020.5	23'690
1554	6500	10'101'000	0.400	4040	5.20	21'010	1020.5	26'317
1554	6500	10'101'000	0.475	4798	5.20	24'949	1020.5	30'256

1554 6500 10101000 → 0.012 → Wartungskosten → 121'212 13% → 25%

1. Abgegebene mechanische Motorleistung in kW
2. Jahreslaufzeit in Stunden
3. Produzierte mechanische Jahres -Leistung
4. Schmierölverbrauch in Gramm pro kWm
5. Schmierölverbrauch auf Jahreslaufzeit
6. mittlerer Schmierölpreis
7. Schmierölkosten auf Jahreslaufzeit für Verbrauch
11. Gebrauchte Frischölmenge für Neubefüllung (Wartung auf Jahreslaufzeit)
12. Gesamtkosten Schmieröl für Verbrauch und Neubefüllung

Der Schmierölkostenanteil zu den Wartungskosten liegt zwischen 13 und 25%.

Kostenvergleich Schmierölverbrauch

1 Leistung:	2 Jahres- laufzeit:	3 Produzierte Leistung kW	4 Verbrauch gr/ kWm	5 Verbrauch kg/ Laufzeit	6 Kosten/kg in Fr.	7 Kosten Lz Jahr in Fr.	11 Frischöl- füllmenge lt.	12 Gesamt- kosten/Jahr
294	6500	1'911'000	0.205	392	5.20	2'037	877.5	6'600
294	6500	1'911'000	0.280	535	5.20	2'782	877.5	7'345
294	6500	1'911'000	0.350	669	5.20	3'478	877.5	8'041
294	6500	1'911'000	0.400	764	5.20	3'975	877.5	8'538
294	6500	1'911'000	0.475	908	5.20	4'720	877.5	9'283

294	6500	1'911'000	→0.021	→Wartungskosten	→	40'131	16%	↑ 23%
-----	------	-----------	--------	-----------------	---	--------	-----	-------

1. Abgegebene mechanische Motorleistung in kW
2. Jahreslaufzeit in Stunden
3. Produzierte mechanische Jahres -Leistung
4. Schmierölverbrauch in Gramm pro kWm
5. Schmierölverbrauch auf Jahreslaufzeit
6. mittlerer Schmierölpreis
7. Schmierölkosten auf Jahreslaufzeit für Verbrauch
11. Gebrauchte Frischölmenge für Neubefüllung (Wartung auf Jahreslaufzeit)
12. Gesamtkosten Schmieröl für Verbrauch und Neubefüllung

Der Schmierölkostenanteil zu den Wartungskosten liegt zwischen 16 und 23%.

DANKE
für Ihr
Aufmerksamkeit