

Rund um die Wartung von technischen Anlagen

Wartung ist ein Teilaspekt der präventiven Instandhaltung nach DIN EN 13306:2001-09.

Grundlagen der Instandhaltung sind in der DIN 31051 definiert, die Gasanlagen-Instandhaltung beschreibt das DVGW Regelwerk im Arbeitsblatt G 495:

Die Wartung ist die umfassende Durchsicht der Gasanlagen oder ihrer Bauelemente und Baugruppen. Dabei sind die Maßnahmen zur Durchsicht und ggf. gerätetechnische Eingriffe so umfassend festzulegen und durchzuführen, dass nach Betriebserfahrungen und den Angaben der Hersteller bis zur nächsten Wartung durch Abnutzung und sonstige Beeinträchtigungen keine Störungen der Funktionsfähigkeit zu erwarten sind. Die Wartung beinhaltet auch die Sichtkontrolle, die Inspektion und die Funktionsprüfung.

Wartungsverträge

Für unterschiedliche Anlagentypen oder Bedürfnisse der Eigentümer von Anlagen werden verschiedene Wartungsvertragstypen angeboten. Von der Einzelbeauftragung über Teilwartungsverträge bis hin zu Vollwartungsverträgen.

Welcher Wartungsvertragstyp der richtige ist, hängt von verschiedenen Faktoren ab, die der Eigentümer einer Anlage mit dem anbietenden Wartungsunternehmen gemeinsam erarbeiten sollte. Risikobereitschaft und der Einsatz von vorhandenem Betriebspersonal spielen dabei eine große Rolle.

Die Inhalte eines Wartungsvertrages sollten klar definiert werden, damit bei evtl. auftretenden Unstimmigkeiten so wenig wie möglich Interpretationsmöglichkeiten gegeben sind.

Deponiegasanlagen brauchen Wartung

Die Betriebsanleitungen der Anlagenhersteller enthalten Vorschriften (Regelwartungspläne) zur Wartung in Abhängigkeit von Betriebsbedingungen und Betriebsdauer (siehe Tabellen 1 und 2). Diese Wartungsvorschriften sind Bestandteil eines ordnungsgemäßen Betriebes der Anlagen, ihre Nichteinhaltung kann zur Folge haben, dass der Betrieb gestört, die Zuverlässigkeit und Lebensdauer vermindert werden.

Die für den Betreiber sicherste Erfüllung der Wartungsvorschriften ergibt sich aus der Beauftragung eines Service-Partners mit der fachmännischen Durchführung aller Wartungsarbeiten. Die Service-Partner kennen die Produkte am besten; ihre Mitarbeiter sind geschult und verfügen über die benötigten Ersatzteile, die erforderliche Dokumentation sowie die richtigen Werkzeuge.

Für den Endkunden empfiehlt sich ein sorgfältiger und lückenloser Nachweis durchgeführter Wartungsarbeiten, einschließlich der dabei gewechselten Schmierstoffe und der getauschten Teile, z. B. durch Eintrag in die mitgelieferte Betriebsanleitung (Betriebstagebuch) und durch Aufbewahren zugehöriger Belege. Solche Nachweise sind auch Voraussetzung für die Anerkennung eines etwaigen Gewährleistungsanspruches.

Wartungs- und Verschleißteile fallen nicht unter die Gewährleistung für eine Anlage. Vorgeschriebene Wartungsarbeiten, die nicht regelmäßig oder nicht rechtzeitig sowie mangelhaft oder nicht von autorisierten Service-Partnern durchgeführt wurden, können zum Verlust eines Gewährleistungsanspruches und/oder zu erheblichen Schäden an der Anlage führen.

Bei der BHKW- Technik sind die von den Motorenherstellern ausgegebenen „Regelwartungspläne“ Mindestanforderungen, die von den Betriebsbedingungen abhängig und keine zugesicherten Standzeiten für Verschleiß- und Ersatzteile sind.

Durch die im Deponiegas enthaltenen Stoffe wird sich, je nach Zusammensetzung für die gasberührten Bauteile, eine entsprechende Bauteilstandzeit einstellen. Daher muss ggf. abweichend vom Regelwartungsplan der Motoren eine ereignisorientierte Instandhaltung durchgeführt werden. Die Fälligkeit einer Instandhaltungsmaßnahme wird durch das Verschleißverhalten des Motors bestimmt.

Als Verschleißindikatoren dienen u. a.:

objektive Faktoren:

- Messergebnisse des Motors
- Messergebnisse der Schmieröle

subjektive Faktoren:

- optischer Eindruck
- Laufgeräusche/Verhalten

Diese Indikatoren werden zusätzlich zur Regelwartung im Rahmen von außerplanmäßigen Inspektionen erfasst, protokolliert und ausgewertet.

Um eine Veränderung der Brenngaswerte und damit verbunden eine Veränderung des Verschleißverhaltens zu erkennen, müssen die Inhaltsstoffe des Brenngases ebenfalls erfasst, protokolliert und ausgewertet werden.

Deponiegasmotoren brauchen Treibstoff

Für diese Definition haben die Motorenhersteller Mindestbrenngaswerte (Zielwerte) für Deponiegasmotoren festgelegt (siehe Tabelle 3).

Das bedeutet nicht, dass Deponiegasmotoren ausschließlich innerhalb dieser Grenzwerte betrieben werden können, sondern dass die Motorenhersteller lediglich zur Gewährleistung verpflichtet sind, wenn die Mindestbrenngaswerte eingehalten werden.

Falls eine Sicherstellung der Einhaltung dieser Grenzwerte wie z. B. durch Installation einer Gasreinigungsanlage, nicht wirtschaftlich ist, können Deponiegasmotoren in Verantwortung des Eigentümers dennoch betrieben werden.

Um das Risiko eines Motorschadens so gering wie möglich zu halten, sollte der Motor mit erhöhtem Wartungs- und Kontrollaufwand betrieben werden. Einige Motorenhersteller geben bei dieser Betriebsweise sogar eingeschränkt Gewährleistung!

Deponiegasmotoren brauchen Öl

Entsprechend der Anforderungen an den Schmierstoff (siehe Tabelle 5) in einem Gasmotor wird deutlich, dass ein Schmierstoff nicht allein aufgrund seines Preises ausgewählt werden kann.

Oft werden erst nach mehreren 1.000 Bh die Auswirkungen einer Fehlentscheidung bei der Auswahl des Schmieröles im Motor sichtbar.

Ein wirtschaftliches Betreiben der Aggregate wird nur durch den Einsatz eines hochwertigen und entsprechend der Betriebsbedingungen ausgewählten Schmierstoffes erreicht.

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass es keine schlechten Schmierstoffe gibt, aber nicht alle Schmierstoffe sind für jeden Anwendungsfall geeignet.

Der Motorenhersteller legt fest, welche Schmierstoffe grundsätzlich anwendbar sind und erstellt eine entsprechende Freigabeliste. Nur diese Schmierstoffe dürfen zum Einsatz kommen.

Zur Beurteilung der Schmierölanalysen sind die entsprechenden Grenzwerte des Motorenherstellers zu beachten (siehe Tabelle 4).

Die Angaben und Empfehlungen der Schmierstoffhersteller sind entsprechend der Schmierstoffvorschriften der Motorenhersteller zu prüfen.

Eine regelmäßige Gebrauchtlölüberprüfung ist daher zwingend erforderlich, um die Betriebsbedingungen, den Motor- und den Schmierstoffzustand zu überwachen und die Ölwechselintervalle festzulegen.

Ziel muss es sein, eine Schmierölstandzeit zu erreichen, die günstig im Verhältnis zum allgemeinen Wartungsintervall steht.

Im Sondergasbetrieb (z. B. Deponiegas) lässt sich im Voraus keine allgemein gültige Aussage zur Schmierölstandzeit treffen. Für jede Anlage wird sich daher eine den Betriebsbedingungen entsprechende Schmierölstandzeit ergeben.

Die Schmierölstandzeit ist stark abhängig von der Gasqualität, der Schmierölqualität und der mittleren Motorbelastung. Die Ölwechselintervalle sind daher unmittelbar nach Inbetriebnahme durch eine Gebrauchtlöl-Analysenreihe zu ermitteln:

Zur Ölprobenanalyse werden folgende Angaben benötigt:

- Motortyp, Motornummer
- Ölhersteller, Ölsorte
- Fülldatum
- Tag der Ölprobenentnahme
- Laufzeit der Ölfüllung
- Laufzeit des Aggregates
- Ölverbrauch des Motors
- Anlagenname
- Besonderheiten des Betriebes

Änderungen der Gaszusammensetzung werden sich entsprechend auf die Schmierölstandzeit auswirken. Nach Optimierungsarbeiten und Erweiterung der Gasfassung, welche zu einer wesentlichen Änderung der Gasqualität führen können, sind sämtliche Daten aufzunehmen, auszuwerten und die Schmierölwechselintervalle neu festzulegen.

Das Schmieröl ist nach den durch die Analysenreihe ermittelten Betriebszeiten zu wechseln.

Die Schmierölmenge ist regelmäßig zu kontrollieren und zu ergänzen.

Um einen bevorstehenden Schaden rechtzeitig zu vermeiden und eine optimale Ölstandszeit zu erreichen, sind Ölanalysen erforderlich.

Über den mechanischen Zustand des Motors geben die analytisch festgestellten Verschleißmetalle Auskunft.

Die Beurteilung der Ergebnisse erfolgt im Vergleich zu den Frischölproben des untersuchten Gasmotorenöles und den vorhergegangenen Untersuchungen. Auch ist es notwendig, nicht nur das Ergebnis eines Testes, sondern alle vorhandenen Testergebnisse zur Beurteilung heranzuziehen.

Bei Deponie- und Klärgasanlagen ist fremd eingetragenes Silizium im Öl in erster Linie auf Siliziumverbindungen im Brenngas zurückzuführen.

Um zu ergründen, ob das im Schmieröl festgestellte Silizium im jeweiligen Einzelfall an den Schmierstellen abrasiven Verschleiß verursacht, sind die begleitenden Verschleißmetalle sorgfältig zu beachten. Hier gilt allerdings, dass erhöhte Verschleißmetalle nicht nur auf Siliziumfrachten im Brenngas zurückzuführen sind, sondern dass auch andere Ursachen für übermäßigen Motorinnenverschleiß verantwortlich sein können (z. B. Versäuerung oder Alterung des Öles durch zu lange Einsatzzeit). Da erhöhter Siliziumgehalt im Motoröl auf verstärkten Ventilverschleiß schließen lässt, muss vermehrt auf korrekte Ventilspieleinstellung geachtet werden.

Erhöhter Siliziumgehalt im Brenngas kann neben der Förderung von verstärktem Verschleiß auch zu vermehrten Ablagerungen im Brennraum und somit zu Schäden an Triebwerken führen. Daher ist eine regelmäßige Kontrolle des Brennraumes durch Endoskopie empfehlenswert.

Erhöhter Verschleiß des Turboladers und die Standzeiten der Zündkerzen sind ebenfalls abhängig vom Siliziumgehalt im Brenngas.

Fazit:

Ob die notwendigen Wartungstätigkeiten im Rahmen von Einzelbeauftragungen, Teilwartungsverträgen oder Vollwartungsverträgen ausgeführt werden, ist eine reine wirtschaftliche Betrachtung des Eigentümers.

Der Erfolg eines Betriebes ist jedoch nicht nur von der fachlichen Kompetenz der Wartung abhängt, sondern insbesondere von der Identifizierung des Betriebsführungspersonals mit der Gesamtanlage von der Gasfassung bis hin zur Gasnutzung.

Ein Betrieb von Deponiegasanlagen, speziell Deponiegasmotoren, auch außerhalb der Brenngasgrenzwerte, ist mit erhöhtem Wartungsaufwand nicht nur möglich, sondern durchaus eine wirtschaftliche Alternative oder auch Ergänzung zu einer vorgeschalteten Rohgasreinigung.

Eine sorgfältig durchgeführte Dokumentation der Wartungstätigkeiten ist Grundbedingung zur Aufrechterhaltung von Gewährleistungsansprüchen, notwendig für eine Nachweispflicht bei Schäden und hilfreich bei der Erstellung einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Gesamtanlage.

Anschrift des Verfassers:

Wolfgang Göbel

Göbel Energie- und Umwelttechnik

GmbH & Co. KG

Fehmarnstrasse 22

D-24782 Büdelsdorf

Telefon: 04331-20100-0

Fax: 04331-20100-29

eMail: goebel@goebel-technik.de

www.goebel-technik.de

Tabelle 1

Beispiel eines Wartungsplanes für Deponieentgasungsanlagen

Kondensatschacht

<u>Tätigkeiten</u>	<u>Intervall</u>
Überprüfung des Bauwerks auf Risse und Undichtigkeit	vierteljährlich
Kondensatabscheider äußerlich auf Verschmutzung und Korrosion prüfen	vierteljährlich
Wasservorlage überprüfen	vierteljährlich
Kondensatpumpe und Kondensatniveauüberwachung auf Funktion prüfen	vierteljährlich
Befestigung der Gitterroste prüfen	jährlich
Sämtliche Flansch- und Schraubverbindungen auf festen Sitz und Dichtigkeit überprüfen	jährlich

Gasanalysessystem

<u>Tätigkeiten</u>	<u>Intervall</u>
Analysatoren gemäß Herstellerangaben überprüfen und kalibrieren, Alarmgrenzwerte überprüfen und dokumentieren, Messdaten für Nullpunkt und Empfindlichkeit dokumentieren	vierteljährlich
Messgasströme zu den Analysatoren überprüfen und dokumentieren, Durchflussalarmabschaltung überprüfen und dokumentieren	vierteljährlich vierteljährlich
Nadelventile auf Funktion prüfen	vierteljährlich
Feinfilter auf Sauberkeit prüfen, ggf. erneuern, Zustand dokumentieren	vierteljährlich
Feuchtefühler auf Funktion prüfen	vierteljährlich
Messgaspumpen auf Funktion prüfen	vierteljährlich
Magnetventile auf Funktion prüfen	vierteljährlich
Messgasleitungen und deren Begleitheizungen sowie die Isolierung überprüfen	vierteljährlich

Gaswarnanlage/Raumluftüberwachung

<u>Tätigkeiten</u>	<u>Intervall</u>
Gaswarnsonden und Steuereinheiten gemäß Herstellerangaben überprüfen und kalibrieren, Messwerte für Nullpunkt und Empfindlichkeit dokumentieren	vierteljährlich
Alarmgrenzwerte überprüfen und dokumentieren Störabschaltungen überprüfen	vierteljährlich
Ansteuerung Maschinenraumlüfter überprüfen	vierteljährlich

Gasfördereinrichtung

<u>Tätigkeiten</u>	<u>Intervall</u>
Sämtliche Flansch- und Schraubverbindungen auf festen Sitz und Dichtigkeit überprüfen	jährlich
Schnellschlussventile auf Funktion prüfen, Schmutzsieb überprüfen, ggf. reinigen,	vierteljährlich
Sämtliche Absperrklappen und deren elektrischen bzw. pneumatische Antriebe auf Funktion und Gängigkeit prüfen	vierteljährlich
Sämtliche Regelventile auf Funktion prüfen, Antriebe überprüfen	vierteljährlich
Sämtliche Druckknopfhähne und Kugelhähne auf Funktion prüfen	vierteljährlich
Druckschalter auf Funktion prüfen, Einstellwerte überprüfen	vierteljährlich
Thermo- und Manometer auf Funktion prüfen	vierteljährlich
Drehkolbengebläse auf Laufruhe kontrollieren, Schmieröl wechseln, Keilriemen prüfen	vierteljährlich
Maschinenraumlüfter auf Funktion prüfen	vierteljährlich
Durchflusssonden auf Sauberkeit prüfen, Signalstrom des Transmitters und Anzeige überprüfen	vierteljährlich
Gasvorfilter überprüfen, ggf. Filtereinsatz erneuern	vierteljährlich
Axialkompensatoren auf Beschädigung und Versatz prüfen	vierteljährlich
Flammendurchschlagsicherungen auf Verschmutzung und Zustand prüfen, ggf. reinigen	jährlich
Maschinenraumheizung auf Funktion prüfen	vierteljährlich

Fackelanlage

<u>Tätigkeiten</u>	<u>Intervall</u>
Sämtliche Flansch- und Schraubverbindungen auf festen Sitz und Dichtigkeit überprüfen	jährlich
Zündelectroden mit Electrodenstecker auf Funktion und festen Sitz überprüfen,	vierteljährlich
Deponiegasbrenner auf Funktion und Abbrand prüfen	vierteljährlich
Flammendurchschlagsicherungen auf Verschmutzung und Zustand prüfen, ggf. reinigen	jährlich
Thermoelement auf festen Sitz und Funktion prüfen	vierteljährlich
UV-Sonde auf festen Sitz und Verschmutzung überprüfen, UV-Sondenstrom messen und dokumentieren	vierteljährlich
Keramikisolierung auf Setzungen und Beschädigungen prüfen	vierteljährlich
Zuluftklappen mit Stellmotoren auf Verschmutzung und Gängigkeit überprüfen	vierteljährlich
Sichtprüfung der Blitzschutzeinrichtung	vierteljährlich

Elektroschaltanlage

<u>Tätigkeiten</u>	<u>Intervall</u>
Alle elektrischen Bauelemente (Schütze, Relais, elektronische Bauelemente) auf Beschädigung und Korrosion prüfen	vierteljährlich
Ist- und Sollwerte überprüfen	vierteljährlich
Anzeigegeräte und Signalübertragungen überprüfen	vierteljährlich
Akustische und optische Signalisierungseinrichtungen überprüfen	vierteljährlich
Steuerungsabläufe und Not-Aus-Ketten auf Funktion prüfen	vierteljährlich
Gasfeuerungsautomat auf Funktion prüfen	vierteljährlich
Schaltpläne auf Vollständigkeit prüfen	vierteljährlich
Schaltschrankheizung und Schaltschranklüfter sowie Thermostateinstellungen prüfen	vierteljährlich
Prozessleit- und Telenotsystem überprüfen	vierteljährlich

Tabelle 2

Beispiel eines Regelwartungsplanes (abhängig vom Motorenhersteller)

Betriebsstunden (Bh)	Instandhaltungsstufe	Auszug aus durchzuführenden Tätigkeiten
täglich	Sichtkontrolle	<ul style="list-style-type: none"> - Kontrollgang/Sichtprüfung - Erfassen von Betriebsdaten
1.000 Bh	Inspektion	<ul style="list-style-type: none"> - Ventilspielkontrolle - Zündkerzenkontrolle/Zündanlage - Schmieröl/Schmierölfilterwechsel (erheblich kürzere Intervalle gemäß Auswertung der Gebrauchtoleanalysen)
3.000 Bh	erweiterte Inspektion/ kleine Wartung	wie 1.000 Bh, zusätzlich: <ul style="list-style-type: none"> - Kurbelgehäuse/-druck prüfen - Einstellungen prüfen
10.000 Bh	Zwischenüberholung/ große Wartung	wie 3.000 Bh, zusätzlich: <ul style="list-style-type: none"> - Anlasser prüfen - Gasmischer überprüfen und reinigen - Abgasturbolader prüfen und reinigen - Zylinderköpfe ersetzen - Verbrennungsräume reinigen - Zylinderbuchsen prüfen
20.000 Bh	erweiterte Zwischen- überholung/ kleine Revision	wie 10.000 Bh, zusätzlich: <ul style="list-style-type: none"> - Kühler reinigen - Ventiltrieb prüfen - Kolben prüfen - Pleuellager prüfen/ersetzen - Schadstoffmessung
40.000 Bh	Grundüberholung/ große Revision	wie 20.000 Bh, zusätzlich <ul style="list-style-type: none"> - Kurbelwelle vermessen - Hauptlager ersetzen - Nockenwelle prüfen - Schmierölpumpe ersetzen - komplette Revision gemäß Hersteller- anweisung

Tabelle 3

**Beispiel für Mindestbrenngaswerte für Gasmotoren
(abhängig vom Motorenhersteller):**

				Messverfahren
Heizwert (unterer Heizwert) H_u :		=	4 kWh/m ³ _n ± 10 %	---
Methangehalt (für niedrigere Werte ist Werksanfrage notwendig)	CH ₄	>	40 Vol. %	DIN 51872-04-A
Schwefelgehalt (gesamt):	S	<	2,2 g/m ³ _n CH ₄	Wickbold/IC
oder H ₂ S-Gehalt:	H ₂ S	<	0,15 Vol. %	Wickbold/IC
Chlorgehalt (gesamt):	Cl	<	100 mg/m ³ _n CH ₄	Wickbold/IC
Fluorgehalt (gesamt):	F	<	50 mg/m ³ _n CH ₄	Wickbold/IC
Summe Chlor und Fluor:	(Cl + F)	<	100 mg/m ³ _n CH ₄	Wickbold/IC
Silizium, Si:		<	10 mg/m ³ _n CH ₄	i.A. VDI 3865, Blatt4
Feuchte (relative):		<	80 % bei tiefster Ansauglufttemperatur, d. h. keine Kondensation im Ansaugrohr und der Gasregelstrecke	---
Druck (Eintritt in Gasregelstrecke):		=	20 - 100 mbar	---
Gasdruckschwankungen:		<	± 10 % des Einstellwertes	---
Gastemperatur:		<	50 °C	---
		>	10 °C	---

Tabelle 4

Beispiel für Schmierölgrenzwerte

Motorenhersteller geben Schmierölgrenzwerte für den Betrieb der Motoren an, von denen die Grenzwerte der Schmieröllieferanten abweichen können.

Schmieröl-Analysegrenzwerte (je nach Motorenhersteller)	
Viskosität bei 100 °C	min. 12 mm ² /sec (cSt)/SAE 40
	max. < 20 % über Neuwert max. 18 mm ² /sec
Wassergehalt	max. 0,2 %
Flammpunkt	min. 180 °C
Gesamtbasenzahl mind. (TBN)	50 % vom Frischöl min. 2,0 mgKOH/g
TAN	≤ der gleichzeitigen TBN 0 mgKOH/g
IpH	≥ 4,0 *
Oxyd 5,8 µm	20 A/cm
Nitr. 6,1 µm	20 A/cm
Verschleißmetalle:	
Aluminium	max. 15 mg/kg
Chrom	max. 5 mg/kg
Kupfer	max. 15 mg/kg
Eisen	max. 20 mg/kg
Blei	max. 20 mg/kg
Zinn	max. 8 mg/kg
Silizium	max. 15 mg/kg aus Staub **

* Besonders wichtig bei Bio- und Deponiegasen, bei denen nicht auszuschließen ist, dass sie auch schon im unverbrannten Zustand Säuren enthalten.

** Bei Klär- und Deponiegasanlagen kann die Belastung auch durch Siloxane hervorgerufen werden. Die Verschleißelemente müssen sorgfältig beobachtet werden.

Tabelle 5

Einflussfaktoren auf den Ölzustand

