

Die Nadel im Heuhaufen finden.



Technische Sauberkeit:

Die INNIO Group analysiert mit ZEISS Lösung chemische Zusammensetzung von Restschmutzpartikeln.



Seeing beyond

Technische Sauberkeit:

Die INNIO Group analysiert mit ZEISS Lösung chemische Zusammensetzung von Restschmutzpartikeln.

Die **INNIO Group** ist ein Unternehmen mit Sitz in Jenbach (Österreich), das innovative Systeme für die Energieerzeugung und Verdichtung entwickelt und herstellt. Da die Großmotoren des Unternehmens immer leistungsfähiger und die einzelnen Bauteile zunehmend höheren Belastungen ausgesetzt sind, führte die INNIO Group in Jenbach bereits vor 10 Jahren Standards zur Technischen Sauberkeit ein. Zur Bestimmung der Herkunft kritischer Restschmutz-Partikel kommt seit 2015 das Elektronenrastermikroskop ZEISS EVO zum Einsatz.

Christian Troger ist Operation Quality Leader, bei INNIO in Jenbach.



„Selbst ein winzig kleiner metallischer Schmutzpartikel kann in unseren leistungsstarken Motoren erhebliche Schäden verursachen“, betont Christian Troger, Operation Quality Leader, bei INNIO in Jenbach.

Würden sich beispielsweise Metallpartikel von der Größe eines Sandkorns im Pleuellager befinden, wäre dadurch die Gefahr gegeben, dass der Ölfilm im Lager abreißt. Ohne ausreichende Schmierung erhöht sich die Reibung zwischen Kurbelwelle und Pleuellager, was zu schwerwiegenden Schäden führen kann. Eine Schadensbehebung wäre bei einem Motor, der wie dem Jenbacher J920 ca. 91 Tonnen wiegt und bei dem die Kurbelwelle fast 7 Meter lang und 8,5 Tonnen schwer ist, entsprechend aufwändig und kostspielig. Nicht zu vergessen, dass sich die Auslieferung des Motors an den Kunden deutlich verzögern würde. Je höher dabei die Leistungsdichte der Motoren, desto wichtiger wird die Technische Sauberkeit.

Vorreiter in der Branche

Mit den Motoren bietet Jenbacher Generatoren-Sets sowie Kraft-Wärme- und Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungsanlagen im Leistungsbereich von 250 KW bis 10,4 MW. Diese können mit einer Vielzahl an Energieträgern wie Deponiegas, Klärgas,

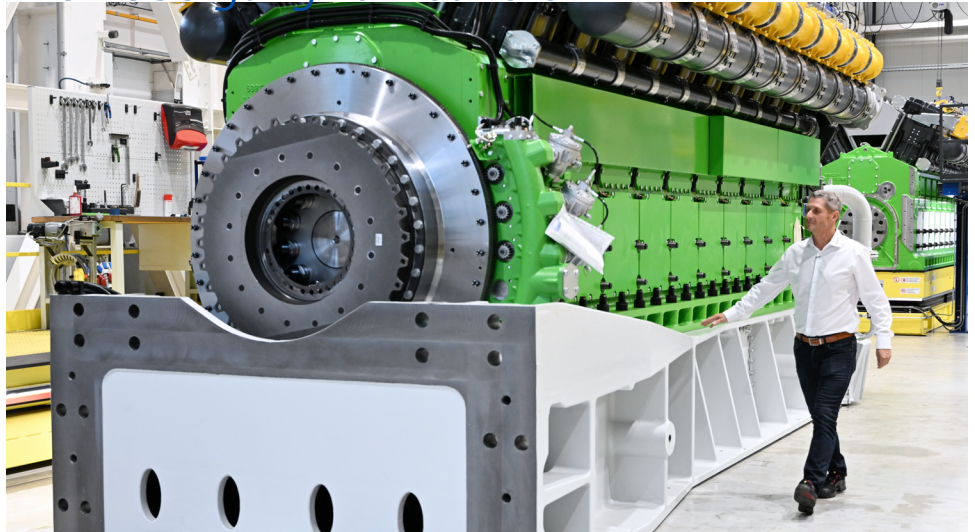
Biomethan oder Wasserstoff betrieben werden und ebnen Kunden damit den Weg für ihren Übergang zu Net Zero. Mehr als 25.000 Jenbacher Motoren wurden bislang in rund 100 Länder geliefert. Bei der Leistungsfähigkeit und in puncto Zuverlässigkeit der Jenbacher Motoren setzt die INNIO Group branchenweit Maßstäbe. Und die Entwicklung geht weiter – mit deutlichen Auswirkungen auf die Bauteile der Jenbacher Motoren. Die Steigerung der mechanischen Wirkungsgrade auf deutlich über 50 Prozent sowie die Treibstoffflexibilität in Bezug auf Methanzahl, Wasserstoffanteil und Biogase sorgt für steigende Spitzendrücke und Lagerlasten sowie eine höhere thermische Belastung der Motoren. Dies macht u. a. den Einsatz härterer Lager und deutlich engerer Toleranzen notwendig. Eine Entwicklung, die das Risiko für einen Ölfilmabrieb durch ein kritisches Partikel erhöht.

„Technische Sauberkeit ist in unserer Produktion von hoher Bedeutung, deshalb testen wir auf dem ZEISS EVO Mat 25, damit können wir die technischen Vorgaben zu 100% erfüllen. Und unsere Motoren können langlebig laufen, bei höchster Qualität.“



Martin Mühlbacher, Vice President Operations & Standortleiter.

» Jenbacher Motoren (...) ebnen Kunden den Weg für ihren Übergang zu Net Zero.



Mehr als 25.000 Jenbacher Motoren wurden bislang in rund 100 Länder geliefert.

Für Troger steht damit außer Frage: „Mit der stetigen Weiterentwicklung unserer Motoren steigt auch die Bedeutung der Technischen Sauberkeit.“ Eine Erkenntnis, die die INNIO Group deutlich früher als viele andere Firmen gewann. Doch die Branche scheint aufgewacht. „Seit einigen Jahren kommen immer mehr Qualitätsverantwortliche und Techniker zu den Fachtagungen Technischen Sauberkeit“, betont Troger.

Neue Standards für die Fertigung

Mit der Entscheidung, 2012/2013 Standards für die Technische Sauberkeit einzuführen, begann bei INNIO in Jenbach ein umfassender Change-Prozess: Inspiriert von den Erfahrungen der Automobilbranche und in Anlehnung an den Leitfaden VDA 19 wurde zunächst der gesamte Prozess modelliert, Reinheitsspezifikationen für sensible Bauteile bestimmt und

besonders kritische Bereiche in der Fertigung definiert. Gut 800 Projektbausteine kamen laut Troger so zusammen. Anstatt jedoch irgendwelche Maximalziele zu verfolgen, setzte die INNIO Group in Jenbach konsequent auf die Umsetzung des Notwendigen. Und was das ist, das bestimmte nicht allein die Qualitäts-sicherung. „Wir haben versucht, alle mitzunehmen“, erinnert sich der Qualitätssicherungsexperte. Auch das Management.

» *Denn bei der Technischen Sauberkeit geht es immer um eine Kosten-Nutzen- bzw. Risikoeinschätzung.*

Ungefähr 3 Millionen Euro investierte die INNIO Group bisher in Maßnahmen bzw. Lösungen für die Technische Sauberkeit. Es wurden Schleusen eingebaut, Arbeitsplätze umgestaltet,



Besonders die Kurbelwelle muss frei von Partikeln sein.



Der gesamte Prozess von der Warenanlieferung über die Fertigung bis hin zum Versand mit Partikelfallen überwacht.

» Und um den Restschmutz auf den Bauteilen überhaupt analysieren zu können, wurde ein Labor mit speziell entwickelten Anlagen für das Spülen der tonnenschweren Bauteile eingerichtet.



bestimmte Bereiche wurden eingehaust und auch die Reinigungsvorgaben wurden geändert. Der Betonboden in der Montage wird heute beispielsweise täglich nass gereinigt. Und um den Restschmutz auf den Bauteilen überhaupt analysieren zu können, wurde ein Labor mit speziell entwickelten Anlagen für das Spülen der tonnenschweren Bauteile eingerichtet.

Zudem wurde ein Sauger mit speziell designten Zyklonenfilter zur Analyse und Reinigung von kritischen Motorbereichen entwickelt sowie in Mikroskope zur Untersuchung der Analyse-Filter mit den aufgefangenen Restschmutzpartikeln investiert. Und weil sich im Laufe der Zeit herausstellte, dass Holzpaletten nicht abreinigbar sind und so die gereinigten

Bauteile mit metallischen und nicht metallischen Partikeln und Fasern kontaminierten, wurde komplett auf Kunststoffpaletten umgestellt. Darüber hinaus wurde für jeden Arbeitsplatz ein Sauberkeitsplan entwickelt. Das heißt, es wurde genau definiert, welche Bereiche am Arbeitsplatz in welchem Rhythmus gereinigt werden müssen. Und auch die Lieferanten mussten entsprechend geschult werden. Zwei bis drei Jahre dauerte es laut Troger, „bis wir einen guten Standard hatten“.

» Um diesen Standard zu halten, wird der gesamte Prozess von der Warenanlieferung über die Fertigung bis hin zum Versand mit Partikelfallen überwacht.



Am Ablauf werden die Filter aufgefangen und mikroskopisch ausgewertet.



Wird eine Grenzwertüberschreitung festgestellt, wird der Analysefilter mit den Partikeln genauer untersucht.



Johannes Bachmann, bei INNIO in Jenbach der Experte für Materialanalysen, bekommt einen Filter zur Untersuchung.

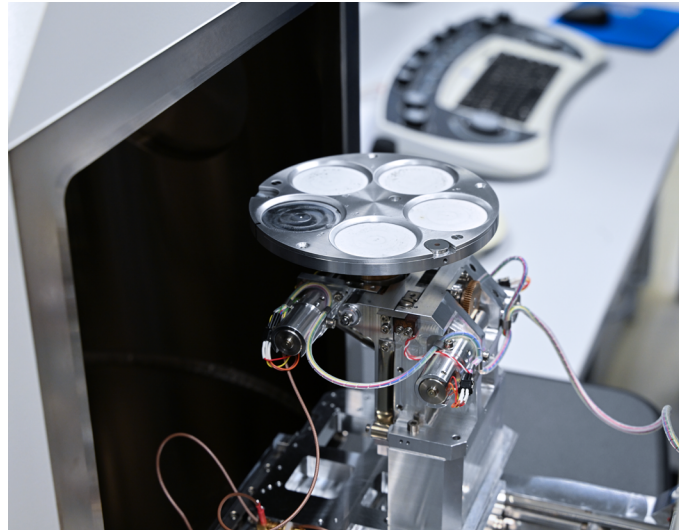
Diese Partikelfallen zeigen die Belastung und mögliche Grenzwertüberschreitungen kritischer Bereiche an. Eine Schlüsselrolle für die Entdeckung und Beseitigung möglicher Kontaminierungsquellen spielt dabei das Raster-Elektronen-Mikroskop ZEISS EVO.

Ein Raster-Elektronen-Mikroskop für die Materialbestimmung

Um die Materialzusammensetzung und damit die Herkunft der Partikel mit ZEISS EVO überhaupt bestimmen zu können, müssen die Partikel zunächst vom Bauteil abgelöst werden. Ein Prozess, der bei INNIO in Jenbach im sogenannten TecSa-Labor erfolgt. Die von den Bauteilen in den speziellen Waschanlagen abgespülten Restschmutzpartikel werden mit einem Filter aufgefangen. Dieser wird vor Ort mit einem Lichtmikroskop untersucht. „Durch die Bestimmung von Anzahl und Größe der Partikel wissen wir bereits, ob Grenzwerte überschritten werden und wie gut unsere Prozesse sind.“ Denn da die Bauteile in Risikogruppen und damit in entsprechende Sauberheitskategorien eingeteilt sind, ist auch genau definiert, welche Partikelgröße und -häufung kritisch ist. Wird zum Beispiel bei einer Kurbelwelle eine Grenzwertüberschreitung festgestellt, wird der Analysefilter mit den Partikeln genauer untersucht. Und zwar mit einem Raster-Elektronen-Mikroskop.

» Anfangs erfolgte diese Analyse durch externe Dienstleister. Aber das dauerte drei Wochen und länger. Zu lang für die Qualitätssicherung von INNIO.

Zudem erschwerte die Einbeziehung Externer die Kommunikation und damit die schnelle Detektion von möglichen Kontaminierungsquellen. 2015 entschied die Firma deshalb, in



Eine Schlüsselrolle spielt dabei das Raster-Elektronen-Mikroskop ZEISS EVO.

ein eigenes Raster-Elektronen-Mikroskop (REM) zu investieren. Das REM ZEISS EVO arbeitet mit der Software für die Partikelanalyse und -klassifizierung ZEISS Smart Particle Investigator, die die aktuellen ISO- und VDA-Normen für die Technische Sauberkeit erfüllt. Die Software umfasst alle Aspekte der REM-Steuerung, Bildverarbeitung und Elementaranalyse in einer einzigen Anwendung. Und weil das System Partikelanalysen automatisch ausführt, kann es durchgehend und unbeaufsichtigt arbeiten. Dies erleichtert auch Johannes Bachmann, bei INNIO in Jenbach der Experte für Materialanalysen, die Arbeit.

» *Bekommt er einen Filter zur Untersuchung, braucht er diesen nur in das Gerät einlegen und kann sich bereits nach ein oder zwei Stunden die Ergebnisse ansehen.*



Bachmann und Troger sind sich einig: „Mit ZEISS EVO MA 25 finden wir die Nadel im Heuhaufen“.

» Nadel im Heuhaufen gefunden.

Das REM ZEISS EVO arbeitet mit der Software für die Partikelanalyse und -klassifizierung ZEISS Smart Particle Investigator (SmartPI).



» *ZEISS SmartPI umfasst alle Aspekte der REM-Steuerung, Bildverarbeitung und Elementaranalyse in einer einzigen Anwendung. Und weil das System Partikelanalysen automatisch ausführt, kann es durchgehend und unbeaufsichtigt arbeiten.*

Neben der Struktur und Morphologie kann Bachmann am angeschlossenen Bildschirm des Mikroskops dann sehen, aus welchen chemischen Elementen die Partikel bestehen. Um diese Information gewinnen zu können, werden im Mikroskop Primärelektronenstrahlen auf die Probe gelenkt. Dies führt dazu, dass die Elektronen in der Atomhülle Röntgenstrahlung aussenden. Und weil das Spektrum der Strahlung für jedes Element charakteristisch ist, lässt sich mit der sogenannten EDX-Analyse (energiedispersive Röntgenspektroskopie) die Zusammensetzung der Partikel exakt bestimmen. Bachmann, der genau weiß, mit welchen Werkstoffen am Standort gearbeitet wird, erkennt dank dieser Informationen, woher die Partikel stammen.

Seit Jahren stabile Prozesse

Vor zehn Jahren, als Jenbacher Standards für die Technische Sauberkeit einführte und die Prozesse neu definierte, analysierte Bachmann mindestens 20 Filter pro Woche.

» *Heute müssen routinemäßig nur noch wenige Filter pro Woche betrachtet werden.*

Doch auch wenn die Prozesse bei INNIO in Jenbach sehr stabil laufen, verzichten kann und will dort keiner auf das Raster-Elektronen-Mikroskop. Bachmann und Troger sind sich einig: „Mit ZEISS EVO MA 25 finden wir die Nadel im Heuhaufen“. Denn zeigt die Analyse beispielsweise, dass ein potenziell

gefährliches Partikel aus Silizium besteht, dann ist laut Troger die Wahrscheinlichkeit hoch, dass möglicherweise Schleusentore geöffnet waren und Sandpartikel das Bauteil kontaminiert haben.

» *Ohne die chemische Analyse des Partikels mit dem REM „würden wir nur wissen, dass wir ein Problem haben, aber wir wüssten nicht, wo wir Verbesserungen ansetzen sollten“, betont Troger.*

Relativ genau zu wissen, woher ein Partikel kommt, hilft Troger und seinem Team jedoch, die Kollegen erneut für das Problem Technische Sauberkeit zu sensibilisieren bzw. Maßnahmen wie Umbauten einzuleiten. Auf Akzeptanzprobleme trifft er dabei kaum. „Bei INNIO in Jenbach wird die Abteilung Qualitätssicherung nicht als Polizei oder unliebsamer Überwacher gesehen, sondern als eine Instanz, die vor Ort dabei unterstützt, Fehler zu vermeiden, bevor sie auftreten und Verbesserungen umzusetzen.“ Und das hat seiner Meinung auch viel „mit der Einführung von Standards für die Technische Sauberkeit zu tun“.

[Video Kundenstory](#)



Carl Zeiss IQS Deutschland GmbH

Carl-Zeiss-Straße 22
73447 Oberkochen, Deutschland
Tel.: +49 7364 20-6337
Fax: +49 7364 20-3870

info.metrology.de@zeiss.com
www.zeiss.de/imt