

Forschung & Entwicklung

Diagnose von eingebauten Turbinenradgaszählern

Mit dem neuen Diagnosetool von Elster-Instromet können zum jetzigen Stand der Entwicklung insbesondere Lagerschäden sichtbar gemacht sowie die Lagerreibung ermittelt werden. Darüber hinaus sind auch anlagenbedingte Einflüsse deutlich erkennbar.

Das neue Diagnosetool funktioniert mit fast allen Turbinenradgaszählern. Die einzigen Voraussetzungen zur Anwendung sind folgende:

- Der zu untersuchende Zähler muss einen Impulsgeber, der die Schaufeln des Turbinenrades abtastet, aufweisen.
- Designparameter des Zählers wie Schaufelzahl und Kugellagergrößen werden für die Auswertung benötigt.

Verschiedene Diagnoseverfahren

In den bisher angewendeten Verfahren, z. B. die „Spintime-Messung“, welche die Auslaufzeit des Turbinenrades zur Diagnose verwendet, lassen sich nur grobe Aussagen über den Zustand des Zählers machen. Für die Spintime-Messung muss zudem noch die Anlage entspannt werden und sofern keine Möglichkeit vorhanden ist, das Turbinenrad im eingebauten

Zustand zu beschleunigen, muss der Gaszähler aus der Leitung genommen werden.

Eine weitere Möglichkeit, um frühzeitig eine Aussage über den Zustand der Messanlage zu erhalten, ist die Reihenschaltung von Zählern. Die Verwendung von zwei Turbinenradgaszählern oder Turbinenradgaszähler und Ultraschall-



Abb. 1: Vor Ort wird die Anschlussbox mit der Elektronik für die Hochgeschwindigkeits-Impulserfassung sowie ein PC-basierter Rechner für die Aufzeichnung der Messdaten benötigt. Der im Bild dargestellte Laptop wird während der Messung nicht benötigt. Er kommt erst für die spätere Analyse der aufgezeichneten Daten zum Einsatz.

gaszähler bietet ein Höchstmaß an messtechnischer Sicherheit. Eine sich verändernde Abweichung zwischen den Zählern ist ein erstes Indiz für eine Störung an einem der Zähler. Allerdings kann die Abweichung auch durch anlagenspezifische Effekte wie Pulsationen, Resonanzen oder Einlaufstörungen hervorgerufen werden. Mit diagnostischen Verfahren war bisher nur der Ultraschallgaszähler zu betrachten, was in der Regel dazu führt, als erstes den Turbinenradgaszähler zur Überprüfung auszubauen.

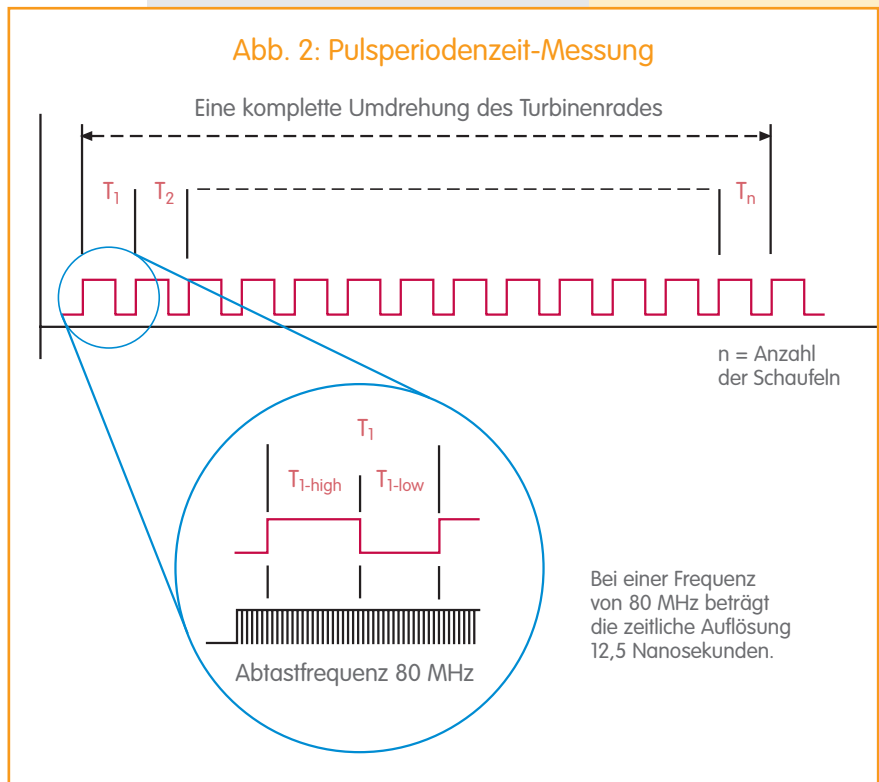
Das Elster-Instromet-Diagnosetool

Das neue Diagnosetool für Turbinenradgaszähler bietet die Möglichkeit, den Zähler direkt in der Anlage zu untersuchen und damit unnötige Kosten zu vermeiden.

Das Messprinzip

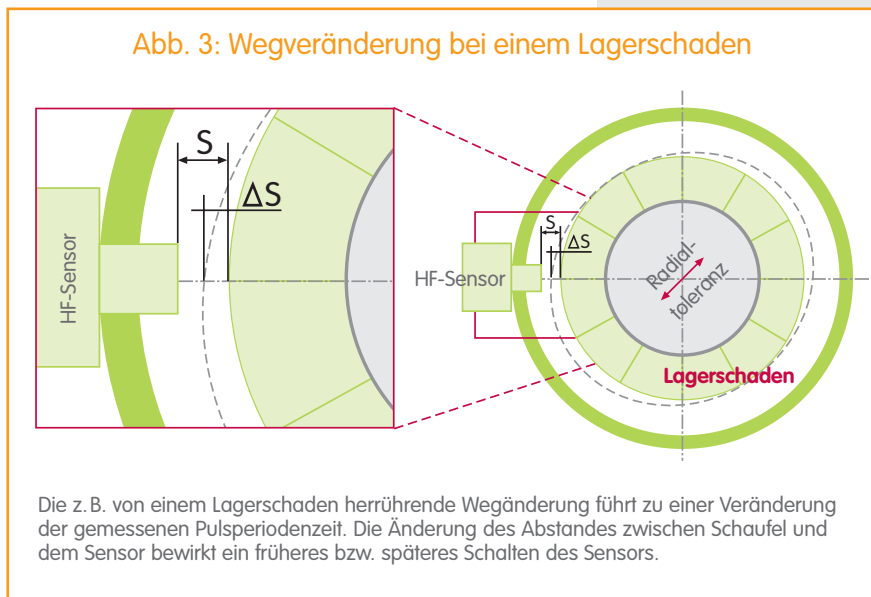
Für die Messung wird der vorhandene Impulsgeber verwendet, der die Schaufeln des Turbinenrades abtastet. Als Basis für die Analyse wird eine hochgenaue Messung der Pulsperiodenzeit, der Zeit zwischen aufeinander folgenden Impulsen, durchgeführt (Abb. 2).

Nach einer Filterung werden die Daten mit verschiedenen Algorithmen bearbeitet. Die Umwandlung der gemessenen Periodenzeiten in eine Frequenzdarstellung erfolgt durch eine „Fast Fourier Transformation“ (FFT).



Die dreidimensionale grafische Aufbereitung der dargestellten Frequenzen und deren Amplituden erleichtert die Bewertung. Für eine sichere Analyse sollte ein möglichst großer Durchflussbereich betrachtet werden.

Besonders gut sichtbar werden Veränderungen im Bereich der Eigenresonanz des Zählers. Eine vollständige Analyse umfasst auch eine „Spin down“-Messung im eingebauten Zustand. Hier muss das Turbinenrad zum Stillstand kommen. Wenn eine „Spin down“-Messung in der Anlage möglich ist, z. B. durch Umschalten auf eine Alternativmessung, kann eine Berechnung der zu erwartenden Messfehler über die Lagerreibung durchgeführt werden.



Die z. B. von einem Lagerschaden herrührende Wegänderung führt zu einer Veränderung der gemessenen Pulsperiodenzeit. Die Änderung des Abstandes zwischen Schaufel und dem Sensor bewirkt ein früheres bzw. späteres Schalten des Sensors.

Was beeinflusst die Pulsperiodenzeit?

Neben der Wegänderung durch bereits kleine Defekte an den Lageroberflächen oder Kugeln führen auch Installationsfehler, wie Pulsationen, zum Beschleunigen bzw. Abbremsen des Turbinenrades (Abb. 3). Diese Vorgänge werden von dem neuen hochauflösenden Messverfahren erfasst.

Dem Zähler zuzuordnende Effekte treten dabei immer an der gleichen Stelle, relativ zur Zählerumdrehung, auf. Dagegen verlaufen durch Installationsfehler erzeugte Veränderungen nicht synchron zur Umdrehung des Zählers.

Installationsfrequenzen können durch ihren Verlauf im FFT-Diagramm von konstruktionsbedingten Frequenzen einfach unterschieden werden; konstruktionsbedingte Frequenzen zeigen sich als gerade Linien, Installationsfrequenzen dagegen als Kurven (Abb. 4).

Feldversuche und Erfahrungen

Bisher wurden über 60 Zähler mit dem neuen Diagnosetool von Elster-Instromet im Rahmen von Feldversuchen betrachtet. Bei den meisten Untersuchungen wurde nach der Messung in der Anlage eine weitere Messung auf einem zertifizierten Prüfstand durchgeführt, um die Diagnoseergebnisse zu verifizieren. Dabei zeigte sich eine hohe Zuverlässigkeit: Alle Zähler, die auf dem Prüfstand auffällig waren oder aus messtechnischer Sicht durch die Prüfung gefallen sind, wurden mit dem Diagnosetool ebenfalls gefunden. Mehr noch: Selbst Zähler, die auf dem

Abb. 4: Installationsfrequenzen

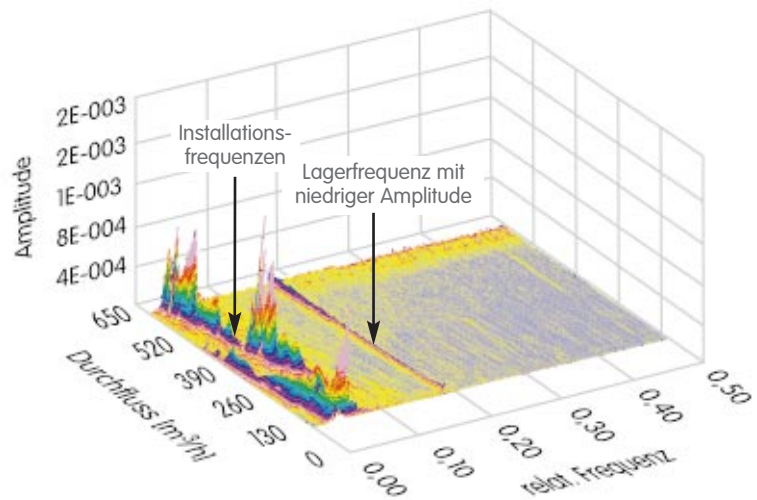
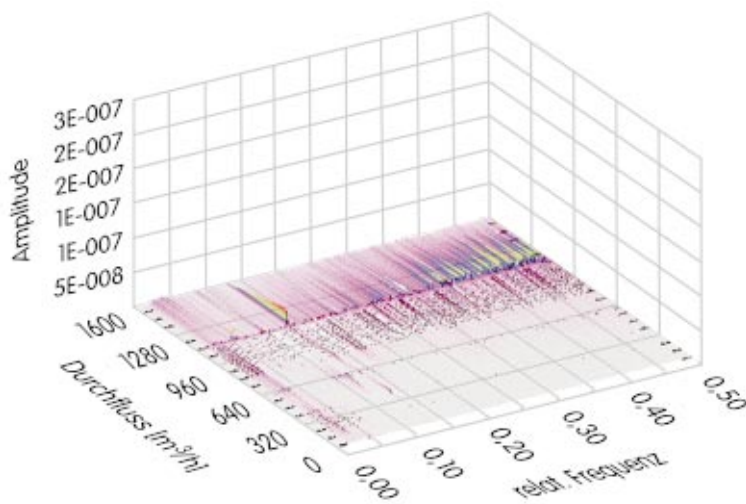
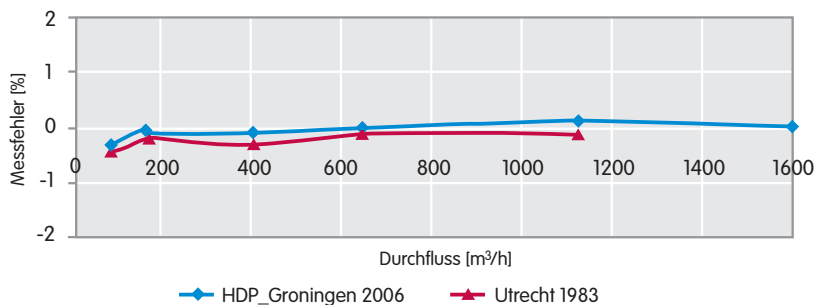


Abb. 5a: Zähler ohne besondere Auffälligkeit



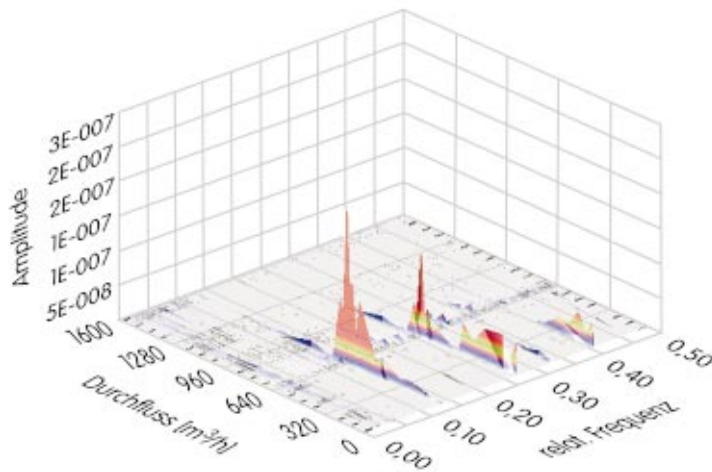
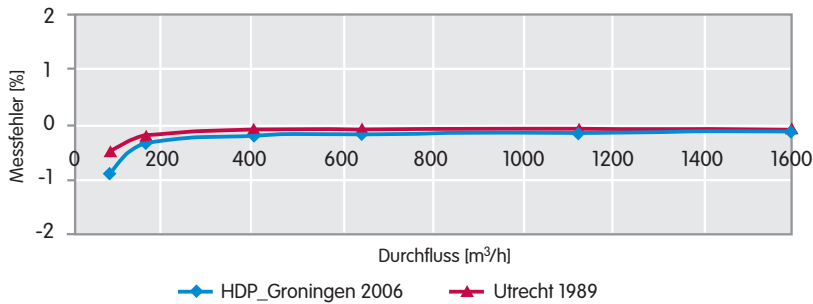
Die Messergebnisse der Erstkalibrierung von 1983 und der Nachkalibrierung 2006 weichen kaum voneinander ab. Die Diagnose zeigt keine Besonderheiten. Es treten keine Frequenzen besonders in Erscheinung.

Prüfstand für gut befunden wurden, zeigten über die Diagnose schon Auffälligkeiten, die nicht ignoriert werden sollten, um einem Zählerausfall in der Anlage vorzubeugen (Die Abb. 5a–c zeigen die Möglichkeiten des Diagnosetools in drei Beispielen).

Die nächsten Schritte

Zum jetzigen Zeitpunkt ist die Diagnose noch abhängig von unseren Experten, welche die im Feld aufgezeichneten Daten auswerten und beurteilen. Die eingesetzte Software stellt ein Hilfsmittel dar, um die Daten vorzufiltern und eine eindeutige Bewertung abzusichern. Im nächsten Schritt werden wir die eingesetzte Elektronik (PC und Impulserfassung) feldtauglich machen und den Prozess der Datenerfassung optimieren und weiter automatisieren. Die Auswertung selbst wird auf absehbare Zeit noch unseren Experten vorbehalten bleiben.

Abb. 5b: Zähler mit ersten Anzeichen eines Lagerschadens



Mit dem neuen Diagnosetool können wir künftig allen Messstellenbetreibern eine Dienstleistung anbieten, die ihre Zähler präventiv unter die Lupe nehmen wollen.

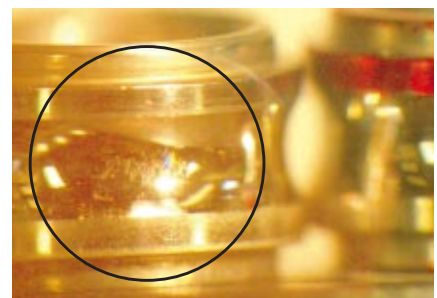
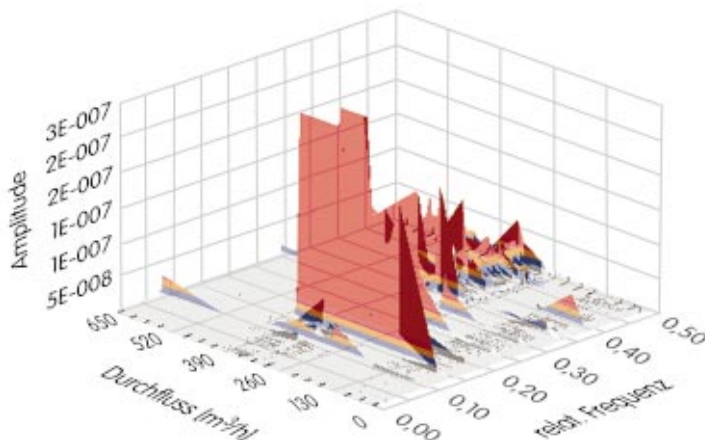
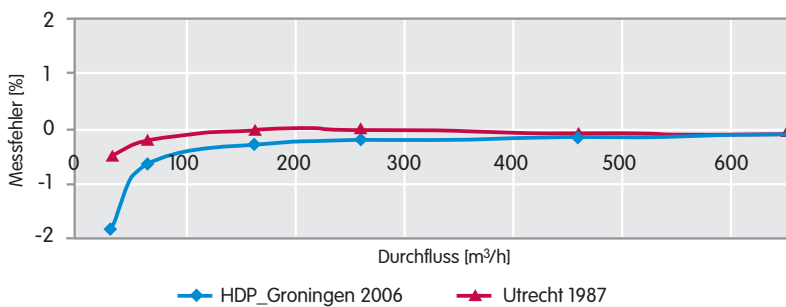
Wir werden Sie in den folgenden Journal-Magazinen auf dem Laufenden halten.

Jürgen Wolff j.wolff@elster-instromet.com

Die Messergebnisse der Erstkalibrierung von 1989 und der Nachkalibrierung 2006 weichen etwas voneinander ab. Aus messtechnischer Sicht wird der Zähler als gut bewertet.

Die Diagnose zeigt aber erste Anzeichen von Veränderungen. Die Frequenzen, die schon deutlich in der dreidimensionalen Darstellung zutage treten, lassen sich eindeutig einem Lager des Zählers zuordnen.

Abb. 5c: Zähler mit deutlichen Anzeichen eines Lagerschadens



Klar sichtbarer Schaden am inneren Kugellagerring

Die Messergebnisse der Erstkalibrierung von 1987 und der Nachkalibrierung 2006 weichen deutlich voneinander ab. Aus messtechnischer Sicht wird der Zähler nicht als gut bewertet.

Auch die Diagnose zeigt sehr deutliche Veränderungen. Die hohen Amplituden der Frequenzen weisen auf eine massive Beschädigung eines Lagers hin.

Nach Demontage des Getriebes und Ausbau des Lagers zeigt sich tatsächlich ein deutlich sichtbarer Defekt des inneren Kugellagerrings.