

Online-Diagnose von Abwasserreinigungsanlagen - Detektion von Oszillationen

Oszillationen in Regelkreisen sind ein häufiges Problem in industriellen Prozessen. Dadurch können die Effizienz und die Robustheit einer Anlage beeinträchtigt werden, weshalb eine automatische Überwachung und Erkennung von solchen Schwingungen eine grundlegende Bedeutung hat. Innerhalb einer Machbarkeitsstudie zur Entwicklung eines Diagnosesystems wird ein Fortsetzungsprojekt lanciert. Dies beinhaltet unter anderem die Entwicklung und Prüfung eines Algorithmus zur Detektion von Oszillationen.

Steffen Thierer

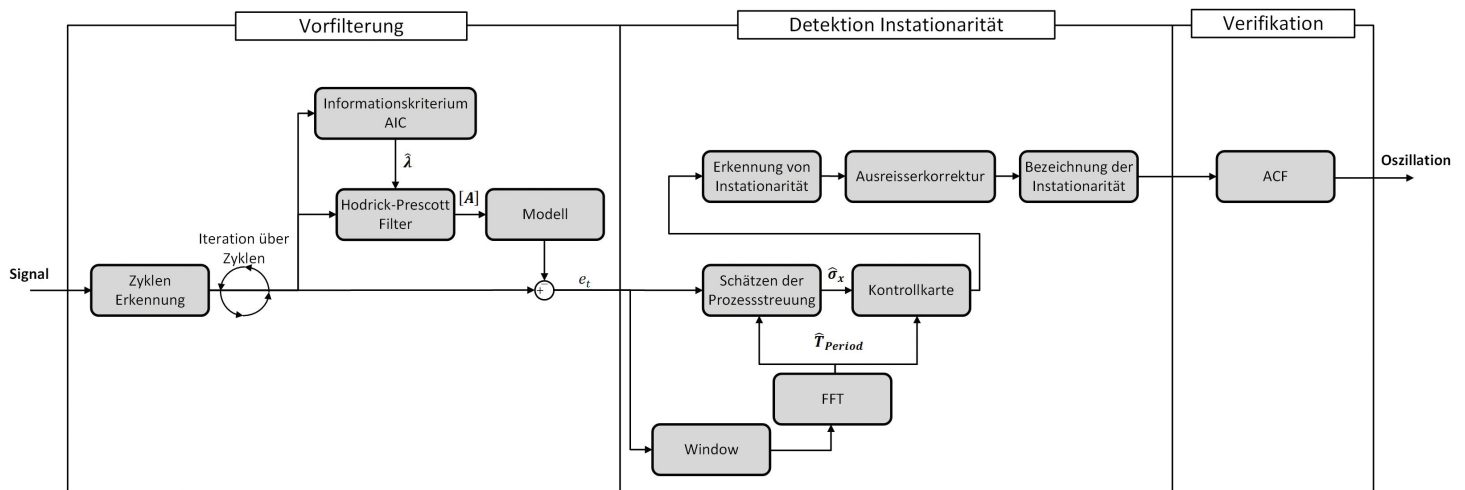


Abbildung 1: Vorgehen des Oszillation-Detektion Algorithmus

Ausgangslage

Abwasserreinigungsanlagen nutzen für die Aufbereitung des Wassers unterschiedliche, kontinuierlich arbeitende Prozessanlagen. Mit einer grossen Anzahl von Reglern werden diese Prozesse stabilisiert. Da aufgrund von nicht optimalen Einstellungen oder Veränderungen im Prozess Oszillationen entstehen können, ist es notwendig, diese permanent während des Betriebs der Anlage zu erkennen und zu überwachen. Das Ziel dieser Machbarkeitsstudie ist es, eine Methode zu entwickeln, mit der die vorliegenden archivierten Messreihen der Prozessdaten so aufbereitet werden, dass eine aussagekräftige Angabe über mögliche Oszillationen im Signal gegeben werden kann. Dazu soll der Algorithmus auf verschiedene Komponenten der Abwasserreinigungsanlagen anwendbar sein. Der Algorithmus wird danach in das übergreifende Diagnosesystem eingebettet.

Vorgehen

In dieser Arbeit wird ein Algorithmus für die Analyse und Detektion von Oszillationen in Messdaten vorgestellt (Abbildung 1).

Als erster Prozessschritt werden die Zyklen in den Daten erkannt und einzeln untersucht. In einem nächsten Schritt wird der mittlere Verlauf (Trend) über ein spezielles Filter (Hodrick-Prescott) geschätzt. Die Daten werden anschliessend vom Trend befreit, d.h. es werden nur noch die Abweichungen vom Trend betrachtet.

Im weiteren Schritt wird das trendbereinigte Signal statistisch untersucht. Dazu werden die Oszillation im Signal und die Prozessstreuung geschätzt. Aus diesen Informationen kann eine Kontrollkarte gebildet werden, über welche die nicht stationären Zustände automatisch erkannt werden können (Abbildung 2).

Aus den nicht stationären Zuständen kann zusammen mit einer Frequenzanalyse (FFT) und einer Autokorrelation (ACF) auf die Oszillationen geschlossen werden.

Als grosser Vorteil der Methode müssen keine prozessspezifischen Modelle aufgestellt werden und keine Parameter eingestellt werden. Der Algorithmus adaptiert sich

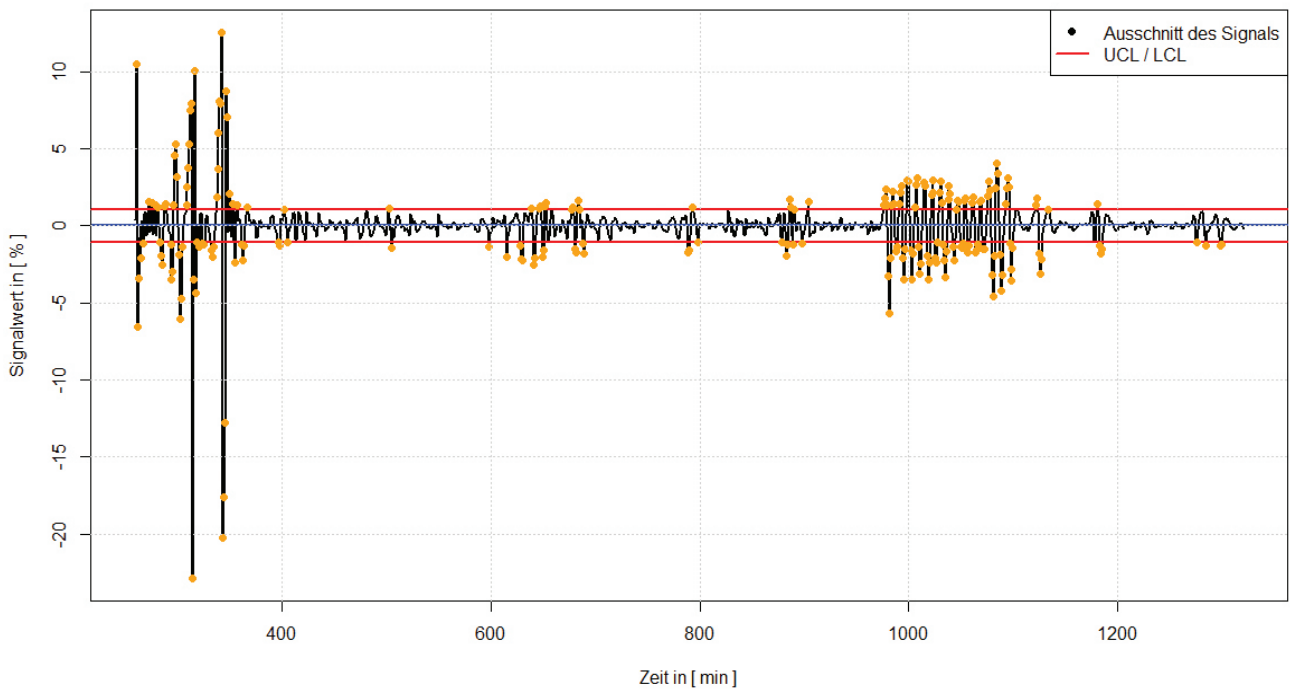


Abbildung 2: Kontrollkarte für instationäre Zustände

von selbst und liefert für die untersuchten Kurvenverläufe zuverlässige Ergebnisse.

Verifikation anhand realer Daten

Für die Verifikation des Algorithmus wurden Daten von unterschiedlichen Komponenten der Abwasserreinigungsanlage untersucht. Dies sind einerseits Datensätze von

Pumpen sowie Regelventilen und andererseits Temperaturverläufe von thermischen Systemen (Abbildung 3, Abbildung 4 und Abbildung 5). Der Algorithmus wurde anhand eines ausgewählten Datensatzes entwickelt und nachher ohne Nachjustierung auf andere Datensätze angewandt. Damit konnte die Robustheit des Algorithmus nachgewiesen werden.

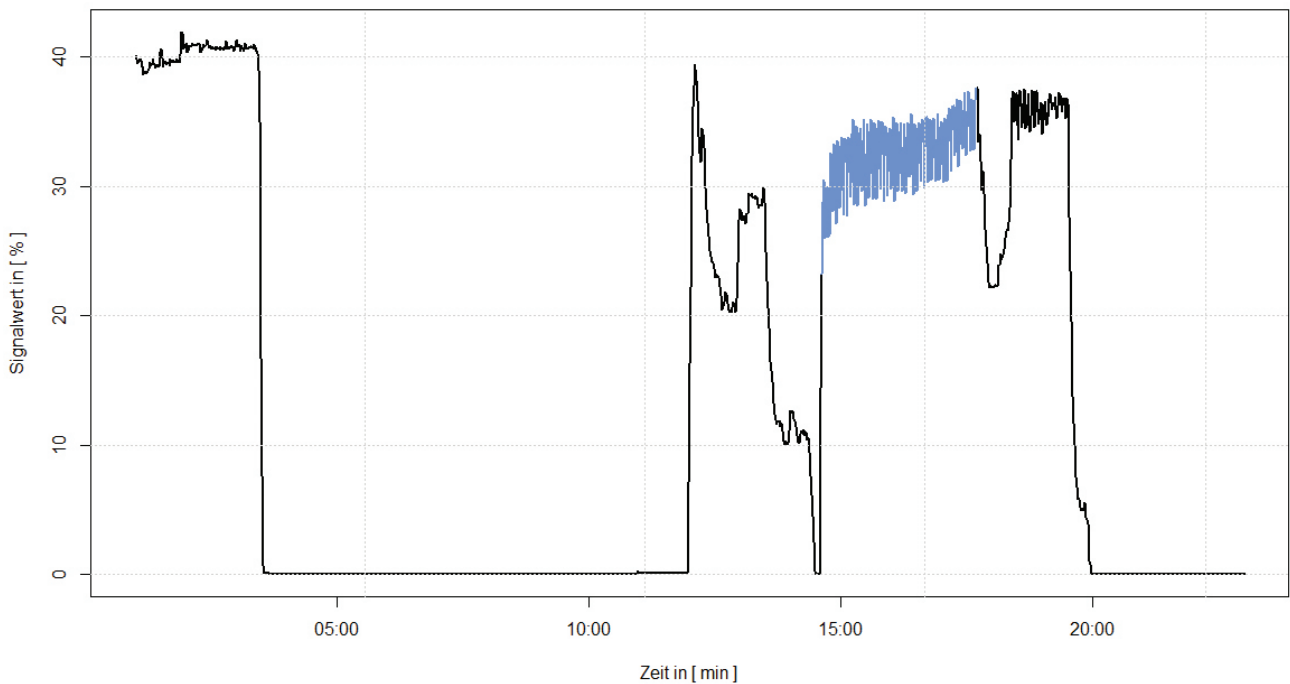


Abbildung 3: Stellsignal Notkühler-Stellantrieb für die Gasverwertung

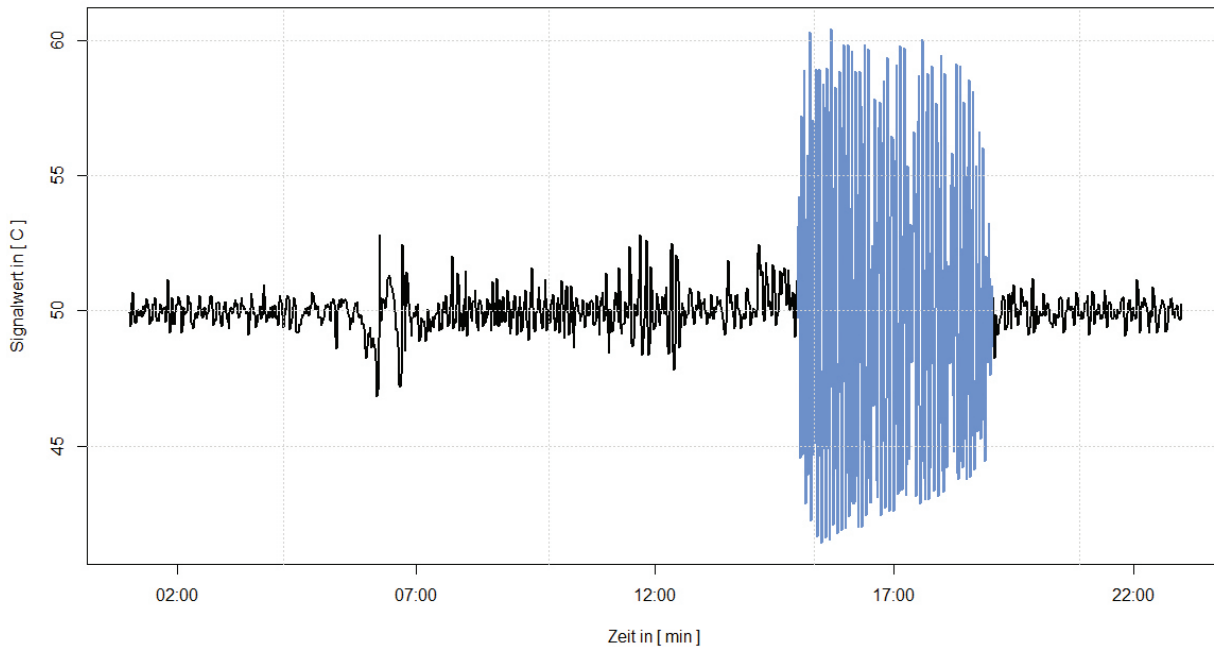


Abbildung 4: NT-Netz Vorlauftemperatur nach dem Notkessel

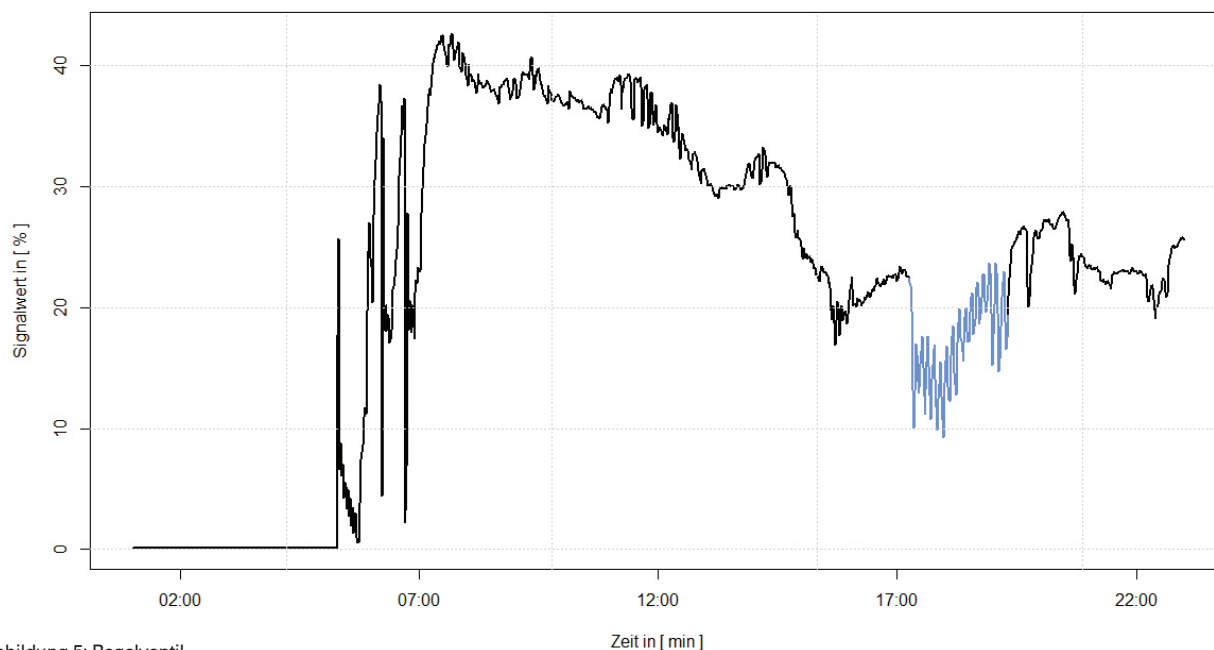


Abbildung 5: Regelventil

Fazit

Mit dieser Arbeit konnte die Machbarkeit und Funktionsweise eines generischen Algorithmus zur Erkennung von Oszillationen nachgewiesen werden. Weiter besitzt der Algorithmus folgende Vorteile:

- **Prozessunabhängigkeit**

Der Algorithmus ist generisch aufgebaut und unabhängig von spezifischen Prozessmodellen. Damit ist er für eine grosse Bandbreite von Anwendungen im Bereich der Abwasserreinigungsanlagen einsetzbar.

- **Automatische Adaption**

Der Algorithmus funktioniert ohne manuelle Vorgabe von Grenzwerten. Er adaptiert sich von selbst an das vorgegebene Prozesssignal.

Insbesondere der letzte Punkt ist wichtig für die praktische Umsetzung, denn der Betreiber einer Anlage möchte

von Anfang an eine klare Aussage zur Prozessqualität haben, ohne vorgängiges Teaching oder Justieren des Diagnosesystems.

Auftraggeber

Reto Steinemann, Leiter Entwicklung, Chestonag Automation AG

Hannes Amport, Entwickler Provex®, Chestonag Automation AG

Christoph Huckle, Projektleiter, Chestonag Automation AG

Bernhard Isenschmid, Technologie- und Innovationsexperte, Hightech Zentrum Aargau AG

Projektteam

Prof. Dr. David Zogg, Dozent für Regelungstechnik, Projektleiter, david.zogg@fhnw.ch

Steffen Thierer, Bsc Systemtechnik, wissenschaftlicher Assistent, steffen.thierer@fhnw.ch