

# **Technische Betriebsinformationssysteme - Der Schlüssel für Prozessoptimierung und Kostensenkung**

Dipl.-Ing. **L. Hofmann**, Dr.-Ing. **Harald Steinhaus** Steinhaus Informati-  
onssysteme GmbH, Datteln

Dipl.-Ing. **J. Haber-Quebe**, hanseWasser Bremen GmbH, Bremen

Dr.-Ing. **T. Werner**, Dr.-Ing. **G. Ladiges**, Hamburger Stadtentwässerung,  
Hamburg

## **Kurzfassung**

TeBIS® als technisches Betriebsinformationssystem speichert alle erreichbaren Daten in einer zentralen Datenbank. Als Datenquellen zählen alle im Betrieb vorhandenen elektronische Quellen wie z.B. PLS und Steuerungen ebenso wie Zähler- und Handdaten. Damit direkt von der Inbetriebnahme des Systems an Vergleiche und Auswertungen möglich sind werden die Archivdaten aus den vorhanden Systemen übernommen.

Durch die zentrale und anlagenübergreifende Datenhaltung werden alle im Unternehmen bis dato heterogen vorliegenden Daten mit einer hohen zeitlichen Auflösung bei voller Genauigkeit und hoher Verdichtung in Echtzeit für alle Mitarbeiter gleich zugänglich.

TeBIS® bietet so die Möglichkeit Daten unterschiedlicher Anlagen und Zeiträume einfach beliebig zu verknüpfen wodurch eine umfassende rechnerische und graphische Auswertung mit einem schnellen Zugriff gewährleistet ist.

In den folgenden Beispielen von hanseWasser Bremen GmbH und der Hamburger Stadtentwässerung HSE wird gezeigt, welche Möglichkeiten und Strategien auf Basis von konsistenten und genauen Prozessdaten zur Optimierung des Betriebes und der Instandhaltung verfahrenstechnischer Anlagen bestehen.

## **Abstract**

TeBIS® as a technical information system stores all accessible data in a central data warehouse. Data-origin are as well all electronic recordable kind form data sources (SCADA Systems) as optionally taken numerator- and hand-readings. To use the complete functions of the system just from the start up for comparisons and analyses all historical data are taken over in TeBIS®.

All by now heterogeneous data are by this central and inter-divisional rod memory for each employer concurrently available by high resolution at completely precision and high compression in real-time.

TeBIS® proffers like this the possibility to combine all data of different plants and periods whereby blanket calculated and graphical analyses with a quick access are guaranteed.

The following examples of hanseWasser Bremen GmbH and Hamburger Stadtentwässerung HSE demonstrate the possibilities of optimisation running processes and maintenance of plant components with consistent and accurate data.

## **1. Anwendungsbeispiel Hamburger Stadtentwässerung**

### **Einsatz von TeBIS<sup>®</sup> in einer Versuchsanlage zur Druckbelüftung**

TeBIS<sup>®</sup> wurde Anfang 2002 bei der HSE als Prozessdatendokumentation mit einer (im Endausbau) vorgesehenen Kanalzahl von ca. 7.000 in Betrieb genommen. Von den in das Gesamtsystem eingebundenen Messwerten werden bei der nachfolgend beschriebenen Versuchsanlage im täglichen Betrieb ca. 50 Messwerte zur Prozessüberwachung, Störungsbeseitigung und Regelungsoptimierung aufgerufen.

Mit dem System TeBIS<sup>®</sup> konnten die unterschiedlichen Datenquellen –hier Anlagen im täglichen Betrieb, die Versuchsanlage und entsprechende Labordaten– ebenso wie beliebige Zeiträume miteinander frei verglichen und ausgewertet werden.

### **1.2. Zielsetzung der Versuchsanlage**

Seit der Inbetriebnahme Ende der 80er Jahre erfolgt im Klärwerk Dradenau der Sauerstoffeintrag durch Oberflächenbelüfter. Da die vorhandenen Kreisellüfter inzwischen seit rd. 15 Jahren in Betrieb sind, musste über eine Erneuerung der Belüftungseinrichtung nachgedacht und entschieden werden. Nach einer Reihe von intensiven Untersuchungen auf theoretischer Basis wurden über einen Zeitraum von 1½ Jahren großtechnische Versuche in einem hierfür aufwändig ausgerüsteten Belebungsbecken im KW Dradenau durchgeführt. Auf Basis der Versuchsergebnisse hat die Hamburger Stadtentwässerung die Entscheidung getroffen, dass die Umrüstung des gesamten Klärwerks Dradenau mit seinen 125.000 m<sup>3</sup> Belebungsbeckenvolumen auf Druckbelüftung bis etwa 2010 erfolgen wird.

### 1.3. Kurze Beschreibung des Klärwerks Dradenau

Im Hamburger Klärwerksverbund Köhlbrandhöft / Dradenau wird das Abwasser von etwa 2,2 Mio. EW gereinigt. In erster Stufe erfolgt in den Klärwerken Köhlbrandhöft-Nord und –Süd eine mechanische und für einen Teilstrom teilbiologische Behandlung. Im KW Dradenau wird in 16 Belebungsbecken die Reinigung nach den Anforderungen der AbwV mit Stickstoff- und Phosphorelimination vorgenommen.

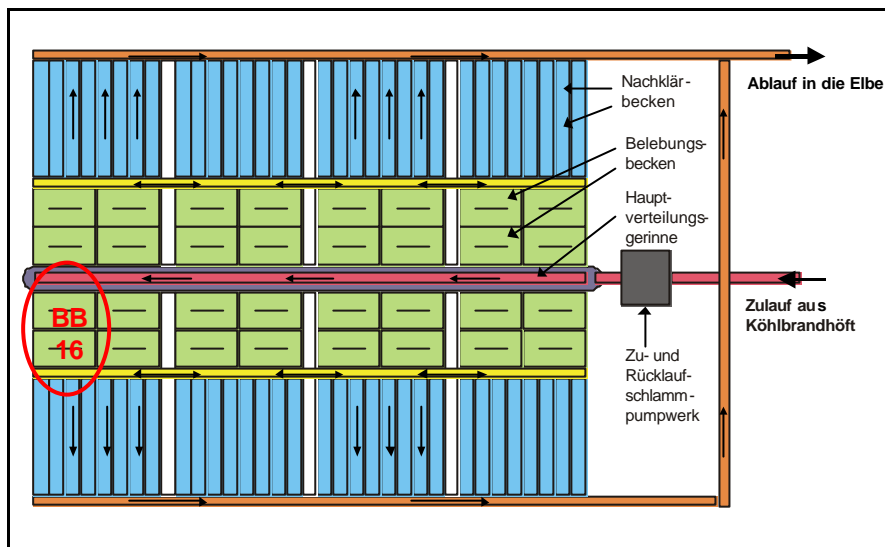


Bild 1: Lageplan der Anlagen im KW Dradenau

### 1.4. Beschreibung der Versuchsanlage

Für die Versuche wurde eins der 16 Belebungsbecken des KWs Dradenau auf Druckbelüftung umgerüstet. Es besteht aus zwei nacheinander durchflossene Kaskaden von je 4.000 m<sup>3</sup> mit Umlaufströmung.

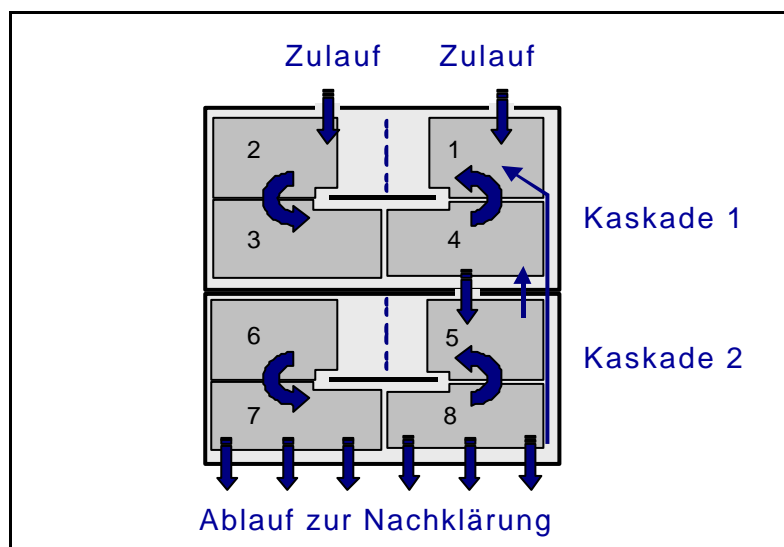


Bild 2: Darstellung des umgerüsteten Versuchsbeckens

Die erste Kaskade lässt sich zur simultanen Denitrifikation durch Zu- und Abschalten der Felder betreiben, während die zweite Kaskade permanent belüftet und so als Nitrifikationszone genutzt wird. Durch eine Rezirkulation wird die erste Kaskade zur vorgeschalteten Denitrifikation betrieben. Die Druckbelüftung ist in 4 Felder pro Kaskade unterteilt, so dass am Beckenboden 8 unterschiedliche Belüfterelemente montiert werden konnten. Hintergrund sind mögliche Betriebsprobleme durch ungeeignete Belüfter, die durch den Test verschiedener Belüfterelemente vermieden werden sollen. Die Versorgung mit Druckluft erfolgt von 4 Turbogebäusen auf den Belüfterbrücken. Die Gebläse sind miteinander durch eine Sammelleitung verbunden, von der insgesamt 8 Stichleitungen zu den Belüfterfeldern abzweigen. Jede Stichleitung ist mit eigener Luftmengenmessung, Regelschieber und Druckmessung ausgerüstet.

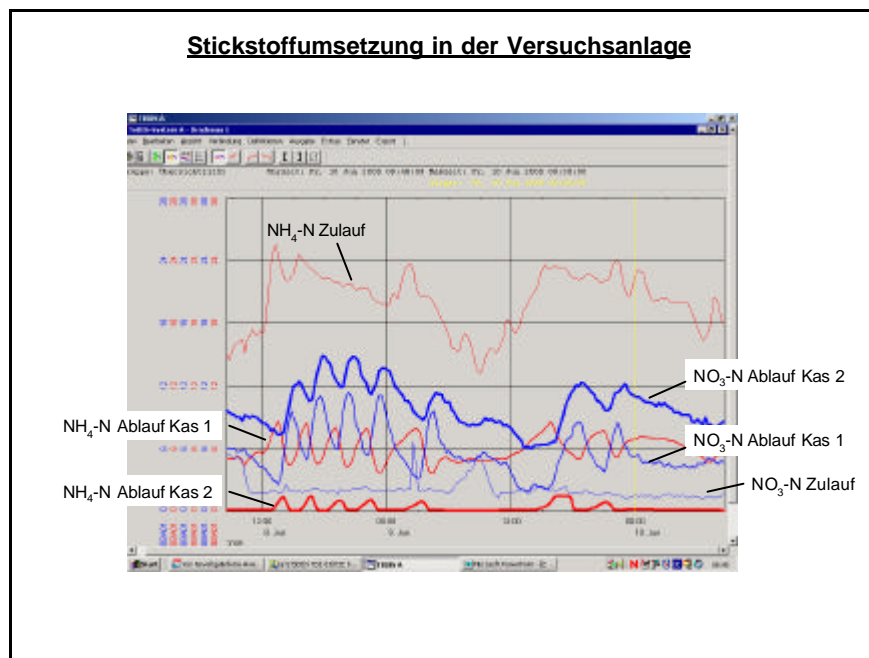


Bild 3: Darstellung der Stickstoffumsetzung in der Versuchsanlage

Der Reinigungsverlauf spiegelt sich in den Stickstoffparametern Ammonium und Nitrat wieder, gemessen an 3 verschiedenen Stellen der Versuchsanlage. In Bild 3 ist beispielhaft die Regelung nach dem Ammonium-Ablaufwert des Belebungsbeckens dargestellt. Bei ansteigenden Ammoniumwerten erhöht sich die Belüftung in Kaskade 1. Die zunehmende Nitrifikation spiegelt sich in steigenden Nitratwerten wieder, bis bei gesunkenen Ammoniumwerten die Belüftung in Kaskade 1 wieder reduziert wird.

In einer weiteren Versuchsphase wurde der Vordruck in der Sammelleitung nach den vorhandenen Schieberöffnungen angepasst und reduziert. Bei steigenden Druckverlusten (Zuschaltung von Belüfterfeldern) wird der Vordruck mit erhöhter Verdichterleistung wieder angehoben. Bild 4 zeigt den Verlauf des Vordruckes mit dem dazugehörigen Verdichtereinsatz.

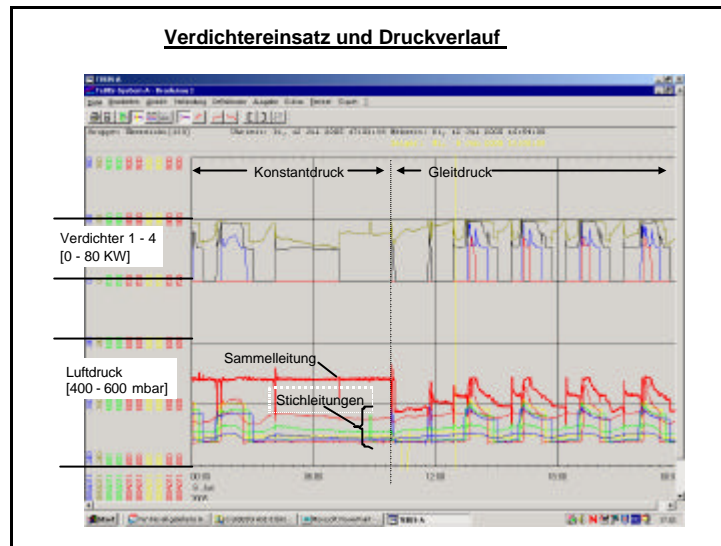


Bild 4: Vordruck und Verdichterleistung

Bei den Turboverdichtern konnten wiederholt aufgetretene Pumpgrenzstörungen mit Hilfe der aufgezeichneten Messwerte (Diffusorstellungen u.a.) lokalisiert werden. Hier ließen sich bei größtmöglicher Auflösung in 10-Sekunden-Werten die Regelvorgaben mit den Schaltvorgängen und den Druckverläufen vergleichen. Durch Austausch von defekten Signal-Endschaltern bei den Verdichtern wurden die Probleme behoben.

## 1.5. Ergebnisse der Versuchsanlage

Die wichtigsten Ergebnisse der Versuchsanlage stellen sich folgt dar:

im Vergleich zur Oberflächenbelüftung kann eine Energieeinsparung von etwa 50% erzielt werden

bei den bisherigen Betriebsweisen des Versuchsbeckens sind die Stickstoff-Ablaufwerte in etwa gleich oder auch tiefer als in den entsprechenden Vergleichsbecken [2]

von den 8 eingesetzten Belüftertypen erwiesen sich nach 24 Monaten Einsatzzeit 7 als grundsätzlich geeignet

die einzelnen Belüftertypen wurden durch weitere Untersuchungen auf ihre Eignung im KW Dradenau überprüft

aus den Versuchsergebnissen wurden wesentliche Bemessungsparameter, wie auch Vorgaben zur eingesetzten Verfahrenstechnik und für die Wahl der Aggregate für die Gesamtanlage abgeleitet

## 2. Anwendungsbeispiel hanseWasser Bremen GmbH

Bei der hanseWasser Bremen GmbH wurde TeBIS<sup>®</sup> als Ablösung einer vorhandenen Betriebsdatenerfassung, die aus SIEMENS M70 und Acron bestand, mit integriertem Berichtswesen Ende 2001 in Betrieb genommen. Das Ziel war die Zusammenführung verschiedener Systeme in ein einheitliches System einschließlich Labordatenverarbeitung und Berichten entsprechend ATV. Außerdem sollten vorhandene Teile ohne Änderung des Erscheinungsbildes bei möglichst großer Mitarbeiterakzeptanz nachgebildet werden.

### 2.1. Labordatenerfassung mit TeBIS<sup>®</sup> bei der hanseWasser Bremen GmbH

Microsoft Excel - VorlageSteinhaus.xls

	A	B	C	D	E	F	G	H
3		Version: I			Zulauf Vorklärung	Zulauf Vorklärung	Zulauf	
4	B	Mai 02	Abwasser- menge	Werte	Erre- ichung	pH-Wert	Leit- fähigkeit	absetzb. Stoffe
5		Tag	m <sup>3</sup> /d	=	g/l	=	µS	mg/l
6	Mi	01.05.	130.700			7,5	1.086	19
7	Do	02.05.	138.900		341	7,7	1.111	21
8	Fr	03.05.	132.600		302			32
9	Sa	04.05.	219.900			7,4	472	6,5
10	So	05.05.	247.600					10
11	Mo	06.05.	161.900		309	7,6	1.002	10
12	Di	07.05.	134.900		304	7,6	1.272	17
13	Mi	08.05.	135.600		363			17
14	Do	09.05.	119.600			7,7	1.260	17
15	Fr	10.05.	496.500					41

Bild 5: Labordatenerfassung und –  
speicherung vor Einführung von  
TeBIS<sup>®</sup>

Microsoft Excel - Wasser1 mit Datenbank verbunden

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									Oktober
3		Version: I			Zulauf Vorklärung	Zulauf Vorklärung	Zulauf Vorklärung		
4	Okt 03	Abwasser- menge	Werte	Erre- ichung	pH-Wert	Leit- fähigkeit	absetzb. Stoffe	SS5	CS5
5		Tag	m <sup>3</sup> /d	=	g/l	=	µS	mg/l	mg/l
6	Mi	01.10.	99.000			7,7	1.514	17	550
7	Do	02.10.	101.200		284			18	480
8	Fr	03.10.	88.100					18	420
9	Sa	04.10.	142.600					15	310
10	So	05.10.	99.400			7,7	993	23	400
11	Mo	06.10.	137.200			7,8	1.223	22	470
12	Di	07.10.	249.500			7,3	665	10	320

Bild 6: Labordatenerfassung und –  
speicherung nach Einführung von  
TeBIS<sup>®</sup>

Vor der Einführung von TeBIS<sup>®</sup> wurden Daten wie z.B. die Abwassermenge/d in Spalte C von einer Betriebsdatenerfassung manuell in ein Excel-Sheet (Bild 5) übertragen. Die Analysewerte wurden in den anderen Spalten, z.B. E folgende eingetragen. Mit Hilfe von Excel-Formeln wurden Frachten berechnet, die wiederum manuell in die Betriebsdatenerfassung eingetragen wurden. Die Datenhaltung der Labordaten erfolgte in gespeicherten Excel-Sheets.

Die manuelle Übertragung der Daten aus der Betriebsdatenerfassung in die Labordatenerfassung entfällt vollständig. Hier wird z.B. die Abwassermenge aus der Betriebsdatenerfassung TeBIS<sup>®</sup> direkt in Bild 6, Spalte B eingepflegt.

Nach der Einführung von TeBIS<sup>®</sup> bleibt das Excel-Sheet als Oberfläche für die Eingabe der Analysewerte erhalten (Bild 6), während das Ein- und Auslesen von Daten aus der TeBIS<sup>®</sup>-Datenbank in das Excel-Sheet automatisch erfolgt. Die Datenhaltung erfolgt in einer SQL-Datenbank (ORACLE).



In diesem speziellen Fall wurde ausgesprochen hohe Mitarbeiterakzeptanz durch die Erhaltung der Arbeitsoberfläche bei gleichzeitiger entscheidender Verbesserung der Arbeitsabläufe erreicht.

## 2.2. Analyse von Messdaten am Beispiel Turboverdichter bei der hanseWasser Bremen GmbH

In den folgenden Bildserien wird die Anwendung der XY-Darstellung von Daten zur Analyse von Messdaten am Beispiel Turboverdichter erläutert.

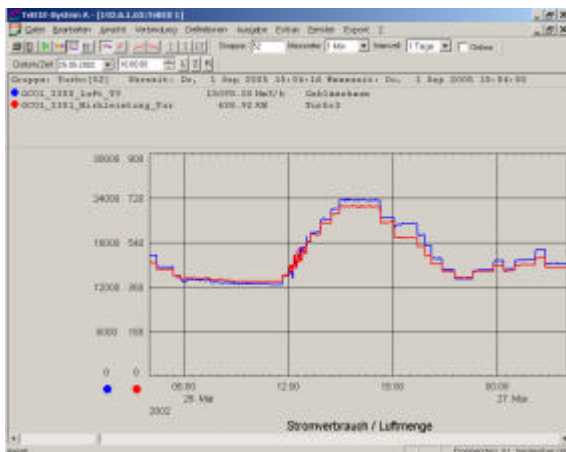


Bild 7: Darstellung Druckluftverbrauch und Antriebsleistung eines Turboverdichters mit Hilfe von TeBIS®

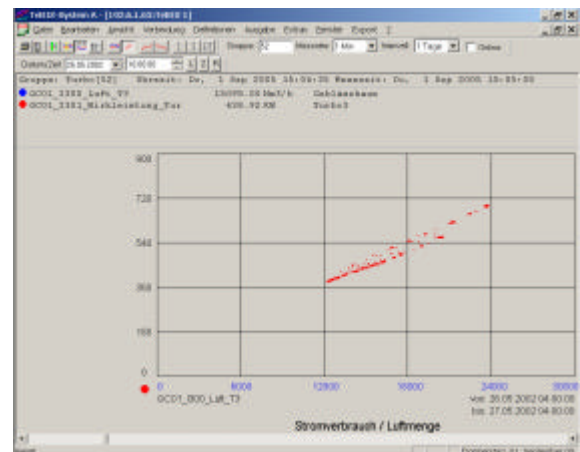


Bild 8: XY-Darstellung des Tagesganges Luftmenge gegen Antriebsleistung mit Hilfe von TeBIS®

Strömungsmaschinen, wie z.B. Turboverdichter haben mehrdimensionale Kennfelder, welche die Zusammenhänge zwischen Nutzen und Aufwand beschreiben. Die Einflussgrößen auf den Aufwand – Antriebsleistung – sind Durchsatz, Druckerhöhung und Drehzahl. Bleiben Druckerhöhung und Drehzahl ausschließlich von Durchsatz abhängig bzw. konstant, reduziert sich ein Kennfeld auf eine Kennlinie. Die Darstellung der Verdichterkennlinie erfolgt dadurch, dass als Ausgangsdatensatz ein Tagesgang im Minutenraster für die beiden Größen Antriebsleistung und Durchsatz verwendet wird (Bild 7). In der in TeBIS® integrierten XY-Darstellung wird auf Knopfdruck die erste Größenachse als X-Achse verwendet, jede weitere Kurve wird nicht mehr zeitabhängig, sondern größenabhängig dargestellt. Bei der XY-Darstellung des Tagesganges (Bild 8) erkennt man eine mit Hysterese behaftete Kennlinie. Hysteresen in Kennlinien sind entweder konstruktiv bedingt oder durch einen Komponentenfehler verursacht.

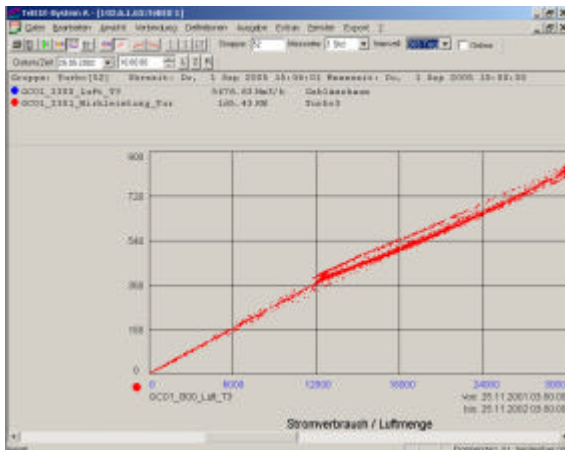


Bild 9: TeBIS®-XY-Darstellung des Tagesganges November 2001 bis November 2002

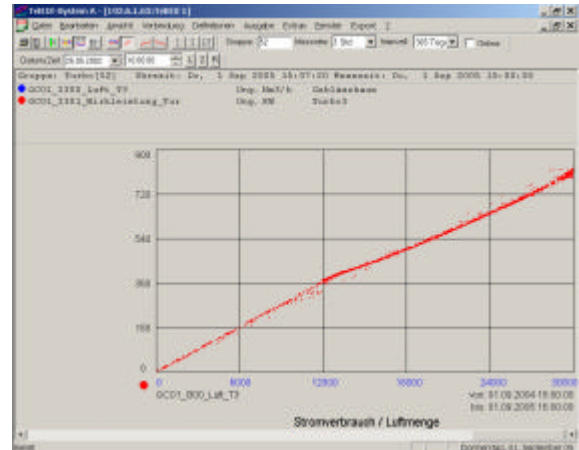


Bild 10: TeBIS®-XY-Darstellung des Tagesganges September 2004 bis September 2005

Die TeBIS®-XY-Darstellung kann auf jeden beliebigen Zeitbereich angewendet werden. Eine Überprüfung der Turboverdichterkennlinie aus Bild 8 erfolgt hier über zwei verschiedene Jahre mit jeweils 8760 Messwerten (Stundendaten von 12 Monaten). Aus dem Vergleich von Bild 9 und Bild 10 lassen sich interessante Schlussfolgerungen ziehen:

- Im Rahmen einer Wartungseingriffes wurden die Ursachen für die in Abb. 7, 8 und 9 beobachtete Hysterese beseitigt.
- Zwischen Abb.9 und Abb.10 ist eine erhebliche Verbesserung des Wirkungsgrades zu sehen. Eine Wirkungsgradverschlechterung innerhalb der letzten 12 Monate ist nicht aufgetreten
- Geringe Komponentenfehler, die im Normalbetrieb nicht auffallen, werden in der XY-Darstellung sichtbar

Damit sind die im System TeBIS® integrierten Darstellungsvarianten eine gute Voraussetzung, um die Instandhaltung um die Zustandsorientierung zu erweitern. Bei dieser Vorgehensweise sind außerordentliche Kosteneinsparungen realisierbar.

### **3. Literaturhinweise**

- [1] Dr.-Ing. M. Stoll; Dr.-Ing. H. Steinhaus; Dr.-Ing. W. Woyke; Dipl.-Ing. K. Hinsberger  
Anforderungen an ein technisches Betriebsinformationssystem  
VDI Berichte Nr. 1508 (1999), S. 353-362, VDI-Verlag Düsseldorf
- [2] Dr.-Ing. G. Ladiges, Dr.-Ing. T. Werner  
Großtechnische Versuche zur Umrüstung des Klärwerks Dradenau auf Druckbelüftung,  
17. Kolloquium und Fortbildungskurs zur Abwasserwirtschaft, TU Hamburg-Harburg,  
2005