



# Wertschöpfung von Kraftwerken optimieren

SR::SPC: Prozessgüte- und Zustandsüberwachung

# Wirtschaftlicher Betrieb durch kontinuierliche Analyse

Heute wichtiger denn je: Wie Sie schleichende Veränderungen und scheinbar plötzliche Ausfälle zuverlässig in den Griff bekommen und frühzeitig gezielt reagieren können.

## Handlungsbedarf?

Kraftwerke und ihre Komponenten unterliegen kontinuierlichen Veränderungen im Betriebsverhalten. Solche Veränderungen führen regelmäßig zu unbemerkten Verschlechterungen des Anlagenwirkungsgrades und scheinbar plötzlichen Ausfällen von Komponenten mit deutlichen Folgen für den nachhaltigen wirtschaftlichen Betrieb.

## Gezielt reagieren!

Statistik verdichtet Daten und liefert belastbare Informationen, um gezielt reagieren zu können. Daher hat STEAG Energy Services auf Basis bewährter statistischer Methoden zur Überwachung und Steuerung von Prozessen das intelligente IT-System SR::SPC entwickelt.



## Kontinuierliche Analyse!

SR::SPC ist eine zuverlässige Softwarelösung zur kontinuierlichen Prozessgüte- und Zustandsüberwachung. SR::SPC ist clever, denn es ist in der Lage, aus der riesigen Datenmenge der Leittechnik die wichtigsten Daten zu Prozessen und Hauptkomponenten zu analysieren. Durch die automatische Analyse werden schleichende und kritische Veränderungen frühzeitig und sicher erkannt.

# Drei positive Effekte – eine Basis.

Schaffen Sie die Voraussetzungen für einen optimalen Wirkungsgrad, sinkende Instandhaltungskosten und konsistentes Anlagen-Know-how mit nur einer IT-Lösung!

## Wirkungsgrad verbessern

SR::SPC verdichtet die Daten der Prozess- und Anlagenzustände zu auswertbaren Informationen. Abweichungen von einem Referenzzustand, die einen erhöhten Wärmeverbrauch zur Folge haben, werden somit schneller erkannt. Auf diese Weise können geeignete Maßnahmen zügig eingeleitet werden.

## Instandhaltungskosten senken

SR::SPC bewertet permanent den Zustand wichtiger Hauptkomponenten auf Basis von Betriebsdaten. Auch schleichende Veränderungen sind hierdurch im Sinne einer kosteneffizienten zustandsorientierten Instandhaltung frühzeitig und zuverlässig erkennbar. Ungeplante Stillstandzeiten werden reduziert und die Verfügbarkeit des Kraftwerks nachhaltig gesteigert.

## Ressourcen effizienter nutzen

Erfahrene Mitarbeiter mit einem „verfahrenstechnischen Gefühl“ für komplexe Zusammenhänge sind nicht zu jeder Zeit und an jedem Ort verfügbar.

SR::SPC sichert die Kontinuität und damit den Fortbestand dieser „Best Practice“. Der Einsatz von SR::SPC ermöglicht einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess, der sich über einen Kraftwerksstandort hinaus unternehmensweit weiterentwickeln lässt.



# Bewährte Modelle – individuelle Beratung.

Physikalische oder datenbankbasierte Modelle ermöglichen eine individuelle Lösungsstrategie für jede Aufgabenstellung in einem Kraftwerk.

SR::SPC nutzt bewährte Modellierungstechniken zur Bestimmung von Referenzwerten, die zur jeweils aktuellen Anlagenfahrweise passen. Durch Vergleich dieser Referenzwerte mit aktuellen Betriebsdaten (1) können normierte Kennzahlen (Key Performance Indicator, KPI) berechnet werden. Die normierten KPIs (2) hängen nur noch von der jeweiligen Prozess- oder Komponentengüte ab. Sie sind unabhängig von äußeren Einflüssen wie beispielsweise Betriebs- oder Umgebungsbedingungen. Diese KPIs bilden die entscheidende Basis für die statistische Datenanalyse (3) zur Erkennung von kritischen Veränderungen.

Die kontinuierliche Bestimmung der Referenzwerte kann – je nach Anwendungsfall – mit Hilfe physikalischer oder datenbankbasierter Modelle erfolgen:

## Analyse auf Basis physikalischer Modelle

- Ermittelt den Referenzwert für Prozessgrößen anhand eines geschlossenen Kreislaufmodells
- Bilanziert und simuliert komplexe Prozesse sehr effizient
- Ermöglicht eine monetäre Bewertung der Schwachstellen

## Analyse auf Basis datenbankbasierter Modelle

- Ermittelt den Referenzwert anhand historischer Komponentenzustände mit Hilfe neuronaler Netze
- Berechnet Referenzwerte auch dann, wenn die genauen physikalischen Zusammenhänge nicht bekannt sind
- Ermöglicht die Modellierung der Referenzwerte in sehr kurzer Zeit

## Sie haben die Wahl

Der Einsatz der geeigneten Analyse-Methode richtet sich nach der jeweiligen Aufgabenstellung im Kraftwerk. Sie haben natürlich die Wahl und wir beraten Sie hierzu gerne!

# Automatische Analyse für ein ganzes Dutzend guter Ergebnisse

Online und automatisch: SR::SPC sorgt für eine ganze Reihe von Verbesserungen für einen nachhaltig wirtschaftlichen Anlagenbetrieb.

## Automatische Analyse

Als fortschrittliches IT-System zur kontinuierlichen Prozessgüte- und Zustandsüberwachung nutzt SR::SPC von STEAG Energy Services künstliche neuronale Netze und statistische Werkzeuge, um den Verlauf wichtiger Kennzahlen / KPIs online und automatisch zu analysieren.

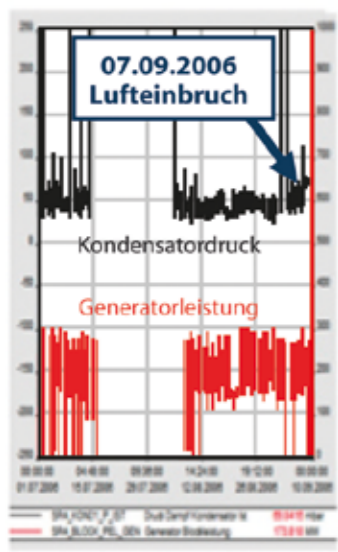
SR::SPC erkennt hierbei signifikante Trends und Muster, aber auch plötzliche Sprünge in der überwachten Kennzahl.

Durch die Anwendung verschiedener Verfahren und geeigneter Regeln zur Ergebnisbewertung lässt sich die Zuverlässigkeit der Aussagen weiter erhöhen.

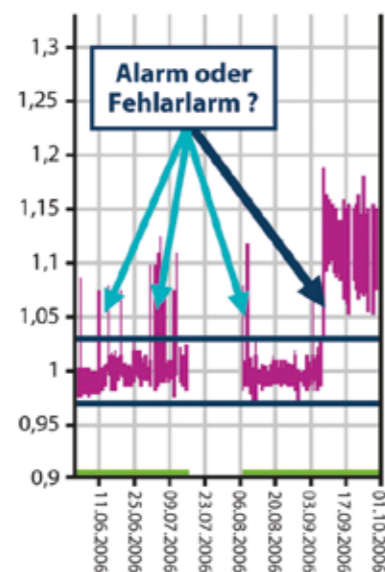
## Die Ergebnisse:

- permanente, zeitnahe und automatische Berechnung der KPIs
- objektive Bewertung der Prozessgüte und des Komponentenzustandes
- intelligente Verdichtung der Informationsfülle schafft höhere Transparenz
- automatische Alarmierung per E-Mail ermöglicht schnelle Reaktion auf sich anbahnende Schäden oder Probleme
- automatische Erkennung signifikanter Trends (z. B. schleichende Verschmutzung) und Muster (z. B. „eingefrorener Messwert“)
- Lieferung von belastbaren Planungsdaten für die zustandsorientierte Instandhaltung
- höhere Anlagenverfügbarkeit und damit wirtschaftlicherer Betrieb
- zeitraubende manuelle Analyse der Kennzahlen / KPIs entfällt
- schnelle Amortisation der Investition durch Kostenvermeidung
- nachhaltige Verbesserung des Anlagenwirkungsgrades
- Vermeidung unbemerkter, langfristiger Verluste
- Erhaltung des wertvollen Know-hows des Schichtpersonals

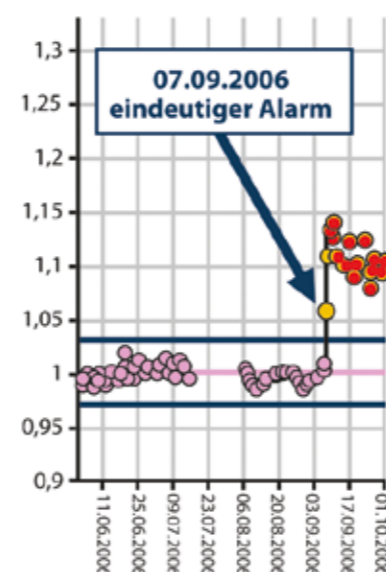
## 1 Daten aus Leittechnik



## 2 Gütekennwert (KPI) definieren



## 3 KPI Verlauf analysieren



# Unbestrittener Nutzen. Die Praxis zeigt es.

Zwei Beispiele von Vielen: Wo und wie die intelligente Zustands- und Prozessgüteüberwachung SR::SPC im Alltag Lösungen bietet.

Der wirtschaftliche Nutzen einer kontinuierlichen, automatischen Prozessgüte- und Komponentenüberwachung ist unbestritten, wie folgende Beispiele aus der Praxis verdeutlichen.

## Prozessgüteüberwachung (Kondensator)

### Problem:

Häufig erfolgt im Bereich des Turbinenkondensators ein Lufteinbruch an den vakuumseitigen Stopfbuchsen der ND-Turbine oder an den Stopfbuchsen der Kondensatumpumpen. Weitere typische Leckagestellen sind im Unterdruck betriebene Vorwärmer, Kühler oder Kondensatoren. Dieser Lufteinbruch führt zu einem Abfall des Vakuums und damit zu einem geringeren Wirkungsgrad des ND-Turbinenteils. Das Ergebnis ist ein erhöhter spezifischer Blockwärmeverbrauch.

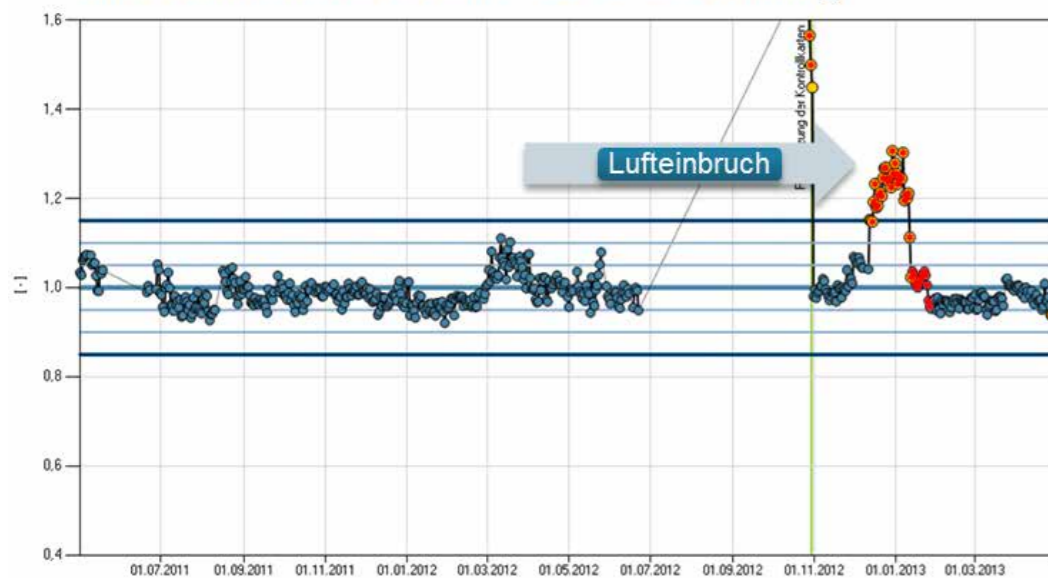
### Problemstrategie (bisher):

Das maximal erzielbare Vakuum im Turbinenkondensator ist von vielen Faktoren abhängig und unterliegt teilweise erheblichen und nicht beeinflussbaren saisonalen Schwankungen. Der von der Leittechnik erfasste Wert für den aktuellen Kondensatordruck lässt sich also nicht als direktes Maß zur Beschreibung der Dichtigkeit des Kondensators heranziehen. Pro Quartal werden daher üblicherweise 1 bis 3 Vakuumabfallversuche durchgeführt, bei denen das Evakuierungssystem abgeschaltet und der Druckanstieg im Kondensator gemessen wird. Bei Überschreitung eines anlagenspezifischen Grenzwertes können weitergehende Maßnahmen zur Leckageortung und -behebung eingeleitet werden.

### Aufwand und Ergebnis (bisher):

Die Versuche werden in größeren zeitlichen Abständen durchgeführt. Zwischen Auftreten und Erkennung einer Leckage vergehen häufig Wochen und Monate. Die Anlage wird in dieser Zeit mit einem signifikant erhöhten Wärmeverbrauch betrieben und erzeugt vermeidbare Kosten.

## KPI Kondensatordruck – SPC Bewertung



- Ref.-Wert [-]
- untere Grenze [-]
- obere Grenze [-]
- Mittelwert [KPI] [-]
- Ereignis [-]
- Alarm [-]
- SPC-N. KOND\_MLP
- Basis: P002\_X051
- Info: p Vakuum Kondensator
- Gültigkeit: 0,025..0,125 [bar abs]
- KPI-Regel: [Ist-Ref.]/0,1 + 1
- KPI/SPC-Zyklus: 5m / 1d
- Kritische Richtung: Steigend
- Ausreißerfilter: Aus
- Ref.-Modell: MLP [3 in]
- Ref.-KPI/Std.Abw.: 1 / 0,05
- Alarmregel: 2 von 3
- Mittel/max. Lücken: 2h / 75%
- Probe/max. Lücken: 1d / 75%
- Min/Max Grenze X: 0,85 / 1,15
- Runtest: 1,5,9
- Toleranz [RT9]: 1,00E-007
- SPC gültig seit: 01.01.2009
- Autor:
- Anmerkung:
- Erstellt: 7.11.2013 12:38

# ... am Beispiel Zustandsüberwachung der HDU-Station.

### Problem:

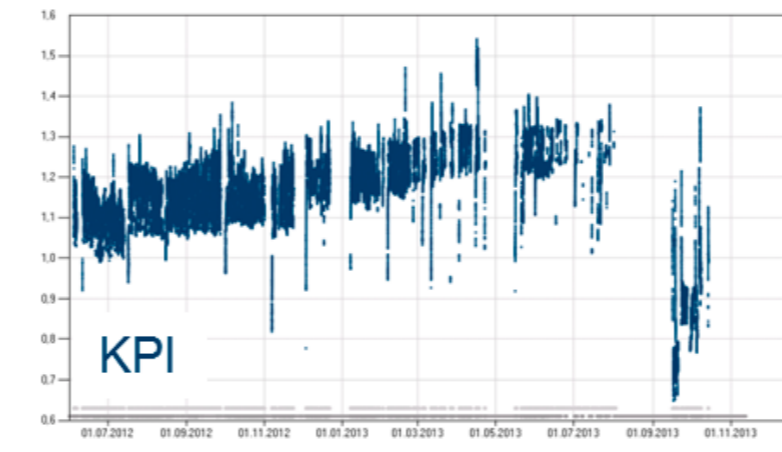
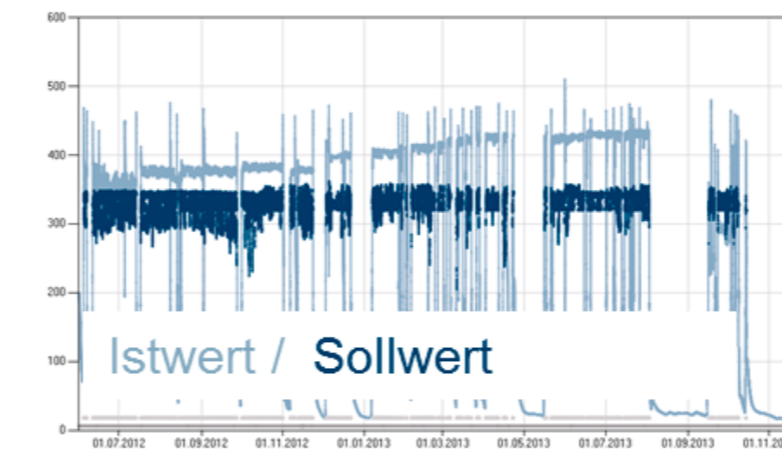
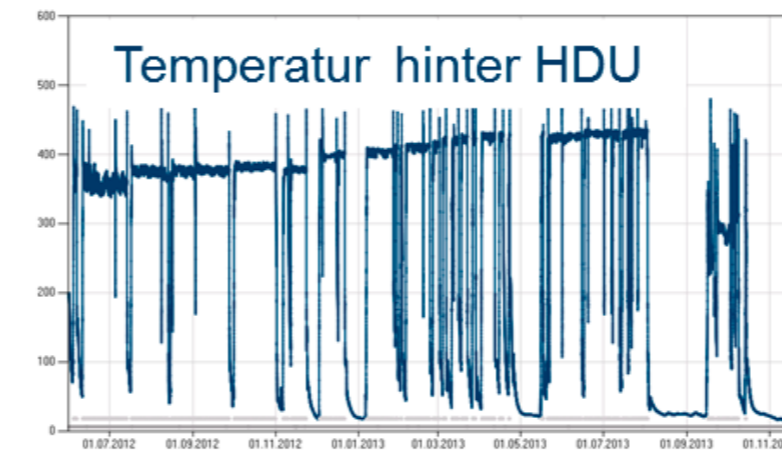
Im Bereich des HDU Ventils kann es im Laufe der Zeit durch die Frischdampfbeaufschlagung zu Auswaschungen kommen und sich als Folge eine Leckage bilden. Frischdampf strömt bei geschlossenem Ventil in die kalte Zwischenüberhitzung, wodurch der spezifische Wärmeverbrauch des Blockes ansteigt.

### Problemstrategie (bisher):

Der Zustand der HD-Umleitstation wird typischerweise in einem Intervall von 4 Jahren im Rahmen der Kraftwerksrevision überprüft.

### Aufwand und Ergebnis (bisher):

Innerhalb dieses Zeitraums können bereits signifikante Auswaschungen entstanden sein. Der erhöhte Wärmeverbrauch führt zu erhöhten Kosten. Außerdem könnten größere Instandhaltungsmaßnahmen erforderlich sein.



Die Temperatur hinter der HDU kann als Indikator für eine Leckage genutzt werden. Bei geschlossener HDU fällt die Temperatur auf einen anlagenspezifischen Minimalwert ab. Mit zunehmender Leckage steigt dieser Wert an.

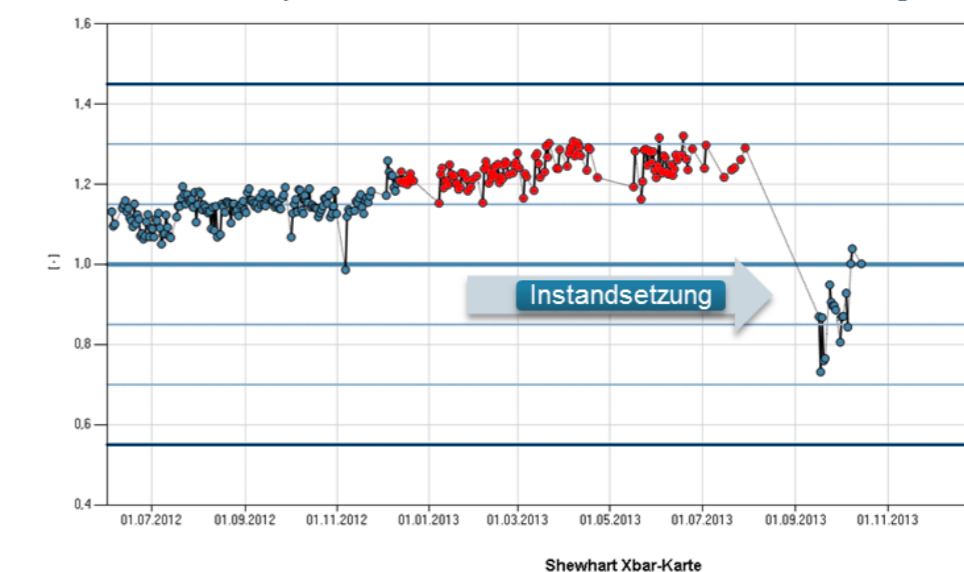
Der KPI wird durch den Ist- und Sollwert-Vergleich ermittelt. Der resultierende KPI betrachtet die geschlossene HDU, berücksichtigt das Abkühlverhalten und hängt nun überwiegend von der Leckagemenge ab.

SR::SPC erkennt einen allmählichen Anstieg der Temperatur hinter der HDU und informiert die zuständigen Fachleute Ende Februar 2013.

Die HDU wird zur Überprüfung im Rahmen der nächsten Revision vorgemerkt. Die Überprüfung der HDU bestätigt den Verdacht einer Leckage.

Die Instandsetzung der HDU wurde in der Revision im Sommer 2013 durchgeführt.

## KPI Temperatur hinter HDU – SPC Bewertung



- Ref.-Wert [-]
- untere Grenze [-]
- obere Grenze [-]
- Mittelwert [KPI] [-]
- Alarm [-]
- SPC: J\_B\_LECK
- Basis: L\_X050
- Info: AnEntsp B HDU Austr T
- Gültigkeit: 0,500 [+C]
- KPI-Regel: Ist-Ref.
- KPI/SPC-Zyklus: 5m / 1d
- Kritische Richtung: Beide
- Ausreißerfilter: Aus
- Ref.-Modell: MLP [3 in]
- Ref.-KPI/Std.Abw.: 1 / 0,15
- Alarmregel: 2 von 3
- Mittel/max. Lücken: 2h / 75%
- Probe/max. Lücken: 1d / 75%
- Min/Max Grenze X: 0,55 / 1,45
- Runtest: 1,5,9
- Toleranz [RT9]: 1,00E-007
- SPC gültig seit: 01.01.2008
- Autor:
- Anmerkung:
- Erstellt: 13.11.2013 15:45

Shewhart Xbar-Karte

# ... am Beispiel Lufteinbruch am Turbinenkondensator.

SR::SPC erfasst den Kondensatordruck online. Der Druck steigt u.a. mit Zunahme der Abdampfmenge und der Kühlwassertemperatur sowie der Abnahme der Kühlwassermenge.

Der KPI wird durch den Ist- und Sollwert-Vergleich ermittelt. Die Bestimmung des Sollwertes erfolgt dabei passend zur jeweiligen Fahrweise und Kühlwassertemperatur. Durch den Vergleich wird deren Einfluss rechnerisch eliminiert.

Der resultierende KPI ist u.a. last- und temperaturbereinigt und hängt nur noch von der Güte des Vakuums und der Wärmeübertragungsleistung des Kondensators ab.

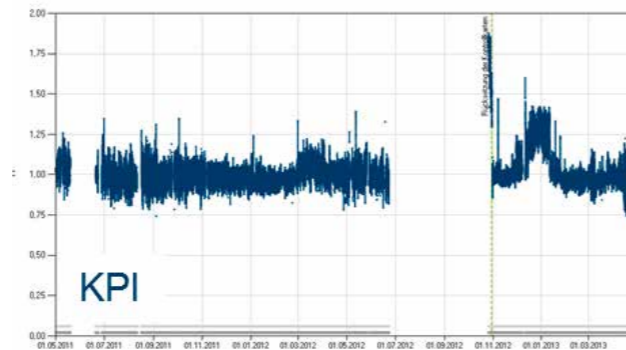
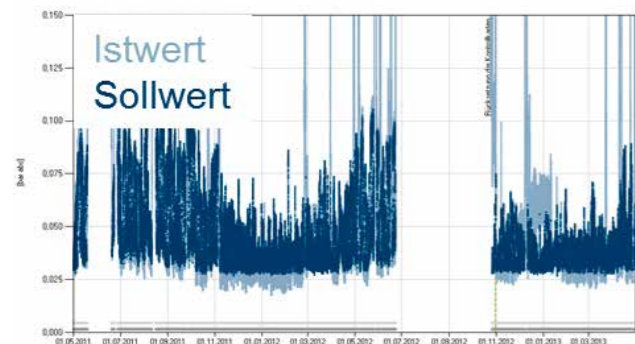
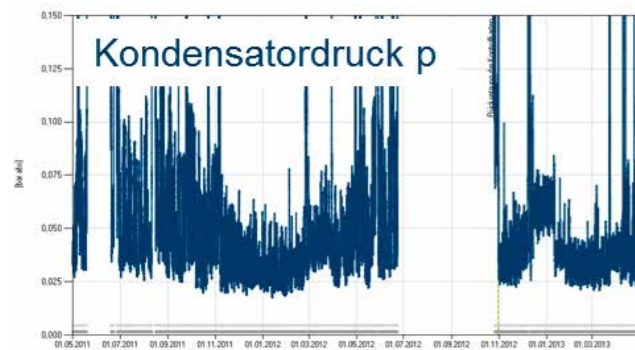
SR::SPC erkennt den Vakuumabfall Anfang Dezember 2012, der auch durch routinemäßige Vakuumabfallversuche bestätigt wird. Heliumleckagetests deuten auf eine Undichtigkeit im Bereich der ND-Stopfbuchse.

Als Sofortmaßnahme wird der Sperrdampfdruck erhöht, wodurch der Lufteinbruch seit Ende Januar 2013 erheblich reduziert werden konnte.

Eine Auswertung der Anlagen, die bereits heute mit SR::SPC überwacht werden hat ergeben, dass Leckagen im Bereich des Kondensators sehr häufig und über größere Zeiträume unentdeckt bleiben. In vielen Anlagen hat sich der Einsatz von SR::SPC allein durch die Überwachung des Kondensators als wirtschaftlich herausgestellt.

## Zusammenfassung:

- SR::SPC erfasst online den Kondensatordruck
- Ist-/Sollwert-Vergleich erfolgt immer passend zur aktuellen Fahrweise
- Saisonale Einflüsse wie Kühlwassertemperaturen werden rechnerisch eliminiert
- SR::SPC erkennt automatisch den Vakuumabfall
- Tests identifizieren die Ursache für den Vakuumverlust
- Kosten werden durch zeitnahe Einleitung von Maßnahmen vermieden



## STEAG Energy Services GmbH

Rüttenscheider Straße 1-3

45128 Essen

Telefon +49 201 801-4110

Telefax +49 201 801-4102

www.STcollectIT.de