

DIN ISO 18129

ICS 25.020

Einsprüche bis 2015-09-24

Entwurf**Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen –
Verfahren der Prozessgüte-Diagnose (ISO 18129:2015);
Text Deutsch und Englisch**

Condition monitoring and diagnostics of machines –
Approaches for performance diagnosis (ISO 18129:2015);
Text in German and English

Surveillance et diagnostic d'état des machines –
Démarches pour le diagnostic de performance (ISO 18129:2015);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-07-24 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nals@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 43 Seiten

Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	3
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Arten der Prozessgüte-Überwachung und -Diagnose	6
4.1 Allgemeines	6
4.2 Online-Prozessgüte-Überwachung	7
4.3 Offline-Prozessgüte-Überwachung	7
4.4 Online-Prozessgüte-Überwachung mit Validierung	7
5 Anleitung zur Einrichtung von Prozessgüte-Überwachungs- und -Diagnose-Systemen	8
5.1 Voraussetzungen	8
5.2 Planung	8
5.3 Betriebsanalyse der Anlage und Festlegen der auszugebenden Prozessgüte-Parameter	8
5.4 Festlegung von Betriebszuständen	9
5.5 Justierung des Modells	10
5.6 Prüfung der Prozessgüte-Überwachung	11
6 Methodik und Anforderungen zur Durchführung von Prozessgüte-Überwachung und -Diagnose von Maschinen	12
6.1 Methodik	12
6.2 Plausibilitätsprüfung	12
6.3 Zykluszeit und Mittelung	12
6.4 Implementierte Berechnungen und Eingangsparameter	12
6.5 Validierung	14
7 Interpretation von Daten und Bewertungskriterien	14
Anhang A (informativ) Eingangsparameter, empfohlen für die Beschreibung der Betriebsbedingungen	16
Anhang B (informativ) Gemessene und erwartete Kennwerte, empfohlen für Prozessgüte-Überwachung und -Diagnose	17
Anhang C (informativ) Beispiel der Prozessgüte-Überwachung einer Pumpe	18
Anhang D (informativ) Beispiel einer Gasturbine — Hydraulische Spaltoptimierung	20
Literaturhinweise	21

Nationales Vorwort

Die Internationale Norm ISO 18129:2015 ist vom Technischen Komitee ISO/TC 108 „Mechanical vibration, shock and condition monitoring“, Unterkomitee SC 5 „Condition monitoring and diagnostics of machine systems“, dessen Sekretariat von ANSI (USA) geführt wird, unter deutscher Projektleitung erarbeitet worden. Die deutsche Mitarbeit erfolgte durch den Ausschuss NA 001-03-06-05 UA (NALS/VDI C 6.5) „Schwingungsüberwachung“ des Normenausschusses Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung von ISO 18129:2015 entsprechend der diesbezüglich durch die ISO erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfs gelten gleichermaßen auch für den englischen ISO-Text.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 13372 siehe DIN ISO 17359 Beiblatt 1

ISO 17359 siehe DIN ISO 17359

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 17359, *Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen — Allgemeine Anleitungen*

DIN ISO 17359 Bbl 1, *Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen — Beiblatt 1: Erläuterungen zu Fachbegriffen*

Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen — Verfahren der Prozessgüte-Diagnose

Einleitung

Die Absicherung und Verifizierung bestmöglicher Wirtschaftlichkeit von Maschinen und Systemen ist angesichts hoher Brennstoffpreise, Forderungen nach Verringerung von Emissionen und zunehmender Anlagenflexibilität eine stete Herausforderung für Eigentümer und Betreiber.

Maschinen, Maschinengruppen oder Industrieanlagen (Anlagen) erfüllen die an sie gestellte Aufgabe durch Nutzung von Energieumwandlungs- oder Energietransportprozessen. Die Effizienz dieser Energieumwandlungs- und Energietransportprozesse wird als Prozessgüte (Performance) der Anlage oder der mit ihr verbundenen Prozesse bezeichnet. Eine gute Prozessgüte bedeutet einen hohen Wirkungsgrad und geringe Verluste. Wenn der Energieumwandlungsprozess einen thermodynamischen Prozess, insbesondere einen thermodynamischen Kreisprozess, beinhaltet, kann die Überwachung der Prozessgüte sehr komplex werden.

Dafür kommen zunehmend Prozessgüte-Überwachungs- und -Diagnose-Systeme zum Einsatz. Dies sind moderne Leittechniksysteme, die die in Maschinen, Maschinengruppen oder kompletten Industrieanlagen ablaufenden Prozesse mit dem Ziel überwachen, Möglichkeiten zur Steigerung des Wirkungsgrades bzw. der Prozessgüte aufzudecken und zu lokalisieren.

Der Vorteil der Prozessgüte-Überwachung und -Diagnose besteht in der Bereitstellung von Informationen (z. B. gemessenen Kennwerten und erwarteten Kennwerten), die den aktuellen Prozessgüte-Status der Anlage beschreiben. Diese Informationen sind die Basis dafür, um nicht-optimale Betriebszustände und Verschlechterungen zu vermeiden sowie eine Früherkennung und Quantifizierung von Verschleiß (z. B. Erosion, Korrosion) sicherzustellen.

Die Prozessgüte-Überwachung wird häufig als Ergänzung zur Zustandsüberwachung eingesetzt.

Ziele der Prozessgüte-Überwachung und -Diagnose sind:

- Qualitätsverbesserung der Energieumwandlung durch Erzielung einer optimierten Fahrweise,
- Verringerung von Emissionen,
- Quantifizierung von Verschleiß,
- Auffinden fehlerhafter Instrumentierung,
- Erkennung defekter Anlagenteile,
- Verbesserung der Verfügbarkeit von Maschinen,
- Erhöhung des Wirkungsgrades, dadurch Reduzierung der Brennstoffkosten und Senkung der Emissionskosten und
- Verbesserung der internen Berichterstattung und Kommunikation durch verbesserte Transparenz und Berechnung eindeutig definierter Kenngrößen.

Ergebnisse der Prozessgüte-Überwachung und -Diagnose richten sich an

- den Betreiber, um das Betriebsregime zu ändern, falls eine nicht-optimale Fahrweise identifiziert wurde, und
- das Wartungspersonal, um Maschinen oder Anlagen zu reparieren oder zu modifizieren, um identifizierte Fehler oder Schwachstellen zu beseitigen.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm gibt eine Einführung, wie die Prozessgüte-Überwachung und -Diagnose von Maschinen und Maschinengruppen bis hin zu kompletten Industrieanlagen (Anlagen) anzuwenden ist, was üblicherweise den gesamten Lebenszyklus der Maschinen umfasst.

Diese Internationale Norm hat den Zweck,

- in die speziell auf die Prozessgüte-Überwachung und -Diagnose von Maschinen bezogenen Fachbegriffe einzuführen,
- die Arten der Verfahren von Prozessgüte-Überwachung und -Diagnose und ihre Vorzüge zu beschreiben,
- eine Anleitung zur Installation von Prozessgüte-Überwachungs- und -Diagnose-Systemen zu geben,
- Methoden und Anforderungen an die Durchführung von Prozessgüte-Überwachung und -Diagnose zusammenzufassen und
- Hinweise zur Dateninterpretation und Bewertungskriterien sowie Anforderungen an die Berichterstattung zu geben.

Diese Internationale Norm enthält Prüfverfahren zur Ermittlung der Genauigkeit von Prozessgüte-Überwachungs- und -Diagnose-Systemen sowie Vorgehensweisen (einschließlich Eingaben für Benchmark-Tests der Prozessgüte von Anlagen).

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 13372, *Condition monitoring and diagnostics of machines — Vocabulary*

ISO 13379-1, *Condition monitoring and diagnostics of machines — Data interpretation and diagnostics techniques — Part 1: General guidelines*

ISO 17359, *Condition monitoring and diagnostics of machines — General guidelines*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 13372, ISO 13379-1, ISO 17359 und die folgenden Begriffe.

3.1

Prozessgüte

Performance

Verhalten, Charakteristik und Effizienz eines technischen Prozesses, der in einer Maschine abläuft, beschrieben durch die Messung und Berechnung eines oder mehrerer Parameter, z. B. Leistung, Massenström, Wirkungsgrad oder Drehzahl, die einzeln oder zusammen die erforderlichen Informationen liefern

[QUELLE: ISO 13372:2012, 2.3]

Anmerkung 1 zum Begriff: Prozessgüte wird zur Qualifizierung von Energieumwandlungsprozessen eingesetzt, in denen meist thermodynamische Prozessteile enthalten sind.

Anmerkung 2 zum Begriff: Nach ISO 13372 werden Maschinen, Maschinengruppen und komplette Industrieanlagen als Anlagen bezeichnet.

3.2

thermodynamischer Prozess

Energieumwandlungs-Prozess, bei dem Wärmeenergie als eine Hauptenergieform beteiligt ist

3.3

Stationarität

Betriebsbedingung, bei der sich der Wert der sie beschreibenden Größe über der Zeit nicht signifikant ändert

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Prozess wird als stationär angesehen, wenn seine charakteristischen Parameter stationär sind.

3.4

Kennwert

Zahlenwert einer durch Signalverarbeitung gewonnenen Kenngröße eines Messsignals oder zahlenmäßiges Beobachtungsergebnis

[QUELLE: ISO 13372:2012, 6.2]

3.5

gemessener Kennwert

Zahlenwert, der direkt von der überwachten Anlage stammt, einen Messwert oder einen direkt aus Messwerten erzeugten Wert darstellt, und relevant für die Prozessgüte ist

3.6

erwarteter Kennwert

zum gemessenen Kennwert korrespondierender Wert, der von einem Modell stammt, wobei das Modell die erwartete Prozessgüte der Anlage beschreibt

3.7

Prozessgütefaktor

Performancefaktor

Verhältnis zwischen dem tatsächlichen Wert und dem erwarteten Wert des Wirkungsgrades

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Prozessgütefaktor über 100 % bedeutet „besser als Vorgabe“, unter 100 % stellt eine Verschlechterung dar.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Faktor wird in Prozent (%) angegeben.

4 Arten der Prozessgüte-Überwachung und -Diagnose

4.1 Allgemeines

Die Prozessgüte-Überwachung beinhaltet typischerweise einen Vergleich zwischen gemessenen Kennwerten (die die Prozessgüte einer Maschine beschreiben, z. B. Leistung, Massenstrom, Wirkungsgrad) und erwarteten Kennwerten.

Die Bewertung der Prozessgüte durch einen Vergleich erfordert identische Betriebsbedingungen, wie Drehzahl, Last oder Temperatur. Dafür sind Referenzbedingungen erforderlich. Mit Bezug auf das Ziel der Prozessgüte-Überwachung sind unterschiedliche Konzepte anwendbar:

- a) Prozessgüte-Überwachung bei aktuellen Messbedingungen – die Betriebsbedingungen während der Messung werden als Referenz verwendet, und die erwarteten Kennwerte werden in Werte für diese Bedingungen umgerechnet. Dieses Konzept wird dann bevorzugt, wenn z. B. Informationen zu aktuellen Verlusten durch Verschleiß unter den augenblicklich herrschenden Betriebsbedingungen benötigt werden.

- b) Als Referenz für die Prozessgüte-Überwachung dienen festgelegte Bedingungen. Die bei aktuell herrschenden Betriebsbedingungen gemessenen Kennwerte werden in auf Referenzbedingung umgerechnete Werte bezogen. Diese Methode wird für Trendanalysen bevorzugt, um den Einfluss der Betriebsbedingungen zu eliminieren.

ANMERKUNG Wenn Umrechnungen auf Referenzbedingung erforderlich sind, sei auf Hinweise in entsprechenden Abnahme-Prüfnormen verwiesen. Eine Auswahl Internationaler Normen mit Bezug auf Prozessgüte- und Abnahme-Prüfungen ist in den Literaturhinweisen von ISO 17359 enthalten.

4.2 Online-Prozessgüte-Überwachung

Die Basis der Online-Prozessgüte-Überwachung ist ein Modell des in einer Maschine ablaufenden Prozesses (z. B. eines thermodynamischen Prozesses, wie des Clausius-Rankine-Kreisprozesses oder des Joule-Kreisprozesses).

Berechnungsergebnisse des Modells werden als „erwartete“ Kennwerte bezeichnet, weil sie den theoretischen oder gesunden Zustand der Anlage unter gegebenen Betriebsbedingungen beschreiben, d. h. ohne Berücksichtigung von Verschlechterungen, Verschmutzungen und Fehlern. Hierbei werden die Betriebsbedingungen durch eine kleine Anzahl von Eingangsparametern charakterisiert, die aus Messwerten gewonnen werden (im Allgemeinen Umgebungsbedingungen, Brennstoffeigenschaften, Drehzahl, Last usw.).

Der Vergleich von gemessenen Kennwerten mit erwarteten Kennwerten erlaubt die Überwachung der Prozessgüte auf Komponentenniveau, die Identifizierung von Situationen mit anormaler Prozessgüte und die Analyse der Prozessgüte von Komponenten und von anormalen Betriebssituationen.

Die Überwachung von anormalen Betriebssituationen wird durch eine Analyse vervollständigt. Diese Analyse wird durch die Berechnung von Schlüssel-Parametern der Prozessgüte-Überwachung (z. B. Wirkungsgrade und Verluste) gestützt. Solche Parameter werden sowohl für gemessene Kennwerte ermittelt als auch für entsprechende erwartete Kennwerte, wobei letztere aus dem Modell erhalten werden.

4.3 Offline-Prozessgüte-Überwachung

Die Offline-Prozessgüte-Überwachung basiert auf demselben oder einem ähnlichen anspruchsvollen Modell wie die Online-Prozessgüte-Überwachung.

Ungeachtet dessen erlaubt die Offline-Prozessgüte-Überwachung die gezielte Variation der Eingangsgrößen oder der Modellcharakteristika.

Das liefert die Basis für „was-wäre-wenn“-Berechnungen, die hilfreich für die Diagnose von Abweichungen zwischen gemessenen und erwarteten Kennwerten in der Online-Prozessgüte-Überwachung sind.

4.4 Online-Prozessgüte-Überwachung mit Validierung

Zur Verbesserung der Qualität von Messwerten und zum Auffinden fehlerhafter Messketten wird eine Messdatenvvalidierung nach VDI 2048 Blatt 1 empfohlen.

Die Anwendung dieser Methode des Datenabgleichs liefert Validierungsergebnisse, die einen konsistenten Satz von Messwerten darstellen, deren Genauigkeit insgesamt verbessert ist. Dies ermöglicht einen besseren Vergleich von gemessenen Kennwerten mit erwarteten Kennwerten.

Die Berechnung ist stark davon abhängig, inwieweit redundante oder physikalisch voneinander abhängige Messungen zur Verfügung stehen und welche Genauigkeit die gemessenen Kennwerte aufweisen.

Durch die Formulierung von geschlossenen Energie- und Masse-Bilanzen können zusätzliche (nicht gemessene oder nicht messbare) Parameter berechnet werden, wie etwa die Eigenschaften von Wärmeübergangsflächen, die ohne Datenabgleich nicht erhältlich sind.

ANMERKUNG Durch den Validierungsprozess lässt sich ein inkonsistenter Satz an Messwerten finden. Deshalb ist es für die Verbesserung der Messwertqualität und für das Auffinden suspekter Messketten hilfreich, die Online-Prozessgüte-Überwachung mit Validierung einzusetzen.

5 Anleitung zur Einrichtung von Prozessgüte-Überwachungs- und -Diagnose-Systemen

5.1 Voraussetzungen

Eine allgemeine Voraussetzung für den Einsatz eines Prozessgüte-Überwachungs- und -Diagnose-Systems ist, dass die zu überwachende Anlage für die Betriebsbedingungen ausgelegt wurde, unter denen sie eingesetzt wird.

ANMERKUNG 1 Fehler, die durch mangelhafte Auslegung einer Anlage hervorgerufen werden, lassen sich nicht mit Mitteln der Prozessgüte-Überwachung korrigieren.

Für den Eignungsnachweis wird empfohlen, dass folgende Voraussetzungen vorliegen:

- Alle Maschinen einer betrachteten Anlage sollten unter den vom Hersteller spezifizierten Auslegungsbedingungen betrieben werden (charakterisiert z. B. durch Massenstrom, Druck, Temperatur, Leistung).
- Wenn eine Maschine in Teillast oder Überlast betrieben wird, sollten diese Betriebsbedingungen mindestens zu den vom Hersteller spezifizierten erlaubten Betriebsbedingungen gehören.

ANMERKUNG 2 Ein hoher Wirkungsgrad einer Maschine ist nicht identisch mit einem hohen Wirkungsgrad der Anlage, zu der die Maschine gehört, z. B. wenn die Maschine ständig in Teillast arbeitet.

5.2 Planung

Vor dem Starten einer Prozessgüte-Überwachungs- und -Diagnose sollten die folgenden Maßnahmen durchgeführt werden:

- Analysieren der Fahrweise der Maschinen und Festlegung der auszugebenden Prozessgüte-Parameter (Paare von tatsächlich gemessenen und erwarteten Kennwerten);
- Auswählen der zu verwendenden Eingabeparameter (siehe Anhang A);
- Festlegen der Betriebsbedingungen, für die die Prozessgüte-Überwachung vorgesehen ist, einschließlich der Stationaritätsbedingungen der zu überwachenden Anlage;
- Anpassen des Modells an die zu überwachende Anlage;
- Prüfen der Prozessgüte-Überwachung.

5.3 Betriebsanalyse der Anlage und Festlegen der auszugebenden Prozessgüte-Parameter

Das Ziel der Betriebsanalyse der Anlage ist die Auswahl von Kennwerten, die die Prozessgüte der Anlage und ihrer Komponenten beschreiben. Die folgenden Punkte sollten dabei berücksichtigt werden:

- Bestimmung der von der Anlage zu erfüllenden Funktion;
- Bewertung der zu erfüllenden Funktion der Anlage hinsichtlich Verhalten, Charakteristik und Effizienz, die für die Prozessgüte wesentlich und repräsentativ sind;
- Vergleich der Anlagenauslegung mit der zu erfüllenden Funktion, um zu prüfen, ob das Leistungsvermögen der zu erfüllenden Funktion entspricht;
- Ermittlung der Nenn-Betriebsparameter;
- Untersuchung von Vorgehensweisen und Randbedingungen, die das Betriebsverhalten der Anlage beeinflussen;

- Bestimmung von Kennwerten, die die Prozessgüte der Anlage beschreiben (siehe Anhang B);
- Aufgliederung der Anlage in Hauptkomponenten, die die Hauptfunktionen der Anlage repräsentieren;
- Untersuchung des Zusammenwirkens der Komponenten.

Das Ergebnis der Analyse sollte ein Satz von Kennwerten sein (auszugebende Prozessgüte-Parameter), die direkt gemessen oder aus Messwerten abgeleitet werden können.

5.4 Festlegung von Betriebszuständen

5.4.1 Allgemeines

Es wird empfohlen, die Prozessgüte-Überwachung und -Diagnose für Standard-Betriebszustände der Anlage durchzuführen, die wie folgt festgelegt sind:

- stationärer Betrieb;
- die Anlage befindet sich mit einer Last oder Leistung in Betrieb, die über einer spezifizierten Minimallast oder Minimalleistung liegt;
- Hauptbetriebscharakteristika (z. B. Drehzahl, Ventilstellung, Bypässe) sind innerhalb spezifizierter Bereiche.

Das Ergebnis der Betriebsanalyse ist eine Liste von Betriebszuständen und der zugehörigen Spezifikationen.

ANMERKUNG Die Prozessgüte-Überwachung kann auf einige spezifizierte Betriebszustände beschränkt werden. Andere Betriebszustände werden als nicht-standardmäßige Betriebszustände angesehen und nicht betrachtet.

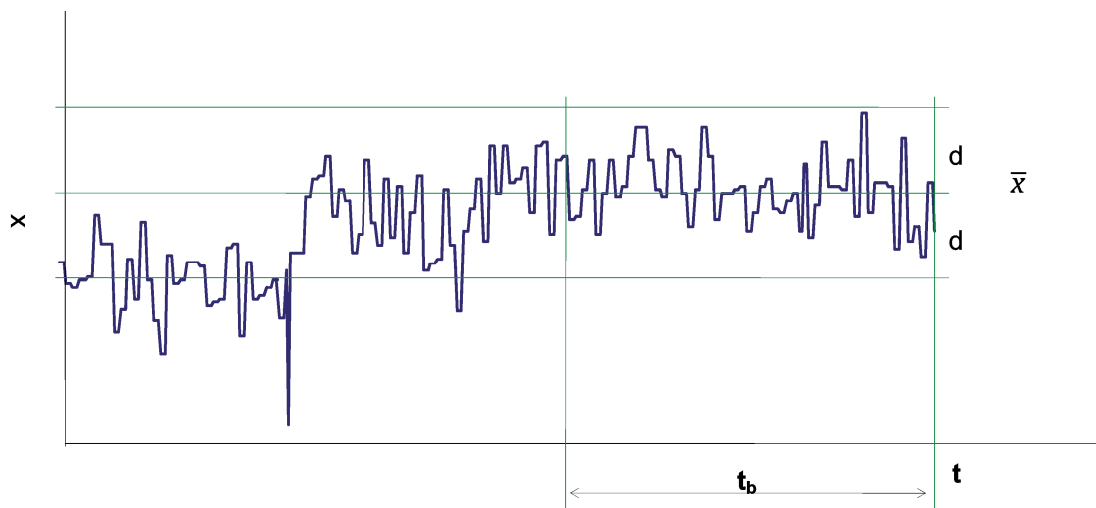
5.4.2 Stationarität

Die für die Prozessgüte-Überwachung verwendeten Modelle beruhen auf Annahmen zum Betriebszustand der Maschinen. Üblicherweise wird Stationarität gefordert. Das beinhaltet eine Konstanz der charakteristischen Prozessgüte-Parameter (Kennwerte).

Das im Folgenden dargestellte Verfahren ist ein Beispiel einer robusten Bestimmung der Stationarität (siehe Bild 1).

Stationaritätsbedingungen ergeben sich durch Folgendes:

- Auswählen von Kennwerten der Maschine, die geeignet sind, den Betriebszustand zu beschreiben, und als Messsignale zur Verfügung stehen;
- Festlegen des zulässigen Schwankungsbereichs $2d$ für jeden Kennwert (wie der Spitze-Spitze-Wert des Kennwerts) und
- Spezifizieren der Länge eines gleitenden Zeitfensters t_b :
- Berechnen des Mittelwerts $\bar{x}$ über das Zeitintervall von $t - t_b$ bis t , ausgehend von der aktuellen Zeit t rückwärts blickend; das Ergebnis ist der arithmetische Mittelwert des Signals x über die Länge des gleitenden Zeitfensters;
- Prüfen, ob sich das Signal x im Zeitintervall von $t - t_b$ bis t innerhalb des Schwankungsbereichs zwischen $\bar{x} - d$ und $\bar{x} + d$ befindet; falls es sich innerhalb befindet, liegt Stationarität vor.



Legende

x	Signalwert
t	Zeit
t_b	Länge des gleitenden Zeitfensters
$2d$	Schwankungsbereich ($d + d$)
$\bar{x}$	Mittelwert

Bild 1 — Bestimmung der Stationarität für das Signal x
(das gezeigte Signal ist zum Zeitpunkt t stationär, aber war es vorher nicht)

Der Schwankungsbereich $2d$ und die Länge des gleitenden Zeitfensters t_b sind an die vom benutzten Modell und der zu überwachenden Anlage stammenden Anforderungen anzupassen.

BEISPIEL Parameter einer Dampfturbine zur Unterscheidung von stationären und nicht-stationären Bedingungen können Leistung und Frischdampfmassenstrom sein. Typische Schwankungsbereiche $2d$ für diese Parameter sind 5 % der Werte bei Nennleistung und z. B. 10 min für die Länge des gleitenden Zeitfensters t_b .

5.4.3 Nennzustand

Der Nennzustand einer Anlage ist der Auslegungsfall. Gewöhnlich entspricht der Nennzustand dem Vollastzustand.

In der Praxis wird die Anlage während der Abnahmeprüfungen im Nennzustand betrieben.

5.4.4 Teillastzustände

Es wird empfohlen, einen oder mehrere Teillastzustände festzulegen. Ein neuer Teillastzustand sollte dann festgelegt werden, wenn sich die gemessenen Kennwerte signifikant von denjenigen des Nennzustands oder anderer Teillastzustände unterscheiden.

Das Modell sollte in der Lage sein, für jeden festgelegten Teillastzustand erwartete Kennwerte zu liefern.

5.5 Justierung des Modells

Das Modell der Anlage sollte aus Modellen der Komponenten zusammengestellt werden. Typische Komponenten sind:

— Gasturbinen,

- Dampfturbinen,
- Generatoren,
- Motoren,
- Wärmetauscher,
- Dampferzeuger,
- Kondensatoren,
- Pumpen,
- Armaturen und
- Rohrleitungen.

Es sollte möglich sein, Prozessgüte-Parameter für jede Modell-Komponente aus ihren Eingabeparametern zu berechnen. Die Eingabeparameter sind Messsignale.

Das Modell selbst besteht aus

- geschlossenen Formeln oder
- einem mathematischen Gleichungssystem, das zu lösen ist, oder
- einem Satz von Kennlinien, die die in den Komponenten ablaufenden Prozesse beschreiben.

Die Abweichungen zwischen gemessenen und erwarteten Kennwerten sollten im justierten Modell geringer als die zugesicherte Modellgenauigkeit sein.

Dies sollte sich durch das Variieren von Parametern in den mathematischen Gleichungen oder den Kennlinien erreichen lassen. Die Justierung sollte für jede der spezifizierten Betriebsbedingungen durchgeführt werden.

5.6 Prüfung der Prozessgüte-Überwachung

Die Prüfung der Prozessgüte-Überwachung sollte folgende Punkte enthalten:

- jede Komponente der Anlage besitzt ein zugehöriges Modell;
- das Anlagenmodell umfasst alle Komponentenmodelle;
- alle erforderlichen Eingangsparameter der verwendeten Modelle stehen zur Verfügung;
- alle erforderlichen Ausgangsparameter der Modelle sind für Vergleiche ebenso an der Anlage messbar oder können abgeleitet werden;
- die berechnete Stationaritätsbedingung ist korrekt;
- die Messwerte werden auf Plausibilität überprüft;
- das Anlagenmodell liefert für Eingangs-Prüfdaten korrekte Ergebnisse; die Prüfdaten decken mindestens den Nennbetrieb der Anlage ab;
- die Justierung des Modells ist dokumentiert und für jeden festgelegten Teillastzustand geprüft;

- die Zykluszeit für die Prozessgüte-Überwachung ist festgelegt;
- die Prozessgüte-Überwachung erkennt den tatsächlich vorliegenden Zustand der Anlage (Nennzustand, Teillastzustände) und zeigt diese Information an;
- die Dokumentation der Prozessgüte-Überwachung ist komplett und liegt vor.

6 Methodik und Anforderungen zur Durchführung von Prozessgüte-Überwachung und -Diagnose von Maschinen

6.1 Methodik

Die Prozessgüte-Überwachung und -Diagnose sollte kontinuierlich oder periodisch (z. B. jede Woche) laufen. Im Allgemeinen sollten die benutzten Eingangsdaten Standard-Leittechnikdaten der Anlage sein.

Es wird empfohlen, dass die Prozessgüte-Überwachung und -Diagnose auf Mittelwerten über spezifizierte Zeitintervalle und stationären Bedingungen basiert. Das verringert das Signalrauschen der Messwerte.

Das Modell wird mit einer kleinen Anzahl von die Betriebsbedingungen charakterisierenden Eingangsparametern gefüttert, die von gemessenen Prozesswerten stammen (im Allgemeinen Umgebungsbedingungen, Brennstoffeigenschaften, Leistung oder Lastniveau der Anlage usw.).

Die Ergebnisse des Modells (die erwarteten Kennwerte, die den theoretischen Zustand der Anlage unter den gegebenen Betriebsbedingungen repräsentieren) werden mit gemessenen Kennwerten verglichen. Abweichungen zwischen gemessenen und zugehörigen erwarteten Kennwerten erlauben es, eine anormale Prozessgüte aufzufinden und die Ursachen zu untersuchen.

Die Genauigkeit des Vergleichs ist von der Qualität der Messsignale, ihrer Verfügbarkeit und der Genauigkeit des Anlagenmodells abhängig.

Um genaue Berechnungsergebnisse für die erwarteten Kennwerte abzusichern, sollte das Modell mit realen Anlagendaten justiert werden (siehe 5.5).

6.2 Plausibilitätsprüfung

Es wird empfohlen, eine Plausibilitätsprüfung der Eingangsdaten durchzuführen, bevor sie das Modell durchlaufen. Diese Prüfung sollte den Vergleich mit vordefinierten Minimal- und Maximalwerten für jedes Eingangssignal umfassen. Falls die Werte nicht innerhalb ihrer vordefinierten Bereiche sind, sollte eine Berechnung nicht gestartet werden, oder es sollte stattdessen – abhängig von der Wichtigkeit des Signals für den Prozess der Anlage – ein Vorgabe- oder Ersatzwert verwendet werden.

6.3 Zykluszeit und Mittelung

Die Zykluszeit legt das Zeitintervall für die Häufigkeit des Anstoßens von Berechnungen für die Prozessgüte-Überwachung fest. Da eine Prozessgüte-Überwachung nicht sicherheitsrelevant und nicht kritisch für den Anlagenbetrieb ist, werden Zykluszeiten zwischen 1 min und 15 min empfohlen.

Für jedes Zeitintervall, in dem die Stationaritätsbedingungen erfüllt werden, sollten die aus der Leittechnik der Anlage stammenden Eingangsdaten gemittelt werden, bevor die Berechnung gestartet wird.

6.4 Implementierte Berechnungen und Eingangsparameter

Bild 2 zeigt das Schema der Berechnungsschritte für die Prozessgüte-Überwachung.

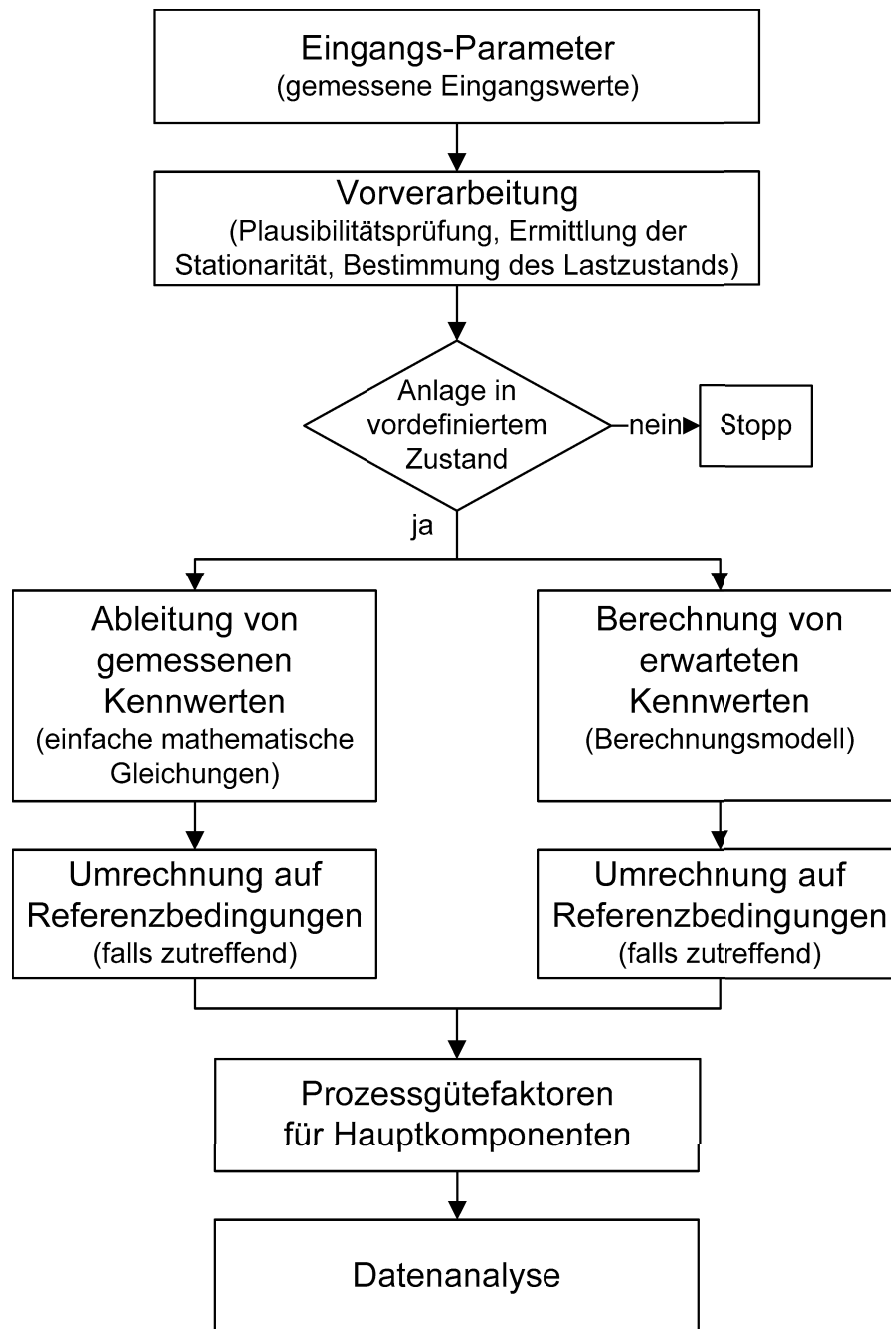


Bild 2 — Schema der Berechnungsschritte für die Prozessgüte-Überwachung

Eingangsparameter werden zu jeder Zykluszeit direkt an der Anlage als ein kompletter Satz von Eingangswerten gemessen.

Die Eingangsparameter passieren eine Vorverarbeitung, zu der Folgendes gehört:

- Plausibilitätsprüfung,
- Bestimmung der Stationarität und
- Ermittlung, ob sich die Anlage im Nennzustand oder in einem festgelegten Teillastzustand oder in keinem der genannten befindet.