

Gasturbinen  
**Abnahmeregeln für Gasturbinen**  
 Grundlagen

**DIN**  
**4341**  
 Teil 1

Gas turbines; acceptance tests  
 Turbines à gaz; essais de réception

### Vorbemerkung

Diese Norm ist eine erweiterte und überarbeitete Fassung der Internationalen Norm ISO 2314, erste Ausgabe 1973-03-01

E: Gas turbines – Acceptance test

F: Turbines à gaz – Essais de réception

die vom ISO/TC 70 „Internal Combustion engines“ aufgestellt worden ist (siehe Erläuterungen).

Die deutschen Ergänzungen, die der Arbeitsausschuß Gasturbinen im Normenausschuß Maschinenbau erarbeitet hat, sind durch eine kleinere und gesperrt gedruckte Schrift kenntlich gemacht. Der übersetzte Text der Internationalen Norm ISO 2314 wurde dem deutschen Sprachgebrauch angepaßt.

Einzelheiten, bei denen ein Übereinkommen zwischen den Vertragsparteien zur Zeit des Abschlusses des Liefervertrags oder vor Beginn der Abnahmeversuche erreicht sein soll, sind durch eine vertikale Linie links neben dem entsprechenden Text gekennzeichnet.

### Inhalt

	Seite
1 Geltungsbereich und Zweck .....	1
2 Mitgeltende Normen und Unterlagen .....	2
3 Begriffe und Formelzeichen .....	2
4 Vorbereitungen für Abnahmeversuche .....	7
5 Betriebsbedingungen für Abnahmeversuche .....	7
6 Meßgeräte und Meßmethoden .....	8
7 Versuchsdurchführung .....	13
8 Auswertung .....	15
9 Versuchsbericht .....	22
Anhang A .....	23
Anhang B .....	29
Weitere Normen und Unterlagen .....	30

## 1 Geltungsbereich und Zweck

### 1.1 Geltungsbereich

Diese Norm gilt für Gasturbinen, die im offenen Prozeß und mit normalem Verbrennungssystem arbeiten, und dient auch als Grundlage für die in geschlossenen oder halbgeschlossenen Prozessen arbeitenden Gasturbinen. Falls die Gasturbinen mit Freikolbenverdichtern oder mit besonderen Wärmequellen ausgerüstet sind (z. B. chemische Prozesse, Kernreaktoren, Feuerung eines druckgefeuerten Kessels), dann kann diese Norm als Grundlage dienen, muß aber entsprechend angepaßt werden.

1) Siehe Vorbemerkung

### 1.2 Zweck

In dieser Norm werden Verfahren und Regeln für „Durchführung und Dokumentation“ von Abnahmeversuchen an Gasturbinen angegeben, die dem Nachweis von Leistung, thermischem Wirkungsgrad und anderen zugesicherten Eigenschaften dienen. Weiterhin werden „Norm-Bezugsbedingungen“ definiert, die zu benutzen sind, wenn keine anderen Bezugsbedingungen zwischen den Parteien vereinbart sind <sup>1)</sup>. Schließlich werden „Verfahren zur Umrechnung“ der Meßergebnisse vom Meßzustand auf Norm-Bezugsbedingungen bzw. auf andere vereinbarte Bezugsbedingungen

Fortsetzung Seite 2 bis 30  
 Erläuterungen Seite 30

Normenausschuß Maschinenbau (NAM) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

angegeben. Es ist nicht beabsichtigt, mit dieser Norm Grundlagen für Versuche, die der Forschung und Entwicklung dienen, aufzustellen.

Die Abnahmebedingungen sind erfüllt, wenn gewährleistet Eigenschaften durch Pflicht-Abnahmeversuche nach Abschnitt 1.2.1 nachgewiesen worden sind.

Weiterhin können ergänzende Abnahmeversuche nach Abschnitt 1.2.2 bei der Abnahme vorgenommen werden. Sie sind notwendig, wenn die Parteien bei Abschluß des Vertrages dies ausdrücklich vereinbart haben.

### 1.2.1 Pflichtabnahmeversuche

Der Hauptzweck dieser Versuche ist es,

- die Leistung bei vereinbarten Betriebsbedingungen (die isentrope Expansionsleistung, wenn nur Turbogasgeneratoren geliefert wurden),
- den thermischen Wirkungsgrad, den bezogenen Wärmeverbrauch oder den Brennstoffverbrauch bei vereinbarten Betriebsbedingungen,
- die Funktionstüchtigkeit der wichtigen Überwachungs- und Schutzeinrichtungen, wie unter Abschnitt 7.1.3 definiert

nachzuweisen.

Unter vereinbarten Betriebsbedingungen sind z. B. die Norm-Bezugsbedingungen nach Abschnitt 3.3 und die vereinbarte Turbinenausstritts- oder -eintrittstemperatur zu verstehen. Die Turbineneintrittstemperatur kann auch nach Abschnitt 8.6.1 indirekt bestimmt werden.

### 1.2.2 Ergänzende Abnahmeversuche

Ergänzende Versuche können bei der Abnahme durchgeführt werden, aber nur dann, wenn die Parteien bei Abschluß des Vertrages diese ausdrücklich vereinbart haben. Dabei können Nachweise, die u. a. auch durch staatliche und behördliche Auflagen veranlaßt sind, eingeschlossen sein wie:

- Funktion der Regel- und Schutzeinrichtungen, wie in Abschnitt 7.2.1 und Abschnitt 7.2.2 angegeben,
- Betriebeigenschaften (z. B. Startverhalten, Belastungszeit) (siehe Abschnitt 7.2.3),
- Amplitude und Frequenz von Schwingungen (siehe Abschnitt 7.2.4),
- Abgasemissionen (siehe Abschnitt 7.2.5),
- Nachweis der Abwärmenutzung (siehe Abschnitt 7.2.6),
- Geräuschpegel (siehe Abschnitt 7.2.7),
- Wärmeabgabe an die Umgebung (siehe Abschnitt 7.2.8),

## 2 Mitteltende Normen und Unterlagen

DIN 1945 Teil 1	(z. Z. noch Entwurf) Verdrängerverdichter; Thermodynamische Abnahme- und Leistungsversuche
DIN 4340	Gasturbinen; Begriffe, Benennungen,
DIN 45 635 Teil 15	(z. Z. noch Entwurf) Geräuschmessung an Maschinen; Luftschallmessung, Hüllflächen-Verfahren, Turbosätze
DIN 51 402	Bestimmung der Rußzahl in Abgasen von Ölfeuerungen
DIN 51 700	Prüfung fester Brennstoffe; Allgemeines und Übersicht über Untersuchungsverfahren
DIN 51 718	Feste Brennstoffe; Bestimmung des Wassergehalts
DIN 51 719	Prüfung fester Brennstoffe; Bestimmung des Aschegehalts

DIN 51 720	Prüfung fester Brennstoffe; Bestimmung des Gehaltes an flüchtigen Bestandteilen und der Asche an Tiegelkoks
DIN 51 900 Teil 1	Prüfung fester und flüssiger Brennstoffe; Bestimmung des Brennwertes mit dem Bomben-Kalorimeter und Berechnung des Heizwertes; Allgemeine Angaben, Grundgeräte, Grundverfahren
DIN 51 900 Teil 2	Prüfung fester und flüssiger Brennstoffe; Bestimmung des Brennwertes mit dem Bomben-Kalorimeter und Berechnung des Heizwertes; Verfahren mit isothermem Wassermantel
DIN 51 900 Teil 3	Prüfung fester und flüssiger Brennstoffe; Bestimmung des Brennwertes mit dem Bomben-Kalorimeter und Berechnung des Heizwertes; Verfahren mit adiabatischem Mantel
VDE 0530	Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen
IEC-Publikation 34-2	Empfehlung für die Bestimmung des Wirkungsgrades umlaufender elektrischer Maschinen

## 3 Begriffe und Formelzeichen

### 3.1 Gasturbine

Die Gasturbine ist eine Wärmekraftmaschine mit rotierenden Laufteilen, die Wärmeleistung in mechanische Leistung umsetzt. Sie besteht aus einem oder mehreren Verdichtern, Einrichtungen zur Erhitzung und Kühlung des Arbeitsfluids, einer oder mehreren Turbinen, Regleinrichtungen und allen notwendigen Ausrüstungen, die eine Abgabe der mechanischen Leistung in brauchbarer Form ermöglichen. Ihr Arbeitsfluid durchströmt stetig einen Prozeß in gasförmigen Zustand und wird dabei zuerst verdichtet, dann erhitzt und anschließend unter Abgabe mechanischer Leistung wieder entspannt (nach DIN 4340). Jeder Wärmeaustauscher im Hauptstrom des Arbeitsfluids ist als Teil der Gasturbine anzusehen (Abwärmeaustauscher sind ausgeschlossen).

Soll die Arbeitsmaschine mit einbezogen werden, gelten folgende Definitionen (nach DIN 4340):

Ein Gasturbosatz ist eine Gasturbine mit angetriebener Arbeitsmaschine (u. U. einschließlich Getriebe).

Eine Gasturbinenanlage ist ein Gasturbosatz einschließlich aller für den Betrieb notwendigen Hilfseinrichtungen (z. B. Schalldämpfer, Abgaskamin, Brennstoffversorgung).

### 3.2 Turbogasgenerator

Wird dem Arbeitsfluid bei der Expansion nur die zum Antrieb des Verdichters erforderliche Arbeit entzogen, so daß die Abgase noch ein nutzbares Druckgefälle besitzen, dann spricht man von einem Turbogasgenerator. Zusammen mit einer Schubdüse bildet dieser eine Stahlturbine und zusammen mit einer festen Nutzleistungsturbine eine Zweiwellengasturbine mit freier Nutzleistungsturbine (nach DIN 4340).

### 3.3 Norm-Bezugsbedingungen

Wenn Leistung, Wirkungsgrad, bezogener Wärmeverbrauch oder bezogener Brennstoffverbrauch sich auf Norm-Bezugsbedingungen beziehen, sind folgende Werte einzusetzen:

- a) für den Eintritt in den Verdichter am Verdichterflansch bzw. am Verdichtereintrittsgehäuse nach Abschnitt 6.6.2 und Bild 1:
  - Totaldruck 1,013 bar
  - Totaltemperatur 15 °C (Siehe Abschnitt 6.5)
  - relative Feuchte 60 %
- b) für den Austritt aus der Turbine am Turbinenflansch oder Austritt aus dem rekuperativen Wärmeaustauscher, sofern ein solcher vorhanden:
  - statischer Druck 1,013 bar
- c) für Kühlwasser, wenn zur Kühlung des Arbeitsfluids vorgesehen:
  - Temperatur 27 °C

*Anmerkung: In Übereinstimmung mit DIN 4342, aber für Kühlwasser abweichend von ISO 2314 (15 °C)*

Außer in Fällen, die in Abschnitt 8.3.5 angegeben sind kann der Einfluß der Luftfeuchtigkeit unberücksichtigt bleiben.

Bei Gasturbinen mit geschlossenem Prozeß gelten die unter a) genannten Zustände für die Umgebungsluft.

**3.4 Leistung**

Leistung (siehe Abschnitt 8.1) kann wie folgt angegeben werden:

- Leistungsabgabe an der Abtriebswelle,
- elektrische Leistung an den Generatorklemmen,
- isentrope Expansionsleistung von Turbogeneratoren und Gasturbinen, aus denen Druckluft entnommen wird.

**3.5 Thermischer Wirkungsgrad und bezogener Wärmeverbrauch**

Der thermische Wirkungsgrad und der bezogene Wärmeverbrauch sind auf den Heizwert bei konstantem Druck für flüssige, gasförmige und feste Brennstoffe zu beziehen.

Der Heizwert ist auf 1,013 bar und 15 °C zu beziehen. Fühlbare Wärme über und unter + 15 °C ist in der Rechnung einzubeziehen.

*Anmerkung: Der Heizwert, bezogen auf die Masse, wurde früher als unterer Heizwert bezeichnet.*

**3.6 Bezugsstellen im Gasturbinenprozeß**

Den in dieser Norm verwendeten Bezugsstellen im Gasturbinenprozeß sind Zahlen zugeordnet und in Bild 1 dargestellt.

Es bedeuten:

- 1 äußere Umgebung der Gasturbinenanlage, dort wird der Außenluftzustand gemessen.
- 2 Bezugsstellen für Zustandswerte am Verdichterein- und
- 3 -austritt. Für den Fall, daß mehrere Verdichter vorhanden sind, wird der Austritt des ersten Verdichters mit 2.1 und der Eintritt in den zweiten Verdichter mit 2.2 bezeichnet.  
Ist jedoch zwischen zwei Verdichtern ein Zwischenkühler angeordnet, so wird der Eintritt in den Kühler mit 2.2, der Austritt mit 2.3 und der Eintritt in den nächsten Verdichter mit 2.4 bezeichnet.
- 4 Eintritt in den direkten Erhitzer (Brennkammer) (nach Abgaswärmeaustauscher, wenn vorhanden).
- 5 Austritt aus dem direkten Erhitzer (Brennkammer)
- 6 Eintritt in die Turbine. Für den Fall, daß mehrere Turbinen vorhanden sind, wird der Austritt aus der ersten Turbine mit 6.1 und der Eintritt in die zweite Turbine mit 6.2 bezeichnet. Ist jedoch im Prozeß ein direkter Erhitzer zwischen zwei Turbinen angeordnet, so wird der Eintritt in diesen mit 6.2, der Austritt aus dem direkten Erhitzer mit 6.3 und der Eintritt in die nächste Turbine mit 6.4 bezeichnet.
- 7 Bezugsstelle für die Bestimmung des Zustandes des Abgases beim Austritt aus der Turbine.  
Für den Fall, daß Abgaswärmeaustauscher im Gasturbinenprozeß verwendet werden, wird deren Eintritt mit 7.1 und deren Austritt mit 7.2 bezeichnet.
- 8 Bezugsstelle beim Austritt des Abgases aus dem Kamin.  
In Ergänzung dazu bezeichnen die folgenden Buchstaben die Art des Arbeitsfluids in verschiedenen Bereichen des Prozesses:  
f = Brennstoff  
g = Gas hinter direktem Erhitzer (Brennkammer)  
a = Luft (oder entsprechend anderes Arbeitsfluid)

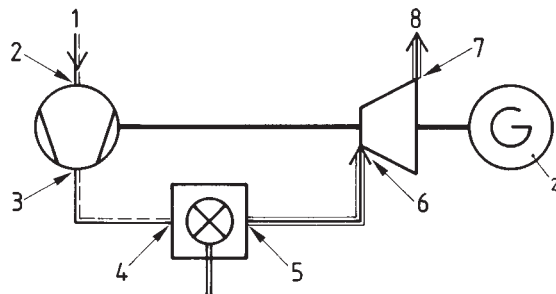


Bild 1. Bezugsstellen im Gasturbinenprozeß Begriff nach DIN 4320

2) Stromerzeuger oder andere Arbeitsmaschine