

► **Anlagenrentabilität lässt sich nur durch eine exakte Wirkungsgradmessung bestimmen und optimieren.**

Mit der thermodynamischen Wirkungsgradmessung bieten wir als unabhängiges Institut den Betreibern von Wasserkraftanlagen und der Industrie ein exaktes Werkzeug, um die Effizienz von Turbinen, Pumpen und Pumpturbinen zu analysieren. Die Basis für Abnahmeprüfungen, Anlagenbewertungen, Optimierungen und die Kalibration vorhandener Durchflussmesseinrichtungen sind hochpräzise und belastbare Messergebnisse. Die Verbesserung der Anlageneffizienz steigert den Ertrag, senkt Kosten und sichert Wettbewerbsvorteile.

Helmut Jaberg

Univ.-Prof. Dr. Helmut Jaberg, TU Graz
Leiter des HFM-Institutes und
Lehrgangisleiter Universitätslehrgang Wasserkraft

Thermodynamische Wirkungsgradmessung

Anlagenmessung
gemäß IEC 62006, IEC 60041

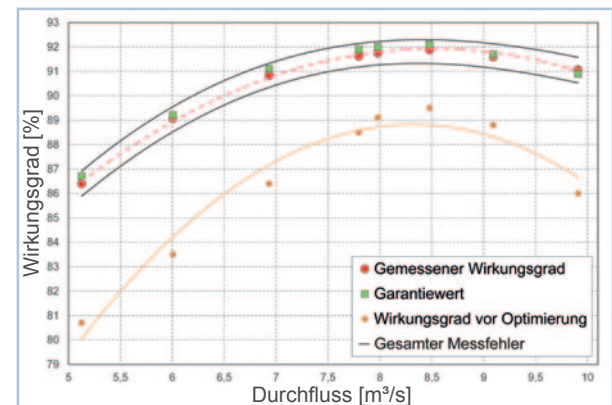


Abb.: Thermodynamisch bestimmter Wirkungsgrad mit Fehlerband im Vergleich zu den Garantiewerten



Unabhängige Messexpertise

Das Institut für Hydraulische Strömungsmaschinen (HFM) der TU Graz gehört zu den **führenden Experten mit jahrzehntelanger Erfahrung** hinsichtlich strömungstechnischer Fragestellungen im anwendungsorientierten Maschinenbau: **Turbinen, Pumpen und Systeme**.

Als Institut der TU Graz sind wir völlig unabhängig. Profitieren Sie von unserer Expertise und erhalten Sie **neutrale und belastbare Aussagen über Ihre Anlage**.

Messungen gemäß IEC-Normen

Unsere Wirkungsgradmessungen basieren auf den weltweit anerkannten Normen der IEC (International Electrotechnical Commission).

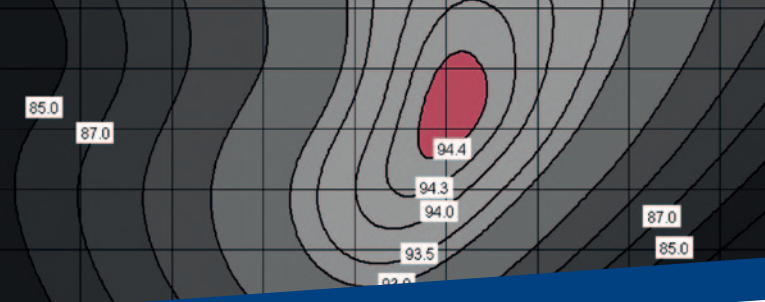
- Anlagenmessungen von hydraulischen Strömungsmaschinen (Turbinen, Pumpen) auf Basis der Norm **IEC 60041**
- Bei Kleinwasserkraftwerke wird die speziell für diese Zwecke verfasste Norm **IEC 62006** zusätzlich angewendet.

Das normgerechte Messsystem verfügt über eine Online-Visualisierung zur Anzeige des Wirkungsgradverlaufs während der Messung, wodurch ein höchstes Maß an **Nachvollziehbarkeit und Messqualität** bereits während der Durchführung gewährleistet werden kann. Die **Ausfallzeit**, welche für die Kraftwerksmessung notwendig ist, kann somit **gering** gehalten werden und teure **Nachmessungen werden vermieden**.

Ziele

Die Bestimmung des Wirkungsgrads ist ein grundlegender Beitrag zur **Analyse und Optimierung von bestehenden Wasserkraftwerken oder Industrieanlagen** und ermöglicht eine zuverlässige Bewertung der Anlagenrentabilität (**RoI - Return on Investment**).

- Verifizierung (Überprüfung / Beglaubigung) der vom Hersteller garantierten Anlagendaten bei Inbetriebnahme mittels Abnahmemessung
- Erkennen einer Verschlechterung des Wirkungsgrades und der Notwendigkeit von Wartungs-, Reparatur- oder Ersatzarbeiten
- Kontrolle vor und nach umfangreichen Revisions- und Reparaturarbeiten
- Aktuelle Bestandsaufnahme um Optimierungspotentiale aufzuzeigen
- Messungen zur Überprüfung und Kalibrierung von eingebautem Messequipment
- Trouble-Shooting bei Schwingungen, Druckpulsationen und Lärmemissionen



Anlageneffizienz

Die thermodynamische Messmethode liefert bei der Bestimmung des absoluten Wirkungsgrads von Anlagen im **Leistungsspektrum vom Kilo- bis zum mehrstelligen Megawatt-Bereich** höchste Genauigkeit.

Methode

Das Messprinzip basiert auf den **Strömungsverlusten in der Turbine oder Pumpe und misst die minimale Temperaturerhöhung des Triebwassers** im Bereich von tausendstel Grad Celsius. Durch einen maximalen Fehler bei der Bestimmung der Temperaturdifferenz von $0,001^{\circ}\text{C}$ wird der **Wirkungsgrad mit einer Unsicherheit von unter 0,4 %** ermittelt.

Vorbereitung und Messung

Die Planung und Durchführung der Messung erfolgt gemeinsam mit dem Kunden. Die Festlegung der Anschlussstellen der Sonden ist für die Messgenauigkeit essentiell. **Notwendige Einbauten und Hilfseinrichtungen können von uns geplant und gefertigt werden.**

Auswertung

Eine erste Beurteilung der Messergebnisse erfolgt bereits vor Ort. Der finale Messbericht besteht aus fundierten Messprotokollen, grafischen Darstellungen der Messergebnisse, wie beispielsweise des hydraulischen Turbinenwirkungsgrades über der Leistung oder dem Durchfluss, sowie Detailangaben zu einzelnen Messpunkten unter Berücksichtigung der jeweiligen systematischen und zufälligen Fehler.

Thermodynamische Wirkungsgradmessung

Einsatzgebiete:

- Individuelle Anpassung der Messanordnung und -software an jede Anlage
- Francis- und Pelton-Turbinen
- Pumpen und Pumpturbinen

Messbedingungen:

- Ab 100 m Nettofallhöhe, nach Rücksprache / Abklärungen auch geringer.
- Messstelle mit 1"-Rohrgewinde auf Druckseite
- Zugangsmöglichkeit zum Unterwasser/Saugrohr

Genauigkeit im absoluten Wirkungsgrad:

0,3 % bis 1 % (systematischer + zufälliger Fehler)

Unsere Messkette:

- Hochpräzise Temperatursensoren (Genauigkeit $0,001^{\circ}\text{C}$)
- Zeitsynchrone Abtastung mit 40 MHz
- Echtzeit-Messsystem mit Stand-Alone-Fähigkeit
- Online-Wirkungsgradmonitoring

Planung und Fertigung von erforderlichen Messeinbauten und Hilfseinrichtungen.

Anlagenmessungen weltweit.

Unsere weiteren Messmethoden gem. IEC-Normen.

Durchfluss:

- Akustische Durchflussmessung
- Flügelmessung
- Gibson-Methode

Instationäre Messungen:

- Schwingungen
- Druckpulsationen

Technische Universität Graz

Institut für Hydraulische Strömungsmaschinen (HFM)

Kopernikusgasse 24 / 4. Stock, 8010 Graz, Austria

► +43 (0)316 / 873 - 7571

► sekretariat.hfm@tugraz.at

► www.hfm.tugraz.at

