

Thermo- dynamische Wirkungsgrad- messung

Pöyrys unabhängige Messexpertisen

Die Geschichte der Pöyry Energy GmbH gründet in Österreich auf mehr als 50 Jahren Erfahrung in Ingenieurwesen und Kraftwerksbau.

Bei zahlreichen Wasserkraftwerken im In- und Ausland kam unser spezielles Wissen über thermodynamische Wirkungsgradmessungen bereits zum Einsatz. Profitieren auch Sie bei der Umsetzung Ihrer Projekte von unseren unabhängigen Messexpertisen!

UNSERE STÄRKEN

Seit 1976 führt Pöyry Österreich bereits thermodynamische Wirkungsgradmessungen durch. Mehr als 180 Messungen haben uns dabei einen wertvollen Erfahrungsschatz eingebracht.

Zu unserem Repertoire gehören:

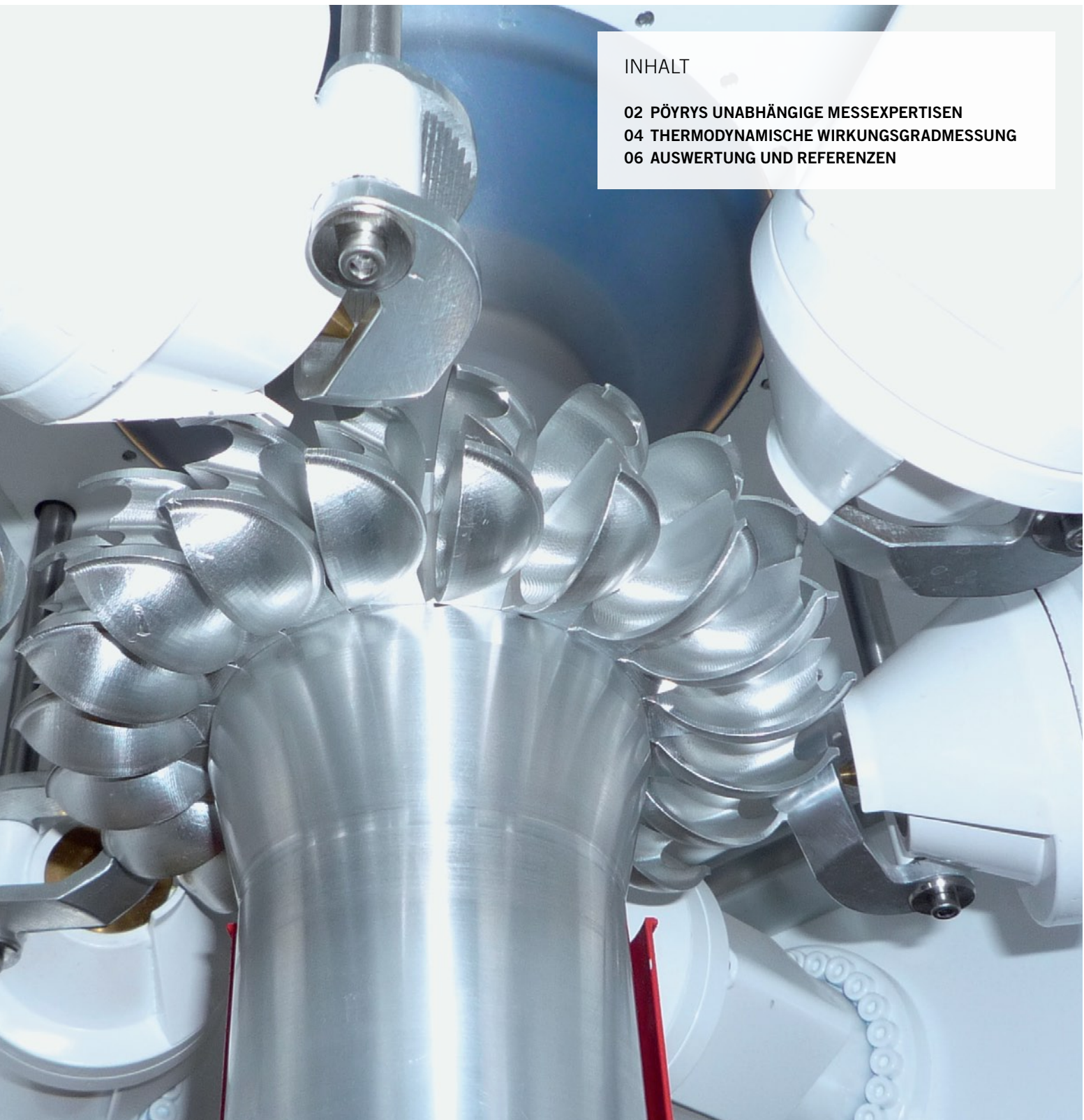
- Unabhängige Abnahmemessungen nach den Regeln der IEC (International Electrotechnical Commission) zum Nachweis der garantierten Wirkungsgrade
- Messungen zur Beurteilung des Zustandes einzelner Maschinen, besonders vor und nach Großreparaturen
- Messungen zur Überprüfung bzw. Eichung der betrieblichen Durchflussmessereinrichtungen
- Ermittlung der Druckverluste im Triebwasserweg ergänzend zu den Wirkungsgradmessungen

MÖGLICHE EINSATZGEBIETE

- Pelton-, Francisturbinen
- Pumpen
- Pumpturbinen
- Mit freiem Unterwasser
- Mit Gegendruck bzw. Zulaufdruck
- Mit und ohne abgeleiteter Deckelentlastung
- Ab 100 m Nettofallhöhe



MODELL KOPSWERK II, ÖSTERREICH



INHALT

02 PÖYRYS UNABHÄNGIGE MESSEXPERTISEN

04 THERMODYNAMISCHE WIRKUNGSGRADMESSUNG

06 AUSWERTUNG UND REFERENZEN

Thermodynamische Wirkungsgradmessung

Die hydraulischen Verluste einer Turbine oder einer Pumpe bewirken eine Erwärmung des Triebwassers. Der Temperaturanstieg ist somit ein Maß für die hydraulischen Verluste.

DAS VERFAHREN

Die Umrechnung des Temperaturanstiegs erfolgt mit Hilfe des mechanischen Wärmeäquivalents, das heißt, für die Erwärmung von 1 Kilogramm Wasser um 1 Kelvin benötigt man eine Energie von 4.186,8 Joule.

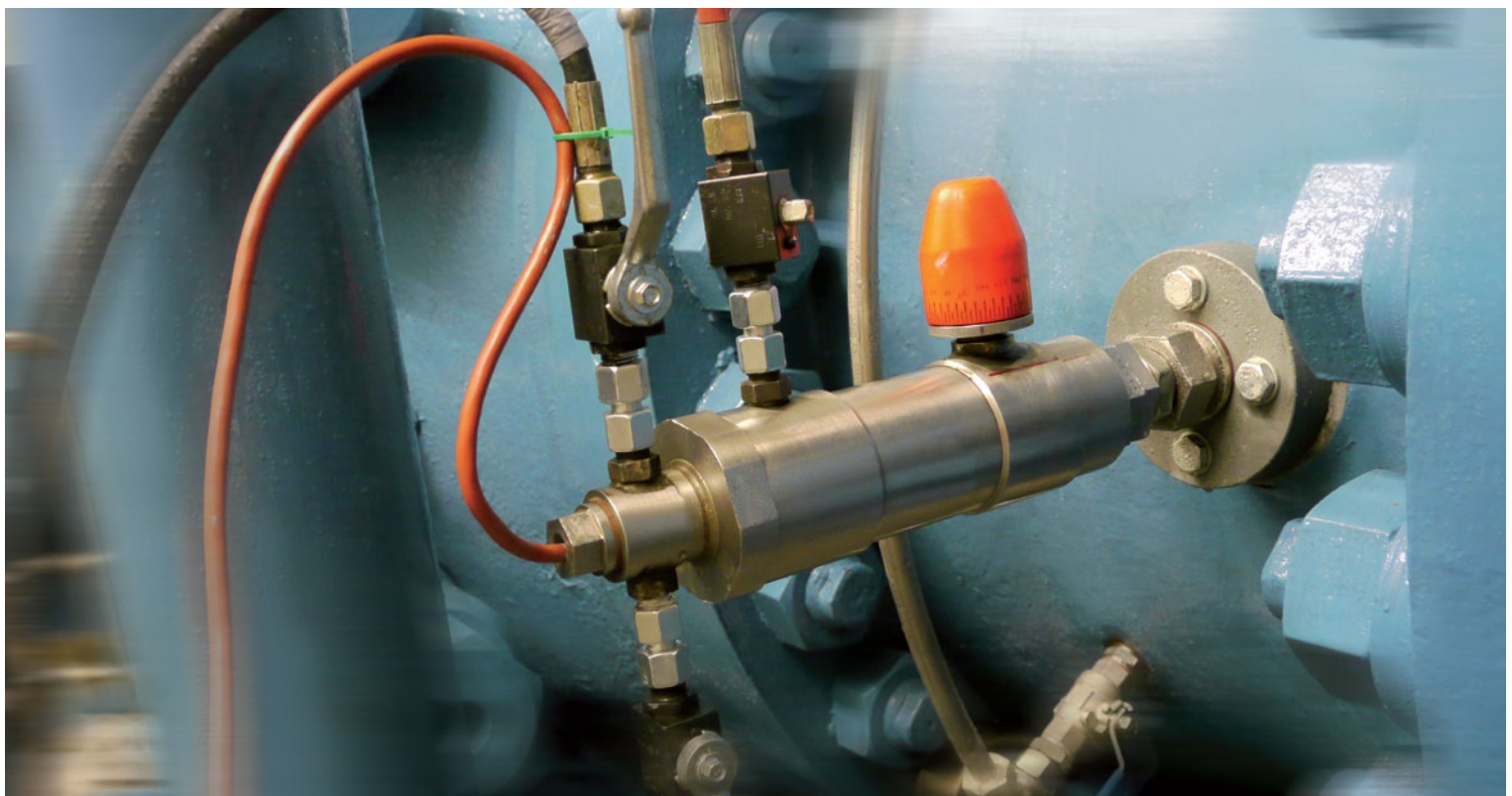
Für die praktische Anwendung bedeutet dies, dass in einer Wasserkraftmaschine mit einer Fallhöhe von 427 Metern und einem

Wirkungsgrad von 90 Prozent das Triebwasser zufolge der Strömungsverluste um 0,1 Kelvin erwärmt wird.

Wie das Beispiel zeigt, sind hier sehr kleine Temperaturdifferenzen zu messen. Bei Wasserkraftwerken mit geringerer Fallhöhe und gleichem Wirkungsgrad treten entsprechend kleinere Temperaturdifferenzen auf.

Um eine entsprechende Messgenauigkeit gewährleisten zu können, sind thermodynamische Wirkungsgradmessungen erst ab einer Mindestnettofallhöhe von 100 m sinnvoll. Da bei der Auswertung der Messung auch die thermodynamischen Verhältnisse bei der Entspannung des Wassers berücksichtigt werden müssen, erhielt dieses Verfahren den Namen „Thermodynamische Methode“.

OBERWASSERSEITIGE MESSSONDE



Der thermodynamisch gemessene Wirkungsgrad ist der sogenannte innere Wirkungsgrad und enthält nur Verluste, die das Triebwasser erwärmen. Äußere Verluste wie Lagerverluste, Stopfbüchsenreibung usw. sind im inneren Wirkungsgrad nicht enthalten.

DIE VORBEREITUNG

Für die Durchführung der Messung ist es zweckmäßig, schon rechtzeitig geeignete Anschlussstellen auszuwählen und entsprechende Einbauten bzw. Hilfseinrichtungen zu planen. Dank unserer langjährigen Erfahrung können wir Ihnen dabei sowohl bereits im Projektstadium als auch bei bestehenden Anlagen beratend zur Seite stehen.

Vor jeder Messung werden die erforderlichen Druckmessumformer in unserem Labor mit einem Kolbenmanometer geeicht.

DIE MESSUNG

Seit 2005 führen wir unsere Wirkungsgradmessungen nur mehr mit der direkten Methode durch. Für die Bestimmung des Wirkungsgrades genügt es im Wesentlichen, die Hauptgrößen Druck und Temperatur am Eintritt und Austritt der hydraulischen Maschine zu messen.

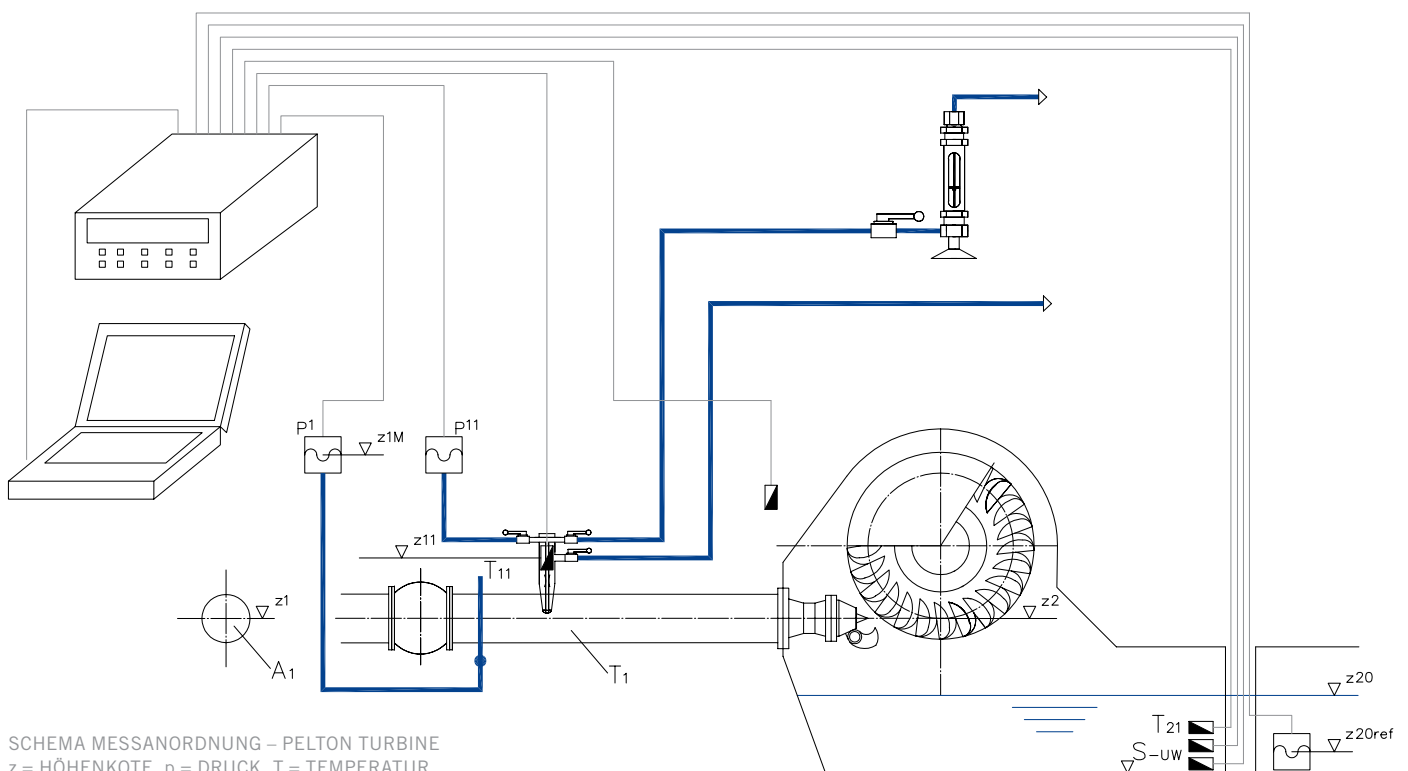
Auf der Hochdruckseite (OW) wird der statische Druck gemessen. Weiters kommt eine spezielle Messsonde zur Anwendung, mit welcher Triebwasser aus der Druckrohrleitung entnommen werden kann.

Direkt in der Messsonde befindet sich eine Drossel mit einer nachgeschalteten Temperaturmessstelle. Zur Vermeidung von Wärmezufuhr ist die Messsonde doppelwandig ausgeführt.

Ist auch der niederdruckseitige Messquerschnitt (UW) ein geschlossener Querschnitt, so muss hier die gleiche Anordnung wie auf der OW-Seite verwendet werden. Bei hydraulischen Maschinen mit freiem Unterwasser werden zur Erfassung unterschiedlicher Temperaturen über den Querschnitt mehrere Thermometer verwendet, welche direkt im Unterwasser angebracht werden.

Für die Temperaturmessung in der OW- und UW-Messsonde bzw. im Unterwasser werden die Widerstandsthermometer vor der Messung entsprechend kalibriert, sodass sie eine weitgehend gleiche Charakteristik aufweisen.

Die verwendete Messausrüstung basiert auf einem standardmäßigen Digitalvoltmeter und entsprechend kalibrierten Messaufnehmern. Alle Messwerte werden über den Messzeitraum gleichzeitig abgetastet.



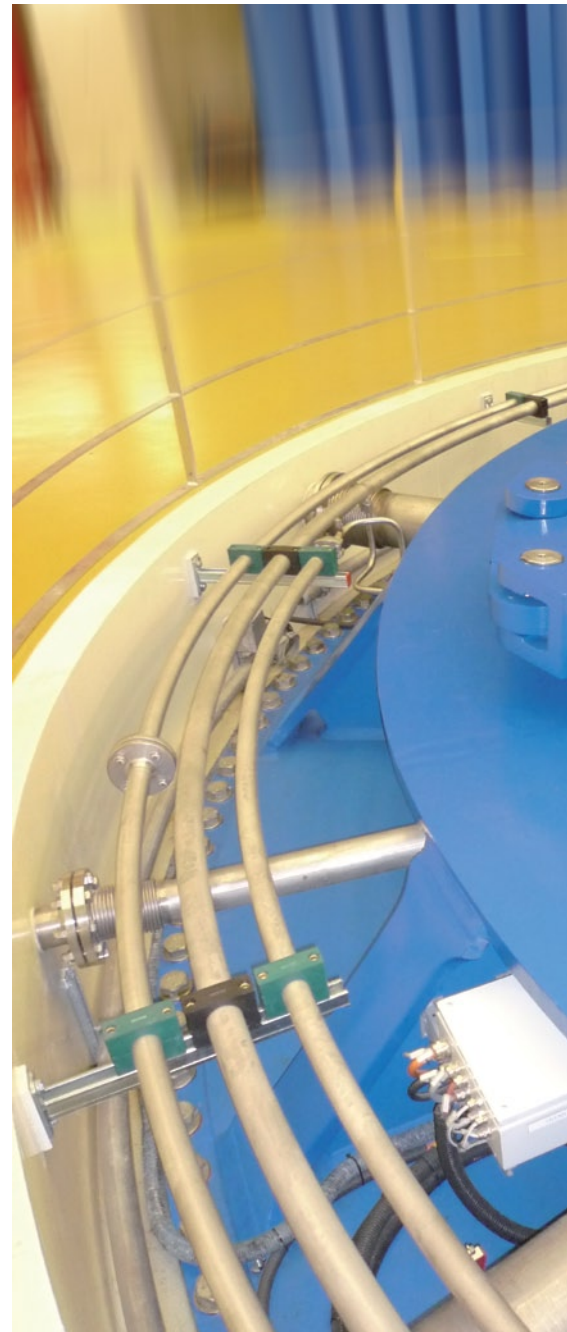
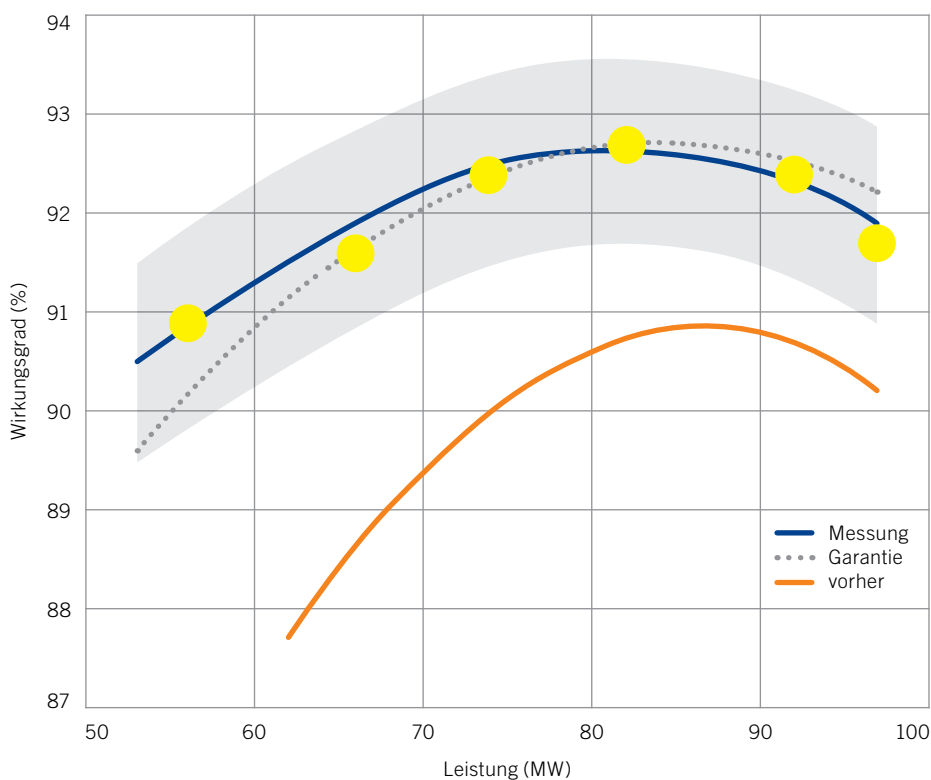
Auswertung und Referenzen

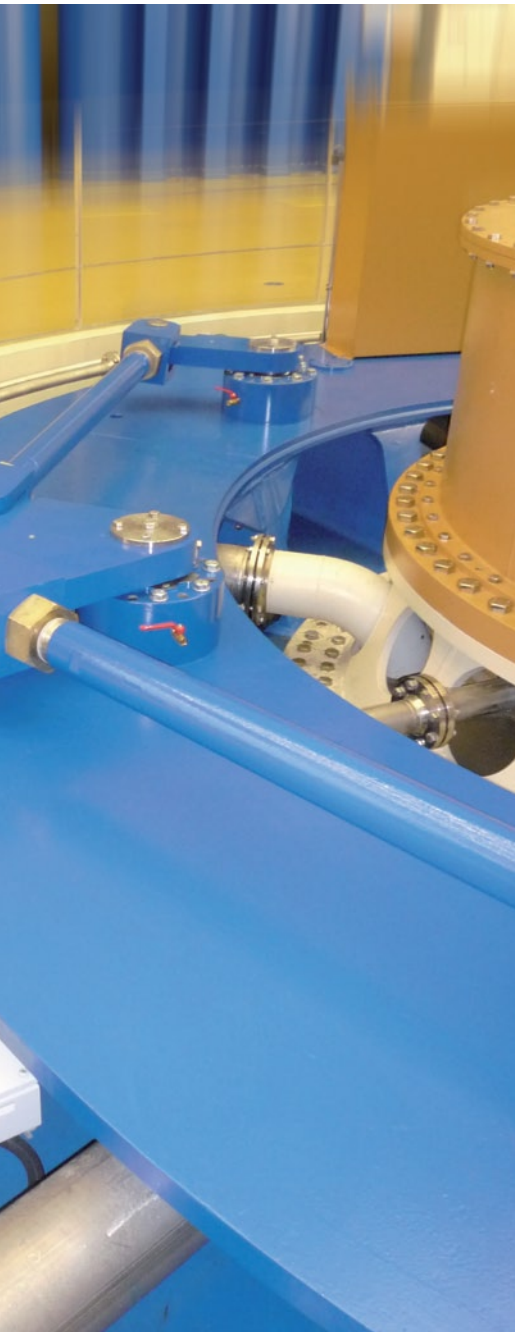
In den mehr als 50 Jahren hat Pöyry Energy Österreich zahlreiche unabhängige Messungen durchgeführt – und dabei das wichtigste Ziel erreicht: zufriedene Kunden.

DIE AUSWERTUNG

Die Auswertung der Messung erfolgt vor Ort mit einem tragbaren PC. Nach menügeführter Eingabe der entsprechenden Parameter und dem Einlesen aller erforderlichen Messwerte werden – unter Berücksichtigung der thermodynamischen Koeffizienten – der innere Wirkungsgrad und die Messunsicherheit errechnet. Wenn es, z.B. bei Francis-Turbinen oder Speicherpumpen, aus messtechnischen

Gründen notwendig ist, das Spaltwasser der Deckelentlastung um- bzw. abzuleiten, werden auch die anteiligen Verluste des Spaltwassers – gemessen aus der Spaltwassermenge und der Temperaturerhöhung – in der Berechnung des Wirkungsgrades berücksichtigt. Für den Bericht bzw. die Endauswertung werden ausführliche Protokolle und eine grafische Darstellung der Messergebnisse erstellt.





REFERENZPROJEKTE

ÖSTERREICH

Vorarlberger Illwerke AG, KW Kopswerk II (2011)

1 Pelton-Turbine, Fallhöhe: 780 m

Vorarlberger Illwerke AG, KW Kopswerk I (2011)

1 Pelton-Turbine, Fallhöhe: 780 m

ÖBB, KW Braz (2008)

1 Pelton-Turbine, Fallhöhe: 298 m

Salzburg AG, KW Trattenbach (2006)

1 Pelton-Turbine, Fallhöhe: 575 m

Austrian Hydropower AG, KW Mayrhofen (2005)

1 Pelton-Turbine, Fallhöhe: 450 m

Austrian Hydropower AG, KW Häusling (2005)

2 Francis-Turbinen, Fallhöhe: 664–697 m

Vorarlberger Illwerke AG, KW Obervermunt (1999)

1 Francis-Turbine, Fallhöhe: 243–292 m

Vorarlberger Illwerke AG, KW Lünensee (1998)

1 Speicherpumpe, Fallhöhe: 971–1025 m

Oberösterreichische Kraftwerke AG, KW Steeg (1997)

1 Francis-Turbine, Fallhöhe: 185–199 m

ÖBB, KW Obervellach (1997)

2 Pelton-Turbinen, Fallhöhe: 317–322 m

TIWAG, KW Imst (1997)

1 Francis-Turbine, Fallhöhe: 115–140 m

VOEST-ALPINE MCE, KW Starkenbach (1996)

1 Pelton-Turbine, Fallhöhe: 473–479 m

Tauernkraftwerke AG, KW Kaprun-Hauptstufe (1993)

2 Pelton-Turbinen, Fallhöhe: 836–865 m

TIWAG, KW Achensee (1987)

1 Pelton-Turbine, Fallhöhe: 392–397 m

INTERNATIONAL

Hydropol, KW Zrnovci (2010)

2 Pelton-Turbinen, Fallhöhe: 215 m
Mazedonien

Hydropol, KW Sapuncica (2009)

2 Pelton-Turbinen, Fallhöhe: 412 m
Mazedonien

Hidroelektrane na Trebišnjici (HET), KW Trebinje (2007)

3 Francis-Turbinen, Fallhöhe: 104 m
Bosnien-Herzegowina

EÜAS, KW Keban (2006)

2 Francis-Turbinen, Fallhöhe: 145 m
Türkei

Rätia Energie, KW Palü (2005)

1 Pelton-Turbine, Fallhöhe: 265 m
Schweiz

EWZ, KW Löbbia (2004)

1 Pelton-Turbine, Fallhöhe: 688 m
Schweiz

Ofible Blenio Kraftwerke AG, KW Biasca (2001)

2 Pelton-Turbinen, Fallhöhe: 671 m
Schweiz

Maggia Kraftwerke AG, KW Cavergho (2000)

2 Pelton-Turbinen, Fallhöhe: 495 m
Schweiz

Zervreila AG, KW Rothenbrunnen (2001)

2 Pelton-Turbinen, Fallhöhe: 633–670 m
Schweiz

Pöyry Energy GmbH

Laaer-Berg-Straße 43
1100 Wien, Österreich
Tel. +43 1 53 605-0
Fax +43 1 53 605-165
hp.energy.at@poyry.com

Für nähere Informationen
kontaktieren Sie bitte:

Dipl.-Ing. Eva Neumayer
BA Hydropower
Projektleiterin Maschinenbau
Tel. +43 1 53 605-54 671
eva.neumayer@poyry.com

www.poyry.at

Pöyry ist ein global agierendes Consulting- und Ingenieurunternehmen, das sich der ausgewogenen Nachhaltigkeit und verantwortungsvollen Geschäftspraktiken verschrieben hat. Unser Hauptaugenmerk liegt auf Qualität und Integrität, und wir bieten erstklassige Unternehmensberatung, Gesamtlösungen sowie Planungs-, Steuerungs- und Überwachungsleistungen an. Unser umfangreiches Know-how erstreckt sich auf die Bereiche Energie, Industrie, Städtebau und Verkehr sowie Wasser und Umwelt.