



**Brüel & Kjær Vibro**



## **Anwendungsbeispiel**

**Fallstudie – Kompaktmonitor  
VC-6000<sup>®</sup> cm für die Überwachung  
von kleinen Wasserkraftgeneratoren**



## Anwendungsbeispiel

# Fallstudie – Kompaktmonitor VIBROCONTROL 6000® cm für die Überwachung von kleinen Wasserkraftgeneratoren

### ZUSAMMENFASSUNG

Der Kompaktmonitor **VIBROCONTROL 6000® cm** (VC-6000® cm) wird als OEM-Produkt an Andritz Hydro für die Überwachung von deren kleineren Wasserkraftgeneratoren eingesetzt. Es stellte sich heraus, dass dieser 3-kanalige Vibrationsmonitor gut für diese Anwendung geeignet ist, da er viele Funktionen besitzt, die man normalerweise nur bei teureren modularen 19" Systemen findet.



Abbildung 1 Der Betrieb von Andritz Hydro in Schio, Italien. (Das Spiralgehäuse und der Verteiler im Bild gehören zu einigen älteren Generatoren, die überholt und durch eine gemeinnützige Organisation in südamerikanischen Kleinstädten wieder aufgebaut werden. Zu diesem Zweck hat man Mitarbeiter von Andritz Hydro, die bereits in Rente sind, gebeten, zur Wiederherstellung und Inbetriebnahme dieser Generatoren in Teilzeit in das Unternehmen zurückzukehren.)



Abbildung 2 Typischer kompakter Wasserkraftgenerator von Andritz Hydro (horizontale Francisturbine, 9,2 MW).

Ebenso untersteht Ihnen die Wartung und Aufarbeitung älterer Wasserkraftwerke, u.a. auch Anlagenaufbau und Inbetriebnahme. Das Werk in Schio mit seinen 110 Mitarbeitern montiert und arbeitet an den meisten Komponenten von Wasserkraftgeneratoren, u.a. Turbinen, Pumpturbinen, Regler, Anlagenautomation, Schutz- und Erregungseinrichtungen, SCADA-Systeme, Fernregler und Mittelspannungsstationen. Zu den wichtigsten Kunden zählen die italienischen Stromversorger ENEL, EDISON und EDIPOWER sowie der spanische Stromanbieter ENDESA.

In den letzten Jahren hat Brüel & Kjær Vibro an Andritz Hydro die ganze Bandbreite an Überwachungssystemen geliefert, u.a. auch den Kompaktmonitor VC-6000® cm

und das Überwachungssystem VC-4000. Diese Systeme werden für Wasserkraftgeneratoren von 4 MW bis über 150 MW verwendet.

### OEM-Überwachungsanforderungen

Der Betrieb von Andritz Hydro in Italien hat sehr spezielle Anforderungen an ein Zustandsüberwachungssystem für ihre kleinere Wasserkraftgeneratoren. Einige ihrer Kunden haben kleine Wasserkraftgeneratoren, teilweise unter 10 MW, mit nur einem einzigen Wasserkraftgenerator im ganzen Kraftwerk. Ein typisches Beispiel ist in Abbildung 2 zu sehen. Diese Kraftwerke zusammen spielen trotz ihrer geringen Größe eine wichtige Rolle in der örtlichen Energieverteilung. Daher ist es immens wichtig, dass diese Generatoren zuverlässig verfügbar sind. Doch aufgrund der Größe der Wasserkraftgeneratoren und deren geringer Anzahl im Kraftwerk gestaltet es sich oftmals schwierig, eine kostengünstige Überwachungslösung für diese kritischen Maschinen zu finden.

Ein typisches modulares 19" Maschinenschutz und Zustandsüberwachungssystem besitzt alle erforderlichen Funktionen zur

### Unternehmen

Andritz Hydro Srl. (ehemals VA-Tech Escher Wyss) ist die italienische Unternehmensfiliale des multinationalen Konzerns Andritz Hydro (ehemals VA-Tech Hydro Andritz). Die Andritz Hydro-Werke in Schio (Vicenza), Italien, sind verantwortlich für die maschinenbau- und elektrotechnischen Weiterentwicklung sowie den Bau von großen und kompakten Wasserkraftgeneratoren.



Fernüberwachung dieser Art von Anwendungen, aber es wäre für die Überwachung eines einzelnen Wasserkraftgenerators zu teuer. In einem 19" System, das normalerweise für die Überwachung von mehreren Geräten konzipiert ist, gäbe es viele leere Steckplätze.

Es gibt zahlreiche günstige Vibrationsmonitore auf dem Markt. Sie besitzen jedoch nicht ausreichend Messmöglichkeiten für eine effektive Zustandsüberwachung von Wasserkraftgeneratoren. Diese Art von Vibrationsmonitoren sind in erster Linie für die Überwachung der Antriebsstränge von Pumpen- und Gebläsemotoren konstruiert. Außerdem fehlt diesen Monitoren oftmals eine Fernüberwachungsschnittstelle mit Zugriffsmöglichkeit durch ein SCADA-System.

### Kompaktmonitor als OEM-Produkt

Der Brüel & Kjær Vibro VC-6000® Kompaktmonitor stellte eine optimale Lösung für dieses Problem dar. Dieser Vibrationsmonitor verfügt über eine weit reichende Zustandsüberwachung und kann mittels einer OPC-Schnittstelle mit einem DCS/SCADA-System verbunden werden, um aus der Ferne Prozessdarstellung, Alarmquittierung, Zurücksetzen von Relais oder Veränderungen am Setup zu ermöglichen.

Der Kompaktmonitor wird im Werk bei Brüel & Kjær Vibro für die spezifischen Überwachungsanforderungen bei Andritz Hydro konfiguriert, so zum Beispiel für Sensoreingänge und Spezialmessungen. Das vorkonfigurierte Produkt wird dann als standardisiertes OEM-Produkt an Andritz Hydro geliefert

und kann für viele verschiedene Arten und Größen von Wasserkraftgeneratoren verwendet werden. Sobald der Kompaktmonitor vor Ort im Kraftwerk des Endnutzers installiert ist, erfolgt die Feineinstellung der Messparameter auf die besonderen Merkmale des Generators wie zum Beispiel Drehzahl, Anzahl der Turbinenschaukeln etc. Die Relaiskonfiguration sowie die Vibrationsdaten, die an das DCS exportiert werden müssen, werden vor Ort gemäß den Anforderungen des Kraftwerks eingerichtet. Bei Bedarf wird vor Ort außerdem eine OPC-Schnittstelle für den Datenexport an das SCADA-System eingerichtet.

### Typische Überwachungskonfiguration für den Kompaktmonitor

Bei Andritz Hydro wird der Kompaktmonitor typischerweise für die Überwachung kleiner Wasserkraftgeneratoren verwendet, die vielfach weniger als 10 MW haben. Abbildung 3 zeigt die typische Konfiguration eines Kompaktmonitors zur Sicherheits- und Zustandsüberwachung eines typischen

Wasserkraftgenerators. In diesem Beispiel werden vier Kompaktmonitore für die Überwachung der oberen und unteren Führungslager des Generators und der Turbine sowie zur Überwachung der axialen Vibrationen eingesetzt.

### Installation

Wie in Abbildung 3 zu sehen ist, werden auf den drei Führungslagern X-Y-Wegsensoren installiert. Bei kleineren Wasserkraftgeneratoren wie in diesem Beispiel kann der direkte Zugriff auf das Lager zur Montage der Wegsensoren etwas schwierig sein. Das ist bei dem unteren Führungslager der Fall, wie in Abbildung 4 zu sehen ist (rechts). Die X-Y-Sensoren werden möglichst nahe am unteren Lagergehäuse des Generators angebracht. Das ist auch beim Axiallager der Fall. Hier wird ein Geschwindigkeitssensor zur Überwachung der axialen Vibrationen anstelle des axialen Wegsensors verwendet. Der Geschwindigkeitssensor wird ganz oben auf dem Generatorgehäuse angebracht (siehe Abbildung 4).

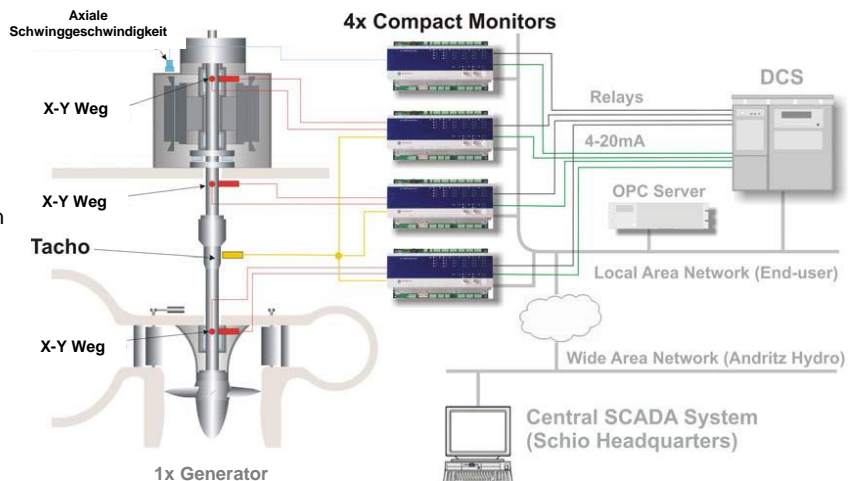


Abbildung 2 Typischer kompakter Wasserkraftgenerator von Andritz Hydro (horizontale Francisturbine, 9,2 MW).



Abbildung 4 Beispiele für die Installation der Sensoren in Wasserkraftgeneratoren Ganz links ist auf der Generatorabdeckung ein Geschwindigkeitssensor zur Überwachung der axialen Vibrationen angebracht. Die beiden Fotos in der Mitte zeigen einen radialen X-Y-Wegsensor, der knapp über dem Führungslager der Turbine montiert ist. Ganz rechts sieht man radiale X-Y-Wegsensoren, die unterhalb des unteren Führungslagers des Generators montiert sind.



Abbildung 5 Typischer Schrankeinbau von Kompaktmonitoren

Die vier Kompaktmonitore werden typischerweise in einem Schrank im Schaltraum des Kraftwerks eingebaut (siehe Abbildung 5). Das Tachosignal ist mit den drei Monitoren an den Lagern verdrahtet. Dadurch können für alle Führungslager angesteuerte Vektormessungen durchgeführt werden und mit einem einzigen Tachosensor Fehler früh erkannt und diagnostiziert werden.

Die Relaisignale sind mit dem Notaus-System verdrahtet, das die Maschine auslöst, wenn die Vibrationen einen nicht mehr akzeptables Schwingungsniveau erreichen. Eine Trip-Multiplikator-Funktion im Kompaktmonitor verhindert ein Auslösen der Maschine aufgrund der üblichen hohen Vibrationen während des Anfahrens/der Synchronisation.

### Messungen und Signalkonditionierung

Wie in Abbildung 3 zu sehen ist, wird jeder Kompaktmonitor für eine spezifische Überwachungsaufgabe konfiguriert. Abbildung 6 zeigt das

Signalflussdiagramm für Kompaktmonitore, die für die Überwachung der Führungslager von Generator und Turbine verwendet werden.

Der Kompaktmonitor führt Messungen durch, die für die Sicherheitsüberwachung und die Zustandsüberwachung der Maschine verwendet werden (siehe Zusammenfassung in Tabelle 1).

### Fernüberwachung

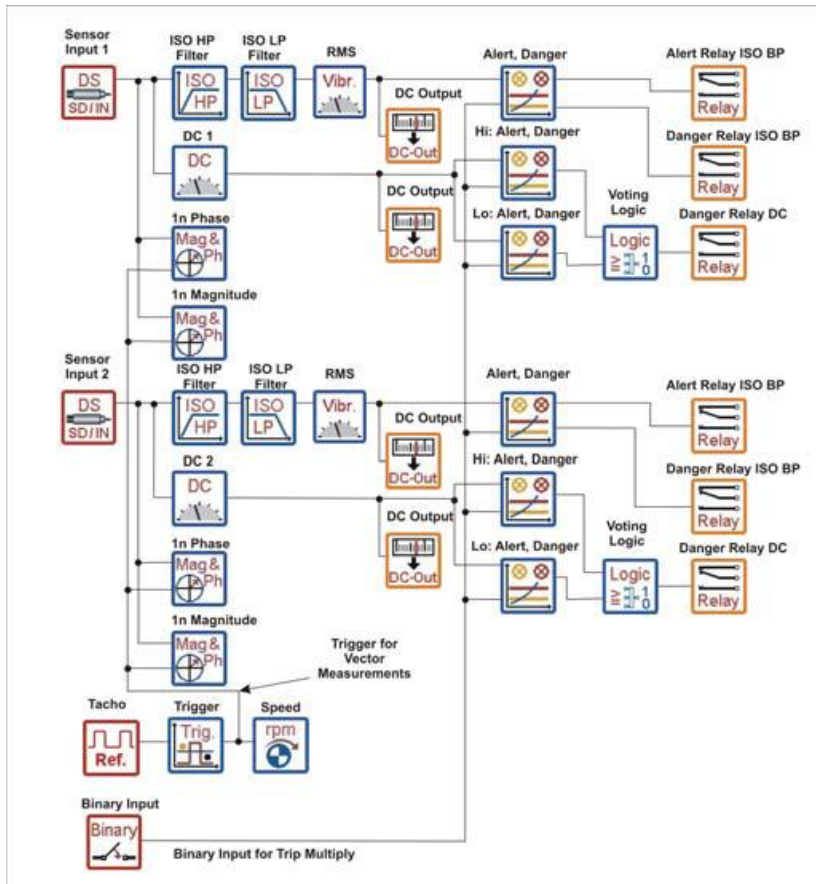
Der Monitor hat zusätzlich zu den Relais-Ausgängen auch Datenausgänge. Über die DC-Ausgänge erfolgt der Export der 4 – 20 mA Signale, die proportional zu den Vibrationssignalen sind und an das Prozesskontrollsystem im Kraftwerk übergeben werden. Das Bedienpersonal verwendet diese Daten zur Überwachung der Vibrationslevel des Generators. Mit dem Konfigurationssoftwareprogramm, das zusammen mit dem Kompaktmonitor geliefert wird, kann das Bedienpersonal auch eingehende Alarmmeldungen bestätigen, Relais zurücksetzen und Einstellungen ändern.

Die Vibrationsdaten werden auch über eine OPC-Schnittstelle von verschiedenen Kraftwerken an das SCADA-System in der Hauptniederlassung von Andritz Hydro in Schio/Italien übertragen. Hierbei ist das Werk zwar nicht berechtigt, Einstellungen zu ändern, aber sie



Sensor (Messpunkt)	Messungen		Erkennbare und diagnostizierbare Fehler
	Sicherheits- überwachung	Zustands- überwachung	
Relative Wellenschwingung, radial (alle Lager)	Gesamt (ISO:1Hz/10Hz-1kHz) DC (Wellenposition)	2x Amplitude 2x Phase	Lageschaden, unzureichende Schmierung, Überlast, Verschleiß, Versatz, Unwucht
Tacho	-	Drehzahl, Phase	In anderen Messungen verwendet. Phase und Trigger werden zur Diagnostik benötigt.
Absolute Gehäuse-schwingung, axial (Statorgehäuse)	Gesamt (ISO:1Hz/10Hz-1kHz)	1x Amplitude	Bewegung des Axialstators, Axiallagerprobleme

Tabella 1 Messungen von den vier Kompaktmonitoren in einem typischen Wasserkraftwerk des Endnutzers.



können die Leistung ihrer Maschine während der Garanziezeit überwachen. Dadurch können sie gegebenenfalls problemloser und schneller auf Probleme mit der Maschine reagieren. In Abbildung 7 ist das Beispiel einer SCADA-Bildschirmanzeige zu sehen.

**Schlussfolgerung:**

Der Kompaktmonitor spielt beim Füllen der Lücke zwischen den kostengünstigen Vibrationsmonitoren und den teuren modularen 19" Überwachungssystemen eine wichtige Rolle. Das ist für die Überwachung von kritischen, relativ kleinen Wasserkraftgeneratoren und in Kraftwerken mit nur einem oder zwei Generatoren sehr wichtig. Folgende Funktionen sind in diesem Fall wichtig:

- Messungen zur Zustandsüberwachung wie zum Beispiel vektorielle Überwachung
- Fernüberwachungsfunktion

Für ein OEM-Produkt ist es außerdem wichtig, dass der Kompaktmonitor auf eine oder zwei Standardkonfigurationen, die später fein eingestellt werden können, beschränkt ist, die später vor Ort auf die spezifischen Gegebenheiten der Maschine eingestellt werden können.

Abbildung 6 Signalfussdiagramm für den Kompaktmonitor zur Überwachung der Führungslager von Generator und Turbine

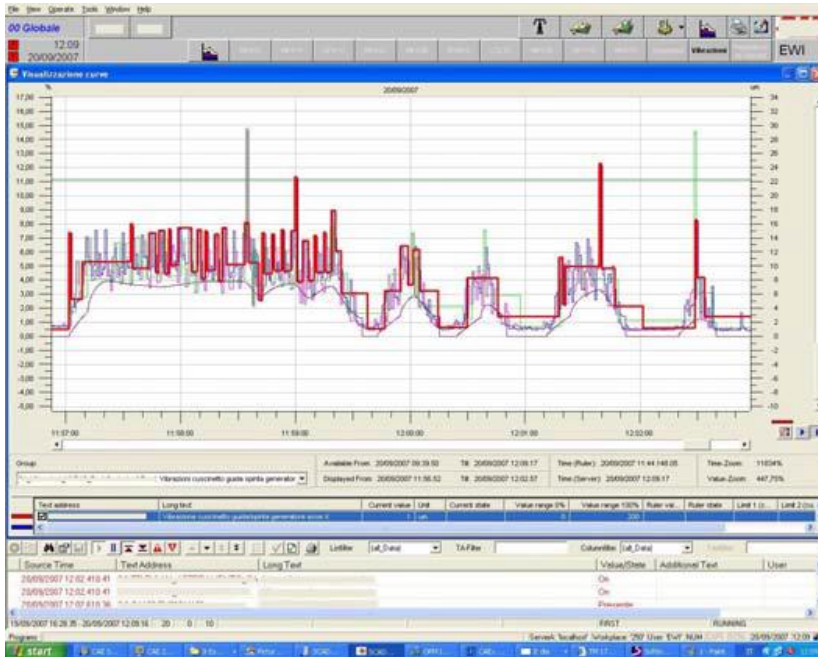


Abbildung 7 Beispiel für den Vibrationsdatenexport an das SCADA-System über eine OPC-Schnittstelle. Die Bildschirmansicht oben zeigt Vibrationsdaten im Vergleich zu den Prozessparametern wie Geschwindigkeit und aktive Leistung. Der Kompaktmonitor hat eine eigene Überwachungssoftware und Datenbank (xms), was für diese Anwendung jedoch nicht erforderlich ist, da dies vom SCADA-System übernommen wird.

**Brüel & Kjær Vibro GmbH**  
Leydeckerstrasse 10  
64293 Darmstadt - Deutschland  
Telefon: +49 (0) 6151 428 0  
Fax: +49 (0) 6151 428 1000  
info@bkvibro.com  
[www.bkvibro.com](http://www.bkvibro.com)

BAN 0033-DE-12  
Datum: 08.06.2015