



Siemens Transformatoren – Case Study

# Alternative Isolierung für ein Wasserkraftwerk

Sichere und umweltfreundliche Leistungstransformatoren

## Die Herausforderung

Das Wasserkraftwerk Letsi in Schweden ist in vielerlei Hinsicht außergewöhnlich: Bei Planung und Bau des Kraftwerks 1967 verfolgte man nicht allein wirtschaftliche Ziele, sondern legte auch großen Wert auf Umweltaspekte und die Berücksichtigung der indigenen Sami-Bevölkerung. Letsi wurde als Kavernen-Wasserkraftwerk mit unterirdisch installierten Turbinen und Transformatoren errichtet.

Nach über 40 Betriebsjahren mussten die Transformatoren ausgetauscht werden. Der Betreiber Vattenfall legt auch heute noch großen Wert auf die Nachhaltigkeit und Umweltfreundlichkeit der installierten Komponenten. Deshalb sollten die vier Aufspann-Transformatoren für das Projekt mit Ester als Isolierflüssigkeit befüllt werden.

*„Letsi ist eines der entscheidenden Wasserkraftwerke für die Netzstabilität im schwedischen Netz. Die Transformatoren gehören zu den wichtigsten Komponenten des Kraftwerks. Deshalb haben wir von Siemens erwartet, dass alles passt, dass die Zeitpläne eingehalten werden und vieles mehr.“*

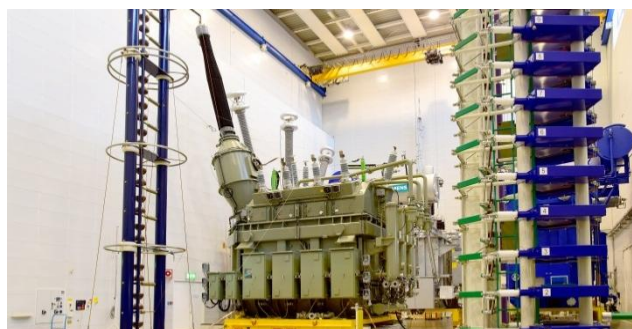
Maria Furmark, Projektleiterin (Vattenfall)

## Vattenfall

Das Kerngeschäft des schwedischen Staatskonzerns Vattenfall ist Strom, Wärme und Gas. Vattenfall vereint dabei die Erzeugung, als auch die Verteilung und den Vertrieb der Strom- und Wärme-Produkte unter einem Dach und setzt dabei strategisch auf die nachhaltige Gestaltung des Energieportfolios. Das Unternehmen hat langjährige Erfahrung in der Nutzung der Wasserkraft, betreibt über 100 Wasserkraftwerke und untersucht als einer der größten Wasserkraft-Erzeuger Europas europaweit die Möglichkeiten zum Ausbau dieser Technologie.

## Die Lösung

Die Transformatoren-Sparte von Siemens ist bekannt für ihre Erfahrung mit dem Einsatz alternativer Esterflüssigkeiten. Als Pionier ökologisch unbedenklicher Trafo-Isolierungen testet Siemens regelmäßig zahlreiche Materialien für den erfolgreichen Einsatz in Verteil- und Leistungstransformatoren.



Leistungstransformator mit synthetischer Ester-Füllung im Prüffeld.

Da die Ersatztransformatoren aus dem gleichen Werk wie einst geliefert wurden, war es für Siemens auch eine Frage der Ehre, wiederum die besten und modernsten auf dem Markt verfügbaren Lösungen einzusetzen: Schließlich waren die Transformatoren damals die ersten 400kV-Einheiten, die das Werk gebaut hatte. Als Ersatz wurden nun vier Aufspann-Transformatoren mit 121,33 (122) / 60,6 (61) / 60,6 (61) MVA, Spannungsebenen von  $433\sqrt{3}$  / 16,8 / 16,8 kV sowie synthetischer Ester-Isolierung konstruiert und produziert.

Die Entscheidung fiel auf Midel<sup>®</sup>7131 als Isolierflüssigkeit. Dies ist ein synthetischer Ester, der bereits seit mehr als 35 Jahren erfolgreich in Verteil- und in jüngerer Zeit auch in Leistungs-Transformatoren eingesetzt wird. Zusätzlich zu Design, Bau und Installation der neuen Transformatoren kümmerte sich Siemens Transformatoren auch um Abbau, Abtransport und Entsorgung der alten Einheiten.



### Technische Besonderheiten

1. Design-Anpassungen aufgrund von Ester-Isolierung  
Esterflüssigkeiten haben andere physikalische Eigenschaften als Mineralöl. Dies beeinflusst das dielektrische und thermische Design der Transformatoren. Die höhere Viskosität von Ester hat bei gleicher Fließgeschwindigkeit hydraulisch einen höheren Druckabfall zur Folge, was sich auf Auswahl und Gestaltung von Kühlkanälen, Rohrdurchmessern und Pumpen auswirkt. Auch die thermische Leitfähigkeit sowie die spezifische Wärmekapazität und Dichte schlagen sich in den Berechnungen nieder. Und schließlich erfordern die elektrischen Eigenschaften von Esterflüssigkeiten ein spezifisches Design-Know-how.

2. Imprägnierung bei Ester-Transformatoren  
Die Imprägnierung der Isolierteile aus Pressspan und Holz kann durch gezielte Bohrlöcher in großen Isolierteilen beschleunigt werden. Für optimale Ergebnisse wird die Isolierflüssigkeit erwärmt und die Imprägnierdauer verlängert.

3. Handhabung von Ester-Flüssigkeit  
Aufgrund ihrer zahlreichen Vorteile kommen Esterflüssigkeiten weltweit immer öfter zum Einsatz. Deshalb hat Siemens Transformatoren in seinem Werk in Weiz in ein separates Verarbeitungssystem und spezielle Lagertanks investiert.  
Die beiden doppelwandigen 100.000-Liter-Tanks entsprechen allen Sicherheitsbestimmungen und können einzeln beheizt werden. Eine Pumpe hält das Tanksystem stets unter Vakuum. Doppelfilter mit 2,5 µm Maschenweite und eine kontinuierliche Feuchtigkeitsmessung stellen die Einhaltung idealer Bedingungen für Esterflüssigkeiten sicher. Speziell entwickelte Schneckenpumpen mit einer Leistung von 3.000 bis 10.000 Litern pro Stunde befördern das Öl gleichmäßig ins System.

*“Rückblickend kann ich sagen, dass Siemens unsere Erwartungen voll erfüllt hat. Die Zusammenarbeit war über das gesamte Projekt hervorragend, und die technische Kompetenz von Siemens hat uns in unserer Entscheidung stets bestärkt.“*

Maria Furmark, Projektleiterin (Vattenfall)

### Vorteile von synthetischem Ester

Bei synthetischem Ester liegen die Brenn- und Flammpunkte höher als bei Mineralöl, ein großer Vorteil dieser Isolierflüssigkeit, zu dem sich die biologische Abbaubarkeit und die höhere Oxidationsstabilität gesellen. Und: Im Vergleich zu natürlichem Ester zeigen synthetische Materialien ein besseres Kälteverhalten.

Darüber hinaus ist die Flüssigkeit im Vergleich zu Mineralöl stark hygroskopisch, d. h. Ester kann bei gleichbleibender Isolierfähigkeit mehr Wasser binden. Deshalb werden die neuen, Ester-gefüllten Siemens Transformatoren voraussichtlich eine längere Lebensdauer als herkömmliche Transformatoren besitzen.

### Wirtschaftliche Vorteile alternativer Flüssigkeiten

Trotz des leicht höheren Preises für alternativ isolierte Transformatoren können die wirtschaftlichen Vorteile dieser Einheiten überwiegen:

- Geringeres Brand-/Explosionsrisiko => geringere Versicherungssummen oder geringere Hürden für die Abnahme der Komponenten
- Einsparungen bei Bauleistungen:
  - Keine Explosionsschutzwände nötig
  - Teilweise Einsparung von Ölwannen
  - Verkürzung von Sammelschienen
- Imagegewinn im Marketing durch den Einsatz umweltfreundlicher Komponenten

Sprechen Sie mit uns. Wir helfen Ihnen gern bei der Einschätzung der einzelnen Kostenpositionen

Für weiterführende Informationen zu alternativen Isolierflüssigkeiten besuchen Sie unsere Website unter [www.siemens.com/transformatoren/ester](http://www.siemens.com/transformatoren/ester).

Herausgeber und Copyright  
Siemens AG 2015  
Energy Management Division  
Freyeslebenstraße 1  
91058 Erlangen, Germany

Siemens Transformatoren  
Katzwanger Straße 150  
90461 Nürnberg  
Germany