

H2FUTURE – Anlagenintegration

8.10.2019

Stefan Engleder



This project has received funding from the Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking under grant agreement No 735503. This Joint Undertaking receives support from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and Hydrogen Europe and N.ERGHY



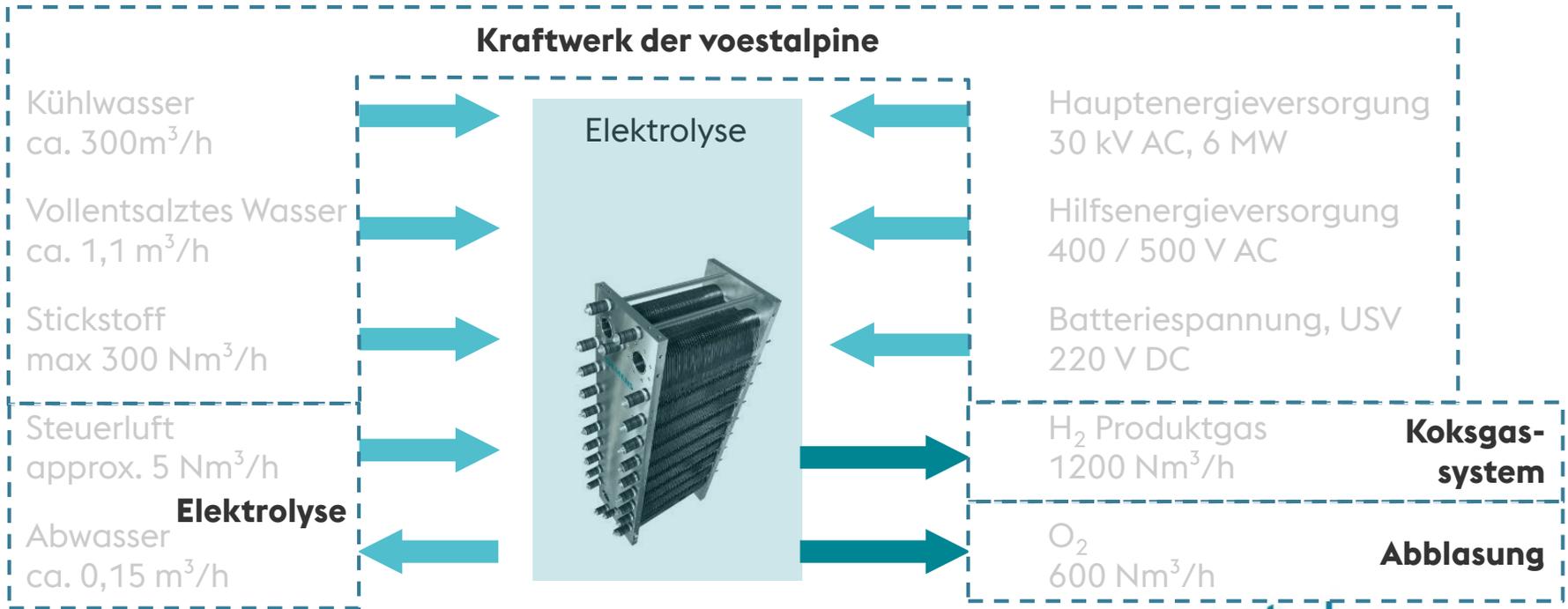
FUEL CELLS AND HYDROGEN
JOINT UNDERTAKING

voestalpine Stahl GmbH
www.voestalpine.com/stahl

voestalpine

ONE STEP AHEAD.

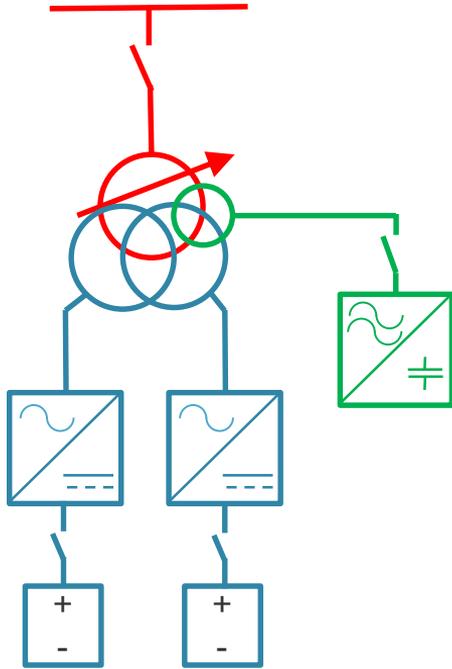
Strom und Medienversorgung der Elektrolyseanlage



Elektrisches Versorgungskonzept - Verbraucher

Versorgungsspannung	Netzform	Nennleistung der Aggregate	Verbraucher
30kV AC	Induktiv über Erdschlusslöschspulen geerdet	12 Stack a' 500kW= 6 MW	Elektrolysestacks
500V AC	Isoliertes Netz (IT)	37kW, 22 kW	Primär- und Sekundärkühlwasserpumpe
400V AC	Nullung (TNCS)	Ca. 60 kW	Beleuchtung, Steckdosen, Klimatisierung, interne Kühlkreisläufe
220V DC	Batteriespannung, (-) geerdet	Ca. 1,5 kW	Raumlüfter, Automatisierung

Elektrisches Versorgungskonzept – Übersicht Hauptenergieversorgung



- » 30kV Schaltzelle Kraftwerk
- » Drehstromvierwicklungstransformator
- » Dynamisches Oberschwingungsfilter
- » B6 Brückenschaltungen, thyristorgesteuert
- » PEM Module (2x6 Stück)

Elektrische Komponenten – 30kV Schaltanlage Kraftwerk

» 30kV Schaltanlage Kraftwerk

- » Schaltanlage in offener Bauform
- » Dreifachsammelschiene, Sammelschienenennennstrom 2500 A
- » Kurzschlussstrom I_K'' ca. 28kA, ausgebaut auf 31,5kA
- » Kabelverbindung 240 m mit VPE Kabel NA2XS(F)2Y 3x1x240 mm²

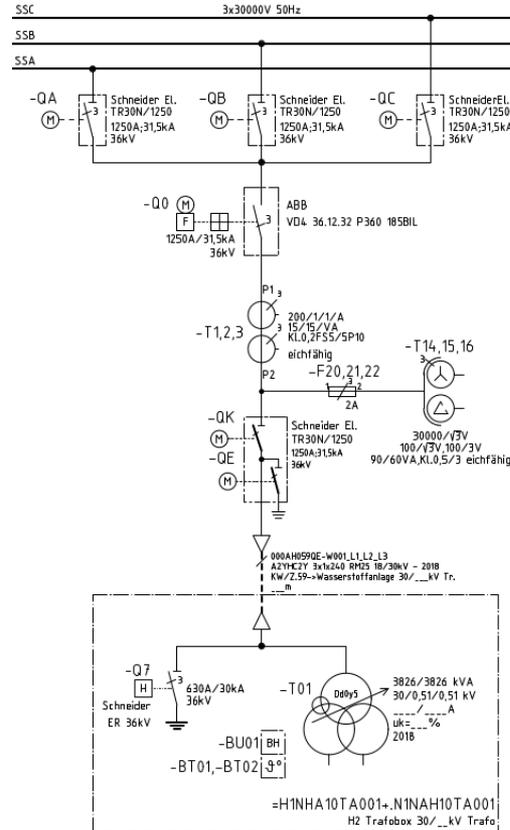


voestalpine Stahl GmbH

5

8.10.2019

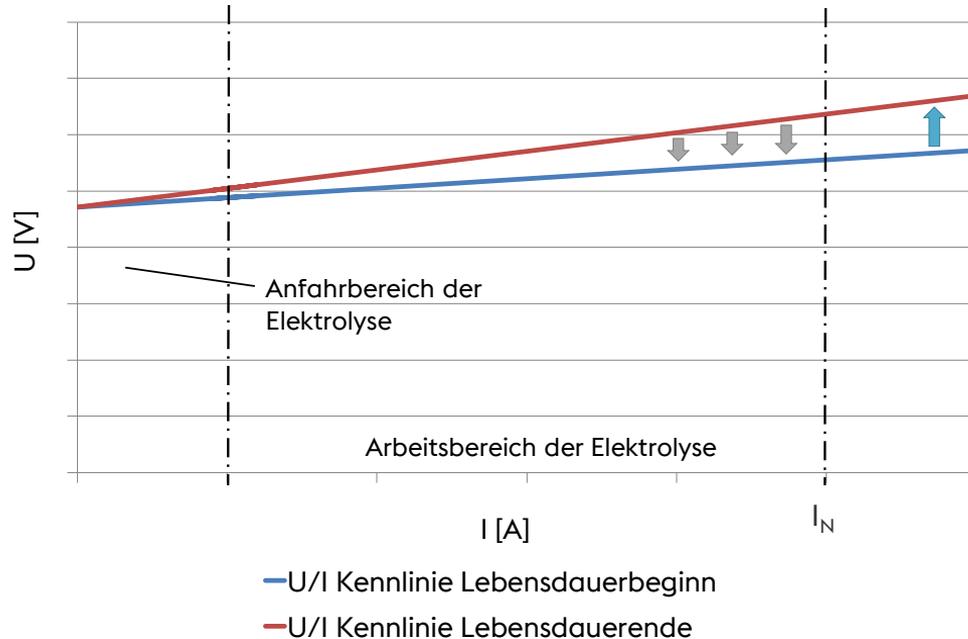
H2FUTURE



voestalpine

ONE STEP AHEAD.

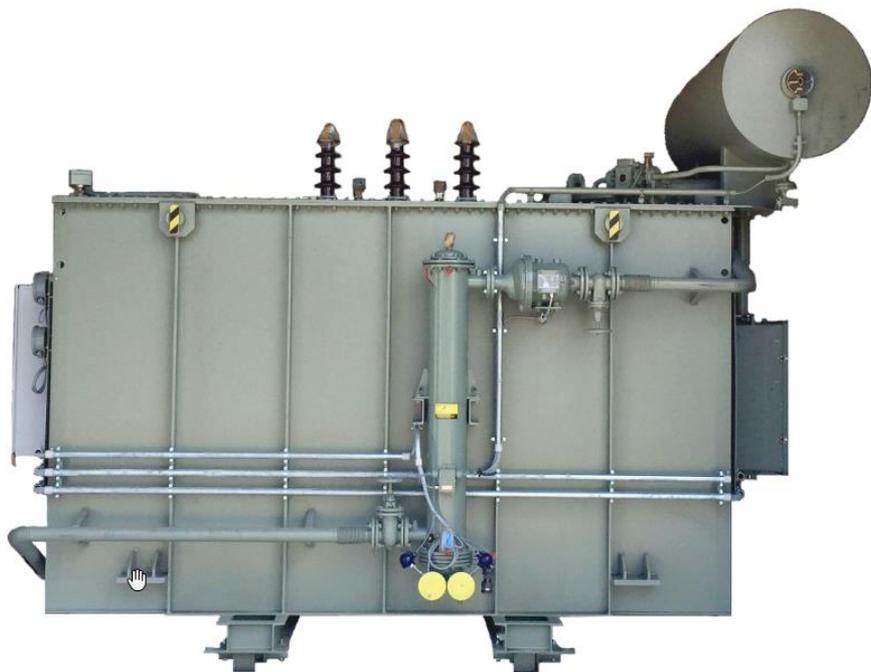
Elektrisches Versorgungskonzept



Leistungsregelung der Elektrolyseanlage:

1. Spannungsstellung für den dynamischen Betrieb mittels thyristorgesteuerter Brückenschaltung
2. Spannungsanpassung aufgrund von Alterungseffekten der PEM Module durch Stufensteller am Trafo

Elektrische Komponenten - Transformator



» Transformator

- » Drehstromöltransformator in Vierwicklungsausführung
- » Kühlungsart OFWF (oil forced, water forced)
- » Nennleistung 7,56 MVA
- » Nennspannung der Wicklungen

30kV 541V 541V 600V

↓
Oberspannung

↓
Sekundärspannung für Elektrolyse

↓
Hilfsspannungswicklung für Oberschwingungsfilter

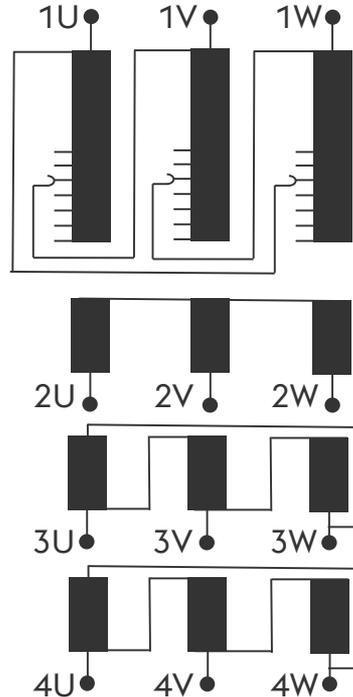
voestalpine

ONE STEP AHEAD.

Elektrische Komponenten - Transformator



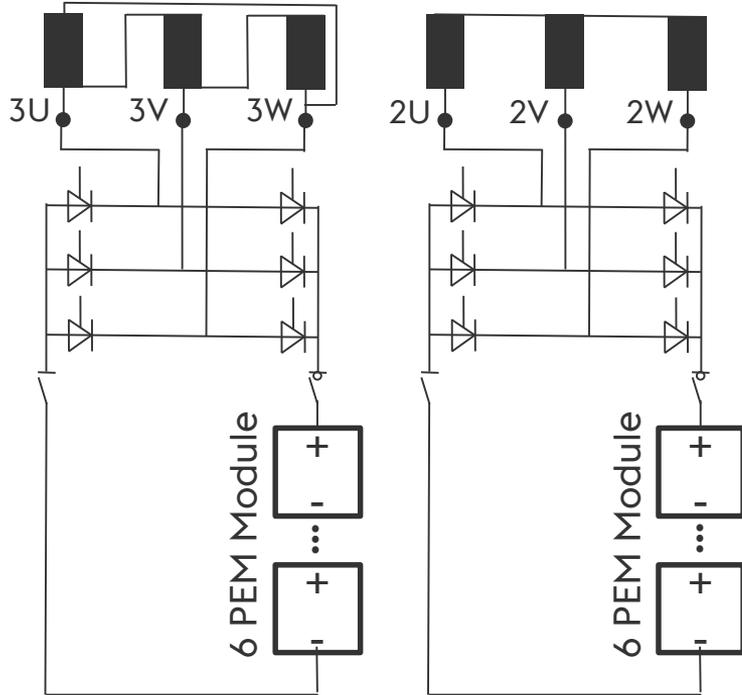
OLTC Werksbild Reinhausen



» Transformator

- » Schaltgruppe Dy5d0(d0)
- » 4 Stufenstellungen an der Oberspannungsseite mittels OLTC (on load tap changer), Fabr. Reinhausen; 431- 547V
- » Ölgewicht ca. 7,7 to
- » Gesamtgewicht ca. 26,5 to

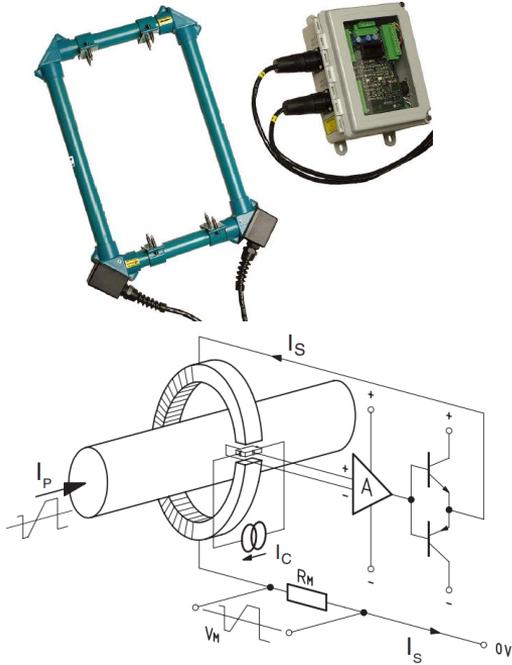
Elektrische Komponenten - Gleichrichter



» Gleichrichter

- » 2 Stück B6- Brückenschaltungen, $I_N=2 \times 5000A$
- » Thyristorgesteuert
- » Kühlung mit deionisiertem Wasser
- » DC Leistungsschalter (SIL2) und DC Trenner

Elektrische Komponenten - Strommessung



- » **Der Stromfluss auf der DC- Seite ist direkt proportional zur erzeugten Wasserstoffmenge**

über das Faraday Gesetz $F = 96\,485,34 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$ mit $F = N_A \cdot e$ (Avogadro-Konstante N_A und der Elementarladung e)

- » Messung des DC Stroms ist ein wichtiger sicherheitstechnischer Aspekt
- » Strommessung über zwei unabhängige Systeme
 - » Direkter Spannungsabgriff über shunt
 - » Strommessung mittels closed loop Hall-effekt Technologie

Elektrische Komponenten - Gleichrichter

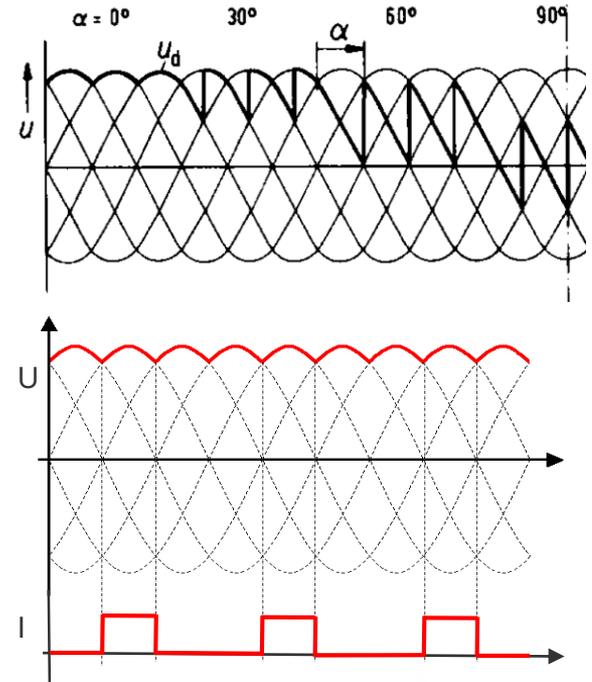
» Gleichrichter – Zusatzeinrichtungen

- » Aufgrund der Phasenanschnittsteuerung kommt es zu einem Grundschwingungsblindleistungsbedarf bei einem Steuerwinkel $\alpha > 0^\circ$ (Gleichrichterbetrieb $0^\circ < \alpha < 90^\circ$)

➡ Trafostufensteller gleicht langfristige Spannungsveränderungen aus, damit kann Steuerwinkel möglichst klein gehalten werden

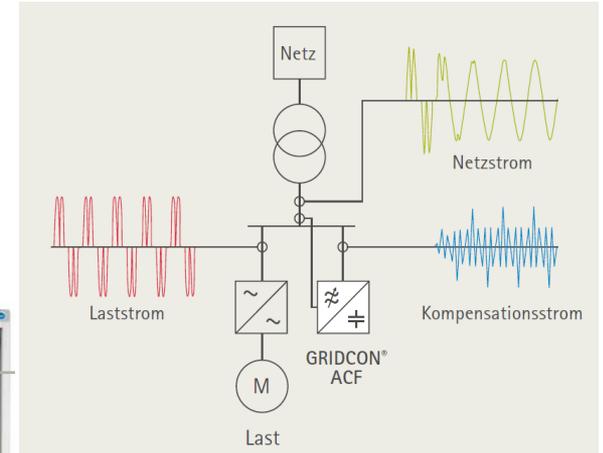
- » Aufgrund der rechteckförmigen Stromentnahme aus dem Drehstromsystem werden dort Oberschwingungsströme generiert

➡ Verwendung aktives Oberschwingungsfilter



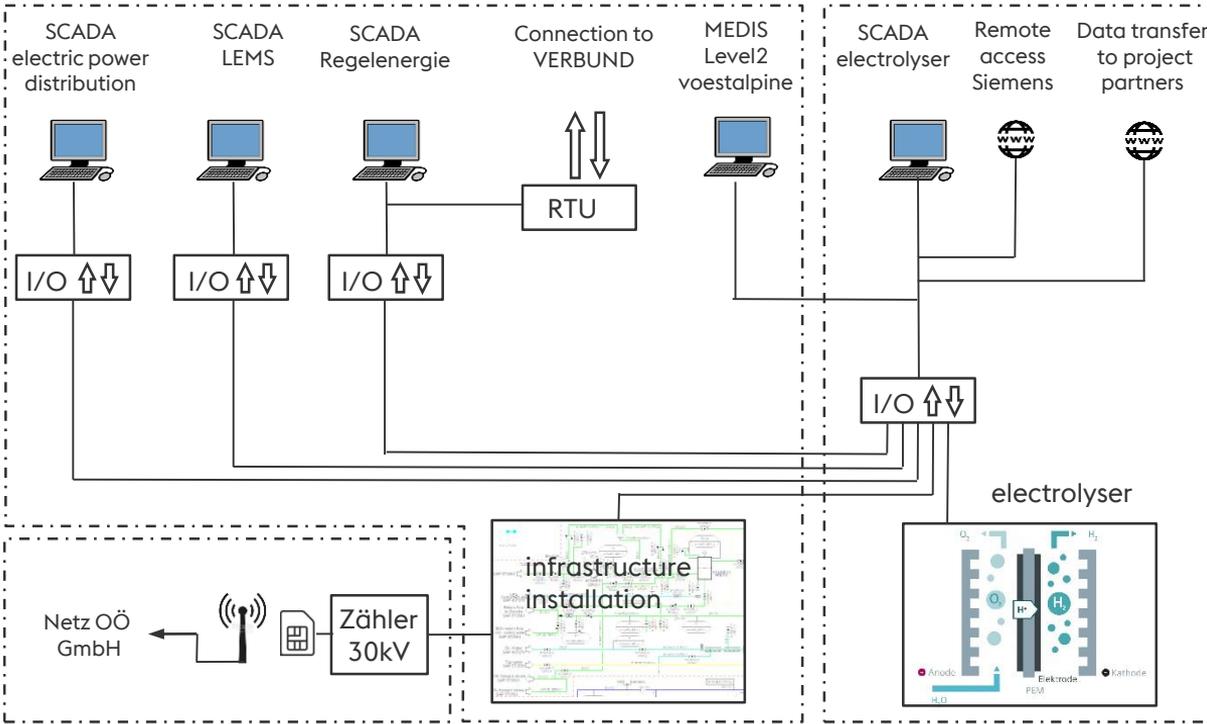
Elektrische Komponenten - aktives Oberschwingungsfilter

- » Eine einzelne B6- Brückenschaltung verursacht Stromoverschwingungen mit $v= 5, 7, 11, 13, 17, 19$..facher Frequenz der Netzfrequenz
- » Zwei B6- Brückenschaltungen (30° verschobenen Eingangssapnungen) verursachen Stromoverschwingungen mit $v= 11, 13, 23, 25$..facher Frequenz der Netzfrequenz
- » Diese Oberschwingungsströme auf der Netzseite werden während der Testphase durch ein aktives Oberschwingungsfilter kompensiert



Prinzip aktives OS- Filter und Aufbau
GRIDCON® ACF, Werksbilder
Reinhausen,
Oberschwingungskompesatioleistung
3x150 kvar

Prozessleittechnische Integration der Elektrolyseanlage



Prozessleitsystem Elektrolyseanlage :

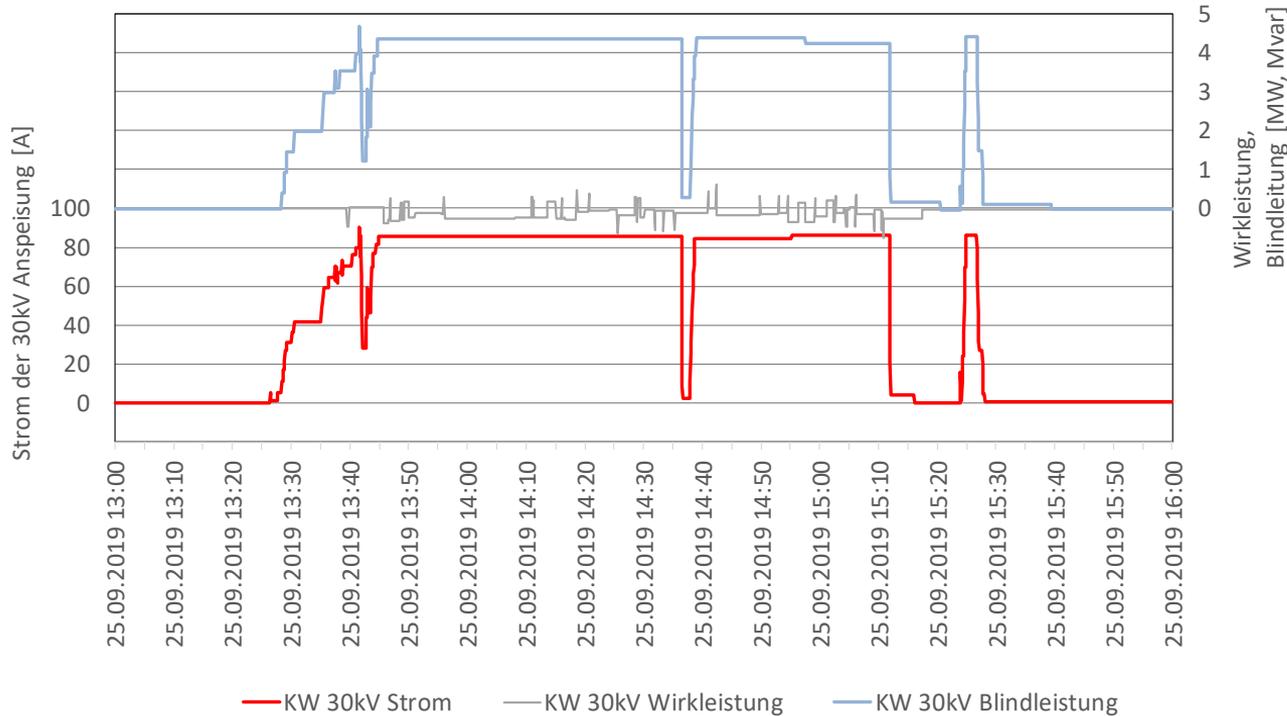
SIMATIC PCS7 mit
SIMATIC S7-400
Automatisierungssystem
AS 410

SCADA Supervisory Control and Data Acquisition
RTU Remote Terminal Unit

voestalpine

ONE STEP AHEAD.

Inbetriebnahme – Kurzschlussversuch an einem Gleichrichtersystem



- » Kurzschluss auf der DC Seite eines Gleichrichters
- » Überlastfahrt mit ca. 145% Nennleistung
- » Reine induktive Blindleistung wird aufgrund der kleinen Gleichrichter-ansteuerwinkel ($\alpha < \ll$) im Netz wirksam

Vielen Dank

Stefan Engleder

T. +43/50304/15-2638

stefan.engleder@voestalpine.com



H2FUTURE
Green Hydrogen