

Big Picture



Abstract

18d

Problemdefinition

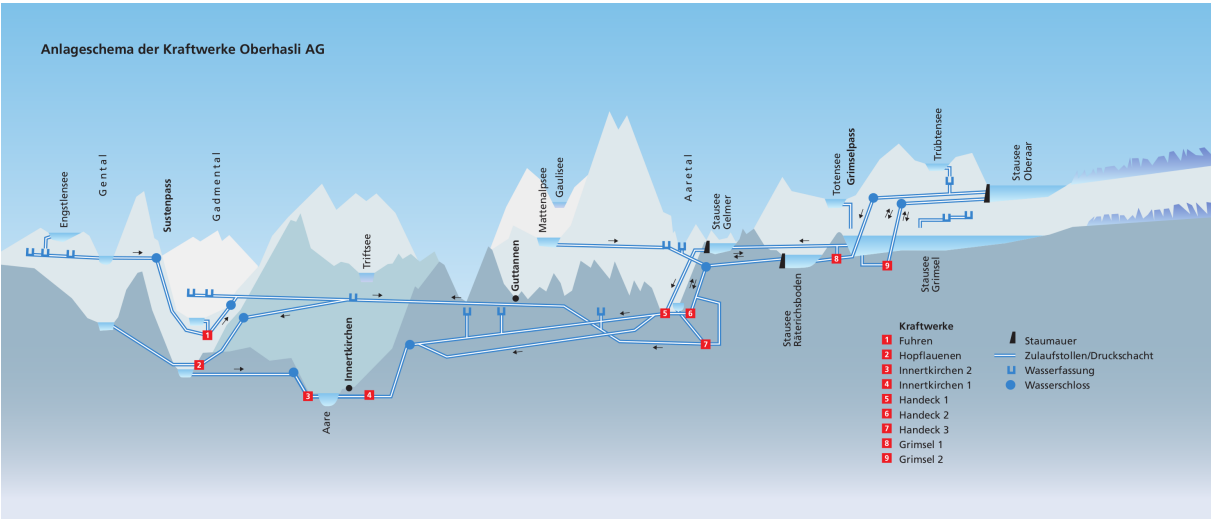
Kontext

Die Kraftwerke Oberhasli AG (KWO) sind ein wichtiger Teil der Schweizer Stromerzeugung mit Sitz in Interlachen. Sie ist unterhalb der KWO nach Wasserwerken. Energie wird von Turbinen produziert, die mit Wasser von acht Speicherräumen gespeist werden, wobei der Niveauunterschied zwischen See und Kraftwerk genutzt wird.

Ein Teil der Seen wird als Pumpspeicher genutzt. Dabei wird Wasser in die Seen hinaufgepumpt, wenn ein Energieüberschuss besteht. Bei erhöhtem Energiebedarf wird es wieder zum Antrieb von Turbinen benutzt.

Insgesamt liefern die Anlagen eine Leistung von 2350 MW pro Jahr. Die Tagelastleistung ist bedingt durch einen von den BSW Energie AG (BSW) vorgegebenen Fahrplan. Die geforderte Leistung wird dabei auf alle Anlagen verteilt. Die Kraftwerke und Speicherräume liegen in alpiner Gegend in einem Liniennetz von ca. 25 km.

[Bsp. 7]



Anlageschema der KWO. Quelle: <http://www.gewinnabschluessig.com/malstrombrennen-und-geschichtsbericht/18.03.2014>

Die Steuerung und Überwachung aller einzelnen Anlagen erfolgt dabei zentral im Kontrollzentrum in Interlachen. Das heisst: Alle Informationen aus den Kraftwerken wie z.B. Pegelstände der Seen, Aktivität der Turbinen, erzeugte Leistung etc. laufen hier zusammen. Ebenfalls wird das Ein- und Ausschalten von Anlagen (z.B. Öffnen und Schliessen von Druckwasserleitungen) und deren Regelung vom Kontrollzentrum gesteuert. Bestimmte Kontrollzentren läuft über einen redundant ausgelegten Steuer-Server mit einer angeschlossenen Visualisierungsoberfläche, die über das Kontrollzentrum bedient wird. Der Kommunikations-Endpunkt auf Kraftwerk-Speicherseite wird als „Kraftwerk-Server“ bezeichnet. Die Daten zwischen Kraftwerk/Speicher und Kontrollzentrum laufen über ein Netzwerk „Leiterschleife“, das von den Netzwerken für die übrigen Dienste (Telefonie, Mail etc.) separiert ist.

Zur Übertragung der Daten sind 1000 Glasfaserleitungen von der Zentrale in Interlachen zu allen Standorten verlegt.

[Bsp. Picture Overview, Kommunikationsplan]

[Abb. 777, Picture Overview] zeigt, dass sich der hauptsächlichste Kommunikationsplan in diesem Netzwerk zwischen Kraftwerk- und Speicherstandorten zur Zentrale bewegt. Die Kommunikationswege zwischen den Kraftwerk-Standorten untereinander ist vernachlässigbar.

Das Leiterschleifen-Netzwerk ist für das Kerngeschäft der KWO von zentraler Bedeutung. Dieser unterschiedliche Funktionen ist Bedingung für die Stromproduktion, die die Steuerung aller Kraftwerke über dieses Netzwerk erfolgt. Bereits ein kurzer Verbindungsverlust von 5s zu einer Automatisierungseinheit führt dazu, dass die angeschlossenen Maschinen nicht mehr steuerbar sind und wieder ein- und ausgeschaltet werden können. Da die Stromproduktion zudem in einem 24/7-Betrieb erfolgt, und Netzwerk-Teile ausserhalb der Produktionszeit grundsätzlich nicht möglich.

Problem

Die Anlagen der KWO werden laufend erneuert und ausgebaut. So sind derzeit 3 weitere Kraftwerke in Planung und Bau. Jede Erweiterung der Anlagen zahlt auch einen Ausbau des Leiterschleifen-Netzwerks nach sich, der in das bestehende System integriert werden muss, ohne den laufenden Betrieb zu stören. Aus Netzwerk-Aspekten bedeutet jede Erweiterung einerseits eine Erhöhung der vorhandenen Netzkapazität und andererseits eine Verringerung der Netzkapazität. Andererseits wird mit dieser Erweiterung auch die Grundlast des Netzwerks erhöht, d.h. der Verkehr, der durch Protokolle generiert wird, die das Funktionieren des Netzwerks selbst notwendig sind.

Ausserdem ist, insbesondere im Hinblick auf die 2019 bevorstehende Abschaltung des AKW Mühleberg, eine Erweiterung um je ein Biomasse- und ein Geothermiekraftwerk geplant. Dies würde, sofern diese Projekte realisiert werden, das Leiterschleifen-Netzwerk stärker belasten und die Komplexität ebenfalls erhöhen.

Am 08.12.2014 findet sich der KWO anlässlich der Abschaltung aller Kraftwerke ein zentraler Leiterschleifen-Netzwerk-Test am realen Netzwerk durchführen. Da das Zeitfenster für die Abschaltung auf einen Tag beschränkt ist, müssen dafür die wichtigsten Tests vorab identifiziert werden können.

Somit ist für die KWO ein Instrument von Vorteil, mit dem sich Änderungen an der Netzwerk-Infrastruktur vorab auf ihre Auswirkungen prüfen lassen. Beinhaltet dieses Instrument Netzwerk-Tests in einem realistischen Umfeld ermöglichen und damit eine Priorisierung der kritischen und ausgereiften Tests liefern, die dann auf dem realen Netzwerk durchgeführt werden können. Mit der Abbildung des Leiterschleifen-Netzwerks in einer Simulation soll dieses Instrument im Rahmen der vorliegenden Bachelor-Arbeit zur Verfügung gestellt werden.

Anforderungen

Aus der Problembeschreibung ergibt sich folgender Auftrag: Die KWO will eine vollständige und funktionstüchtige Abbildung ihres Leiterschleifen-Netzwerks in Form einer Online-Simulation. In dieser Simulation sollen Szenarien aufgesetzt und getestet werden, welche gezielt auf die Komplexität dieses Netzwerks abzielen. Insbesondere sind damit die Konvergenzzeiten von OSP und STP gemeint, wenn auch allgemeine Lastsimulationen mit Vorwissen über die Möglichkeit, geplante Änderungen vorab zu simulieren.

1. Abbildung des gesamten Leiterschleifen-Netzwerks
2. Konfiguration der verwendeten Protokolle, insbesondere:
  - OSP
  - STP
  - TCP/IP
3. Erzeugung von geeigneten Simulationsvarianten, um folgende Eigenschaften zu überprüfen (in absteigender Priorität):
  - Konvergenzzeiten
  - Lastverhalten / Datenverkehr
  - Auswirkungen von Topologie-Änderungen
4. Eventuelle Änderungen, falls grössere Mängel in der bisherigen Planung entdeckt werden

Alle Punkte zu bewältigen ist sehr ambitioniert, deshalb müssen nur die ersten beiden Punkte implementiert werden, sprich das Modell muss funktionieren, damit die

Projektarbeit als erfolgreich gilt.  
Das Projekt soll so aufgeführt werden, dass in den Nachfolgersemestern andere  
Personen (weitere Studenten in einer Nachfolgezeit oder von der KWO selbst)  
das Projekt weiterführen können. Dies bedingt, dass alle Teile gut und verständlich  
dokumentiert sind.

Komponenten

Generell

Das Netzwerk ist einer Campus-LAN Topologie angelehnt. Im allgemeinen werden  
deshalb die Begriffe eines Campus-LANs verwendet.

Für alle Komponenten muss mindestens der grundlegende Protokollstack  
implementiert werden. Dieser umfasst:

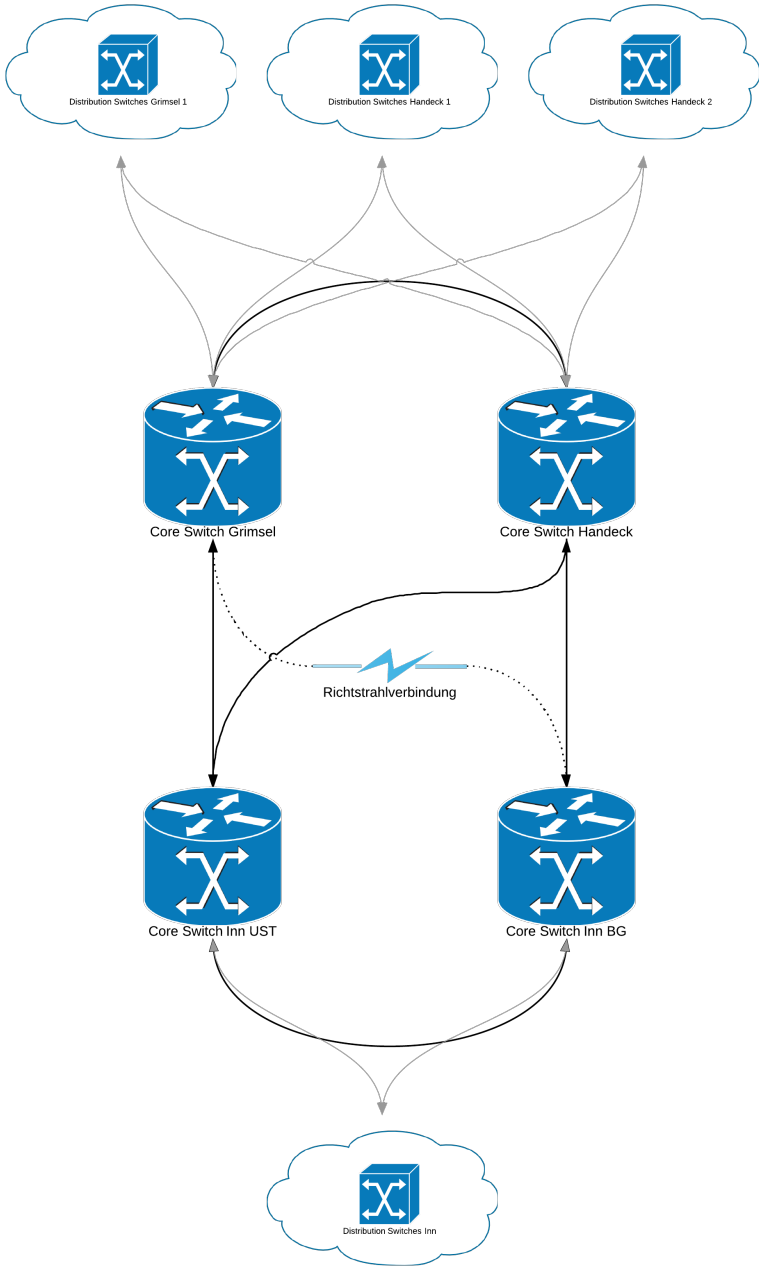
- Ethernet
- IP (mit statischer Konfiguration)
- TCP/UDP

Für die Übertragung von Metadaten wird das Standardprotokoll für industrielle  
Automatisierung, IEC 61850-5-204 verwendet. Das werden wir nicht als switch,  
sondern wenn überhaupt, dann als TCP-Proxyhead abbilden. Auch sonst werden wir  
keine eigenen Protokollimplementierungen vornehmen.

Core Netzwerk

Priorität: 1

Das Core Netzwerk ist der Backbone des Netzwerkes und besteht aus 4 Switches:



Das Core Netzwerk wie es in der KWO implementiert ist. Speziell ist die  
Richtstrahlverbindung zwischen dem Core Switch Grimsel und dem Core  
Switch Inn BG.

Es umfasst die folgenden Komponenten

- Core Switch Grimsel
- Core Switch Handeck
- Core Switch Inn BG
- Core Switch Inn UST

Im Core Netzwerk gibt es einen Pfad, welcher über eine Richtstrahlverbindung  
funktioniert. Diesem Pfad soll spezielle Beachtung geschenkt werden. Er wird als  
einfache 50 Mbit/s Kupferkabelverbindung implementiert.

Implementation

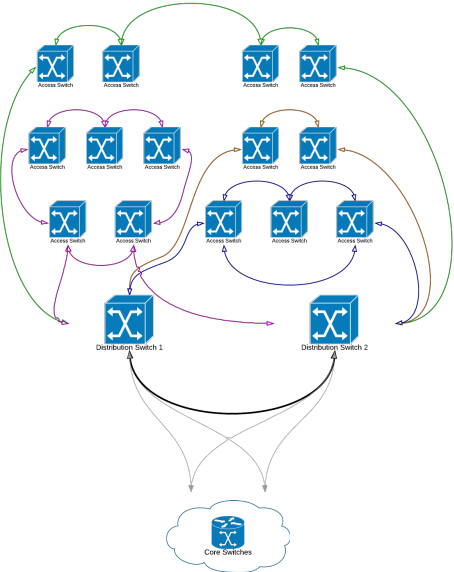
- Routing von IP Traffic

- OSPF mit Areas
- ICMP für Pings
- Einfache SNMP Abfragen (Availability)

#### Distribution- und Accessnetzwerke

**Priorität: 2**

Die Access- und Distributionnetzwerke sind am Corenetzwerk angeschlossen und geografisch vernetzt. Die Accessnetze sind als Ringe angelegt und arbeiten mit dem proprietären HyperRing Protokoll von Hirschmann. Bei der Implementation wird mit der Modellierung der Netzwerke Grimsel 2 und Netzwerk 2 begonnen.



Hier zu sehen ist eine Illustration eines typischen Distributionnetzwerkes anhand des Beispiels von Grimsel 2.

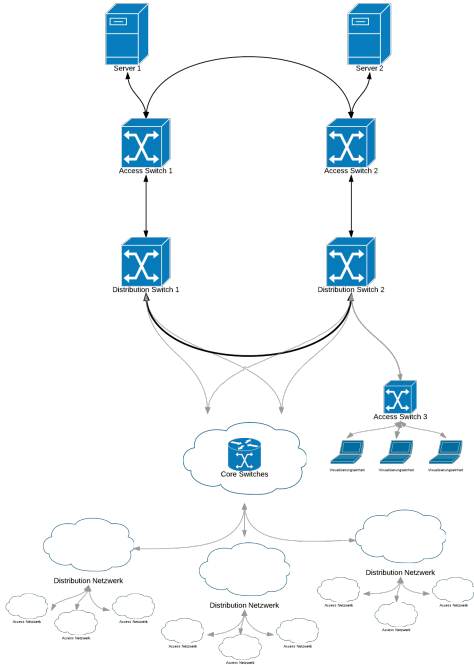
#### Implementation

- Routing von IP Traffic
- OSPF mit Areas
- STP
- ICMP für Pings
- Einfache SNMP Abfragen (Availability)
- HyperRing Protokoll (Hirschmann-proprietär)

#### Server

**Priorität: 1**

Auf den drei Servern läuft die zentrale Steuerungssoftware und bilden somit die Herzstücke des Netzwerkes. Sie sind in einem eigenen Access Netzwerk angeschlossen und haben ansonsten keinerlei Nachbarn.



Ein Dritter Server in einem anderen Access Netzwerk bildet hier einen Spezialfall. Er soll so implementiert werden, dass man ihn in alle Accessnetzwerke integrieren könnte, ohne dass sich seine Funktionsweise ändert.

#### Implementation

- Applikationsprotokoll als Stub (das Protokoll wird nicht 1:1 abgebildet)
- Umschalten zwischen Master- und Slave (Ressort)
- ICMP für Pings

#### Automatisierungseinheiten

**Priorität: 3**

Die Automatisierungseinheiten sind die Steuerungssysteme, für die dieses Netzwerk ausgelegt ist. Sie kommunizieren mit tausenden Automatisierungseinheiten und mit einem der drei Server.

#### Implementation

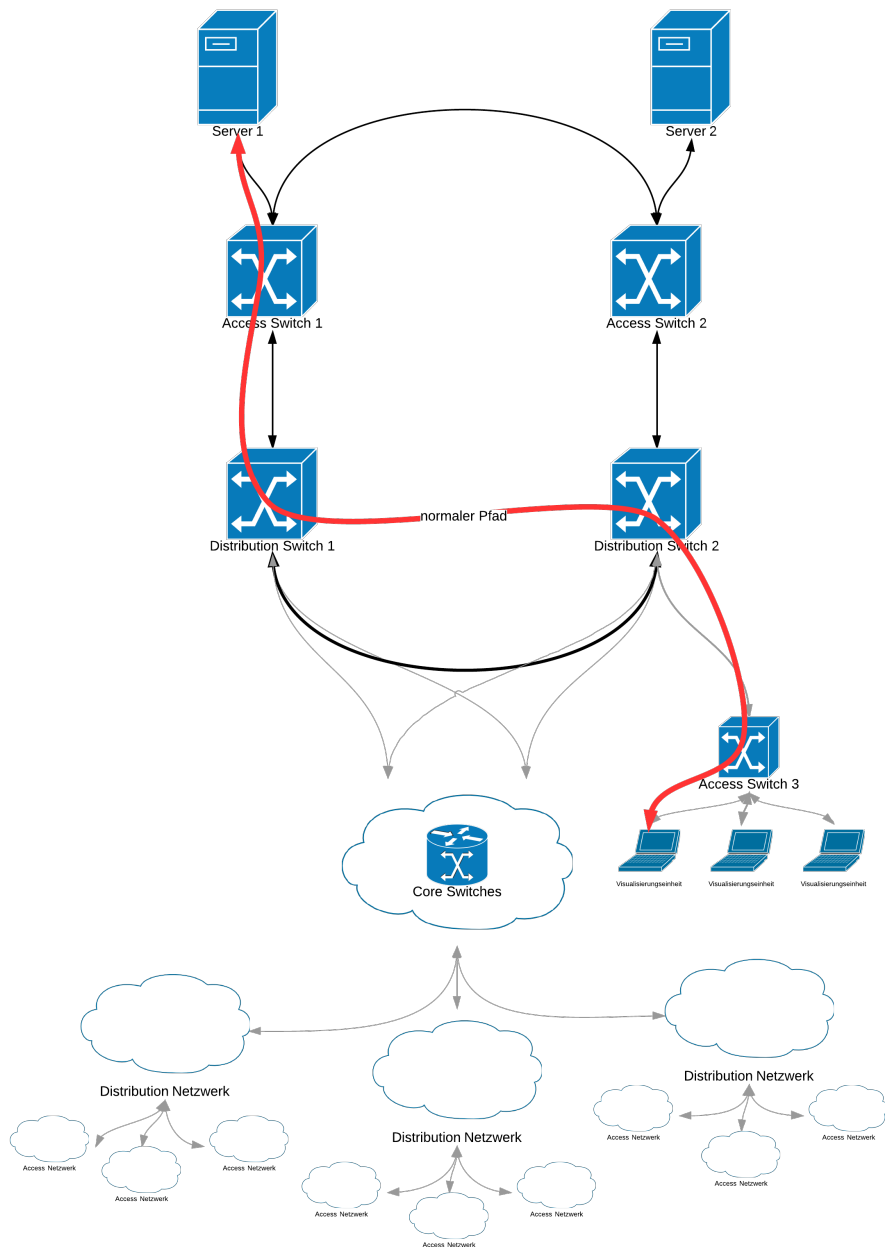
- Applikationsprotokoll als Stub
- ICMP für Pings

#### Visualisierungseinheiten

**Priorität: 3**

Die Visualisierungseinheiten sind die Schnittstellen zu den Personen in der Steuerungszentrale. Fallen sie aus oder verlieren sie die Verbindung zu den

Servern, ist die K900 "blind" und kann nichts mehr steuern.



Rot Markiert ist hier der typische Pfad zwischen Server und Automatisierungseinheit.

#### Implementation

- Windows Host als Basis
- Applikationsprotokoll als Stub

#### Szenarien

Aus der Problembeschreibung und der Auswertung des Fragenkataloges ergibt sich, welche Szenarien zu simulieren sind. Dabei wird angegeben, was getestet wird und was dabei gemessen werden soll.

Vorausätzlich sind alle Simulationszenarien kurzfristiger Natur, weshalb wir unsere Simulation auch daran orientiert implementieren werden. Einige der Lastszenarien könnten unter Umständen in einer mehrstägigen / saisonal orientierten Simulation besser abgebildet werden.

#### Allgemein

##### Core Netzwerk

Priorität: 1

##### Tests

- Auslastung von Pfaden (Routen- und Vollast): Datenvolumen, Congestions
- Auslastung von Knoten: Datenvolumen, Congestions
- Ausfall von Pfaden/Knoten: Verhalten, Konvergenzzeiten
- Auslastung der Richtschaltungsvergänger: Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass hier Daten fließen

##### Distribution- und Accessnetzwerke

Priorität: 2

##### Tests

- Auslastung von Pfaden (Routen- und Vollast): Datenvolumen, Congestions
- Auslastung von Knoten: Datenvolumen, Congestions
- Ausfall von Knoten: Verhalten, Konvergenzzeiten

##### Server

Priorität: 3

##### Tests

- Auslastung (Routen- und Vollast): Datenvolumen, Congestions
- Ausfall von 1 oder 2 Servern: Verhalten, Konvergenzzeiten