

KHR, UW Rheinau, Erneuerung

Grobkonzept

INHALTSVERZEICHNIS

Beilage B zur Teilrevision Nutzungsplanung Unterwerk Rheinaue

1. Netzebene 3 (50 kV)	3
1.1 Betrachtungen zur Spannungserhöhung NE3	3
1.2 Auswirkungen auf die Spezifikation der HS-Schaltanlage und der HS-Trafos ..	3
1.3 Betrachtung der NE3.....	4
1.4 Anschluss von Kunden auf der Netzebene 3	4
2. Basisdaten El. Primärtechnik	5
2.1 HS-Schaltanlage	5
2.2 MS-Schaltanlage.....	6
2.3 Leistungstrafo	8
2.4 Eigenbedarfs- / Ortstrafos 16 kV / 400 V.....	8
2.5 Löschspulen 16 kV.....	8
3. Basisdaten Sekundärtechnik	9
3.1 Schutz-/Steuergeräte HS-Schaltanlage	9
3.2 Schutz-/Steuergeräte MS-Schaltanlage.....	9
3.3 Trafo-Spannungsregler- und Löschspulenreglerschank.....	9
3.4 Leitechnik-Anbindung.....	9
3.5 Gleichrichter / Batterieanlage.....	10
3.6 Verteilanlagen AC 400 V / 230 V 50 Hz	10
3.7 Verteilanlagen DC 110 V / DC 48 V / 230 V AC USV.....	10
3.8 Zählerschränke (Verrechnungsmessungen)	10
4. Stationsleittechnik	11
4.1 Grundkonzept	11
4.2 Integration in Leitsystem KHR.....	11
5. Kabelarbeiten	11
5.1 HS-Kabelanlagen.....	11
5.2 MS-Kabelanlagen.....	11
5.3 Signalverkabelung Schutz/Steuerung HS	12
5.4 Verkabelung DC / AC / Signale der Schaltanlagen / Trafos	12
6. UW Gebäude	12
6.1 Flächen- / Volumenbedarf; Kostenschätzung	12

6.2 Umnutzung bestehendes Gebäude UW Rheinau	12
6.3 Erdungsanlage	16
6.4 Kabelpitschen	16
6.5 Doppelböden.....	16
6.6 Ölauffangwannen	16
6.7 WC-Anlage.....	16
6.8 Demontage / Entsorgung bestehendes UW Rheinau.....	16
7. Kostenschätzung UW	16
ANHANG A: Kostenschätzung.....	18
ANHANG B: Abschätzung Gebäudevolumen	19

- Varianten:
- R0: Basisvariante
 - R1: Erweiterung; Mögl. HS-Spannungsniveaus 50/110/150 kV
 - R2: Erweiterung Anschluss NE3 / Gebäude bestehend
 - R3: Struktur 16 kV Netz ergänzt; Abbruch UW ist integriert

1. Netzebene 3 (50 kV)

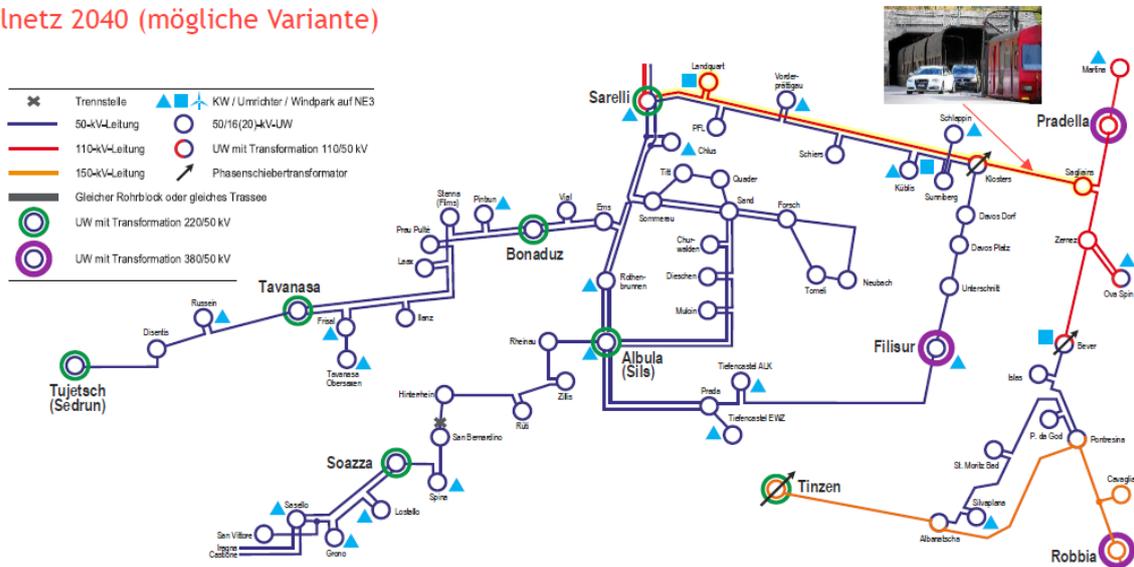
1.1 Betrachtungen zur Spannungserhöhung NE3

Das vermascht betriebene Hochspannungsnetz (NE3) der Region Mittelbünden wird heute mit 50 kV betrieben.

Die neuen Anforderungen an die Stromverteilnetze auf der Nieder- und Mittelspannungsebene führen in der Konsequenz auch zu veränderten Anforderungen an die Hochspannungs-Übertragungsnetze. Dazu wurden seitens RE Power und EWZ mit Zeithorizont 2040 Basiskonzepte erarbeitet wie die untenstehende Darstellung zeigt, dass in einzelnen Netzbereichen eine Spannungserhöhung von 50 auf 110 kV oder von 50 auf 150 kV geplant ist.

Ausfallrechnungen / Zielnetze

Zielnetz 2040 (mögliche Variante)



Bei Hochspannungs-Schaltanlage oder einem Leistungstrafo rechnet man mit einer technischen Lebensdauer von ca. 40 Jahren. Es kann deshalb nicht ausgeschlossen werden, dass innerhalb dieser Lebensdauer auf Grund sich schneller verändernden Anforderungen auch die Pläne für die Erhöhung der Betriebsspannungen weiterer Netzbereiche revidiert werden, was dazu führen kann, dass die Betriebsspannung des UW Rheinau neu auf 110 kV oder 150 kV erhöht werden muss.

1.2 Auswirkungen auf die Spezifikation der HS-Schaltanlage und der HS-Trafos

International sind bestimmte Spannungspegel als Standardwerte festgelegt, gemäss denen die Hersteller von Schaltanlagen ihre Anlagen auslegen.

Nachfolgend eine Zuordnung von Nennspannungswerten zu maximalen Betriebsspannungswerten:

Betriebsspannung [kV]	Nennspannung [kV]
50.0	72.5
60.0	72.5
110.0	145.0
150.0	172.5

Dies bedeutet, dass mit einer Betriebsspannung von 50 kV resp. 60 kV, wie dies bei der KHR der Fall ist, die Anlagen für die Nennspannung von 72.5 kV beschafft werden müssen.

Entsprechend muss für eine Betriebsspannung von 110 kV eine Schaltanlage für die Nennspannung von 145 kV bzw. bei einer Betriebsspannung von 150 kV eine Schaltanlage für die Nennspannung von 172 kV beschafft werden.

Grundsätzlich ist es so, dass mit zunehmender Nennspannung sowohl die Dimensionen als auch der Preis zunimmt. Die Abhängigkeit ist jedoch nicht «linear». Dies lässt sich dadurch erklären, dass es einen grossen Einfluss hat, wie stark die jeweilige Nennspannung weltweit verbreitet ist. Hierbei zeigt sich, dass weltweit deutlich mehr Anlagen mit einer Nennspannung von 145 kV als mit 72.5 kV hergestellt werden. Diese grössere Menge führt zu tieferen Herstellkosten bei den Anlagen mit einer Nennspannung von 145 kV, so dass eine Anlage mit $U_n = 145$ kV trotz grösserer Dimensionen nur ca. 8% mehr als eine Schaltanlage mit $U_n = 72.5$ kV kosten.

1.3 Betrachtung der NE3

In diesem Bericht werden für die HS-Schaltanlage und die Leistungstrafos alle drei Nennspannungsvarianten betrachtet:

- ✓ Schaltanlage 72.5 kV, betrieben mit $U_b = 50$ kV, Spannungswandler nicht umschaltbar;
- ✓ Schaltanlage 145 kV, betrieben aktuell mit $U_b = 50$ kV, später mit $U_b = 110$ kV, Spannungswandler umschaltbar 50 - 110 kV;
- ✓ Schaltanlage 172.5 kV, betrieben aktuell mit $U_b = 50$ kV, später mit $U_b = 150$ kV, Spannungswandler umschaltbar 50 - 150 kV

Ebenfalls werden die Leistungstrafos mit den drei denkbaren Nennspannungswerten betrachtet:

- ✓ Trafo-Nennspannung Primärseite 72.5 kV, nicht umschaltbar
- ✓ Trafo-Nennspannung Primärseite 145 kV, überspannungsseitig umschaltbar 50 - 110 kV
- ✓ Trafo-Nennspannung Primärseite: 172.5 kV, überspannungsseitig umschaltbar 50 - 150 kV

Die Auswirkungen dieser drei unterschiedlichen Nennspannungen werden im vorliegenden Bericht auf Raumvolumen und Kosten des Unterwerkes hin betrachtet.

Bezüglich der Beurteilung der Varianten, sollten folgende Aspekte nicht ausser Betracht gezogen werden:

- Zeitlicher Horizont einer möglichen Spannungsumstellung auf der NE3
Es ist davon auszugehen, dass eine Spannungserhöhung der NE3 in der Region Thuisis nicht vor 2045 zum Thema werden wird.
Bei den Leistungstrafos liegen die Kosten für einen 110-kV-Trafo deutlich höher als für einen 50-kV-Trafo. Entsprechend besteht das Risiko, dass dieser «teure» Trafo in seinem technischen Leben aufgrund der unsicheren Netzausbauprognosen nie mit 110 kV betrieben wird.;
- Skaleneffekt der Nennspannungsreihe 145 kV
Die Beschaffung einer Schaltanlage für $U_n = 145$ kV verursacht nur ungefähr 8% Mehrkosten gegenüber einer Schaltanlage mit $U_n = 72.5$ kV.

Folglich kann folgende Kombination favorisiert betrachtet werden:

- Beschaffung einer Schaltanlage mit $U_n = 145$ kV
- Beschaffung von Leistungstrafos mit $U_n = 50$ kV

1.4 Anschluss von Kunden auf der Netzebene 3

Der VSE hat Regeln verfasst, welche aufzeigen, welche Bezugsleistungen an welche NE anzuschliessen ist. Daraus geht hervor, dass Bezugsleistungen ≤ 6 MVA in der Regel noch an die

NE5 angeschlossen werden können. Bezugsleistungen > 6 MVA werden in der Regel jedoch der NE3 zugewiesen.

Konkret würde dies bedeuten, dass beispielsweise Batteriespeichersysteme (BESS) mit einer Anschlussleistung von 10 - 20 MVA auf der NE5 entsprechende Ströme von ~ 360 – 720 A hervorrufen würde. Somit ist ein Anschluss solcher Anschlussleistungen bevorzugt auf der NE 3 anzuschliessen.

Mögliche künftige BESS in dieser Grössenordnung liegen im Nahbereich des UW Rheinau, so dass ein mutmassliche Anschlusspunkt auf der NE3 im UW Rheinau als wahrscheinlich erscheint. Somit sollte in bei der Planung des UW Rheinau ein Reserveplatz dafür vorgesehen werden, so dass bei Bedarf die HS-Schaltanlage um ein Leitungsfeld erweitert werden kann.

Ebenfalls soll in der Planung berücksichtigt werden, dass ein leistungsstarker Kunde im Nahbereich des UW auch mit 16 kV erschlossen werden könnte, wofür ein entsprechendes Reserve-Leitungsfeld berücksichtigt wird.

2. Basisdaten EI. Primärtechnik

2.1 HS-Schaltanlage

Für die Abschätzung der Kosten und des erforderlichen Gebäude-Raumvolumens wird bei der HS-Schaltanlage von folgenden Randbedingungen ausgegangen:

- die Vorgaben hinsichtlich einer möglichen Spannungserhöhung der NE3 (s. Kap. 1) sind noch wenig konkret.

Es werden deshalb drei denkbare Nennspannungswerte der HS-Schaltanlage betrachtet:

- 72.5 kV (Betriebsspannung 60 kV)
 - 145.0 kV (Betriebsspannung 110 kV)
 - 172.5 kV (Betriebsspannung 150 kV)
- die HS-Schaltanlage soll SF₆-frei sein. Im Hinblick auf die Vorgabe, möglichst F-Gas-freie (Fluorgas-freie) Isoliergase einzusetzen, sollen auch keine F-Gase enthaltende Gasgemische in Betracht gezogen werden.
Bei Siemens wird es HS-Schaltanlagen für alle drei zu betrachtenden Nennspannungsebenen geben (Bezeichnung Blue GIS), die mit technischer Luft isoliert sein werden.
Anlagen der Spannungsebene 123 kV bestehen bereits. Die Abmessungen einer 172.5 kV Blue GIS Anlage werden den Abmessungen der heutigen 245 kV SF₆-isolierten Anlage vom Typ 8DN9 entsprechen, ebenso entsprechen die Abmessungen einer 145 kV Blue GIS Anlage den Abmessungen einer heutigen 172.5 kV SF₆-isolierten Anlage.

In der Konsequenz werden für die Platz- / Raumabschätzung die Masse der unterschiedlichen Drei Anlagentypen verwendet.

- die HS-Schaltanlage soll folgende 5 Felder umfassen:
 - Leitung 1
 - Leistungstrafo 1
 - SS-Längskupplung
 - Leistungstrafo 2
 - Leitung 2
 - (SS-Spannung als Abbild der U-Wandler an den beiden Leitungs-Eingängen)

Zusätzlich soll im HS-Schaltanlagenraum ein Reserveplatz vorgesehen werden, so dass die HS-Schaltanlage durch den Anbau eines weiteren Leitungsfeldes erweitert werden kann.

Die einzelnen HS-Schaltfelder weisen folgende Abmessungen auf:

	72.5 kV	145.0 kV	172.5 kV
Feldbreite [mm]:	800	1'000	1'500
Feldhöhe [mm]:	2'600	3'200	3'700
Feldtiefe [mm]:	4'400	5'500	5'100
Gewicht [kg]:		ca. 7'500	
Typ:	8VM3	8VN1	8DN9 äquiv.

Die SS-Längskupplung wird vergleichbare Abmessungen aufweisen, die Sammelschienenanordnung wechselt dann beim Kuppelfeld von «hoch» auf «tief»

Die Abmessungen einer 5-feldrigen Schaltanlage beträgt dann insgesamt:

	72.5 kV	145 kV	172.5 kV
Breite [mm]:	4'000	5'000	7'500
Höhe [mm]:	2'600	3'200	3'700
Tiefe [mm]:	4'400	5'500	5'100

Die Kosten pro Schaltfeld ohne Sekundärtechnik liegen bei rund:

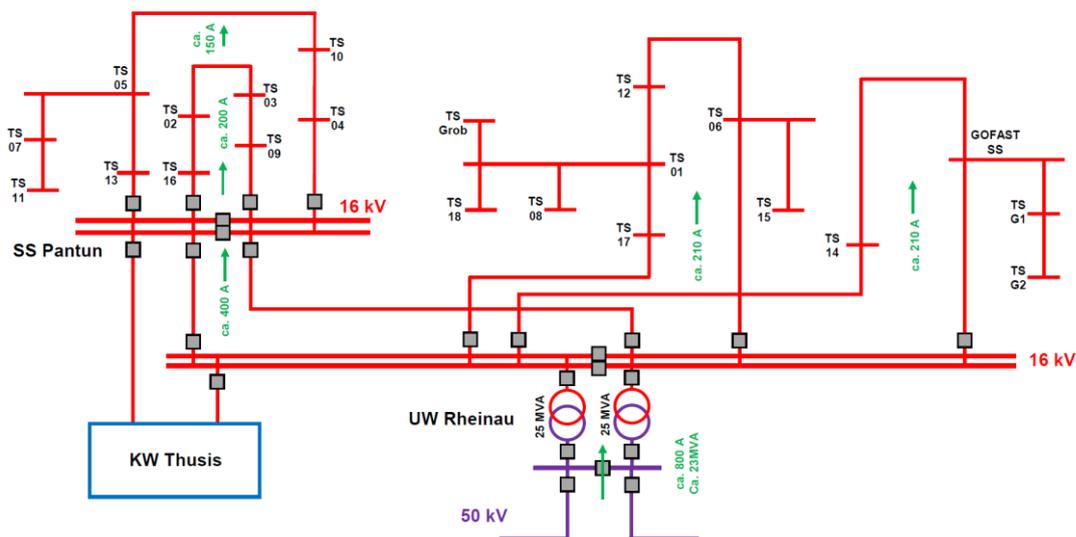
	72.5 kV	145 kV	172.5 kV
Preis [kCHF]:	500	600	1'000

2.2 MS-Schaltanlage

Die Netzebene 5 wird bei der KHR mit 16 kV betrieben. Entsprechend wird eine Schaltanlage mit Nennspannung 24 kV eingesetzt. Die Schaltanlage soll: SF₆-frei sein und soll im Hinblick auf eine gute Verfügbarkeit als Doppelsammelschienenanlage mit SS-Längstrennung und SS-Querkupplungen ausgeführt werden.

Im Hinblick auf eine mögliche Anlagenhavarie soll die Anlage so schaltbar sein, dass ein teilweiser Weiterbetrieb der Schaltanlage möglich ist.

Mit einer möglichen späteren Modifikation der Netzstruktur (Teilringbildung) ergibt sich mit der Option zum Bau einer Schaltstation im Gebiet Pantun folgende generelle Netzstruktur:



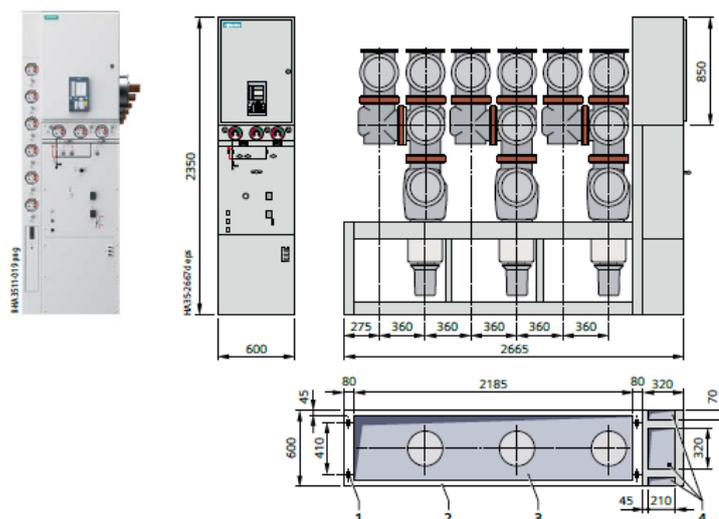
Ausgehend von dieser angestrebten Netzstruktur ergibt sich folgender Bedarf an Leitungsfeldern:

- 2 x Zuleitung SS Pantun;
- 2 x Ring TS 17 – 06;
- 2 x Ring TS 14-Gofast;
- 1 x Ltg KW Thusis;
- 2 x Reserve

Im Hinblick auf die zu erwartenden zukünftigen Lasten sollen insgesamt 10 Leitungsfelder installiert werden, d.h. pro SS-Abschnitt deren 5. Dies führt dann zu folgender Anlagen-Konstellation:

- J01 SS-Spannungsmessung 1A / 2A
- J02 Einspeisung Leistungstrafo 1
- J03 Leitung 1
- J04 Leitung 2
- J05 Leitung 3
- J06 Leitung 4
- J07 Leitung 5
- J08 Eigenbedarfs- / Ortstrafo 1
- J09 Querkupplung SS 1A-2A
- J10 Längskupplung SS 1
- J11 Längskupplung SS 2
- J12 Querkupplung SS 1B-2B
- J13 Ortstrafo / Eigenbedarfstrafo 2
- J14 Leitung 6
- J15 Leitung 7
- J16 Leitung 8
- J17 Leitung 9
- J18 Leitung 10
- J19 Einspeisung Leistungstrafo 2
- J20 SS-Spannungsmessung 1B / 2B

Die Planung der Abmessungen erfolgt auf Basis des mit technischer Luft isolierten Schaltanlagentyps 8DAB24 von Siemens:



Abmessungen der Doppel-SS-Schaltfelder des Anlagentyps 8DAB24:

Breite Leitungsfeld [mm]:	600	
Breite Querkupplung [mm]:	600	
Breite Längskupplung [mm]:	600	(pro SS)
Breite SS-U-Messfeld [mm]:	600	
Feldhöhe [mm]:	2'350	
Feldtiefe [mm]:	2'665	

Die Abmessungen einer 20-feldrigen Schaltanlage betragen dann insgesamt:

Breite [mm]:	12'000
Höhe [mm]:	2'350
Tiefe [mm]:	2'665

Die Kosten pro Schaltfeld (ohne Sekundärtechnik) inkl. Montage liegen bei rund CHF 60'000.00.
 Bei 20 Feldern ergibt dies Kosten von ca. CHF 1'200'000.00.

2.3 Leistungstrafo

Das Unterwerk soll auf Grund der künftig anzunehmenden Lasten (E-Mobilität, BESS) mit zwei Leistungstrafos à je 25 MVA Leistung geplant werden.

Die Abmessungen eines entsprechenden Trafos betragen, abhängig von der Primärspannungs-Dimensionierung:

	50 kV	110 kV	150 kV
Länge [mm]:	4'500	5'600	6'800
Breite [mm]:	4'000	4'800	6'000
Höhe [mm]:	4'500	5'000	6'600

Die Kosten pro Leistungstrafo (ohne Sekundärtechnik) liegen bei rund:

	50 kV	110 kV	150 kV
Preis [kCHF]:	1'000	1'300	1'600

Obige Kostenangaben basieren auf Angaben der Firma Siemens Energy, gegenwärtig sind die Trafopreise eher minimal rückläufig.

2.4 Eigenbedarfs- / Ortstrafos 16 kV / 400 V

Es sollen zwei Netztrafos der mit einer Leistung von 1'000 kVA als kombinierte Eigenbedarfs- / Ortstrafos vorgesehen werden. Dabei sollen diese strahlungsoptimiert und verstärkt isoliert (MIDEL) ausgeführt sein und Kupfer als Wicklungsmaterial verwendet werden. Die Anschlüsse sind berührungssicher auszuführen.

Die Abmessungen eines entsprechenden Trafos betragen:

Länge [mm]:	1'400
Breite [mm]:	1'000
Höhe [mm]:	1'700

Der Preis pro Trafo liegt bei ca. CHF 50'000.00.

2.5 Löserspulen 16 kV

Pro Leistungstrafo soll eine Löserspule zugeordnet werden können.

Die Abmessungen einer entsprechenden Löserspule betragen:

Länge [mm]:	1'400
Breite [mm]:	1'200
Höhe [mm]:	1'700

Der Preis pro Trafo liegt bei ca. CHF 100'000.00.

3. Basisdaten Sekundärtechnik

3.1 Schutz-/Steuergeräte HS-Schaltanlage

Die Schutz- / Steuergeräte HS werden in abgesetzten Steuerschränken eingebaut. Diese Steuerschränke weisen jeweils folgende Abmessungen auf:

Breite [mm]:	800
Höhe [mm]:	2'200
Tiefe [mm]:	800

Es werden insgesamt 5 HS-Schutz- / Steuerschränke benötigt.

Die Kosten pro Schrank mit Konfiguration / IBS der Schutzgeräte betragen CHF 35'000.00. Insgesamt belaufen sich die Kosten somit auf CHF 175'000.00 bei 5 HS-Schutz- / Steuerschränken.

3.2 Schutz-/Steuergeräte MS-Schaltanlage

Die Schutz- / Steuergeräte für die MS-Schaltanlage werden direkt in den NS-Abteilen der MS-Schaltfelder eingebaut. Dadurch sind keine abgesetzten MS-Schutzschränke erforderlich.

Die Kosten pro Schutz- / Steuergerät, inkl. Konfiguration / Prüfung / IBS / Signaltests belaufen sich auf ca. CHF 20'000.00, was zu Gesamtkosten von CHF 400'000.00 bei 20 MS-Schaltfeldern führt.

3.3 Trafo-Spannungsregler- und Löserspulenreglerschrank

Pro Leistungstrafo wird ein Sekundärschrank eingeplant. Dieser Schrank beinhaltet den Trafo-Spannungsregler sowie den Löserspulenregler.

Diese Sekundärschränke weisen folgende Abmessungen auf:

Breite [mm]:	800
Höhe [mm]:	2'200
Tiefe [mm]:	800

Die Kosten pro Schrank, inkl. IBS liegen bei ca. CHF 30'000.00. Bei zwei Schränken beträgt dies insgesamt CHF 60'000.00.

3.4 Leitechnik-Anbindung

Für die Anbindung des gesamten Unterwerkes an die Leitechnik KHR, wird ein Leitechnik-Schrank mit RTU / Gateway, mit Umsetzung Protokoll 61850 auf IEC 104 und die Aufschaltung der binären Ein- / Ausgabemeldungen benötigt.

Dieser Sekundärschrank weist folgende Abmessungen auf:

Breite [mm]:	1'000
Höhe [mm]:	2'200
Tiefe [mm]:	800

Die Kosten für diesen Schrank, inkl. IBS werden auf ca. CHF 30'000.00 geschätzt.

3.5 Gleichrichter / Batterieanlage

Für die autonome Energieversorgung über ca. 2h ist das Unterwerk mit einer Gleichrichteranlage für zwei unabhängige USV-Systeme (110 V / 48 V DC / 230 V AC) auszustatten.

Dieser Gleichrichterschrank weist folgende Abmessungen auf:

Breite [mm]:	800
Höhe [mm]:	2'200
Tiefe [mm]:	800

Für die dazugehörige Batterieanlage ist ein belüfteter Batterieraum mit einer Grundfläche von 5 m x 3 m und einer Raumhöhe von 2.8 m vorzusehen.

Der Preis für beide Gleichrichter plus Batterieanlage beziffert sich mit ca. CHF 100'000.00.

3.6 Verteilanlagen AC 400 V / 230 V 50 Hz

Für die Anspeisung der Teilsysteme in AC 400 / 230 V, inkl. Gebäudetechnik benötigt man einen Verteilschrank:

Dieser Verteilschrank weist folgende Abmessungen auf:

Breite [mm]:	3'000
Höhe [mm]:	2'200
Tiefe [mm]:	800

Die Kosten dafür belaufen sich auf ca. CHF 50'000.00.

3.7 Verteilanlagen DC 110 V / DC 48 V / 230 V AC USV

Für die Anspeisung der Teilsysteme in DC 110 V / DC 48 V / 230 V AC USV benötigt man drei Verteilschränke:

Diese Verteilschränke weisen insgesamt folgende Abmessungen auf:

Breite [mm]:	2'400	(3 Schränke à 800 mm)
Höhe [mm]:	2'200	
Tiefe [mm]:	800	

Die Gesamtkosten der drei Schränke liegen bei ca. CHF 50'000.00.

3.8 Zählerschränke (Verrechnungsmessungen)

Die beiden benötigten Zählerschränke haben eine Abmessung von ca.:

Breite [mm]:	1'600	(2 Schränke à 800 mm)
Höhe [mm]:	2'200	
Tiefe [mm]:	800	

Die Kosten für beide Schränke werden auf CHF 20'000.00 geschätzt, als CHF 10'000.00 pro Schrank.

4. Stationsleittechnik

4.1 Grundkonzept

Das UW Rheinau wird im Normalbetrieb von fern, also ab der Leitstelle in Sils bedient und überwacht. Dadurch ist vor Ort kein eigentliches Stationsleitsystem erforderlich, die Anlage kann im Sinne eines abgesetzten Arbeitsplatz «Leitsystem» bedient und überwacht werden. Somit wird nur ein Arbeitsplatz mit Netzwerkanschluss vorgesehen.

Der Arbeitsplatz befindet sich von Vorteil angrenzend zum Sekundärraum. Es soll genügend Ablagefläche bestehen, um Schemaunterlagen «ausbreiten» zu können.

Arbeitsplatz: Breite [mm]: 5'000
 Tiefe [mm]: 4'000

Aktenschränke (3 Stk.): Breite [mm]: 800
 Tiefe [mm]: 800
 Höhe [mm]: 2'200

4.2 Integration in Leitsystem KHR

Für die Integration des Unterwerkes ins Leitsystem KHR werden erforderlich sein:

- Bild- und Datenengineering am System KHR: CHF 100'000.00
- Switches, Gateways, Firewalls, Cyber-Security: CHF 100'000.00
- Engineering / Abnahmen / IBS / Datenpunktttest: CHF 130'000.00

5. Kabelarbeiten

5.1 HS-Kabelanlagen

Die beiden 50-kV-Leitungen sind auf die beiden Leitungsfelder der HS-Anlage aufzuschalten. Ebenfalls sind die beiden 25-MVA-Trafos an die HS-Schaltanlage anzuschliessen. Dabei sind die erforderlichen Kabelendverschlüsse, Muffen und das Kabel inkl. Montagearbeiten eingerechnet.

Die Kosten sind abhängig von der HS-Spannungsebene leicht unterschiedlich. Somit liegen die Kosten hier bei:

Die Kosten bei Spannungsebene 50 kV werden bei ca. Fr. 140'000.- liegen, bei 110 kV bei ca. Fr. 170'000.- und bei 150 kV bei ca. Fr. 200'000.-

	50 kV	110 kV	150 kV
Kosten [kCHF]:	140	170	200

5.2 MS-Kabelanlagen

Die beiden 25-MVA-Trafos sind auch auf die MS-Schaltanlage anzuschliessen. Ebenso sind die bestehenden MS-Kabel auf die neue MS-Schaltanlage umzulegen, in ihrer Länge anzupassen und anzuschliessen.

Die Kosten dafür werden mit ca. CHF 100'000.00 geschätzt.

5.3 Signalverkabelung Schutz/Steuerung HS

Die Schutz- und Steuergeräte in den Sekundärschränken müssen auf die HS-Schaltanlage (Schnittstellenschrank) verkabelt werden. Diese Arbeiten (Signalkabel, Verlegung, Anschluss und Prüfung) sind in der Regel zeitaufwendig.

Materialkosten: ca. CHF 20'000.00
 Kosten Arbeit: ca. CHF 100'000.00

5.4 Verkabelung DC / AC / Signale der Schaltanlagen / Trafos

Es werden zahlreiche Kabel für DC / AC Versorgung und für den Signalaustausch zwischen den Anlagen zu verlegen, anzuschliessen und zu prüfen sein.

Kosten: ca. CHF 70'000.00

6. UW Gebäude

6.1 Flächen- / Volumenbedarf; Kostenschätzung

Der Raumbedarf wurde auf Basis der Volumen der Teilanlagen für die drei unterschiedlichen Betriebsspannungen ermittelt, s. Tabelle in Anhang B.

Das UW-Gebäude wird abhängig von der Betriebsspannung folgende Eckdaten erreichen:

	Volumen	Grundfläche
50 kV:	ca. 2'150 m ³	21 m x 16 m
110 kV:	ca. 2'570 m ³	23 m x 16 m
150 kV:	ca. 3'320 m ³	26 m x 16 m

Basierend auf einem Erstellungspreis von ca. Fr. 600.- / m³ wird dies zu folgenden ungefähren Gebäudekosten führen:

50 kV:	ca. 1.30 Mio Fr.
110 kV:	ca. 1.60 Mio Fr.
150 kV:	ca. 2.00 Mio Fr.

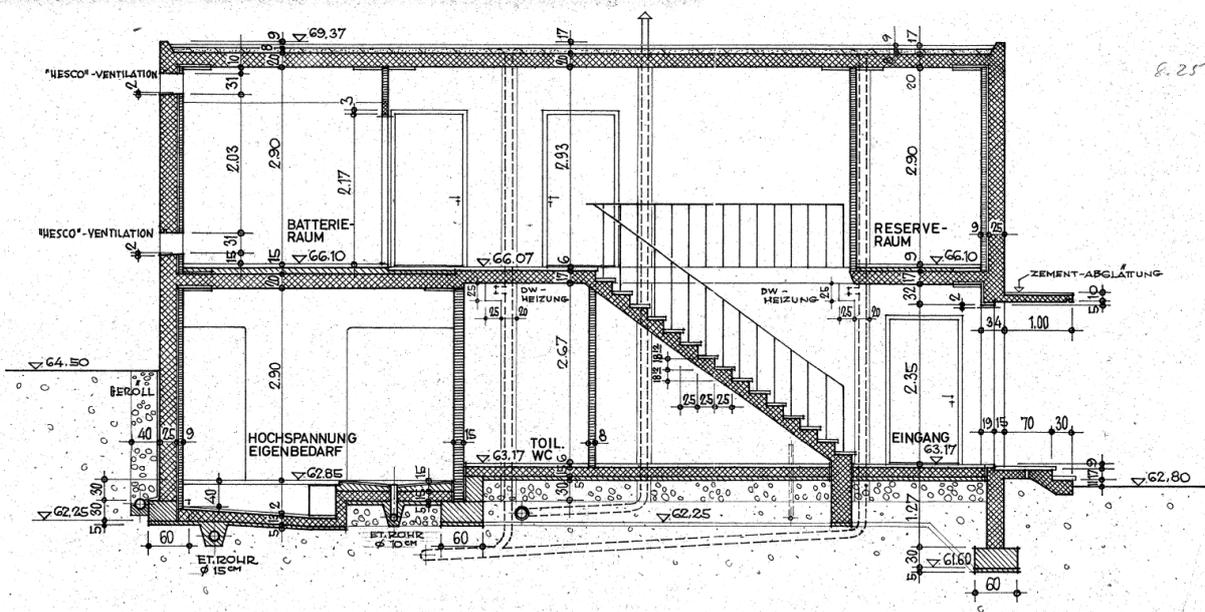
Zusätzlich werden für die Kabeleinführungen noch Rohranlagen / Vorschächte zu erstellen sein. Die Kosten dafür werden jeweils mit Fr. 50'000.- berücksichtigt.

6.2 Umnutzung bestehendes Gebäude UW Rheinau

Das bestehende Gebäude des UW Rheinau weist eine Grundfläche auf von 12.30 m x 7.95 m (ca. 98 m²), weist zwei Stockwerke mit je Raumhöhe von 2.90 m und einem kleinen Kabelkeller auf.

Im Grundriss des Erdgeschosses EG sind zur Veranschaulichung der Platzbedarf für die neuen MS- und HS-Schaltanlagen (benötigte Grundflächen) eingetragen.

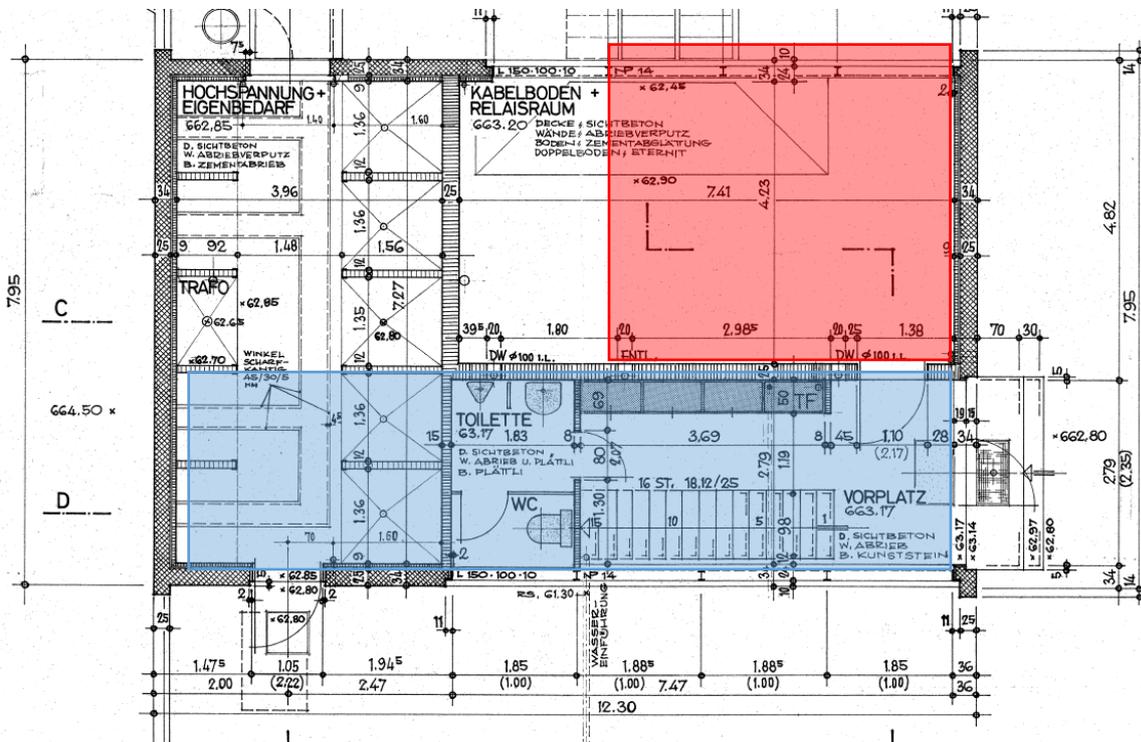
Schnittdarstellung:



Die Grundrisse sind:

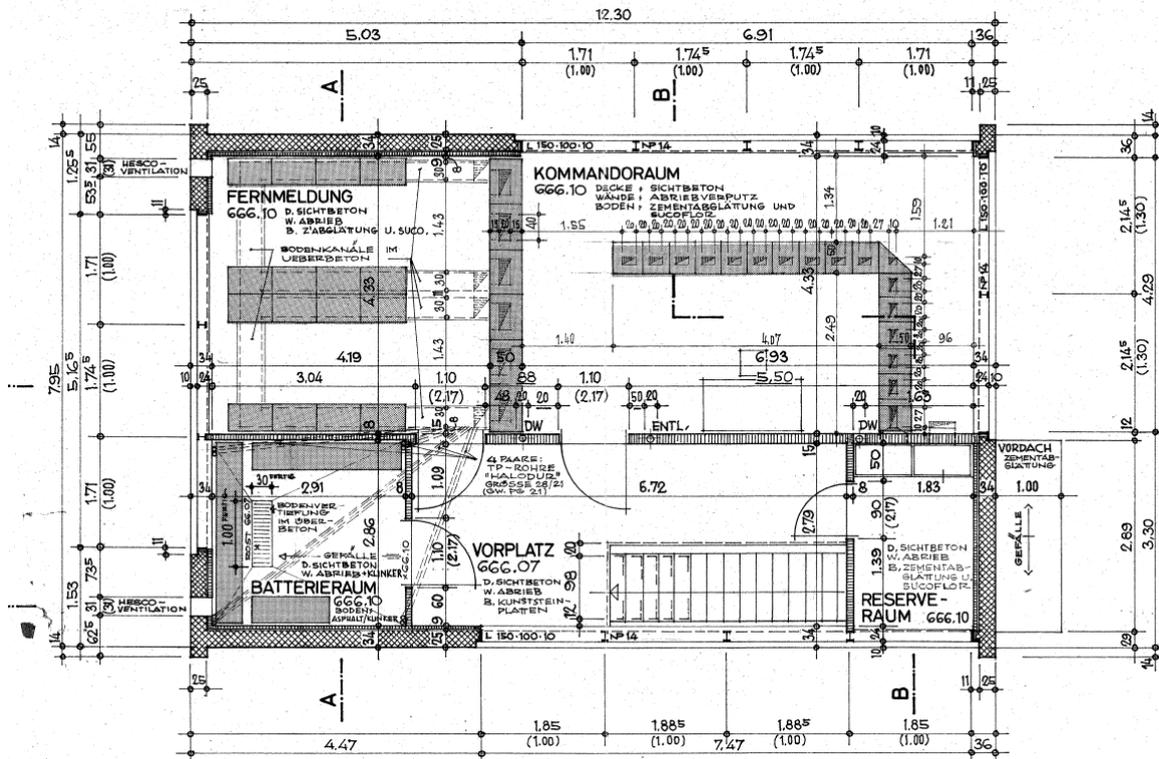
EG:

Grundfläche HS-Anlage (ohne Bediengänge)



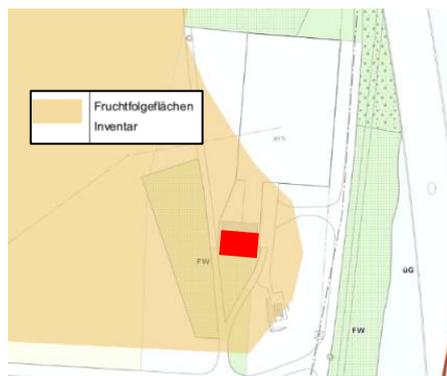
Grundfläche 16kV Schaltanlage (ohne Bediengänge)

OG:



Folgende Erkenntnisse verungünstigen eine Erneuerung des UW Rheinau als Umbau der Bestehenden Unterwerksanlage:

- Bereits eine grobe Betrachtung zeigt, dass das Gebäude mit Bezug auf die zukünftige Nutzung eine etwa um Faktor 3 bis 4 zu geringe Grundfläche aufweist. Dies unterstreicht auch obige Darstellung im Grundriss EG mit eingetragenen Grundflächen der neuen HS- und MS-Schaltanlage (ohne Bediengänge).
- Dieser Standort weist gegenüber dem bestehenden Standort bezüglich Zonenkonformität keine Nachteile auf. Der bestehende Standort betrifft Flächen, welche im Inventar Fruchtfolgeflächen enthalten sind. Zudem befinden sich direkt angrenzend Waldareale. Obwohl bestehende Anlagen Bestandesschutz genießen und auch umbauten planungsrechtlich denkbar sind, können diese Rahmenbedingungen eine Entwicklung unter Umständen einschränken, für den Fall dass (zukünftig) bauliche Massnahmen oder Erweiterungen ausserhalb des Bestandesschutzes beabsichtigt werden sollten. Gemäss Raumplaner wäre dann je nach Vorhaben eine raumplanerische Interessenabwägung (Fruchtfolgeflächen) und/oder allenfalls eine Rodung bzw. Festlegung eines reduzierten Waldabstandes (Wald bzw. Nahbereich Wald unter 10m) notwendig, wobei die Resultate der Interessenabwägungen und der Verfahren zum heutigen Zeitpunkt nicht mit Sicherheit vorausgesagt werden können.



- Aus Schutz gegen Vandalismus und Sabotage ist es Stand der Technik, die Leistungstrafos «einzuhausen».
- Ebenfalls Stand der Technik ist es, die HS-Schaltanlage als gasisolierte Innenraum-Schaltanlage und nicht als Freiluft-Schaltanlage zu realisieren. Auch hier schützt die Umhausung die Anlage vor Vandalismus oder Sabotage an der Anlage.
- Losgelöst von der Frage der Gebäudegrösse würden sich aus der Umnutzung des Gebäudes gewisse Risiken und Mehrkosten ergeben:
 - Um die neuen Anlagenteile installieren zu können, müssten bestehende Anlagenteile partiell demontiert werden. Damit die Stromversorgung der Region weiterhin sichergestellt werden kann, müssten teilweise teure Provisorien installiert werden.
 - Aus Gründen der Arbeitssicherheit müssen die unter Spannung / in Betrieb stehenden Anlagenteile geschützt werden.

Dies alles verursacht Mehrkosten, während der Ablauf deutlich komplizierter und risikoträchtiger («falsche» Kabel demontiert, ungeplante Abschaltungen; Personengefährdung,..) wird.

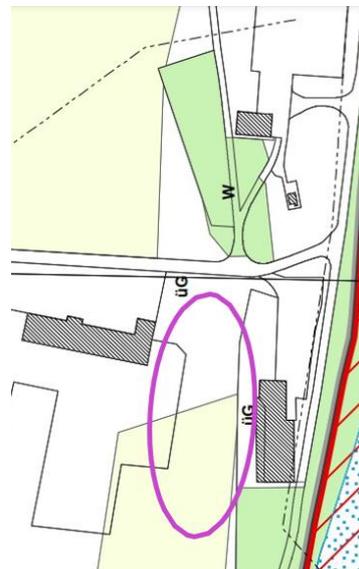
Am sichersten und effizientesten ist es, die bestehenden Anlagen des UW Rheinau wie bis anhin weiter zu betreiben, und parallel dazu ein neues Gebäude zu errichten.

In diesem neuen UW-Gebäude werden anschliessend alle neuen Schaltanlagen, Trafos, Steuersysteme, etc. installiert und «kalt» in Betrieb genommen. So kann im Detail die neue Anlage ausgeprüft und sichergestellt werden, dass alles wie geplant funktionieren wird.

Danach können Schritt für Schritt die 50-kV und 16-kV-Leitungen von den bestehenden Anlage auf die neuen Anlagen umgehängt werden, die Anlagen werden so Schritt für Schritt unter Spannung gesetzt und in Betrieb genommen (IBN).

Man kann mit einer der 50-kV-Leitungen beginnen, das neue UW ab 50 kV unter Spannung setzen, alles checken, bevor danach schrittweise alle 16-kV-Leitungen auf das neue UW umgehängt werden können. Zum Schluss kann die zweite 50-kV-Leitung umgehängt werden, womit die Energieversorgung jederzeit ohne teure und aufwendige Provisoren sichergestellt ist. Danach ist das bestehende UW Rheinau spannungslos und kann demontiert und abgebrochen werden.

In einer Standortevaluation in Zusammenarbeit mit der Standortgemeinde Thusis und deren Raumplaner wurden 4 mögliche Standorte rund um das bestehende Unterwerk geprüft und bewertet. Dabei kristallisierte sich der Standort südlich des bestehenden Unterwerkes als optimal heraus.



6.3 Erdungsanlage

Die Erdungsanlage (Fundamenterder, Erdungs-Festpunkte, Cu-Schienen, Cu-Verkabelung) wird Kosten von ca. Fr. 60'000.- verursachen.

6.4 Kabelpitschen

Für die Verlegung der AC / DC / Signalkabel sind Kabelpitschen zu erstellen. Diese werden kumuliert Kosten von ca. Fr. 40'000.- verursachen.

6.5 Doppelböden

Im Sekundärraum ist ein Doppelboden einzuplanen.
 Kosten ca.: Fr. 20'000.-

6.6 Ölauffangwannen

Unterhalb der Leistungstrafos sind Ölauffangwannen vorzusehen mit genügend Rückhaltevolumen. Diese sind mit einem speziellen Schutzanstrich zu versehen.

Kosten Spezialanstrich: ca. Fr. 20'000.-

6.7 WC-Anlage

Im Zusammenhang mit Inbetriebsetzungs- und Unterhaltsarbeiten werden sich mehrere Personen über Tage hinweg im UW aufhalten. Entsprechend ist eine WC-Anlage einzuplanen.

Kosten: Fr. 15'000.-

6.8 Demontage / Entsorgung bestehendes UW Rheinau

Nach erfolgreicher Inbetriebnahme des neuen UW Rheinau kann das bestehende UW Rheinau zurückgebaut und entsorgt werden.

Mit Einbezug von Altmittel-Erträgen muss mit Kosten von ca. Fr. 500'000.- (Gebäude und Aussenanlagen, inkl. Renaturierung) gerechnet werden.

7. Kostenschätzung UW

Die Gesamtkosten wurden auf Basis beiliegender Tabelle in Anhang A ermittelt. Diese hängen ab von der zu Grunde gelegten zukünftigen HS-Spannungsebene:

Gesamtkosten:

50 kV:	ca.	10.6 Mio Fr.
110 kV:	ca.	12.0 Mio Fr.
150 kV:	ca.	15.1 Mio Fr.

Bei einer bezüglich Nennspannung der Systemkomponenten «gemischten» Lösung mit:

- . Schaltanlage realisiert mit $U_n = 110 \text{ kV}$
- . Transformatoren realisiert mit $U_n = 50 \text{ kV}$

Reduzieren sich die Kosten von ca. 12.0 Mio Fr. auf ca. 11.4 Mio Fr.

KHR, UW Rheinau

Erneuerung;
Anlagen-Grobkonzept; Raumvolumen, Kostenschätzung

<KHR_UW Rheinau neu_Basisannahmen_R22>

KHR, UW Rheinau

Erneuerung;
Anlagen-Grobkonzept; Raumvolumen, Kostenschätzung

ANHANG A: Kostenschätzung

KHR, UW Rheinau

Erneuerung;
Anlagen-Grobkonzept; Raumvolumen, Kostenschätzung

ANHANG B: Abschätzung Gebäudevolumen