

**Elektrizitätswerk Fällanden
Stromverteilnetz
Beurteilung**

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

	Seite
1. Einleitung	2
2. Beurteilung Netzzustand	4
.1 Charakteristische Netzdaten	4
.2 Struktur Mittelspannungsnetz	4
.3 Struktur Niederspannungsnetz	6
.4 Beurteilung Trafostationen	8
.5 Beurteilung Mittelspannungs-Verteilnetz	11
.6 Redundanz im NS-Verteilnetz	11
.7 Beurteilung Struktur Niederspannungs-Verteilnetz	11
.8 Beurteilung Rohranlagen	13
.9 Zusammenfassung	13
3. Netzautomatisierung / Netzüberwachung	14
4. Betriebskonzept Netz	15
5. Netzunterhalt	16

A N H A N G

- . Figuren
- . Tabellen

Version:

25. 2. 2012 / RS	Basisversion
29. 3. 2012 / RS	Version 1.0, Inhaltliche Ergänzungen (Kosten, Redundanz)

1. Einleitung

Ausgehend von den mit der Strommarktöffnung einhergehenden Vorgaben, wurden die Elektrizitätswerke gezwungen, zwecks Kalkulation der Netzdurchleitungskosten ihre Netze hinsichtlich Zeitwert und Abschreibungen zu bewerten.

Diese Bewertung berücksichtigt die Investitionen der Vergangenheit.

In diesem Bericht soll ergänzend dazu eine Netzbeurteilung erfolgen, die nicht nur den aktuellen Stand des Netzes kalkulatorisch betrachtet, sondern zusätzlich aus der Betrachtung des Ist-Zustandes eine Beurteilung abgibt, welche Investitionen in der Zukunft erforderlich sein werden, um ein Stromverteilnetz betreiben zu können, das dem geforderten Stand der Technik entspricht, den Auflagen des Starkstrominspektorates genügt und sich den wandelnden Kundenbedürfnissen flexibel anzupassen vermag.

Die in diesem Bericht vorgenommene Beurteilung zeigt vier wesentliche Problemfelder:

- a) im Bereich der Trafostationen besteht ein Überhang an Sanierungen hauptsächlich von 8 Mittelspannungs-Schaltanlagen, die dem aktuellen Stand der Anlagensicherheit bei weitem nicht mehr entsprechen. Eine Sanierung dieser Anlagen, verbunden mit dem Ersatz / Neustandort von prioritär einem Stationsgebäude über einen Zeitraum von fünf Jahren wird Investitionen von ca. CHF 500'000.- pro Jahr nach sich ziehen.
- b) Niederspannungs-Netz: das NS-Verteilnetz ist von der Struktur her nicht mehr aktuell: die Hausanschlüsse sind mittels T-Abzweigmuffe ab einem entlang dem Strassenverlauf verlegten Stammkabel erstellt. Bei Erhöhung der Anschlussleistung von Liegenschaften (beispielsweise: Ersatz Ölheizung durch Wärmepumpe, Installation von Solaranlagen,..) kann dies zu aufwendigen Investitionen im vorgelagerten NS-Verteilnetz führen.
- c) Redundanz im NS-Netz: im NS-Netz sind nur in einzelnen TS zwei Trafos parallel vorhanden, ebenfalls sind die Leistungsreserven und die NS-Verteilnetzstrukturen nicht so ausgelegt, dass für Instandhaltungsarbeiten einzelne Anlagen problemlos abgeschaltet werden können. Dies erschwert entsprechende Arbeiten und macht fallweise den Einsatz von Notstrom-Dieselaggregaten, verbunden mit Lärm- und Abgasimmissionen, notwendig. Entsprechend soll kontinuierlich die installierte Basis an Trafos und Querverbindungen zwischen den TS verbreitert werden.
- d) Leerrohre: im Zusammenhang mit Tiefbauarbeiten im Strassenbereich sind in der Vergangenheit nur sehr wenige Leerrohre verlegt worden. Dies erschwert aktuell die unter Punkt b) erwähnten Netzanpassungen. Zukünftig sollen bei Tiefbauarbeiten im Strassenbereich solche Leerrohre verlegt werden.

Die sich aus den Punkten b) und d) ergebenden Investitionen sind fremdbeeinflusst (Kundenbedürfnisse, Tiefbauarbeiten) und lassen sich somit nicht exakt quantifizieren. Eine realistische Abschätzung führt zu erforderlichen Investitionen in b) und d) von ca. CHF 280'000.- pro Jahr, in Kombination mit c) von ca. 350'000.- pro Jahr.

Das Konzept der Anlagenüberwachung und Fernmeldung von Störungen ist sinnvoll gewählt. Das teilvermascht betriebene Mittelspannungsnetz bietet gute Voraussetzungen für eine sichere Stromversorgung. Im 400 V-Verteilnetz besteht diesbezüglich noch Nachholbedarf (s. Punkt c) obenstehend)

Um im Störfalle aufgrund der lokalen Präsenz und der Detailkenntnisse des Netzes effizient vorgehen zu können, soll das EW Fällanden über eigene Mitarbeiter verfügen, die auch Pikettdienst leisten. Bei Störungen sollen mindestens zwei Mitarbeiter im Einsatz sein, um in hektischen Situationen ein optimales Vorgehen sowie die Möglichkeit des Eingreifens in zwei verschiedenen Anlagen gleichzeitig (an beiden Leitungsenden bei Zuschalten / Abschalten / Erden von Kabelleitungen) sicherzustellen. Aufgrund der beschränkten eigenen Ressourcen ist eine Zusammenarbeit mit Dritten für Eventualfälle vertraglich zu regeln.

2. Beurteilung Netzzustand

2.1 Charakteristische Netzdaten

Das Mittelspannungs-Verteilnetz des EW Fällanden umfasst

- 21 Stk. eigene Trafostationen mit insgesamt
 - 30 Stk. Verteiltrafos mit einer Gesamtleistung von
 - 19'930 kVA
- 3 Stk. Trafostationen im Eigentum Industrie-Kunden
- Mittelspannungs-Kabelnetz mit
 - 29 Kabelstrecken zwischen TS mit einer
 - Gesamtlänge von 14'590 m

Aus diesen Trafostationen wird das NS-Verteilnetz versorgt über

- 107 Stk. Verteilcabinen, die ein NS-Verteilnetz speisen von
- 12'120 m Kabellänge (ohne Hausanschlüsse)

und aus diesem Verteilnetz werden über

- 915 Stk. Hausanschlüsse die Kunden in Niederspannung versorgt.

Über dieses Verteilnetz wird an Kunden eine

- Energiemenge von ca. 40 Mio. kWh geliefert mit einer
- Leistungsspitze von ca. 7.2 MW und einer
- Gebrauchsdauer von ca. 5'550 h (ca. 63 % des Jahres)

2.2 Struktur des Mittelspannungsnetzes

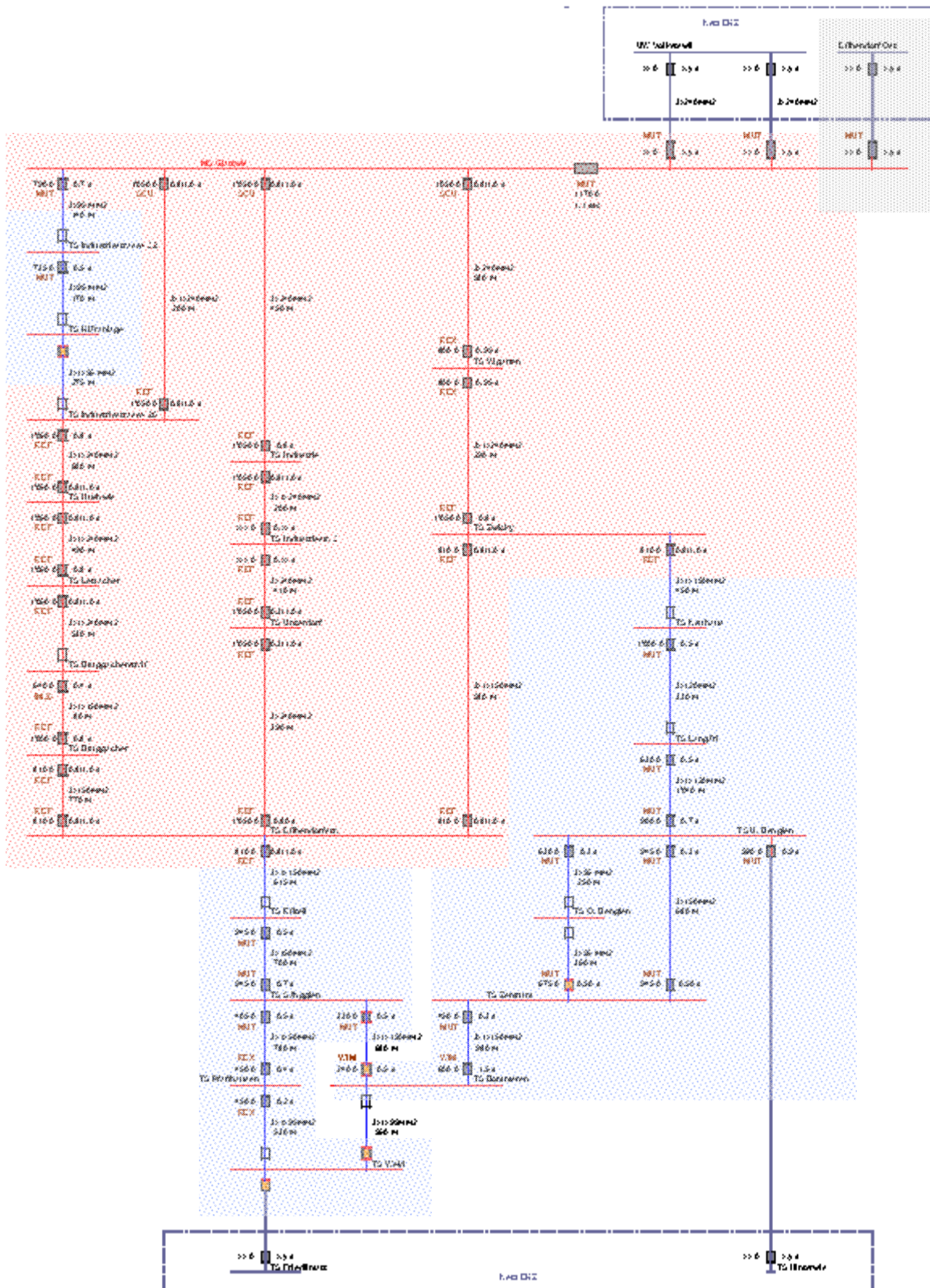
Das Mittelspannungsnetz Fällanden wird vom EKZ über zwei Zuleitungen in die Mess-Station Glattwis angespeist. Eine dritte EKZ-Leitung zur MS Glattwis dient für EKZ-eigene Bedürfnisse (in nachfolgender Netzdarstellung grau eingefärbt).

Zusätzlich bestehen in den TS Weid und TS Untere Benglen zwei EKZ-Zuleitungen im Sinne je einer Notanspeisung mit begrenztem Leistungsbezug. Gemäss Netzanschlussvertrag darf über jede dieser beiden Notanspeisungen maximal eine Leistung von 5'000 kW bezogen werden.

Mit dem Ziel einer optimalen Versorgungssicherheit ist das MS-Verteilnetz in Ringstruktur aufgebaut. Im Kernbereich des Netzes wird dieses Netz auch ringförmig betrieben. Die peripheren Netzbereiche sind von der Struktur her ebenfalls ringförmig aufgebaut, werden aber strahlenförmig betrieben.

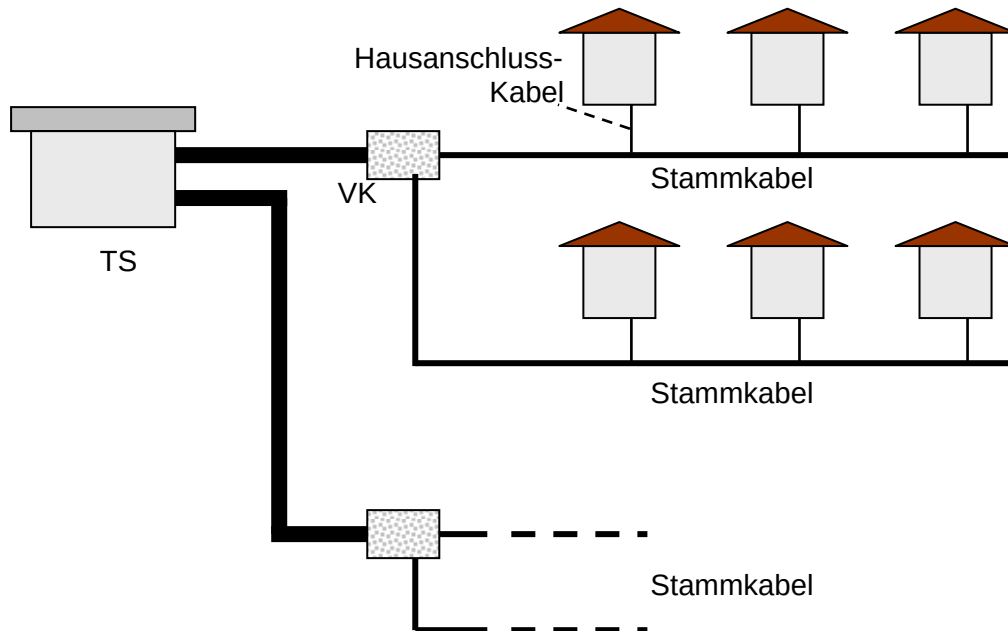
Die entsprechende Netzstruktur zeigt die Darstellung auf der Folgeseite. In Ringstrukturen zusammen geschaltete Leitungsabschnitte (zweiseitig angespeist) und entsprechend versorgte Netzteile sind rot eingefärbt, strahlenförmig versorgte Leitungen und Netzteile (einseitig angespeist) sind blau eingefärbt.

In den zweiseitig angespeisten Netzbereichen sind die Industrie-Trafostationen eingebunden.

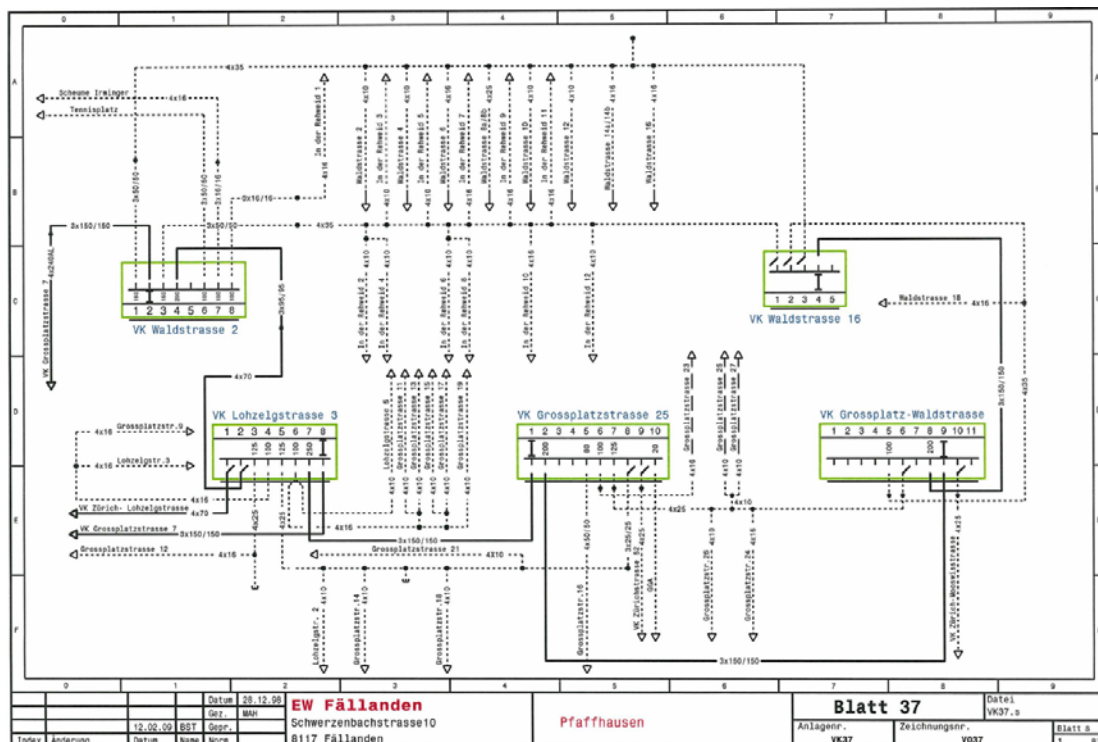


2.3 Struktur Niederspannungsnetz

Die aus heutiger Sicht veraltete Grundstruktur eines Niederspannungs-Verteilnetzes besteht aus einem sog. Stammkabel entlang der Strasse, an dem direkt mittels T-Abzweigmuffen die Hauszuleitungskabel angeschlossen werden. Die Stammkabel wurden in der Regel in den Vorgärten der Häuser verlegt, verbunden mit dem Risiko, dass die Leitungen bei Bauvorhaben verlegt werden müssen. Entsprechend ist das Ziel, die Kabel neu im gesicherten Strassenbereich zu verlegen.

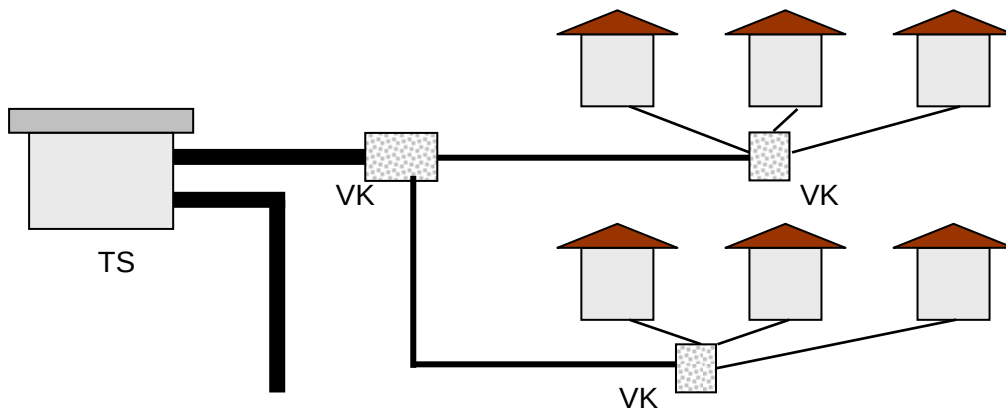


Nachfolgender Planausschnitt zeigt eine entsprechende Netzstruktur im Gebiet „Sängglen“.

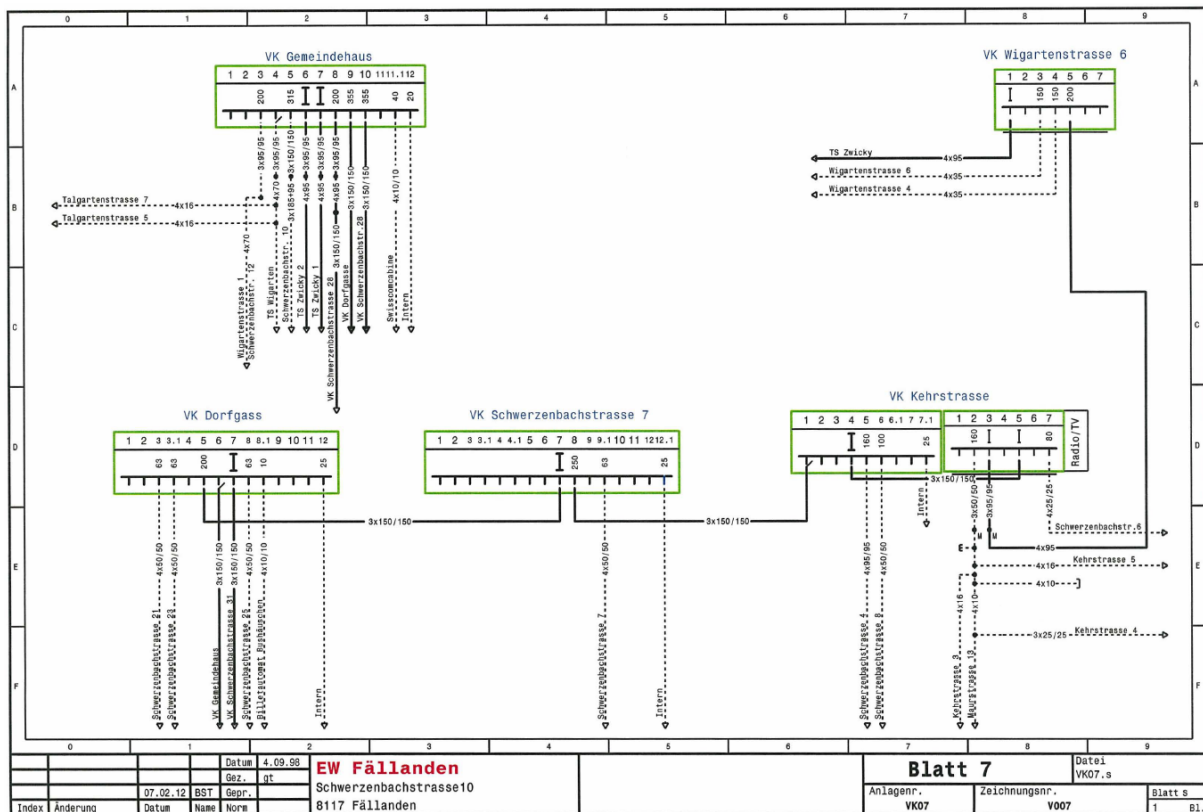


Seit rund 20 Jahren sind die Nachteile dieser Netzstruktur offensichtlich: bei Störungen in einer Hauszuleitung muss zu deren Lokalisierung und Behebung das zugehörige Stammkabel abgeschaltet werden. Dies führt zur Abschaltung von Kunden eines ganzen Strassenzuges.

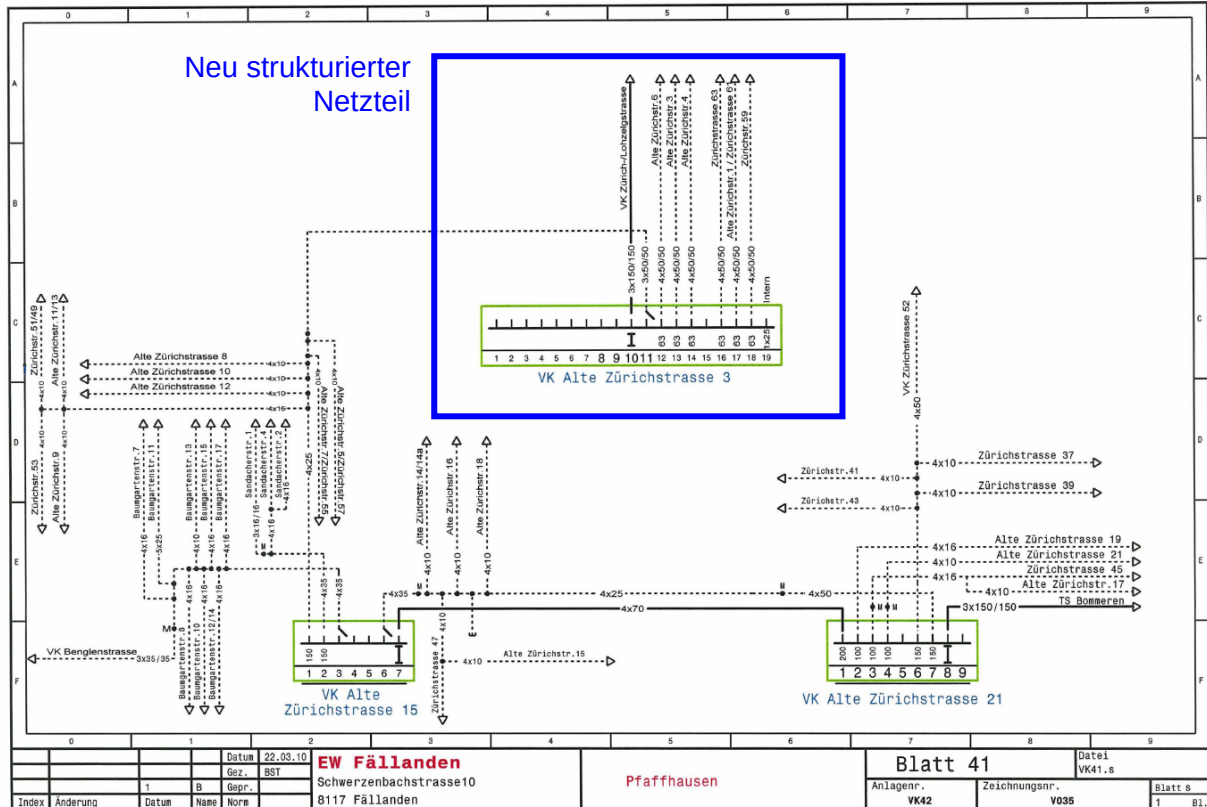
Das sog. „muffenlose“ Verteilnetz eliminiert diese Mängel. Die Hauszuleitungen werden zu Verteilkabinen geführt, wo sie einzeln abgeschaltet werden können. Diese Verteilkabinen (VK) im Quartier werden dann wiederum von querschnittsstärkeren Leitungen aus den Trafostationen angespeist.



Folgende Darstellung zeigt einen Planausschnitt eines Netzgebietes, bei dem die Umstellung bereits vollzogen wurde:



In der Regel erfolgt der Netzbau etappenweise, so dass auch gemischte Netzbereiche bestehen, wie nachfolgender Planausschnitt aus dem Netz Pfaffhausen zeigt:



Im NS-Netz Fällanden überwiegen die ab Stammkabeln versorgten Kundenanschlüsse. Die Erschliessung neuer Quartiere auf der Basis des Konzepts des muffenlosen Netzes erfolgt erst seit knapp 10 Jahren. Bestehende Netzteile hat man punktuell angepasst, hat aber keine quartierbezogenen Gesamtansierungen vorgenommen.

2.4 Beurteilung Trafostationen

Die 21 Trafostationen, welche sich im Besitz des EW-Fällanden befinden, wurden hinsichtlich Gebäude und installierten Anlagen beurteilt, s. Tabelle 1 im Anhang.

Einen zentralen Schwachpunkt stellen dabei die Mittelspannungs-Schaltanlagen dar. Die Altersstruktur lässt sich aufgrund ihres Herstellungsjahres wie folgt darstellen:

- 1970: 2 Anlagen
- 1971 - 1975: 2 Anlagen
- 1976 - 1980: 4 Anlagen
- 1981 - 1985: 2 Anlagen
- 1986 - 1990: 1 Anlage
- 1991 - 1995: 2 Anlagen
- 1996 - 2000: 1 Anlage
- 2001 - 2005: 4 Anlagen
- 2006 - 2010: 2 Anlagen
- 2011 - : 1 Anlage

Bei Mittelspannungs-Schaltanlagen geht man von einer technischen Lebensdauer von ca. 40 Jahren aus. Neben dem Alter der Anlage ist ausserdem von Bedeutung, wie „alt“ das technische Konzept ist, nach dem die Anlagen gebaut wurden. So gesehen sind die im Zeitbereich 1976-1980 erstellten Anlagen erst ca. 35 Jahre alt, deren technisches Konzept jedoch deutlich älter.

Dies schlägt sich in der Beurteilung hinsichtlich „Stand der Technik“ mit den Kriterien „Personensicherheit“ sowie „Anlagensicherheit“ nieder.

Die aus dem Zeitbereich bis 1980 vorhandenen Mittelspannungs-Schaltanlagen sind technisch-konzeptionell veraltet. Die Anlagen wiesen oben „offene“ Sammelschienen auf.

Im Falle eines Kurzschlusses in der Anlage entsteht ein Störlichtbogen, verbunden mit rund 10'000 °C heissen austretenden Gasen, welche sowohl Personen als auch die Anlagen im Nahbereich massiv in Mitleidenschaft ziehen.

Insgesamt sind es 8 Anlagen (MS Glattwis, TS Bruggacher, TS Dübendorfstrasse, TS Kläranlage, TS Neuhaus, TS Obere Benglen, TS Sängglen, TS Untere Benglen), die in diese Kategorie fallen. Entsprechend vordringlich ist es, diese Anlagen zu ersetzen.

Es ist davon auszugehen, dass allein die Ersatzbeschaffung dieser Schaltanlagen (ohne weitergehende Arbeiten in den entsprechenden TS) zu Kosten von rund CHF 2.0 Mio. führen wird. Kostenmässig fällt vor allem der Ersatz der Schaltanlage in der Mess-Station Glattwis aufgrund der betrieblichen und technischen Anforderungen ins Gewicht. Obige Kosten-schätzung von CHF 2.0 Mio basiert auf Schaltanlagentypen, die den Basisanforderungen genügen, aber keinen „Luxus“ beinhalten.

Um diese Anlagen in einem sinnvollen Zeithorizont ersetzen zu können, müssten im Mittel 2 Anlagen pro Jahr erneuert werden.

Bei einem Ersatz der Mittelspannungs-Schaltanlagen sind parallel dazu auch zu beurteilen:

- steht die Trafostation netztechnisch an einem Sinnvollen Ort, oder wäre es angebracht, aufgrund der Netztopologie das Gebäude an einem anderen Standort neu zu erstellen
- ist das Gebäude „gesund“, oder muss es saniert werden
- genügt die NS-Verteilanlage den Bedürfnissen
- genügen die Trafos noch den Anforderungen

Im Bereich der Trafos und NS-Verteilungen wurden in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten fallweise Anlagen modernisiert, sodass in diesem Bereich der Handlungsbedarf weniger dramatisch ist.

Es kann festgehalten werden, dass die Gebäude in der Regel gepflegt sind. Im Bereich der „Bauzusätze“ wie Türen und Lüftungsgitter besteht gewisser Ersatzbedarf.

Wird dieser in die Betrachtung einbezogen, so ist für die Sanierung der oben erwähnten 8 Trafostationen mit Kosten in der Grössenordnung von rund CHF 2,2 Mio. zu rechnen.

Zwei Trafostationen weisen Gebäude auf, die im Sinne einer Netzoptimierung mit gestaffelter Priorität an einen anderen Standort zu verlegen wären:

- TS Sängglen (Prio.1): bei dieser TS handelt es sich um eine Unterflur-Station, die neben einem Privathaus und unter einer Privatgarage liegt. Die Zugänglichkeit (Zugang hinter der Garage) ist limitiert, ebenfalls besteht das Risiko von eindringendem Wasser. Für diese Trafostation ist ein anderer Standort anzustreben, entsprechend ist das Gebäude neu zu erstellen.
- TS Neuhaus (Prio. 2): das Gebäude steht in einem Privatgarten. Die Zugänglichkeit entspricht nicht dem üblichen Standard hinsichtlich Abstellmöglichkeiten und Sicherheit von Zu / Wegfahrt. Auch von der Netzlastsituation her wäre ein etwas anderer Standort wünschenswert.

Neben der Erneuerung der Gebäude und der MS-Schaltanlage sind bei einem Standortwechsel auch gewisse Kabelumlegungen erforderlich, eine neue NS-Verteilung ist zu installieren.

Dies wird Kosten (nur Neustandort TS Sängglen berücksichtigt) verursachen von ca.:

- Erstellen von 1 neuem TS-Gebäude	CHF	200'000.-
- Kabelumlegungen	CHF	100'000.-
- Ersatz NS-Verteilanlagen	CHF	100'000.-
- Provisorien, Abbruch alte Gebäude	CHF	100'000.-

Ersatz 2 TS, Kosten ca. (ohne MS-Anlage)	CHF	500'000.-
Sanierung MS-Anlagen in 8 TS	CHF	2'000'000.-

Kosten Sanierung kritische 8 TS:	CHF	2'500'000.-

Bei einem Konzept der Erneuerung, welches sich über ca. 5 Jahre erstreckt, wären somit Investitionen von ca. CHF 500'000.- pro Jahr notwendig.

In diesen Kosten nicht enthalten sind die Eigenleistungen, welche die Mitarbeiter des EW Fällanden erbringen (Planung, Überwachung Bau, Umschaltungen,...).

Unter Berücksichtigung der Anzahl Trafostationen (21) und der technischen Lebensdauer der Anlagen, müsste im Schnitt alle 2 Jahre eine Anlage erneuert werden. Obige Betrachtungen zeigen, dass trotz Sanierung einzelner Anlagen in den letzten Jahren ein deutlicher „Sanierungsüberhang“ aus den letzten Jahren besteht, den es abzubauen gilt, der jedoch mit entsprechenden Aufwendungen (Kosten) verbunden ist.

Im Hinblick auf den Betrieb des Mittelspannungsnetzes in Teilring-Strukturen wurden vor rund 15 Jahren die schutztechnischen Randbedingungen dazu geschaffen. In den entsprechenden Anlagen wurden neue Schutzgeräte installiert, ebenfalls in damals bereits ca. 20 Jahre alte Anlagen, die nun ersetzt werden müssen.

Die technische Lebensdauer von Sekundärschutzgeräten liegt bei ca. 20 Jahren. Werden die Geräte, zusammen mit den „alten“ Schaltanlagen selbst, ersetzt, haben die Schutzgeräte bereits zwischen 15 und 20 Jahre lang „gedient“. Das Ende ihrer technischen Lebensdauer ist somit in etwa erreicht.

2.5 Beurteilung Mittelspannungs-Verteilnetz

Eine Analyse des Mittelspannungs-Verteilnetzes im Jahre 2009 zeigte, dass das vorhandene Leitungsnetz mit seinen Übertragungskapazitäten den Bedürfnissen des Betriebes auch bei Ausfall einzelner Kabelstrecken zu genügen vermag.

Die Anzahl kunststoffisolierter Mittelspannungskabel mit Herstelljahr 1972 – 1975 (anfällig auf vorzeitige Alterung aufgrund Wasser-/Feuchtigkeitseinfluss) ist unbedeutend. Ein massiver Ersatzbedarf ist nicht vorhanden.

Die vorhandene Netzstruktur (s. Fig 1) darf als nahezu optimal bezeichnet werden, zusätzliche Leitungsverbindungen sind zurzeit keine nötig.

Die Netzstruktur ist grösstenteils vermascht (s. Kap. 2.2) aufgebaut. Bei Ausfall eines Kabels dauert die Reparatur rund einen Tag. Aufgrund der Umschaltmöglichkeiten im Netz bedeutet dies jedoch nicht, dass Kunden über längere Zeit (>1 h) von einem Stromunterbruch betroffen sein werden.

2.6 Redundanz im NS-Verteilnetz

Auch das 400V-Verteilnetzes muss Redundanz aufweisen, damit im Rahmen von Instandhaltungsarbeiten oder bei Netzstörungen einzelne Anlagenteile wie Netztransformator, Verteilkabine, Leitungsabschnitt .. abgeschaltet werden können und die Kunden trotzdem weiter versorgt werden können, auch ohne Einsatz von Notstrom-Dieselaggregaten.

Dies bedeutet, dass in den Trafostationen anzustreben ist, 2 Trafos parallel betreiben zu können und dass zwischen den NS-Netzteilen entsprechend nutzbare Querverbindungen bestehen.

Der Auslastungsgrad eines Trafos sollte bei max. ca. 60 % liegen, damit seine Last auf zwei andere Trafos umgeschaltet werden kann (eigene TS plus Nachbar-TS bzw. zwei Nachbar-TS).

Hinsichtlich diesem Anspruch sind in verschiedenen Trafostationen und bei Querverbindungen zwischen TS noch Lücken zu schliessen.

2.7 Beurteilung Struktur Niederspannungs-Verteilnetz

Der zentrale Schwachpunkt des Niederspannungsnetzes, seine aktuelle Struktur, wurde bereits in Kapitel 2.3 angesprochen.

Erschwert wird die Situation dadurch, dass in der Vergangenheit nahezu keine Leerrohre verlegt wurden.

Weshalb diese Form der Netzstruktur mit Stammkabel und Anschluss-T-Muffen ein „Problem“ darstellt, sei nachfolgend kurz erläutert:

Zum Zeitpunkt der Erstellung der Wohnhäuser wurde deren elektrischer Anschluss-Leistungswert ermittelt, die Haus-Zuleitung wurde entsprechend dimensioniert.

Ausgehend von den verschiedenen Haus-Anschluss-Leistungen wurden die Dimension des Stammkabels und die Anzahl der anzuschliessenden Liegenschaften festgelegt.

Vor rund 30 Jahren waren „Wärmepumpen“ noch kein Thema. In der Regel erfolgte die Beheizung der Häuser mittels Öl.

Mittlerweile erfolgt die Umstellung von Ölheizung auf Wärmepumpen-Heizung / Wassererwärmung auf breiter Front. Wärmepumpen benötigen Strom, ebenso das allenfalls vorhandene Zusatz-Heizelement für extrem kalte Tage.

Dieser erhöhte Strombedarf kann dazu führen, dass das Hausanschlusskabel für die neue Anwendung einen zu geringen Querschnitt aufweist, somit verstärkt werden muss und in der Folge davon das vorgelagerte Stammkabel ebenfalls verstärkt werden muss.

In der Folge kann dieser Umstand auch dazu führen, dass das Stammkabel einen zu geringen Leiterquerschnitt aufweist, sei es aufgrund der Stromlastung oder aufgrund der Spannungshaltigkeit.

In der Fortsetzung bedeutet dies, dass das EW das Stammkabel zu ersetzen hat. Da alle Häuser im betroffenen Quartier mit Direktanschluss-Muffen angeschlossen sind, kann das Stammkabel nicht einfach „herausgezogen“ werden und da keine Leerrohre vorgesehen wurden, kann auch kein neues Kabel eingezogen und punktuell eine Netzverstärkung vorgenommen werden.

Ähnlich gelagerte Folgeprobleme können resultieren, wenn bei Liegenschaften grossflächige Photovoltaik-Anlagen installiert werden: die produzierte Energie muss abgeführt werden können. Dies erfordert entsprechende Leitungen im Anschlussbereich des Hauses und des vorgelagerten NS-Netzes des EW.

Der Schwachpunkt ist nicht die aktuelle Nutzung der installierten Kabel und Querschnitte sondern der Umstand, dass sich die Bedürfnisse der Kunden verändern. Das Netz „lebt“. Eine Veränderung der Bedürfnisse einzelner Kunden eines Quartiers könnte dazu führen, dass nicht nur die Hauszuleitung sondern das gesamte Netz dieses Quartiers zu modifizieren wäre. Da keine Leerrohre vorhanden sind, müssen für die Anpassung des NS-Verteilnetzes teure Grabarbeiten vorgenommen werden.

Zusammengefasst bedeutet dies:

- das EW kann nicht flexibel auf die anstehenden Nutzungsänderungen der Kunden reagieren, da die bestehende Netzstruktur und die fehlenden Leerrohre dies nicht zulassen.

Es ist nicht sinnvoll, proaktiv die bestehende Netzstruktur überall anpassen zu wollen, weil dies sehr hohe Kosten verursachen würde (Erstellen von Rohranlagen im Quartierstrassen-Bereich verursachen Kosten von ca. CHF 400.- / m; im Bereich von Kantonsstrassen wird in der Regel verlangt, dass der Teerbelag bis in die Strassenmitte erneuert wird, woraus schnell Kosten von ca. CHF 1'000.- pro m Rohranlage resultieren können). Die Kosten für eine neue Verteilkabine mit Vorschacht liegen bei rund CHF 10'000.-.

Aus Kostengründen und ohne bisherigen konkreten Kundendruck, ist das einzig sinnvolle Vorgehen, überall dort, wo im Strassenbereich Tiefbauarbeiten ausgeführt werden, entsprechende Leerrohre einzuplanen und zu verlegt.

Resultiert jedoch aus einer Erhöhung der benötigten Anschlussleistung eine Neu-Konzeption der Versorgung für ein ganzes Quartier, so sind auf Basis des Konzeptes „muffenloses NS-Verteilnetz“ die entsprechenden Netzanpassungen vorzunehmen, damit sichergestellt ist, dass Anpassungen des Netzes zukunftsgerichtet erfolgen.

Da die Umsetzung der oben beschriebenen Massnahmen zur Anpassung der NS-Netzstruktur extern beeinflusst wird, ist der daraus zu erwartende jährliche Investitionsbedarf schlecht abschätzbar.

Als mittlere Summe ist jedoch zu veranlagen, unter Einbezug der Erläuterungen in Abschnitt 2.6, dass zum Zwecke der NS-Netzstrukturpflege rund CHF 300'000.- pro Jahr einzusetzen sind.

2.8 Beurteilung Rohranlagen

Stand der Technik ist, Mittel- und Niederspannungskabel in Kabelschutzrohren zu verlegen. Üblicherweise werden bei der Erstellung von Kabelanlagen zusätzlich Leerrohre verlegt, damit diese bei später erforderlichen Netzanpassungen / Netzerweiterungen mit möglichst geringem Kostenaufwand genutzt werden können.

Im Bereich von Trafostationen und Verteilnkabinen werden ergänzend Kabelvorschächte erstellt. Diese Vorschächte erlauben es, die entsprechenden Kabel technisch optimal und ohne Kabelbeschädigung einziehen zu können.

Schwachpunkt im Netz Fällanden ist, dass in der Vergangenheit (bis vor knapp 10 Jahren) nahezu keine Leerrohre verlegt und praktisch keine Vorschächte erstellt wurden.

Dieses Vorgehen hatte den kurzfristigen Vorteil geringer Investitionskosten, hat aber den Nachteil, dass in den Folgejahren bei Netzanpassungen dafür die Kosten massiv höher liegen, als wenn entsprechende Rohranlagen / Vorschächte vorhanden wären.

Die Konsequenzen dieser Situation sind in Kapitel 2.7 bereits beschrieben worden.

2.9 Zusammenfassung

Die in Kapitel 2 vorgenommene Beurteilung zeigt drei wesentliche Problemfelder:

- a) Sanierung von Trafostationen: 8 Mittelspannungs-Schaltanlagen, verbunden mit dem Ersatz / Neustandort von 2 Stationsgebäuden über einen Zeitraum von fünf Jahren: erforderliche Investitionen von ca. CHF 500'000.- pro Jahr
- b) Niederspannungs-Netz: Umbau des Netzes auf „muffenloses Netz“ dann, wenn aufgrund neuer Kundenbedürfnisse die bisherige Netzstruktur nicht mehr genügt
- c) Redundanz im NS-Netz: Umschaltmöglichkeiten schaffen durch sinnvoll gewählte Anzahl und Leistung der Trafos in den Trafostationen plus NS-Querverbindungen zwischen den TS
- d) Leerrohre: in der Vergangenheit wurden nur sehr wenige Leerrohre verlegt. Dies erschwert aktuell die unter Punkt b) erwähnten Netzanpassungen. Zukünftig sollen bei Tiefbauarbeiten im Strassenbereich solche Leerrohre verlegt werden.

Die sich aus den Punkten b) und d) ergebenden Investitionen sind fremdbeeinflusst (Kundenbedürfnisse, Tiefbauarbeiten) und lassen sich somit schwer exakt quantifizieren. Es ist zu erwarten, dass die Investitionen in b) und d) bei ca. CHF 280'000.- liegen werden, kumuliert mit den Aktivitäten aus c) im Bereich von ca. CHF 350'000.- pro Jahr.

3. Netzautomatisierung / Netzüberwachung

In der Vergangenheit wurde die Überwachung des Netzes indirekt durch die Kunden vorgenommen: bei einem Spannungsausfall haben diese das EW angerufen. Auf diese Weise haben die Betriebsmitarbeiter des EW erfahren, dass ein „Problem“ zu lösen ist. Das Personal rückte aus, lokalisierte den Fehler und stellte die Versorgung wieder her.

Es ist anzunehmen, dass im Zuge der Marktliberalisierung zukünftig Rahmenbedingungen definiert werden, welche bei schlechter Versorgungszuverlässigkeit, einen Abschlag auf die Netzdurchleitungsentgelte zur Folge haben werden.

Entsprechend wird der Druck auf die EW's steigen, einerseits ein zuverlässiges Netz zu betreiben und zu unterhalten und andererseits Netzunterbrüche möglichst kurz zu halten.

Kurze Netzunterbrüche sind nur dann einhaltbar, wenn einerseits das Auftreten eines Fehlers schnell gemeldet wird und die Mitarbeiter des EW schnell vor Ort eingreifen können.

Das Mittelspannungs-Verteilnetz des EW Fällanden ist in seiner Struktur sauber aufgebaut und wird zwecks Erhöhung der Versorgungssicherheit mehrheitlich in Netz-Teilringen betrieben. Dies führt dazu, dass bei einem Kurzschluss in einem Kabel in diesen Netzbereichen die Versorgung nicht unterbrochen wird.

Man spricht technisch von (n-1)-Sicherheit: ein Element kann ausfallen, die Versorgung bleibt dabei intakt. Da der Ausfall nicht direkt zu einem Spannungsunterbruch führt, wird dies vom Kunden nicht wahrgenommen. Der Kunde als Alarmorgan fällt somit aus. Daraus folgt, dass die Anlagen technisch so zu überwachen sind, dass Störungen / Abschaltungen automatisch gemeldet werden.

Ein entsprechendes Informationssystem ist beim EW Fällanden etabliert: Störungen in Trafostationen werden automatisch erfasst und über ein Meldesystem an den Pikettmitarbeiter weitergeleitet.

Lokale Störungen im NS-Verteilnetz (z.B. Auslösung einer Sicherung in einer Verteilkabine) werden nur erkannt, wenn die vom Spannungsausfall tangierten Kunden anrufen.

Der Aufbau eines Leitsystems, mit dessen Hilfe die Anlagen nicht nur fernüberwacht sondern auch ferngesteuert werden könnte, drängt sich nicht auf.

Im Falle einer Störungen in einer Anlage muss zuerst vor Ort ein Augenschein genommen werden, bevor wieder zugeschaltet oder erfolgreich umgeschaltet werden kann.

Die überschaubare geografische Ausdehnung des Netzes sowie die Zugänglichkeit der Anlagen verlangt nicht nach einer Fernsteuerung der Mittelspannungs-Schaltanlagen.

Das gewählte Konzept zur Überwachung der Anlagen und zur Signalisierung / Alarmierung bei Störungen in Trafostationen ist netzkonform. Konzeptionell bedingter Handlungsbedarf besteht nicht. Allenfalls ist punktuell zu hinterfragen, ob weitere, einzelne Objekte mit in die Fernüberwachung einbezogen werden sollen.

4. Betriebskonzept Netz

Das gewählte Betriebskonzept des Mittelspannungsnetzes (teilvermaschte Netzbereiche) bietet beste Voraussetzungen für eine unterbruchsarme Stromversorgung.

Das bereits in Kapitel 2 behandelte Thema der nicht optimalen Netzstruktur des NS-Verteilnetzes in Quartieren (kein muffenloses Netz) führt dazu, dass bei lokalen Störungen im NS-Netz die Fehlerlokalisierung und –freischaltung erschwert wird.

Im Störfalle wird der Pikettmitarbeiter entweder über das Alarm-Meldesystem oder über anrufende Kunden über Netzstörungen informiert.

Eine schnelle Reaktion im Störfalle ist im Interesse der Kunden anzustreben. Bei Störungen ist in der Regel eine Intervention vor Ort erforderlich.

Aus Zeitgründen ist es deshalb anzustreben, dass die involvierten Mitarbeiter vor Ort zu Hause sind.

Hinsichtlich schneller Reaktion im Eventualfalle hat es auch klare Vorteile, wenn die involvierten Mitarbeiter mit den Anlagen und den Netz-Randbedingungen vertraut sind.

Um die Kosten des Netzbetriebes gering zu halten, ist die Anzahl Mitarbeiter des EW Fällanden minimal gehalten.

Entsprechend besteht wenig Spielraum bei der Verfügbarkeit von Mitarbeitern für Pikettdienst und Einsätze im Eventualfalle.

Bei Störungen sollen mindestens zwei Mitarbeiter im Einsatz sein, um in hektischen Situationen, ein optimales Vorgehen sowie die Möglichkeit des Eingreifens in zwei verschiedenen Anlagen gleichzeitig (an beiden Leitungsenden bei Zuschalten / Abschalten / Erden von Kabelleitungen) sicherzustellen.

Der Pikettdienst soll aufgrund der Vertrautheit mit den Netz-Gegebenheiten wenn immer möglich mit eigenem Personal abgedeckt werden.

Um im Eventualfalle effizient auf externe Dritte zugreifen zu können, sollte mit einer geeigneten, geografisch nah angesiedelten Drittfirma (z.B. Regionales Werk) eine Vereinbarung getroffen werden, dass bei Bedarf schnell und unkompliziert Mithilfe bei der Störungsbehebung angefordert werden kann.

5. Netzunterhalt

Grundsätzlich gilt auch im Bereich der Stromverteilnetze, dass neuere Anlagen weniger Aufwand für „Netzunterhalt“ erfordern als alte Anlagen.

Ab einem bestimmten Alter der Anlagen macht es auch keinen Sinn mehr, in die Instandhaltung zu investieren. Dann ist es wirtschaftlich sinnvoller, die Anlage zu ersetzen (s. auch die Erläuterungen in Kapitel 2).

Typische Arbeiten im Bereich Netzunterhalt sind die Reinigungsarbeiten an Trafostationen und Verteilnkabinen. Ziel dieser Arbeiten ist, durch Verschmutzung in Kombination mit Feuchtigkeit / Betauung auftretende Kurzschlüsse zu verhindern. Parallel zu diesen Unterhaltsarbeiten werden die Anlagen auch einer Sichtkontrolle unterzogen. Vorhandene Schwachpunkte können so erkannt werden, bevor sie sich zu einer Netzstörung ausweiten.

Auch ohne eigentliche Störungen an Anlagen werden Ausgaben im Bereich „Netzunterhalt“ anfallen: Gesetzliche Vorgaben verlangen, dass die Betriebstauglichkeit von Anlagen mittels entsprechender Tests im einem Zeitraster von spätestens 5 Jahren nachzuweisen sind.

Der Arbeitsanfall variiert über den Jahresverlauf. Ziel muss sein, so viele Mitarbeiter fest anzustellen, dass diese permanent ausgelastet sind.

Für Arbeiten in Spitzenlast-Zeiten oder für Arbeiten, die spezifisches know-how erfordern, sollen Drittfirmen beigezogen werden. Jedoch ist wirtschaftlich und letztendlich auch betrieblich nicht sinnvoll, externe Personen permanent zu beschäftigen.

Sinnvoll ist, die Planung und Überwachung der Arbeiten selbst durchzuführen und für die fallweisen und zeitintensiveren Arbeiten (Abschalten einer ganzen Trafostation, Reinigung) mit Drittfirmen zusammenzuarbeiten.

A N H A N G

Figuren:

Figur 1: Netztopologie 16 kV

Tabellen:

Tabelle 1: Beurteilung Trafostationen