



Branchenempfehlung

Manueller Lastabwurf

Technische und organisatorische Umsetzung des manuellen Lastabwurfes in der Schweiz

MLS – CH 2019

Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
Association des entreprises électriques suisses
Associazione delle aziende elettriche svizzere

Telefon +41 62 825 25 25, Fax +41 62 825 25 26, info@strom.ch, www.strom.ch



Impressum und Kontakt

Herausgeber

Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE
Hintere Bahnhofstrasse 10
CH-5000 Aarau
Telefon +41 62 825 25 25
Fax +41 62 825 25 26
info@strom.ch
www.strom.ch

Autoren der Erstausgabe

Vorname Name	Firma	Funktion
Richard Graf	AXPO	Mitglied AG
Rolf Jungo	BKW	bis Februar 2017
Yannick Brodard	BKW	ab März 2017
Emil Bucher	CKW	Mitglied AG
Luca Giacolini	AET	Mitglied AG
Eric Stohrer	Primeo Energie	Mitglied AG
Deborah Cina-Koch	FMV	Mitglied AG
Cédric Buholzer	Groupe E SA	Mitglied AG
Vitus Müller	SAK	Mitglied AG
Sebastian Thron	EKZ	Mitglied AG
Dr. Walter Sattinger	Swissgrid AG	Mitglied AG
Sandro Isepponi	Repower	Mitglied AG
Frank Gundelach	SBB	Mitglied AG
Bruno Wartmann	ewz	Leiter AG
Andreas Degen	VSE	Mitglied AG

AG = Arbeitsgruppe

Verantwortung Kommission

Für die Pflege und die Weiterentwicklung des Dokuments zeichnet die VSE-Kommission Netztechnik & Betrieb verantwortlich.



Chronologie

Datum	Kurzbeschreibung
November 2016	Arbeitsaufnahme in der Arbeitsgruppe
05.09.2017	Branchenvernehmlassung
25.10.2017	Kenntnisnahme durch VSE-Vorstand
20.12.2018	Anpassungen Branchenempfehlung durch AG
25.03.2019	Branchenvernehmlassung
08.05.2019	Genehmigung durch VSE-Vorstand

Das Dokument wurde unter Einbezug und Mithilfe von VSE und Branchenvertretern erarbeitet.

Der VSE verabschiedete das Dokument am 08.05.2019.

Druckschrift Nr. 1043/d, Ausgabe 2019

Copyright

© Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE

Alle Rechte vorbehalten. Gewerbliche Nutzung der Unterlagen ist nur mit Zustimmung vom VSE/AES und gegen Vergütung erlaubt. Ausser für den Eigengebrauch ist jedes Kopieren, Verteilen oder anderer Gebrauch dieser Dokumente als durch den bestimmungsgemässen Empfänger untersagt. Die Autoren übernehmen keine Haftung für Fehler in diesem Dokument und behalten sich das Recht vor, dieses Dokument ohne weitere Ankündigungen jederzeit zu ändern.



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1. Einleitung.....	6
1.1 Unterschiede zwischen Letztmassnahmen und Ostral	6
1.2 Grundsätze zum manuellen Lastabwurf	7
2. Abkürzungen, Begriffe und Definitionen	9
3. Praktische Rahmenbedingungen und Herausforderungen.....	9
4. Anwendungsfälle	10
4.1 Überlastung im Übertragungsnetz der nationalen Netzgesellschaft.....	10
4.2 Drohender Spannungskollaps.....	10
5. Besonderheiten des manuellen Lastabwurfs	10
5.1 Bezugsanpassung - netzbezogene und marktbasierende Entlastungsmassnahmen	11
5.2 Manueller Lastabwurf – Letztmassnahme	11
6. Grundsätze und Anwendung des Kaskadenprinzips	11
6.1 Grundsätze der Systemverantwortlichkeit	12
6.2 Schnittstelle der nationalen Netzgesellschaft mit den Systemverantwortlichen	12
6.3 Prinzip der Kaskade	12
6.4 Vorgehen, wenn Massnahmen nicht durchgeführt werden können.....	13
6.5 Anpassungen der Systemsicherheit	14
6.6 Reaktionszeiten für Umsetzung der Anforderungen	16
7. Informationsaustausch im Rahmen der Kaskade	16
7.1 Kommunikationsprozess	16
7.2 Ausfall der Kommunikation	16
7.3 Externer Kommunikationsprozess	16
7.4 Kommunikation mit Bahninfrastrukturen und dem öffentlichen Verkehr.....	17
8. Umsetzung der Kaskadenmassnahmen	17
8.1 Allgemein.....	17
8.2 Ermittlung und Anwendung des Aufteilungsschlüssels	17
8.3 Dokumentation und Reporting	18
9. Schulung und Training	18
10. Systembetreiber der Netzebene 2 bis 7 als auslösende Stelle	19

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Unterscheidung zwischen Letztmassnahmen und OSTRAL	7
Abbildung 2: Netzzustände	8
Abbildung 3: Übersicht der Funktionen von Systembetreibern in der Kaskade	13
Abbildung 4: Beispielhafter Ablauf eines manuellen Lastabwurfs	15



Vorwort

Beim vorliegenden Dokument handelt es sich um ein Branchendokument des VSE. Es ist Teil eines umfassenden Regelwerkes für die Elektrizitätsversorgung im offenen Strommarkt. Branchendokumente beinhalten branchenweit anerkannte Richtlinien und Empfehlungen zur Nutzung der Strommärkte und der Organisation des Energiegeschäftes und erfüllen damit die Vorgabe des Stromversorgungsgesetzes (StromVG) sowie der Stromversorgungsverordnung (StromVV) an die Energieversorgungsunternehmen (EVU).

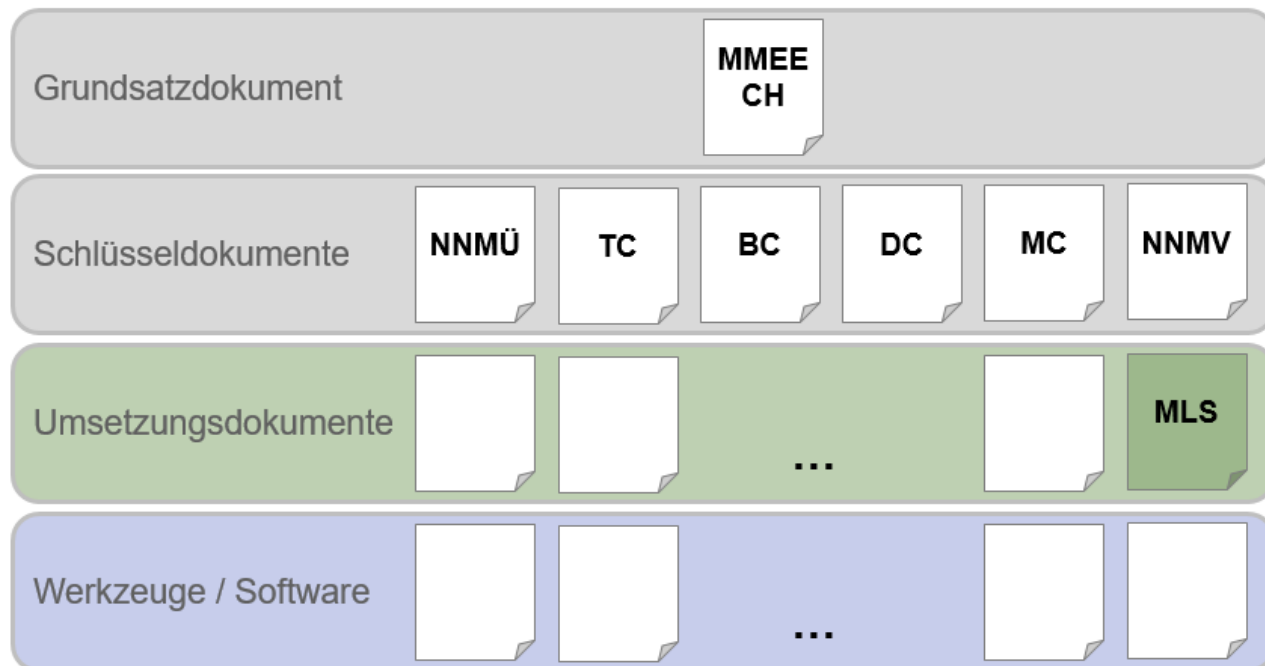
Branchendokumente werden von Branchenexperten im Sinne des Subsidiaritätsprinzips ausgearbeitet, regelmässig aktualisiert und erweitert. Bei den Bestimmungen, welche als Richtlinien im Sinne des StromVV gelten, handelt es sich um Selbstregulierungsnormen.

Die Dokumente sind hierarchisch in vier unterschiedliche Stufen gegliedert

- Grundsatzdokument: Marktmodell Elektrische Energie (MMEE)
- Schlüsseldokumente
- Umsetzungsdokumente
- Werkzeuge/Software

Beim vorliegenden Dokument «Manueller Lastabwurf» handelt es sich um ein Umsetzungsdokument.

Dokumentstruktur



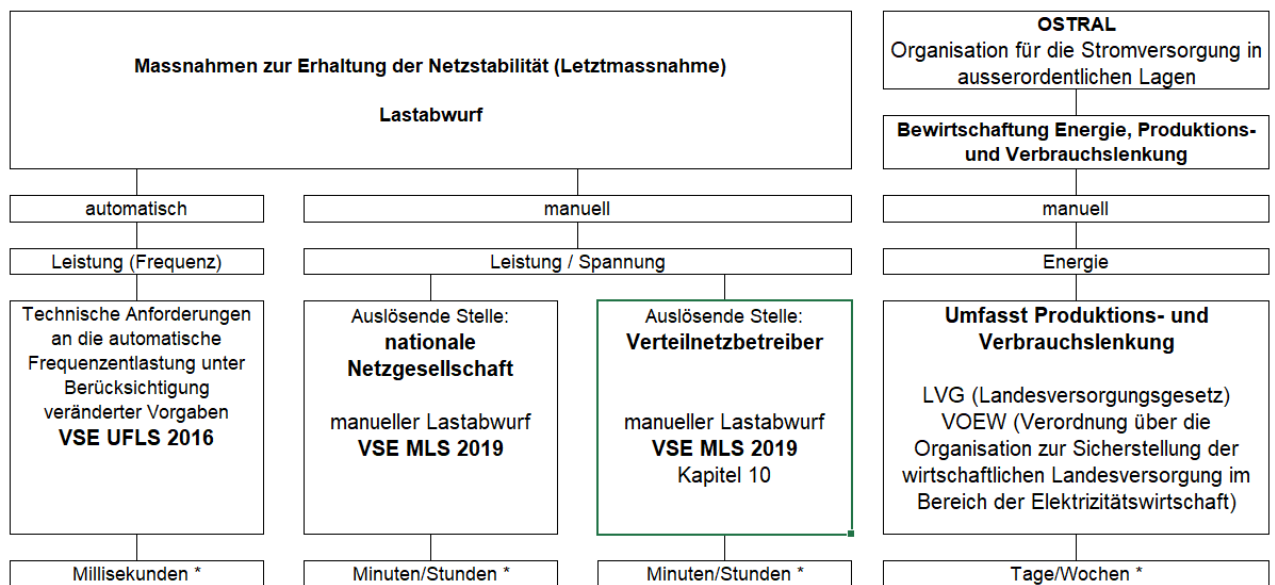
1. Einleitung

- (1) Das Bundesgesetz über die Stromversorgung (StromVG) und die dazugehörige Verordnung (StromVV) regeln die Grundsätze für die Gewährleistung eines sicheren, leistungsfähigen und effizienten Netzbetriebs. Dabei kommt dem Zusammenspiel der regionalen und kommunalen Netzbetreiber einerseits und der Swissgrid als nationaler Netzgesellschaft andererseits eine zentrale Rolle zu. Bei der Gefährdung eines stabilen Netzbetriebs ist die Abstimmung der verschiedenen Massnahmen und der involvierten Netzebenen von zentraler Bedeutung. Die vorliegende Branchenempfehlung bildet die Grundlage für die Zusammenarbeit und Koordination der involvierten Verteilnetzbetreiber für die Sicherstellung eines stabilen Netzbetriebs auf Netzebene 2 -7 einerseits und der nationalen Netzgesellschaft als auslösender Systembetreiberin auf Netzebene 1 andererseits. Insbesondere soll sie zur Vorbereitung einer Kaskade (hintereinander geschaltete Netze) möglicher Massnahmen der Netzbetreiber zur Sicherstellung eines stabilen Netzbetriebs und des manuellen Lastabwurfs als Letztmassnahme dienen.
- (2) Der manuelle Lastabwurf (manual load shedding, MLS) hat grosse Bedeutung für die Aufrechterhaltung des Systembetriebs.
- (3) Beim automatischen frequenzabhängigen Lastabwurf (under frequency load shedding, UFLS) steht die verbundnetzweite Entlastung im Grossstörungsfall im Vordergrund. Der manuelle Lastabwurf hingegen dient nur der lokalen Entlastung der Netzebene 1 bei räumlich begrenzten Störfällen.
- (4) Der manuelle Lastabwurf als Massnahme zur Netzentlastung wird nur nach vorheriger Ausschöpfung aller anderen möglichen Massnahmen, z. B. Topologie-Änderungen bis hin zur Aktivierung zusätzlicher Reserven, durchgeführt und stellt daher eine sogenannte Letztmassnahme dar.
- (5) Im Unterschied zum automatischen frequenzabhängigen Lastabwurf UFLS ist die Netzfrequenz kein Kriterium bzw. keine Eingangsgrösse für die Aktivierung des manuellen Lastabwurfs.
- (6) Die VSE-Arbeitsgruppe „Manueller Lastabwurf“ hat die organisatorischen und technischen Anforderungen für das neue manuelle Lastabwurfkonzept erarbeitet.

1.1 Unterschiede zwischen Letztmassnahmen und Ostral

- (1) In Abbildung 1 soll der Unterschied zwischen dem Lastabwurf und OSTRAL (Organisation für die Stromversorgung in ausserordentlichen Lagen) mit den wichtigsten Grundlagedokumenten aufgezeigt werden. Die Aufteilung des Lastabwurfes erfolgt in einen automatischen sowie in einen manuellen Lastabwurf. Im Lastabwurf ist das Kriterium primär Leistung oder Spannung und zwar zur Sicherstellung eines stabilen Netzbetriebs. Bei OSTRAL hingegen ist es die Bewirtschaftung der Energie im Sinne einer Produktions- und Verbrauchlenkung im Krisenfall. Damit die durch OSTRAL erarbeiteten Bewirtschaftungsmassnahmen durchgeführt werden dürfen, muss der Bundesrat zuerst die „vorbereitete“ Verordnung über die Elektrizitätsbewirtschaftung (VEB) erlassen. Die Handlungen der Netzbetreiber im OSTRAL-Fall beruhen somit direkt auf den Vorgaben von Bundesverordnungen.





* Vorlauf-/Reaktionszeit

Abbildung 1: Unterscheidung zwischen Letztmassnahmen und OSTRAL

1.2 Grundsätze zum manuellen Lastabwurf

- (1) Der von der nationalen Netzgesellschaft angeordnete manuelle Lastabwurf stellt eine sogenannte, Letztmassnahme zur lokalen Netzrettung im kritischen Netzzustand dar, wobei einige prinzipielle Randbedingungen zu beachten sind. Da dieser Schritt einen regionalen Versorgungsunterbruch für einzelne Endverbraucher zur Folge hat ist er nur dann als angeordnete Letztmassnahme akzeptierbar, wenn dadurch eine Ausweitung der Störung und somit ein noch grösserer Schaden vermieden werden kann. Insbesondere darf der manuelle Lastabwurf nicht dazu missbraucht werden, allfällige Investitionen bzw. Netzausbauten zurückzustellen.
- (2) In Abbildung 2 werden die verschiedenen Netzzustände dargestellt. Dabei ist der sichere Netzzustand grün, der gefährdete Netzzustand gelb und der gestörte Netzzustand rot dargestellt. Die graue Fläche (Massnahmenplan) bezeichnet den Bereich, in welchem der Lastabwurf - sei er automatisch oder manuell - angesiedelt ist. Unterhalb dieses Bereichs ist mit Versorgungsunterbrüchen zu rechnen, die bis zu einem Totalausfall führen können. Der nicht zwingende Übergang von einer Phase in die andere wird durch die gestrichelten Linien dargestellt.



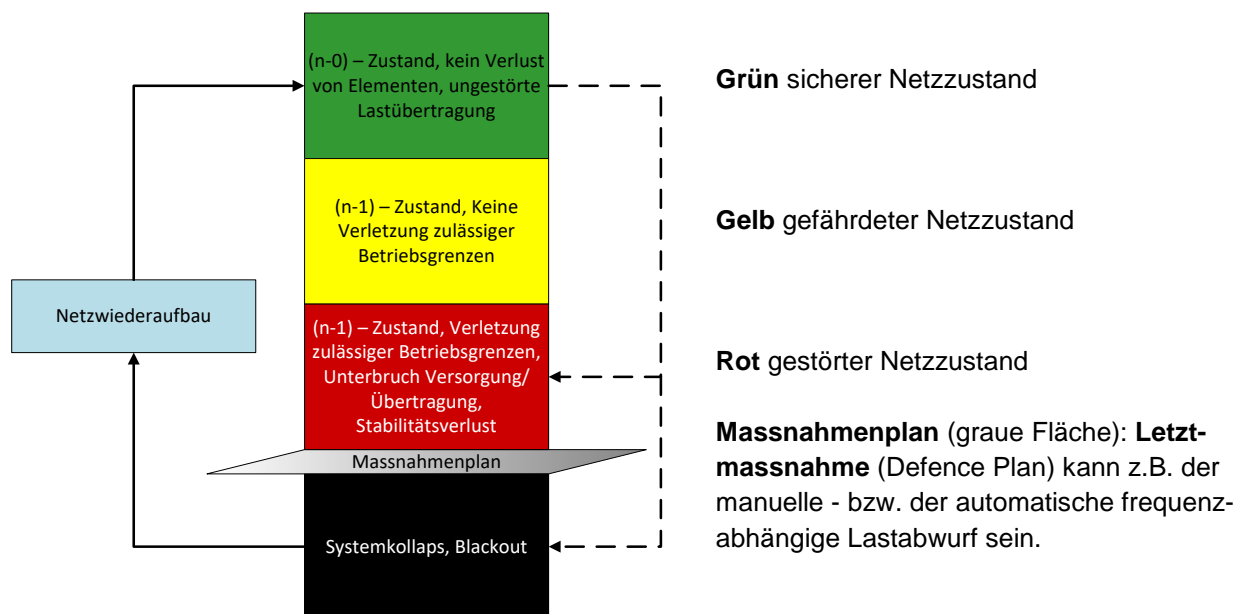


Abbildung 2: Netzzustände ¹

- (3) Sinn und Zweck des Lastabwurfs ist somit, durch eine Teilentlastung einen weiteren Netzerfall oder Netzzusammenbruch zu vermeiden und schnellstmöglich in den sicheren (grünen) oder mindestens in den gefährdeten gelben Netzzustand zurückzukommen. Ein manueller Lastabwurf leistet in der Regel einen grossen Beitrag zu einem wesentlich schnelleren Netzwiederaufbau.
- (4) Der manuelle Lastabwurf führt zur Entlastung des Versorgungspfades, gleichzeitig aber auch zu einer Änderung im Gleichgewicht zwischen Erzeugung und Verbrauch, was in der Regel eine Anpassung der Erzeugung zur Folge haben muss. Auch ist in der Abwurfregion mit einem unmittelbar resultierenden höheren Spannungsniveau zu rechnen.
- (5) Der manuelle Lastabwurf dient hauptsächlich der Sicherstellung der Versorgungssicherheit eines regional begrenzten Gebiets durch genau in diesem Gebiet durchgeführte Teilentlastungen. Dabei werden die Marktakteure jener Region netzbedingt in unterschiedlicher Form betroffen sein.

¹ ENTSO-E Operation Handbook, Policy 5, Emergency Operations, V3, 16.09.2015
https://www.entsoe.eu/Documents/Publications/SOC/Continental_Europe/oh/20150916_Policy_5_Approved_by_ENTSO-E_RG_CE_Plenary.pdf



2. Abkürzungen, Begriffe und Definitionen

- (1) Im vorliegenden Dokument kommen die folgenden Abkürzungen und Begriffe zur Anwendung:

Systembetreiber	Betreiber von Übertragungs-, Verteil- oder Arealnetzen, Kunden- oder Kraftwerksanlagen. Kundenanlagen sind Anlagen von der SBB oder andere Endverbraucher, die direkt an die Netzebene 1 angeschlossen sind.
Systemverantwortlicher	Verantwortliche Stelle in einem Verbund mit mehreren Systembetreibern. Der Systemverantwortliche koordiniert den manuellen Lastabwurf mit unterschiedlichen Systembetreibern.
Knoten	Anschlusspunkt an dem die Netzentlastung erfolgt. Mit diesem Anschlusspunkt kann eine Anzahl von Leitungen oder Transformatoren verbunden sein.
Bezugsanpassung	Angewiesene Reduktion des Wirkleistungsbezugs zum Zweck einer zwingend notwendigen Netzentlastung.
Manueller Lastabwurf	Sind keine weiteren Bezugsanpassungen möglich, so muss diese durch den manuellen Lastabwurf umgesetzt werden.

3. Praktische Rahmenbedingungen und Herausforderungen

- (1) Das Übertragungsnetz der nationalen Netzgesellschaft wird weitgehend in vermaschten Strukturen betrieben. Dies ist auch prinzipiell für die darunterliegende Netzebene 3 der Fall. Daher soll in der Regel der manuelle Lastabwurf zuerst in der Netzebene 4, bzw. bei den Abgängen der Netzebene 5 in den Unterwerken/Unterstationen umgesetzt werden, da in der Regel erst ab hier keine Vermaschung von Leitungen vorliegt und somit nach dem Öffnen eines Schalters tatsächlich Last abgeworfen werden kann. Müssten zu viele Transformatoren der Netzebene 4 bzw. zu viele Abgänge der Netzebene 5 abgeschaltet werden, um eine wirksame Leistungsgrösse zu erreichen, können alternativ auch ganze Teilnetze der Netzebene 3 abgeschaltet werden. Das Abschalten von einzelnen Transformatoren in der Netzebene 2 würde in vermaschten Verteilnetzen möglicherweise zu Überlastungen von anderen Betriebsmitteln und somit zu weiteren unkontrollierten Netzzuständen führen und wird deshalb nicht weiter berücksichtigt.
- (2) Die Umsetzung des manuellen Lastabwurfes ist bis spätestens 2 Jahre nach Genehmigung der Branchenempfehlung anzustreben. Die nationale Netzgesellschaft leitet die Umsetzung. Alle Systembetreiber passen die internen Prozesse und falls nötig auch die jeweiligen Anschluss- bzw.



Betriebsvereinbarungen entsprechend an und stellen sicher, dass die Massnahmen umgesetzt werden können.

4. Anwendungsfälle

4.1 Überlastung im Übertragungsnetz der nationalen Netzgesellschaft

- (1) Innerhalb des Übertragungsnetzes kommt es zu regionalen oder lokalen Überlastungen (z.B. Kuppeltransformatoren in der Netzebene 1). Nach Ausschöpfung aller verfügbaren vorrangiger Entlastungsmassnahmen (Bezugsanpassung), gemäss Kapitel 5.1, wird eine weitere Überlastung der verbliebenen Betriebsmittel durch einen gezielten manuellen Lastabwurf in einer Region vermieden. Somit kann auch der gesamte Netzzusammenbruch dieser Region verhindert werden. Hierbei bedarf es der Koordination zwischen der nationalen Netzgesellschaft und den weiteren Systembetreibern zur Entschärfung der Situation und der Rückkehr zum sicheren Netzbetrieb.

4.2 Drohender Spannungskollaps

- (1) Eine nicht mehr zu kontrollierende Abnahme der Netzspannung wird als Spannungsinstabilität oder Spannungskollaps bezeichnet. Der Spannungskollaps kann sich in einem Zeitbereich von einigen Sekunden bis zu mehrere Stunden erstrecken. Eine Spannungserholung kann unter Umständen nur durch Entlastungsmassnahmen erfolgen.

5. Besonderheiten des manuellen Lastabwurfs

- (1) Als letzte Massnahme, wenn alle vorrangigen Massnahmen ausgeführt sind, kann der manuelle Lastabwurf durchgeführt werden. Zur Abwendung von Gefährdungen oder Störungen ist jeder Systembetreiber verpflichtet, bei Anforderung durch die nationale Netzgesellschaft Entlastungsmassnahmen, gemäss Kapitel 5.1, umzusetzen, bevor der manuelle Lastabwurf angeordnet wird.
- (2) Es kann durchaus von Vorteil sein, den manuellen Lastabwurf an den gleichen Abwurfstellen wie den automatischen Lastabwurf vorzusehen. Dadurch wird auch die vorgängig notwendige Entmaschung berücksichtigt. Allerdings ist beim manuellen Lastabwurf die lokale Komponente führend, d.h. der Ort des Abwurfs muss topologisch zwingend auch zum Ort/Region der Überlastung passen.
- (3) Um einen manuellen Lastabwurf effizient umsetzen zu können, müssen die Systembetreiber Vorbereitungen treffen. Diese beinhalten entsprechende organisatorische und technische Anpassungen.
- (4) Bei einem manuellen Lastabwurf können je nach Netzsituation oder Abwurfpunkt auch Erzeugungsanlagen abgeworfen werden. Abwürfe von Lasten und Erzeugung beeinflussen wiederum die entsprechende Bilanzgruppe bzw. die Fahrpläne der Erzeugungsanlagen.



5.1 Bezugsanpassung - netzbezogene und marktbasierete Entlastungsmassnahmen

(1) Die vorbereitenden möglichen Massnahmen sind in folgender Liste festgehalten. Diese Massnahmen werden durch den auslösenden Systembetreiber, der nationalen Netzgesellschaft in Zusammenarbeit mit den nachgelagerten Systembetreibern und Systemverantwortlichen koordiniert. Die Reihenfolge der Massnahmen erfolgt prinzipiell von oben nach unten, kann aber situativ in einer anderen Priorität ablaufen, wenn ggf. die Wirksamkeit der Massnahmen in einer anderen Reihenfolge schneller erreicht werden kann. Dabei stehen den einzelnen Systemverantwortlichen nicht immer alle Massnahmen zu Verfügung.

1. Annullierung von Arbeiten und Wiederinbetriebnahme von Netzelementen
2. Anwendung von topologischen Massnahmen (Sammelschienenwechsel, Mehrsammelschienenbetrieb, Netztrennung, Stichbetrieb)
3. Zuschaltung von zusätzlichen Kompensationsanlagen (Kondensatoren oder Drosseln)
4. Einsatz von Phasenschiebertransformatoren (Stufung von Quer- oder Schrägreglern)
5. Änderung der (Soll-) Spannung in Übertragungs- und Verteilnetzen
6. Blockierung von automatischen Stufenstellern von Transformatoren
7. Anpassung der Einspeisung für Wirk- oder Blindleistung bei Erzeugungsanlagen
8. Aktivierung von Notfalleistungsreserven
9. Aktivierung von Leistungsreserven ausserhalb des eigenen Netzgebiets
10. Einsatz von vertraglich vereinbartem nationalen und/oder internationalen Redispatch
11. Abschaltung von Speicherpumpen
12. Abschaltung von Erzeugungsanlagen
13. Optimierung von Lasten über Lastmanagement und Rundsteueranlagen
14. Abschaltung von vertraglich verpflichteten unterbrechbaren Kunden

5.2 Manueller Lastabwurf – Letztmassnahme

(1) Wenn die Bezugsanpassung, gemäss Kapitel 5.1, nicht ausreicht, wird der manuelle Lastabwurf angeordnet.

6. Grundsätze und Anwendung des Kaskadenprinzips

- (1) Unabhängig davon, auf welcher Spannungs- oder Netzebene Systembetreiber an das jeweilige Netz angeschlossen sind, können sich netzseitig Einspeisungen und/oder Lasten auf die Systemsicherheit in der Regelzone Schweiz auswirken. Um die erforderlichen Massnahmen des anfordernden Systembetreibers vorzubereiten und schliesslich durchführen zu können, sind im Vorfeld Daten bzw. Informationen zwischen den in Kaskaden verbundenen Systembetreibern auszutauschen.
- (2) Die erforderlichen Daten und Informationen werden in der Betriebsvereinbarung oder dem Netzanschlussvertrag geregelt.



6.1 Grundsätze der Systemverantwortlichkeit

- (1) Die Systemverantwortung umfasst die verschiedenen Aspekte zur Aufrechterhaltung der Systemsicherheit. Diese ist gewährleistet, wenn weder die Systembilanz noch die Netzsicherheit gefährdet oder gestört sind.
- (2) Es gelten folgende Grundsätze:
 - Die Sicherheit des bilanziellen Gleichgewichtes von Last und Erzeugung in der Regelzone Schweiz obliegt der nationalen Netzgesellschaft.
 - Jeder Systembetreiber trägt die Verantwortung für die Systemsicherheit in seinem Netz.
 - Zur Umsetzung von Massnahmen kann eine kaskadierte Vorgehensweise über Netzebenen, ausgehend von der nationalen Netzgesellschaft, die eine Gefährdung oder Störung der Systemsicherheit feststellt (auslösender Systembetreiber), erforderlich sein.

6.2 Schnittstelle der nationalen Netzgesellschaft mit den Systemverantwortlichen

- (1) In einem Verteilnetz mit mehreren Systembetreibern ist ein Systemverantwortlicher mit allen relevanten Pflichten und Verantwortlichkeiten festzulegen.
- (2) Ein Systembetreiber wird als Systemverantwortlicher definiert, der mit der nationalen Netzgesellschaft den manuellen Lastabwurf koordiniert.
- (3) Dem Systemverantwortlichen müssen alle Daten (z.B. Anschlussleistung) und Informationen zur Verfügung gestellt werden, damit dieser seine Pflichten und Verantwortungen wahrnehmen kann.

6.3 Prinzip der Kaskade

- (1) Sind Massnahmen erforderlich, ermittelt der auslösende Systembetreiber (die nationale Netzgesellschaft) den Anpassungsbedarf für sein eigenes Netz, sowie für die Übergabestellen zu den ihm in der Kaskade direkt nachgelagerten Systembetreibern. Anschliessend werden die daraus abgeleiteten notwendigen Massnahmen vom Systembetreiber ergriffen und, wo notwendig innerhalb der Kaskade weitergegeben. Dieser Prozess wird bis zum letzten nachgelagerten Systembetreiber fortgeführt. Das heisst, dass nur der jeweilige Systembetreiber oder die dafür beauftragte Steuerstelle Endverbraucher vom Netz abschalten. Dem Kaskadenprinzip folgt ebenfalls die Pflicht zur Dokumentation gemäss Kapitel 8.3.
- (2) Innerhalb der Kaskade existieren folgende Funktionen, siehe Abbildung 3
 - Die nationale Netzgesellschaft löst die Netzentlastungsmassnahme (Bezugsanpassung oder manueller Lastabwurf) aus.
 - Der Anfordernde ist der Systembetreiber der einen manuellen Lastabwurf nicht voll umfänglich durchführen kann und daher einen Teil davon weiter delegieren muss.
 - Der Ausführende ist der Systembetreiber der den manuellen Lastabwurf durchführen muss.



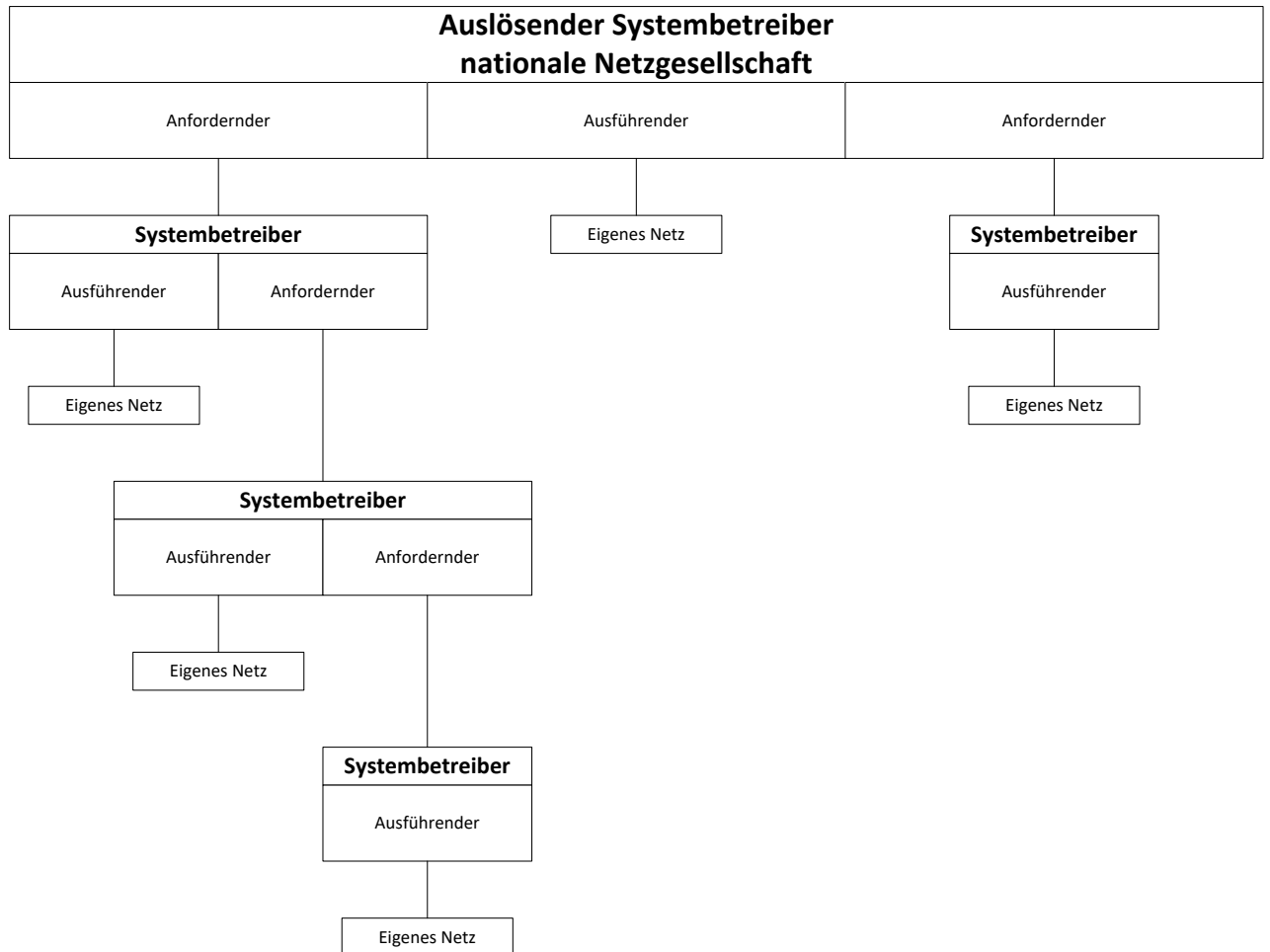


Abbildung 3: Übersicht der Funktionen von Systembetreibern in der Kaskade

6.4 Vorgehen, wenn Massnahmen nicht durchgeführt werden können

- (1) Systembetreiber sind grundsätzlich verpflichtet, alle notwendigen Massnahmen zu ergreifen, um Erfüllungshemmnisse bei der Ausführung einer Kaskade zu vermeiden.
- (2) Ist es einem auszuführenden Systembetreiber nicht möglich, die an ihn gestellten Anforderungen mit eigenen Mitteln oder unter Einbezug der nachgelagerten Systembetreiber umzusetzen, so ist der Grund für dieses Erfüllungshemmnis zu dokumentieren. Das Vorliegen eines Erfüllungshemmnisses muss umgehend dem anfordernden Systembetreiber gemeldet werden.
- (3) Wenn die Massnahme nicht durchgeführt werden kann, entscheidet die nationale Netzgesellschaft über die weiteren Massnahmen und erstellt ggf. eine neue Anforderung.



6.5 Anpassungen der Systemsicherheit

- (1) Die Anforderung und Aufhebung von Massnahmen erfolgt nach der Systematik wie dies beispielhaft in Abbildung 4 dargestellt ist.

Ankündigung vor einer operativen Kaskade

- (2) Der anfordernde Systembetreiber versendet eine Ankündigung an alle direkt nachgelagerten Systemverantwortlichen. Weitere Kommunikation siehe Kapitel 7.4. Die Ankündigung erfolgt schriftlich (z.B. E-Mail) und mündlich mit dem Formular „Ankündigung - Bezugsanpassung“ (Anhang A). Falls möglich erfolgt die Ankündigung mit einer Vorlaufzeit von ca. 2 Stunden vor der Anforderung. Diese Zeit ist zur Erstellung der Bereitschaft aller operativen Stellen in der Kaskade notwendig.
- (3) Die nationale Netzgesellschaft ruft gleichzeitig eine lokale, kritische Netzsituation aus.
- (4) Dabei sind die wichtigsten Punkte der Ankündigung:
 - Information über den erwarteten Zeitpunkt und die Art der Massnahme sowie die voraussichtliche Dauer.
 - Voraussichtlich betroffener Knoten oder Netzgebiet.
 - Information über die Ausprägung der Gefährdung.
 - Wenn möglich eine Abschätzung der Leistungsanpassung in MW (richtungsabhängig).
- (5) Eine allfällige Netzentmaschung ist zwingend durch den zuständigen Systembetreiber zu prüfen, bzw. umzusetzen, um die effektiv abzuschaltende Last auf ein Minimum zu reduzieren.

Anforderung während einer operativen Kaskade

- (6) Der anfordernde Systembetreiber versendet eine Anforderung an alle direkt nachgelagerten Systemverantwortlichen. Weitere Kommunikation siehe Kapitel 7.4. Die Anforderung erfolgt schriftlich und mündlich mit dem Formular „Anforderung – manueller Lastabwurf“ (Anhang B).
- (7) Die wichtigsten Punkte der Anforderung sind:
 - Die betroffenen ein-/ausspeisenden Knoten mit Spannungsebene.
 - Startzeitpunkt für eine auszuführende Massnahme sowie ggf. der voraussichtliche Endzeitpunkt.
 - Information über die Ausprägung der Gefährdung bzw. Angabe zu Ursache (Auswirkung) geben.
 - Konkreter Bedarf der Leistungsanpassung in MW, d.h. es ist immer der IST-Wert (Momentanwert der Leistung) sowie der SOLL-Wert, richtungsabhängig anzugeben. Der Wert der Leistungsanpassung in MW bezieht sich auf die angegebenen Knoten. Der IST-Wert wird unmittelbar vor der Anforderung bestimmt (siehe Kapitel 8.2).
- (8) Reicht diese Anforderung nicht aus, so erfolgt eine zusätzliche Anforderung, siehe Abbildung 4.



6.6 Reaktionszeiten für Umsetzung der Anforderungen

- (1) Die Netzentlastung sollte ab Erhalt der Anforderung durch die nationale Netzgesellschaft innerhalb 30 Minuten umgesetzt werden. Eine Ankündigung an die nach- und vorgelagerten Systembetreiber hat daher immer so früh wie möglich zu erfolgen.
- (2) Überlastungen bzw. Spannungsprobleme sind sehr oft sogenannte „schleichende“ Vorgänge, die sich von einigen Minuten bis zu Stunden hinziehen können. Der Zeitraum im Vorfeld eines manuellen Lastabwurfs (d.h. der Zeitpunkt ab Ankündigung-Bezugsanpassung, Anhang A) ist daher für vorgelagerte, effiziente Gegenmassnahmen, wie im Kapitel 5.1 beschrieben, zu nutzen.

7. Informationsaustausch im Rahmen der Kaskade

7.1 Kommunikationsprozess

- (1) Die Kommunikation findet über die Standard-Kommunikationskanäle zwischen den Leitstellen statt.
- (2) Zur Sicherstellung der operativen Kaskade ist sowohl im Vorfeld der Durchführung der Kaskade als auch während der Durchführung und zur Nachbearbeitung ein Informationsaustausch über alle Stufen der Kaskade notwendig. Es ist von Vorteil, wenn innerhalb der Kaskade der gleiche technische Standard und eine einheitliche Kommunikationsstruktur gewählt wird. Alle Anrufer, Absender und Empfänger müssen eindeutig in der gesamten Kette identifizierbar sein. Ein rechtzeitiger Einbezug von Kommunikationsexperten (Medien und Öffentlichkeit) ist zu prüfen.
- (3) Nach der Durchführung des manuellen Lastabwurfs erstellen alle involvierten Systembetreiber einen Bericht und lassen diesen innert 4 Wochen der nationalen Netzgesellschaft, sowie den involvierten Systembetreibern zukommen.

7.2 Ausfall der Kommunikation

- (1) Bei Ausfall der Datenverbindungen (Fernwirktechnik) können ggf. über Ersatzwertverfahren ein oder mehrere ausgefallene oder gestörte Messwerte berechnet werden.
- (2) Während der Umsetzung des manuellen Lastabwurfs muss davon ausgegangen werden, dass Teile der öffentlichen Kommunikationsverbindungen wegen fehlender Stromversorgung nicht zur Verfügung stehen. Soweit erforderlich und vorhanden sollten ausfallsichere Kommunikationsverbindungen genutzt werden.
- (3) Ausfallsichere Kommunikationsverbindungen können ein zusätzliches übergreifendes Telefon- / Funknetz, z.B. das Polycom (nationale Funksystem der Behörden und Organisationen) sowie Satellitentelefon sein.

7.3 Externer Kommunikationsprozess

- (1) Die betroffenen Netznutzer und die Öffentlichkeit werden durch die nationale Netzgesellschaft oder die ausführenden Systembetreiber informiert.



- (2) Die nationale Netzgesellschaft informiert alle von der Letztmassnahme betroffenen Systembetreiber und die Regulierungsbehörde.
- (3) Die nationale Netzgesellschaft stellt den ausführenden Systembetreiber baldmöglichst Informationen für die externe Kommunikation zur Verfügung.

7.4 Kommunikation mit Bahninfrastrukturen und dem öffentlichen Verkehr

- (1) Alle Massnahmen (Ankündigung, Anforderung und Aufhebung) werden von der nationalen Netzgesellschaft zusätzlich an die Schweizerische Bundesbahnen SBB, 50-Hz-Koordination SBB Areal-Netze (Power Off) gemeldet.
- (2) Betreiber von Infrastrukturen des öffentlichen Verkehrs werden, soweit möglich, durch den jeweiligen Systembetreiber informiert.

8. Umsetzung der Kaskadenmassnahmen

8.1 Allgemein

- (1) Um einen gezielten Lastabwurf im HS-/MS-Netz zu ermöglichen, sind fernsteuerbare Schalter notwendig. Zum einen kann die Lastreduzierung durch das Abschalten in den Netzebenen 3, der Netzebenen 4 oder durch Abschalten von Mittelspannungsabgängen im Unterwerk bzw. Unterstation auf Netzebene 5 erfolgen. Betrifft dieses das strangweise Abschalten von Mittelspannungsfeldern, ist darauf zu achten, dass diese über eine richtungsabhängige Wirkleistungsmessung verfügen.
- (2) Um eine Automatisierung der Ab- und Wiederzuschaltung zu erreichen, kann im Netzleitsystem eine geeignete Funktion für den manuellen Lastabwurf hinterlegt sein. Dabei ist zu beachten, dass zu grosse Lastsprünge bei der Zuschaltung vermieden werden.
- (3) Bei vermaschten Verteilnetzen mit mehreren Einspeisungen ins übergeordnete Netz muss ggf. mehr Endverbraucher abgeworfen werden, damit die Anforderung an der geforderten Übergabestelle eingehalten werden kann.
- (4) Als Hilfe können die schon festgelegten Ausschaltgruppen des automatischen frequenzabhängigen Lastabwurfs dienen ².
- (5) Je nach Netzgebiet und Anschlusspunkten eines Systembetreibers ist eine Lastverschiebung zwischen den Anschlusspunkten in Betracht zu ziehen.

8.2 Ermittlung und Anwendung des Aufteilungsschlüssels

- (1) Im Falle des Eintretens eines Leistungs- bzw. Spannungsproblems im Übertragungsnetz ermittelt die nationale Netzgesellschaft die jeweils notwendige Lastreduktion in MW. Dabei wird ein Aufteilungs-

² ENTSO-E Network Code on Emergency and Restoration, 25.03.2015
https://www.entsoe.eu/Documents/Network%20codes%20documents/NC%20ER/150325_ENTSO-E_NC%20ER_final.pdf



schlüssel in Bezug auf das Systemleistungsdefizit für den Verbrauch angewendet. Die nachgelagerten Systembetreiber in der Kaskade haben mit den direkt nachgelagerten Systembetreibern einen analogen Aufteilungsschlüssel vorgängig festzulegen.

- (2) Der Einsatz eines Aufteilungsschlüssels weist folgende Vorteile auf:
 - Berücksichtigung der tatsächlichen Last.
 - Verbesserung der Wirksamkeit durch Einsatz von Onlinewerten.
- (3) Die Ermittlung von Laständerungen erfolgt auf der Basis von realen oder über Referenzanlagen ermittelten Echtzeitdaten, welche im Netzleitsystem oder andern IT-Systemen der ausführenden Systembetreiber zur Verfügung stehen.

8.3 Dokumentation und Reporting

- (1) Ein manueller Lastabwurf muss nach jeder Auslösung im Detail dokumentiert werden. Dabei sind zwecks Nachvollziehbarkeit folgende Informationen schriftlich festzuhalten:
 - Vorbereitende Massnahmen bezüglich Bezugsanpassung.
 - Grund der Anforderung.
 - Allfällig vorhandene Vorinformationen bez. eines später anstehenden Lastabwurfs.
 - Bereits vorgängig ausgelöste Massnahmen.
 - Grund für die allfällige Nicht-Auslösung vorgängiger Massnahmen.
 - Genauer Zeitpunkt der Anforderung.
 - Genauer Zeitpunkt, Ort und Volumen des Lastabwurfs.
 - Dauer der Lastabschaltung.
 - Massnahmen zu Wiederherstellung eines sicheren Betriebs einschliesslich der Inbetriebnahme der abgeworfenen Lasten.
 - Abweichungen in der Bilanzgruppe bzw. Fahrpläne der Erzeugungsanlagen

9. Schulung und Training

- (1) Parallel zur Umsetzung des manuellen Lastabwurfs müssen gemeinsame Übungen und Trainings zwischen der nationalen Netzgesellschaft und den am Übertragungsnetz direkt angeschlossenen Systembetreibern durchgeführt werden. Eine Hauptkomponente des Trainings ist dabei der Netzsimulator der nationalen Netzgesellschaft. Zusätzlich sind regelmässige Übungen zwischen den Netzleitstellen unter Betrachtung verschiedener Netzlastungssituationen durchzuführen. Die Trainings werden regelmässig durch die nationale Netzgesellschaft organisiert.



10. Systembetreiber der Netzebene 2 bis 7 als auslösende Stelle

- (1) Auch Systembetreiber in der Netzebene 2 bis 7 können die auslösende Stelle für einen manuellen Lastabwurf in ihrem Netzgebiet sein. Anwendungsfälle dafür sind zum Beispiel regionale oder lokale Überlastungen bzw. eine Spannungsinstabilität oder ein Spannungskollaps. In diesem Fall entscheidet der betroffene Systembetreiber selbst, ob ein manueller Lastabwurf gemäss den Prozessen und Vorgaben dieses Branchendokuments (Kaskadenprinzip, Informationsaustausch, Umsetzung der Massnahmen, Schulung) erfolgen soll.



Anhang A, Formulare (Umsetzungsvorschlag)

Absender:

Netzleitstelle xxx

Ansprechpartner xxx

Tel: +41 xx

Fax: +41 xx

E-Mail: muster@muster.ch

Ort und Datum

An: Systembetreiber xx



Durchführung von Massnahmen „manueller Lastabwurf gemäss VSE Dokument „MLS-CH2019“ bei nachgelagerten Systembetreiber bzw. Systemverantwortlichen.

Version: *Datum / Uhrzeit*

Vom anfordernden Systembetreiber auszufüllen

Mögliche Gefährdung	Text
Voraussichtlich betroffener Knoten oder Netzgebiet	Text
Mögliches Zeitfenster	Text
Angestrebte Entlastung	MW
Bemerkungen	Text



Anhang B, Formulare (Umsetzungsvorschlag)

Absender:

Netzleitstelle xxx

Ansprechpartner xxx

Tel: +41 xx

Fax: +41 xx

E-Mail: muster@muster.ch

Ort und Datum

An: Systembetreiber

	ANFORDERUNG Manueller Lastabwurf	
--	---	--

Durchführung von Massnahmen „manueller Lastabwurf gemäss VSE Dokument „MLS-CH2019“ bei nachgelagerten Systembetreiber bzw. Systemverantwortlichen.

Version: *Datum / Uhrzeit*

Vom anfordernden Systembetreiber auszufüllen

Gefährdung	Text		
Betroffenes Netzgebiet	Text		
Knotenname mit Spannungsebene	Text		
Umfang der Anpassung	IST MW	
	SOLL MW	
	Differenz MW	Abschaltung / Zuschaltung (wahlweise)
Bemerkungen	Text		
Zeitpunkt des Beginnes der Anpassung	hh:min		
Zeitpunkt des voraussichtlichen Endes der Anpassung	hh:min		
Gründe für die Anpassung	Text		



Anhang C, Formulare (Umsetzungsvorschlag)

Absender:

Netzleitstelle xxx

Ansprechpartner xxx

Tel: +41 xx

Fax: +41 xx

E-Mail: muster@muster.ch

Ort und Datum

An: Systembetreiber



Durchführung von Massnahmen „manueller Lastabwurf gemäss VSE Dokument „MLS-CH2019“ bei nachgelagerten Systembetreiber bzw. Systemverantwortlichen.

Version: *Datum / Uhrzeit*

Vom anfordernden Systembetreiber auszufüllen

Betroffenes Netzgebiet Text

Bemerkungen Text

Endpunkt aller Anpassung hh:min

Gründe für die Anpassung Text

