



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr,
Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Umwelt BAFU

Bern, 14. Mai 2025

Prüfbericht

Umweltauswirkungen von Notstromgruppen bei einer Strommangellage

Aktenzeichen: BAFU-317.14-07-59468/6/8

Inhalt

1	Zusammenfassung	3
2	Ausgangslage	4
2.1	Prüfauftrag.....	5
2.2	Zielsetzung.....	5
2.3	Vorgehensweise.....	5
3	Datengrundlage und Datenqualität	6
3.1	Ausgangslage.....	6
3.2	Ausnahmebestimmungen in Bewirtschaftungsmassnahmen.....	7
3.3	Weitere Abgrenzungen.....	7
3.4	Fazit.....	7
4	Szenarien	8
4.1	Szenario S1: Auslastung 50h.....	8
4.2	Szenario S2: Blackout.....	9
4.3	Szenario S3a: Zyklische Netzabschaltungen 33 %.....	10
4.4	Szenario S3b: Zyklische Netzabschaltungen 50 %.....	11
4.5	Szenario S4a: Kontingentierung «mittel».....	12
4.6	Szenario S4b: Kontingentierung «hoch».....	13
4.7	Szenario S5: Sofortkontingentierung.....	13
5	Umweltauswirkungen	14
5.1	Emissionen bei Strommangellage nach Szenarien.....	14
	Exkurs: Umweltauswirkungen infolge Verhinderung einer Mangellage mit den Instrumenten Wasserkraftreserve, Reservekraftwerke und gepoolte Notstromgruppen.....	17
6	Massnahmen zur Reduktion der Umweltauswirkungen	18
6.1	Technische Massnahmen.....	18
6.2	Betriebliche Massnahmen.....	20
6.3	Bewertung der Massnahmen.....	20
7	Fazit	21
8	Anhang	22
8.1	Übersicht zu den Szenarien.....	22
8.2	Berechnungsmethodik.....	24

1 Zusammenfassung

Beim Einsatz von Notstromgruppen im Falle von Netzabschaltungen sowie im Falle von Sofortkontingentierung und Kontingentierung ist mit erheblichen Mehremissionen von Luftschadstoffen (u. a. Stickoxide, Kohlenmonoxid und Feinstaub) zu rechnen, die zu hohen Schadstoffbelastungen in der Umgebung der Anlagen führen können. Gleichzeitig werden zusätzliche Emissionen von Treibhausgasen verursacht. Die Sofortkontingentierung und die Kontingentierung betrifft einzig Grossverbraucher mit einem Jahresverbrauch von mindestens 100 Megawattstunden (MWh). Netzabschaltungen betreffen alle Verbraucher.

Aufgrund dessen hat der Bundesrat das UVEK (BAFU) am 22. September 2023 beauftragt, *in Zusammenarbeit mit dem WBF (BWL) zu prüfen, wie bei einer Strommangellage die Umweltauswirkungen aufgrund der vorgesehenen Lockerungen von Umweltvorschriften für Notstromgruppen beziffert und soweit möglich reduziert werden können.*

Dafür wurden Szenarien bezüglich des Einsatzes von Notstromgruppen definiert und darauf basierend die Umweltauswirkungen in Form von Emissionen berechnet, die bei Lockerungen von Umweltvorschriften für Notstromgruppen bei einer Strommangellage erwartet werden. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die vorhandene Datengrundlage nur eine grobe Abschätzung der Emissionen ermöglichte.

In Tabelle 1 sind die Emissionen an Stickoxiden (NO_x), Kohlenmonoxid (CO), Feinstaub (PM₁₀) und Kohlendioxid (CO₂) je Szenario zusammengefasst. Die Emissionen der verschiedenen Szenarien betragen im Vergleich zu den Basisemissionen (Emissionen in der Normallage, Stand 2022) zwischen rund 70 % und 700 %.

Tabelle 1: Emissionen an Stickoxiden (NO_x), Kohlenmonoxid (CO), Feinstaub (PM₁₀) und Kohlendioxid (CO₂) im Jahr 2022 (Basis, durchschnittlich 13 Betriebsstunden pro Anlage) und Emissionen dieser Luftschadstoffe und Treibhausgase je nach Szenario¹

Szenario	NO _x [t]	CO [t]	PM ₁₀ [t]	CO ₂ [t]
Basis (13 h)	378	57	6	30'416
S1 (50 h)	1'197	179	20	96'352
S2 (Blackout)	598	89	11	48'124
S3a (Zyklische Netzabschaltung 33 %)	1'815	272	34	146'104
S3b (Zyklische Netzabschaltung 50 %)	2'085	312	38	167'821
S4a (Kontingentierung «mittel»)	1'129	169	23	90'851
S4b (Kontingentierung «hoch»)	2'143	321	43	172'533
S5 (Sofortkontingentierung)	256	38	5	20'574

Als technische Massnahmen zur Reduktion dieser Umweltauswirkungen wären je nach aktuell eingesetzter Abgastechnologie einer Notstromgruppe zwei Massnahmen möglich. Die technische Aufrüstung in Form einer «Nachrüstung der Anlage mit einem Diesel-Partikelfilter» einerseits zielt auf eine Reduktion der Emissionen an Feinstaub (PM₁₀) ab. Die Emissionen an Stickoxiden (NO_x) könnten andererseits durch «Nachrüstung der Anlage mit einer Entstickungsanlage (SCR²)» reduziert werden. Das Reduktionspotential läge für Feinstaub (PM₁₀) bei rund 90 %, für **Stickoxide** (NO_x) – abhängig von der eingesetzten Technologie – bei 60 bis 80 %.

Als betriebliche Massnahme wäre die zeitliche Einschränkung der Betriebsdauer für entweder alle Notstromgruppen oder diejenigen ausgewählter Branchen denkbar. Das Potential dieser Massnahme zur Reduktion der Mehremissionen ist abhängig von der gewählten Einschränkung der Betriebsdauer für die jeweiligen Notstromgruppen. Damit ginge eine Verringerung der Flexibilität für die Betreiber einher. Aufgrund der als unsicher eingeschätzten Datenlage und der damit einhergehenden, fehlenden Abgren-

¹ Die Szenarien werden in Kapitel 4 im Detail beschrieben.

² Die Abkürzung «SCR» steht für *Selective Catalytic Reduction* und bezeichnet einen Katalysator zur Entstickung der Abgase.

zungsmöglichkeiten zwischen den einzelnen Branchen, gepaart mit der Tatsache, dass Einschränkungen der Betriebsdauer der Absicht widersprechen, den betroffenen Betrieben im Falle einer Strommangellage höhere Flexibilität einzuräumen, wird diese Massnahme als nicht zielführende eingeschätzt.

2 Ausgangslage

Der Bund stellt die Versorgung des Landes mit lebenswichtigen Gütern und Dienstleistungen in schweren Mangellagen sicher und trifft vorsorgliche Massnahmen (Art. 102 BV). Das Bundesgesetz über die wirtschaftliche Landesversorgung³ definiert in Artikel 4 diese lebenswichtigen Güter und Dienstleistungen. Dazu gehören insbesondere auch Energieträger und die Übertragung und Verteilung von Energieträgern und Energie.

In einer schweren Strommangellage im Sinne der wirtschaftlichen Landesversorgung (WL) befindet sich die Schweiz, wenn Angebot und Nachfrage von Elektrizität aufgrund eingeschränkter Produktions-, Übertragungs- und/oder Import-Kapazitäten während mehrerer Tage, Wochen oder Monaten nicht im Einklang stehen, und die Wirtschaft diese Mangellage nicht mit eigenen Mitteln bewältigen kann. Für die Bewältigung einer schweren Strommangellage stehen dem Bundesrat verschiedene wirtschaftliche Interventionsmassnahmen (Bewirtschaftungsmassnahmen) gestützt auf das Landesversorgungsgesetz zur Verfügung. Diese können alleinstehend oder in Kombination mit anderen Bewirtschaftungsmassnahmen verwendet werden.

In der Schweiz haben über 34 000 Endverbraucher die Möglichkeit, ihren Strom am freien Markt zu beziehen. Voraussetzung für den freien Marktzugang ist ein Jahresverbrauch von mindestens 100 Megawattstunden (MWh). Die Bewirtschaftungsmassnahmen *Kontingentierung* und *Sofortkontingentierung* richten sich an diese Grossverbraucher. Der Kontingentierungssatz gibt in Prozent an, wie gross der während einer bestimmten Periode zulässige Verbrauch elektrischer Energie in Bezug auf die normalerweise verbrauchte Menge (Referenzmenge) ist. Beispielsweise wäre der Kontingentierungssatz 85 Prozent, falls von den kontingentierten Grossverbrauchern eine Einsparung von 15 Prozent verlangt werden muss. Beim Kontingentierungssatz handelt es sich daher nicht um die direkte Einsparung in Prozent, sondern um den Anteil der Menge elektrischer Energie in Bezug auf die Referenzmenge, welche während der bestimmten Periode verbraucht werden darf.

Die *Kontingentierung* zeichnet sich dadurch aus, dass die Kontingente dem Grossverbraucher basierend auf seinem historischen Verbrauch pro Kalendermonat berechnet und mittels Verfügung schriftlich zugestellt werden. Durch diese Vorgehensweise erhält der Grossverbraucher eine klare und verbindliche Vorgabe mit der Möglichkeit, das verfügte Kontingent aus betrieblicher Sicht möglichst gut im Monatsverlauf einzusetzen.

Die Bewirtschaftungsmassnahme *Sofortkontingentierung* basiert auf derselben Grundidee wie die Kontingentierung. Sie unterscheidet sich von der Kontingentierung allerdings bezüglich des Vorgehens, zeitlicher Umsetzbarkeit und Flexibilität der Grossverbraucher. Bei der Sofortkontingentierung wird im Gegensatz zur Kontingentierung das Kontingent pro Verbrauchsstätte durch den Grossverbraucher nach einfachen Grundsätzen tagesscharf selbst berechnet. Die Sofortkontingentierung ist dadurch innerhalb von wenigen Tagen einsetzbar (bei der Kontingentierung ist ca. ein Monat Vorlaufzeit notwendig) und ermöglicht aufgrund der Umsetzung auf Tagesbasis eine sofort wirksame Reduktion des Stromverbrauchs. Damit ist die Flexibilität der Grossverbraucher bei der Verwendung des Kontingents eingeschränkt, da dieses im Gegensatz zur Kontingentierung nicht über einen längeren Zeitraum beliebig genutzt werden kann.

Grundsätzlich sind keine Ausnahmeregelungen bei der *Kontingentierung* bzw. *Sofortkontingentierung* vorgesehen. Falls die Bewirtschaftungsmassnahmen die Betreiber von Infrastrukturen, die für die Versorgung des Landes mit lebenswichtigen Gütern und Dienstleistungen zuständig sind, jedoch zu stark einschränken, können spezifische Branchenlösungen erforderlich sein. Eine branchenspezifische Strombewirtschaftung existiert derzeit für den öffentlichen Verkehr und den Güterverkehr auf der Schiene, die Telekommunikation sowie für Abwasserreinigungsanlagen. Zudem gelten Ausnahmebestimmungen für die Armee.

Als letzte mögliche Bewirtschaftungsmassnahme zur Verbrauchlenkung stehen zyklische *Netzabschaltungen* zur Verfügung, um die Stromversorgung auf reduziertem Niveau aufrechtzuerhalten. Dabei werden im gesamten Schweizer Elektrizitätsnetz rotierend Teilnetzgebiete abgeschaltet. Gewisse Endver-

³ Bundesgesetz über die wirtschaftliche Landesversorgung (Landesversorgungsgesetz, LVG; SR 531)

braucher, welche die Versorgung mit lebenswichtigen Gütern und Dienstleistungen gewährleisten, können von der Netzabschaltung ausgenommen werden, sofern bestimmte technische Voraussetzungen gegeben sind (betrifft nur Einzelfälle).

Für Notstromgruppen gelten nach der Luftreinhalte-Verordnung⁴ (LRV) gegenüber regulären stationären Verbrennungsmotoren weniger strenge Vorgaben, da sie als Rückfallebene für ungeplante Stromunterbrüche und nicht für den dauerhaften Betrieb zur Verfügung stehen sollen. So ist der Einsatz von Notstromgruppen grundsätzlich nur bei ungeplanten Stromunterbrüchen unabhängig von der jährlichen Betriebsdauer erlaubt. Ansonsten ist der Betrieb auf 50 Stunden pro Jahr zu Testzwecken begrenzt.

Die vorbereiteten Verordnungsentwürfe sehen deshalb für die Dauer der Kontingentierung, Sofortkontingentierung und Netzabschaltung vor, gewisse Umweltvorgaben der Luftreinhalte-Verordnung für stationäre Notstromgruppen, unabhängig von deren jährlichen Betriebsdauer, als nicht anwendbar zu erklären. Ebenfalls sollen kantonale und kommunale Bestimmungen, insbesondere in den Bereichen Abwärmenutzung, Luftreinhaltung, Lärmschutz und Betriebsdauerbegrenzungen, welche im Widerspruch zu den Verordnungsentwürfen stehen, für die Dauer der Bewirtschaftungsmassnahme als nicht anwendbar erklärt werden. Mit dieser Lockerung der Vorschriften soll einerseits den Unternehmen, insbesondere auch Betreibern kritischer Infrastrukturen, in einer bereits sehr schwierigen Lage eine gewisse Flexibilität gewährt werden. Die Lockerungen von Umweltvorschriften gelten allerdings jeweils nur für Endverbraucher, die von den genannten Bewirtschaftungsmassnahmen direkt betroffen sind. Im Rahmen der branchenspezifischen Strombewirtschaftung (Telekommunikation, öffentlicher Verkehr, Abwasserreiniigungsanlagen, Armee) werden keine Umweltbestimmungen für nicht anwendbar erklärt.

2.1 Prüfauftrag

Beim Einsatz von Notstromgruppen im Falle von Netzabschaltungen sowie im Falle von Sofortkontingentierung und Kontingentierung, ist mit erheblichen Mehremissionen von Luftschadstoffen (u. a. Stickoxide, Kohlenmonoxid und Feinstaub) zu rechnen, die zu hohen Schadstoffbelastungen in der Umgebung der Anlagen führen können. Gleichzeitig werden zusätzliche Emissionen von Treibhausgasen verursacht. Die Sofortkontingentierung und die Kontingentierung betrifft einzig Grossverbraucher mit einem Jahresverbrauch von mindestens 100 Megawattstunden (MWh). Netzabschaltungen betreffen alle Verbraucher.

Aufgrund des Antrags des WBF vom 22. September 2023 hat der Bundesrat an seiner Sitzung vom 29. September 2023 beschlossen, dem UVEK folgenden Prüfauftrag zu erteilen:

12. Das UVEK (BAFU) wird beauftragt in Zusammenarbeit mit dem WBF (BWL) bis Ende 2024 zu prüfen, wie bei einer Strommangellage die Umweltauswirkungen aufgrund der Lockerungen von Umweltvorschriften für Notstromgruppen beziffert und soweit möglich reduziert werden können.

2.2 Zielsetzung

Der Prüfauftrag umfasst einerseits das Beziffern der Umweltauswirkungen, die aufgrund der vorgesehenen Lockerungen von Umweltvorschriften für Notstromgruppen bei einer Strommangellage auftreten können. Andererseits sollen mögliche Massnahmen für die Reduktion der Umweltauswirkungen aufgezeigt werden. Der Bericht dient dem Bundesrat als zusätzliche Informations- und Entscheidungsgrundlage im Falle einer schweren Strommangellage.

2.3 Vorgehensweise

In einem ersten Schritt wurden Szenarien bezüglich des Einsatzes von Notstromgruppen definiert (Kapitel 4). In einem zweiten Schritt wurden basierend auf diesen Szenarien die Umweltauswirkungen in Form von Emissionen berechnet, die gestützt auf die beschriebenen Annahmen bei Eintreten dieser Szenarien erwartet werden können (Kapitel 5). Diese Emissionen werden mit den erwarteten Basis-Emissionen aller Branchen in der Normallage (durchschnittlich 13 Betriebsstunden pro Anlage) verglichen. Davon abgeleitet werden die abgeschätzten direkten Konsequenzen der Lockerung der Umweltvorschriften für Notstromgruppen im Falle einer Strommangellage (betrifft die Szenarien S3a-S5). Zu Vergleichszwecken werden zusätzlich ein Szenario mit den Emissionen aller Notstromgruppen und einer

⁴ Luftreinhalte-Verordnung (LRV; SR 814.318.142.1)

Betriebsdauer von 50 Stunden (Szenario S1) sowie ein Szenario «Blackout» (Szenario S2) ausgewiesen. In Kapitel 6 werden anschliessend Massnahmen zur Reduktion dieser Umweltauswirkungen vorgeschlagen.

3 Datengrundlage und Datenqualität

3.1 Ausgangslage

Für die in Kapitel 5 zu berechnenden Umweltauswirkungen wurde hauptsächlich auf die verfügbaren Daten aus dem «Emissionsinventar stationäre Motoren und Gasturbinen⁵» des BAFU abgestützt. Das Emissionsinventar unterscheidet zwischen drei Anlagentypen:

1. Generatoren ohne Abwärmenutzung (Notstromgruppen)
2. Kleine WKK-Anlagen (Wärme-Kraft-Kopplung)
3. Grosse Anlagen (Gasturbinen und kombinierte Gas- und Dampfturbinen)

Der Fokus dieses Prüfberichts liegt auf Anlagentyp 1, den Notstromgruppen. Das Emissionsinventar schätzt deren Bestand, installierte Inputleistung und Endenergieverbrauch aufgeteilt in Feuerungswärmeleistungsklassen (FWL-Klassen⁶) im Jahr 2022 wie folgt ein:

Tabelle 2: Bestand, Betriebsstunden, installierte Inputleistung und Endenergieverbrauch nach FWL-Klasse im Jahr 2022

FWL-Klasse	Anzahl Aggregate	Betriebsstunden [h]	Ø Betriebsstunden pro Aggregat [h]	Installierte Inputleistung [MW]	Ø Inputleistung pro Aggregat [MW]	Endenergieverbrauch [GJ]
<100 kW	994	9'815	10	55	0.06	1.4
100 - 1000 kW	2'800	36'101	13	986	0.35	32.0
1 - 5 MW	1'979	26'242	13	4'544	2.30	151.8
5 - 20 MW	683	12'868	19	4'791	7.01	227.5
Summe / Ø	6'456	85'026	13	10'376	1.61	412.7

Die Datenqualität des Mengengerüsts der Notstromgruppen wird vom BAFU als unsicher eingeschätzt. Der Gesamtbestand und auch die Leistungsverteilung basieren auf einer begrenzten Stichprobe aus dem Jahr 2019. Die niedrigen Betriebsstunden erscheinen hingegen als belastbar. Nicht betrachtet werden die Emissionen von mobilen⁷ Notstromgruppen sowie von stationären Verbrennungsmotoren, die im Vergleich zu stationären Notstromgruppen strengeren lufthygienischen Anforderungen genügen müssen⁸.

Aufgrund potentiell drohender Strommangellagen haben Unternehmen in den letzten Jahren verstärkt in Rückfallebenen wie bspw. Notstromgruppen investiert. Diese sind in der zur Verfügung stehenden Datengrundlage nicht abgebildet. Anlagen, die in die ergänzende Reserve gemäss der Winterreserververordnung⁹ aufgenommen wurden, sind im Emissionsinventar nicht separat erkennbar. Zudem kann nicht ausgewiesen werden, welche Notstromgruppen für einen Parallelbetrieb ausgelegt und zugelassen sind, was in vielen Fällen Voraussetzung dafür ist, dass diese bei Sofort-/Kontingentierung eingesetzt werden können.

Die bei der Stichprobe ausgewerteten Dossiers, die beim Bundesamt für Zoll und Grenzsicherheit BAZG für Verwendungsverpflichtungen von Heizöl extraleicht (HEL) für stationäre Stromgeneratoren ohne Abwärmenutzung (Notstromgruppen) hinterlegt sind, erlaubten eine grobe Abschätzung der Branchenzugehörigkeit. Die nachfolgende Tabelle zeigt das Mengengerüst nach Branche im Jahr 2022. Es ist zu

⁵ Emissionsinventar stationäre Motoren und Gasturbinen – Basisjahr 2019 und Zeitreihe 1990-2060. Infrac, 2022. Im Auftrag des Bundesamts für Umwelt, Bern. Abrufbar unter: [Stationäre Motoren und Gasturbinen als Luftschadstoffquelle \(admin.ch\)](#)
⁶ Die Feuerungswärmeleistung bezeichnet die Wärmeenergie, die einer Anlage pro Zeiteinheit maximal zugeführt werden kann. Sie wird errechnet, indem der Brennstoffverbrauch der Anlage mit dem unteren Heizwert des Brennstoffes multipliziert wird (Anh. 1 Ziff. 24 LRV)
⁷ Mobile Maschinen und Geräte, dazu gehören auch mobile Notstromgruppen, müssen den Anforderungen der Verordnung (EU) 2016/1628 der Europäischen Union (Abgasnorm «Stufe V») entsprechen.
⁸ Gemäss Anh. 2 Ziff. 82 LRV. Für (stationäre) Notstromgruppen gelten erleichterte Anforderungen gemäss Anh. 2 Ziff. 827 bzw. 837 LRV.
⁹ Verordnung über die Errichtung einer Stromreserve für den Winter (Winterreserververordnung, WRResV; SR 734.722)

bemerken, dass eine klare Abgrenzung der verschiedenen Branchen schwierig ist und aufgrund der Datenlage grosse Unsicherheit besteht, wie viele Notstromgruppen tatsächlich in welcher Branche genutzt werden.

Die Lockerung der Umweltvorschriften bei den Bewirtschaftungsmassnahmen Kontingentierung und Sofortkontingentierung gelten nur für Grossverbraucher. Da die vorhandene Datengrundlage eine entsprechende Differenzierung nicht zulässt, werden zur Berechnung der Emissionen alle Notstromgruppen ausgewählter Branchen betrachtet. Dies kann deshalb zu einer Überschätzung der Emissionen bei den Szenarien betreffend Kontingentierung und Sofortkontingentierung führen (Szenarien S4a-S5).

Tabelle 3: Mengengerüst nach Branche im Jahr 2022

Branche	Anzahl Aggregate
Bauunternehmung	113
Dienstleistungen	999
Elektrizitätswerk/Kraftwerk	98
Immobilien/Verwaltung	17
Industrie/Gewerbe	553
Land-/Forstwirtschaft	805
Restaurant/Hotel	90
Schausteller/Zirkus/Vergnügungsbetriebe	32
Spital/Altersheim	391
Transportunternehmung	37
Öffentliche Hand	2'418
Übrige	903
Total	6'456

3.2 Ausnahmebestimmungen in Bewirtschaftungsmassnahmen

Wie im Kapitel 2 ausgeführt, werden gewisse Grossverbraucher von der Kontingentierung und der Sofortkontingentierung ausgenommen, da sie einer branchenspezifischen Bewirtschaftung unterliegen. Diese Grossverbraucher profitieren entsprechend auch nicht von den Lockerungen der Umweltvorschriften betreffend Betrieb ihrer Notstromgruppen. Dadurch werden die mit einer Lockerung der Umweltvorschriften verbundenen potentiellen Emissionen gesenkt. Aufgrund der fehlenden Datengrundlage kann dieser Effekt im vorliegenden Bericht nicht berücksichtigt werden.

Dasselbe gilt auch für die ebenfalls im Kapitel 2 ausgeführten Ausnahmen von Netzabschaltungen. Auch hier fehlt die Datengrundlage, um die damit verbundenen Minderemissionen auszuweisen.

3.3 Weitere Abgrenzungen

Eine schwere Strommangellage, die nur mit dem Einsatz von Bewirtschaftungsmassnahmen bewältigt werden kann, ist mit einem Einbruch der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit verbunden. Je stärker der Stromverbrauch reduziert werden muss, desto grösser ist auch der Einfluss auf die Wirtschaft. Im Falle von Netzabschaltungen werden beispielsweise viele Industriebetriebe ihre Produktion nicht mehr aufrechterhalten können. Die entsprechenden Minderemissionen (Reduktion von Produktion und Transportlogistik) werden in vorliegendem Bericht nicht berücksichtigt.

Abhängig von der Dauer der Bewirtschaftungsmassnahmen sowie der Dimensionierung der Treibstoffvorräte ist mit Emissionen durch die Treibstofflogistik zu rechnen. Die entsprechenden Mehremissionen werden in vorliegendem Bericht nicht berücksichtigt.

3.4 Fazit

Aufgrund der oben dargelegten Gründe erlauben die vorhandene Datengrundlage und die fehlenden Abgrenzungsmöglichkeiten nur eine grobe Abschätzung der Grössenordnung der Umweltauswirkungen. Die grösste Unsicherheit besteht dabei bei den Szenarien, welche die Kontingentierung und Sofortkontingentierung betrachten.

4 Szenarien

Damit die Grössenordnung der Umweltauswirkungen beziffert werden konnte, wurden von der Wirtschaftlichen Landesversorgung (WL) in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) die für die Berechnungen erforderlichen Szenarien definiert.

Für die Szenarien mussten verschiedene Annahmen getroffen werden. Diese lassen sich in die nachfolgend aufgeführten Teilbereiche untergliedern:

- a) **Zeitspanne** des entsprechenden Szenarios
- b) **Treibstofflogistik** als möglicher limitierender Faktor
- c) **Potentiell betroffene Notstromgruppen** gemäss «Emissionsinventar stationäre Motoren und Gasturbinen¹⁰» des BAFU (Emissionsinventar BAFU)
- d) **Durchschnittliche Betriebsdauer** der Notstromgruppen in jeweils drei oder vier Anwendungsfällen
- e) **Branchenzuordnung** für die bezeichneten Anwendungsfälle

Für jedes im Folgenden beschriebene Szenario wurden die oben erwähnten Aspekte abgewogen und die entsprechenden Annahmen definiert. Die Annahmen zur durchschnittlichen Betriebsdauer sind grobe Abschätzungen und berücksichtigen, dass gewisse Unternehmen und Institutionen im Bewirtschaftungsfall ihre Notstromgruppen durchgehend betreiben, sofern die Treibstofflogistik sichergestellt ist, andere nur zeitweise und manche komplett auf deren Einsatz verzichten. Da in gewissen Branchen (bspw. Industrie/Gewerbe oder Restaurant/Hotel) mehr als fünf Werktage üblich sind, wird in einzelnen Szenarien von 25 Werktagen ausgegangen. Daraus resultierte die für die Berechnung der Umweltauswirkungen erforderliche Anzahl Betriebsstunden der Notstromgruppen pro Branche bzw. Branchengruppe je Szenario.

Ein Überblick über alle Szenarien sowie deren zugrunde liegenden Annahmen gibt Tabelle 5 im Anhang. In den nachfolgenden Unterkapitel 4.1 bis 4.7 werden die in den einzelnen Szenarien getroffenen Annahmen näher erläutert.

4.1 Szenario S1: Auslastung 50h

a) Zeitspanne

Das Szenario S1 «Auslastung 50h» erstreckt sich über eine Zeitspanne von rund 2 Tagen bzw. 50 Stunden.

b) Treibstofflogistik

Die Treibstofflogistik stellt kein limitierender Faktor dar.

c) Potentiell betroffene Notstromgruppen

Es könnten potentiell alle Notstromgruppen gemäss Emissionsinventar BAFU zum Einsatz kommen.

d) Durchschnittliche Betriebsdauer

Alle Betreiber von Notstromgruppen betreiben diese während 24 Stunden über die gesamten rund 2 Tage. Dies entspricht einem Betrieb von 50 Stunden.

¹⁰ Siehe Fussnote 5

e) **Branchenzuordnung**

Es erfolgt keine Branchenzuordnung, alle Notstromgruppen sind in Betrieb.

Bemerkungen

Für Notstromgruppen, die während höchstens 50 Stunden pro Jahr betrieben werden, gelten nach der LRV gegenüber regulären stationären Verbrennungsmotoren erleichterte Anforderungen. Diese 50 Betriebsstunden ermöglichen die periodisch notwendigen Testläufe. Das Szenario S1 «Auslastung 50h» dient deshalb als Vergleich mit den Szenarien S3a bis S5.

4.2 Szenario S2: Blackout

a) **Zeitspanne**

Das Szenario S2 «Blackout» erstreckt sich über eine Zeitspanne von 3 Tagen bzw. 72 Stunden. Dies entspricht einer teilweise möglichen Betriebsdauer der Notstromgruppen ohne Treibstoffnachschub.

b) **Treibstofflogistik**

Die Treibstofflogistik stellt demnach kein limitierender Faktor dar.

c) **Potentiell betroffene Notstromgruppen**

Es könnten potentiell alle Notstromgruppen gemäss Emissionsinventar BAFU zum Einsatz kommen.

d) **Durchschnittliche Betriebsdauer**

Es werden drei Anwendungsfälle unterschieden:

1. Betreiber von vorwiegend kritischen Infrastrukturen wie bspw. Leitzentralen, Rechenzentren u.ä. betreiben die Notstromgruppen während 24 Stunden über die gesamten 3 Tage. Dies entspricht einem Betrieb von 72 Stunden über die gesamte Zeitspanne des Blackouts.
2. Zur Erledigung gewisser Aktivitäten, wie bspw. in landwirtschaftlichen Betrieben, werden gewisse Notstromgruppen sporadisch während 4 Stunden pro Tag betrieben. Dies entspricht einem Betrieb von 12 Stunden über die gesamte Zeitspanne des Blackouts.
3. Notstromgruppen von gewissen Branchen, u.a. Industriebetrieben, werden gar nicht erst in Betrieb genommen, da die Betriebsprozesse trotz Notstromgruppen nicht aufrechterhalten werden könnten. Dies weil die Dimensionierung der Notstromgruppen lediglich für gewisse Anwendungsfälle erfolgte, jedoch nicht für einen Komplettausfall der Stromversorgung. Ebenfalls wurden die Treibstoffvorräte nur für kurze Unterbrüche dimensioniert. Aus diesen Gründen wird kein Betrieb (0 Stunden) angenommen.

e) **Branchenzuordnung**

Den bezeichneten Anwendungsfällen werden folgende Branchen zugeordnet:

1. Elektrizitätswerk/Kraftwerk, Dienstleistungen (u.a. Rechenzentren), Spital/Altersheim
2. Immobilien/Verwaltung, Land-/Forstwirtschaft, Restaurant/Hotel, Transportunternehmung, Öffentliche Hand (u.a. Notstromgruppen in Zivilschutzanlagen), Übrige
3. Bauunternehmung, Industrie/Gewerbe, Schausteller/Zirkus/Vergnügungsbetriebe

Bemerkungen

Dieses Szenario dient als Vergleichsszenario. Der Einsatz von Notstromgruppen ist bei ungeplanten Stromunterbrüchen unabhängig von der jährlichen Betriebsdauer erlaubt und bedarf keiner Lockerung der Umweltvorschriften durch den Bundesrat (siehe auch Kapitel 2). Im Sinne eines Worst-Case-Szenarios wird der Blackout während den Werktagen angenommen.

4.3 Szenario S3a: Zyklische Netzabschaltungen 33 %

a) Zeitspanne

Das Szenario S3a «Zyklische Netzabschaltungen 33 %» beinhaltet während einem Drittel der Zeit eine entsprechende Reduktion des Stromverbrauchs um ca. 33 % und erstreckt sich über eine Zeitspanne von 14 Tagen.

b) Treibstofflogistik

Die Treibstofflogistik kann in diesem Szenario ein limitierender Faktor darstellen.

c) Potenziell betroffene Notstromgruppen

Es könnten potentiell alle Notstromgruppen gemäss Emissionsinventar BAFU zum Einsatz kommen.

d) Durchschnittliche Betriebsdauer

Es werden vier Anwendungsfälle unterschieden:

1. Betreiber von vorwiegend kritischen Infrastrukturen wie bspw. Leitzentralen, Rechenzentren u.ä. betreiben die Notstromgruppen während 16 Stunden pro Tag über die gesamten 14 Tage. Dies entspricht einem Betrieb von 224 Stunden über die gesamte Zeitspanne der Netzabschaltungen.
2. Zur Überbrückung werden gewisse Notstromgruppen nur tagsüber und an Werktagen während 4 Stunden betrieben. Dies entspricht einem Betrieb von 40 Stunden über die gesamte Zeitspanne der Netzabschaltungen.
3. Zur Erledigung gewisser Aktivitäten, wie bspw. in landwirtschaftlichen Betrieben, werden gewisse Notstromgruppen sporadisch während 2 Stunden pro Tag betrieben. Dies entspricht einem Betrieb von 28 Stunden über die gesamte Zeitspanne der Netzabschaltungen.
4. Notstromgruppen werden von gewissen Betreibern gar nicht erst in Betrieb genommen, da die Betriebsprozesse trotz Notstromgruppen nicht aufrechterhalten werden könnten. Dies weil die Dimensionierung der Notstromgruppen lediglich für gewisse Anwendungsfälle oder Verbraucher erfolgte, jedoch nicht für einen Komplettausfall der Stromversorgung. Ebenfalls wurden die Treibstoffvorräte nur für kurze Unterbrüche dimensioniert. Aus diesen Gründen wird kein Betrieb (0 Stunden) angenommen.

e) Branchenzuordnung

Den bezeichneten Anwendungsfällen werden folgende Branchen zugeordnet:

1. Elektrizitätswerk/Kraftwerk, Dienstleistungen (u.a. Rechenzentren), Spital/Altersheim
2. Immobilien/Verwaltung, Industrie/Gewerbe, Bauunternehmung, Restaurant/Hotel
3. Land-/Forstwirtschaft, Transportunternehmung, Öffentliche Hand (u.a. Notstromgruppen in Zivilschutzanlagen), Übrige
4. Schausteller/Zirkus/Vergnügungsbetriebe

Bemerkungen

Bei Netzabschaltungen handelt es sich um geplante Stromunterbrüche. Aus diesem Grund sind im entsprechenden Verordnungsentwurf Lockerungen von Umweltvorschriften festgehalten (siehe auch Kapitel 2). Aufgrund der vorgesehenen längeren Zeitspanne der Netzabschaltungen besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass Notstromgruppen gezielt zur Überbrückung eingesetzt werden. Die Zeitspanne dieses Szenarios leitet sich vom «Gefährdungsdossier Strommangellage¹¹» des Bundesamts für Bevölkerungsschutz BABS ab. Bei länger dauernden Netzabschaltungen können die Umweltauswirkungen gestützt auf die ermittelten Werte dieses Szenarios extrapoliert werden.

¹¹ Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020 – Gefährdungsdossier Strommangellage. BABS 2020. Abrufbar unter: [Gefährdungsdossiers und Szenarien \(admin.ch\) / Strommangellage](#)

4.4 Szenario S3b: Zyklische Netzabschaltungen 50 %

a) Zeitspanne

Das Szenario S3b «Zyklische Netzabschaltungen 50 %» beinhaltet während der Hälfte der Zeit eine entsprechende Reduktion des Stromverbrauchs um ca. 50 % und erstreckt sich über eine Zeitspanne von 14 Tagen.

b) Treibstofflogistik

Die Treibstofflogistik kann in diesem Szenario ein limitierender Faktor darstellen.

c) Potenziell betroffene Notstromgruppen

Es könnten potentiell alle Notstromgruppen gemäss Emissionsinventar BAFU zum Einsatz kommen.

d) Durchschnittliche Betriebsdauer

Es werden vier Anwendungsfälle unterschieden:

1. Betreiber von vorwiegend kritischen Infrastrukturen wie bspw. Leitzentralen, Rechenzentren u.ä. betreiben die Notstromgruppen während 16 Stunden pro Tag über die gesamten 14 Tage. Dies entspricht (analog Szenario S3a) einem Betrieb von 224 Stunden über die gesamte Zeitspanne der Netzabschaltungen.
2. Zur Überbrückung werden gewisse Notstromgruppen nur tagsüber und an Werktagen während 6 Stunden betrieben. Dies entspricht einem Betrieb von 60 Stunden über die gesamte Zeitspanne der Netzabschaltungen.
3. Zur Erledigung gewisser Aktivitäten, wie bspw. in landwirtschaftlichen Betrieben, werden gewisse Notstromgruppen sporadisch während 3 Stunden pro Tag betrieben. Dies entspricht einem Betrieb von 42 Stunden über die gesamte Zeitspanne der Netzabschaltungen.
4. Notstromgruppen werden von gewissen Betreibern gar nicht erst in Betrieb genommen, da die Betriebsprozesse trotz Notstromgruppen nicht aufrechterhalten werden könnten. Dies weil die Dimensionierung der Notstromgruppen lediglich für gewisse Anwendungsfälle oder Verbraucher erfolgte, jedoch nicht für einen Komplettausfall der Stromversorgung. Ebenfalls wurden die Treibstoffvorräte nur für kurze Unterbrüche dimensioniert. Aus diesen Gründen wird kein Betrieb (0 Stunden) angenommen (analog Szenario S3a).

e) Branchenzuordnung (analog Szenario S3a)

Den bezeichneten Anwendungsfällen werden folgende Branchen zugeordnet:

1. Elektrizitätswerk/Kraftwerk, Dienstleistungen (u.a. Rechenzentren), Spital/Altersheim
2. Immobilien/Verwaltung, Industrie/Gewerbe, Bauunternehmung, Restaurant/Hotel
3. Land-/Forstwirtschaft, Transportunternehmung, Öffentliche Hand (u.a. Notstromgruppen in Zivilschutzanlagen), Übrige
4. Schausteller/Zirkus/Vergnügungsbetriebe

Bemerkungen

Bei Netzabschaltungen handelt es sich um geplante Stromunterbrüche. Aus diesem Grund sind im entsprechenden Verordnungsentwurf Lockerungen von Umweltvorschriften festgehalten (siehe auch Kapitel 2). Aufgrund der vorgesehenen längeren Zeitspanne der Netzabschaltungen besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass Notstromgruppen gezielt zur Überbrückung eingesetzt werden. Die Zeitspanne dieses Szenarios leitet sich analog zum Szenario S3a vom «Gefährdungsdossier Strommangellage» des BABS ab. Bei länger dauernden Netzabschaltungen können die Umweltauswirkungen gestützt auf die ermittelten Werte dieses Szenarios extrapoliert werden.

4.5 Szenario S4a: Kontingentierung «mittel»

a) Zeitspanne

Das Szenario S4a «Kontingentierung mittel» erstreckt sich über eine Zeitspanne von einem Monat. Bei einem Kontingentierungssatz von über 85 % ist zu erwarten, dass Notstromgruppen in den wenigsten Fällen zur Kompensation eingesetzt würden, da aufgrund hoher Energiepreise eine Reduktion des Stromverbrauchs wirtschaftlicher wäre. Entsprechend werden nur Kontingentierungssätze unter 85 % betrachtet. Der entsprechend angewendete Kontingentierungssatz beträgt deshalb $< 85 \%$ und $\geq 70 \%$.

b) Treibstofflogistik

Die Treibstofflogistik kann in diesem Szenario ein limitierender Faktor darstellen.

c) Potentiell betroffene Notstromgruppen

Es werden nur Notstromgruppen gemäss Emissionsinventar BAFU betrachtet, die mutmasslich Grossverbrauchern zugeordnet werden können, da diese im Falle einer Kontingentierung ihre Notstromgruppen ohne Betriebsdauereinschränkungen einsetzen können.

d) Durchschnittliche Betriebsdauer

Es werden vier Anwendungsfälle unterschieden:

1. Um die Kontingentierungsvorgabe einzuhalten, unterstützen gewisse Industriebetriebe die Stromreduktionen systematisch mit dem Betrieb ihrer Notstromgruppen während 4 Stunden pro Werktag. Dies entspricht einem Betrieb von 100 Stunden über die gesamte Zeitspanne der Kontingentierung.
2. Zur Unterstützung der Stromreduktionen und um die Kontingentierungsvorgabe einhalten zu können, werden Notstromgruppen von gewissen Industriebetrieben während 4 Stunden pro Tag betrieben. Dies entspricht einem Betrieb von 120 Stunden über die gesamte Zeitspanne der Kontingentierung.
3. Um sicherzustellen, dass Kontingente nicht überschritten werden, werden gewisse Notstromgruppen sporadisch während 2 Stunden pro Tag betrieben. Dies entspricht einem Betrieb von 60 Stunden über die gesamte Zeitspanne der Kontingentierung.
4. Notstromgruppen werden von gewissen Betreibern nicht in Betrieb genommen, da diese Unternehmen entweder nicht zu den Grossverbrauchern zählen, Teil von Branchenlösungen sind oder die Reduktionen bereits ohne den Einsatz von Notstromgruppen umgesetzt werden können. Aus diesen Gründen wird für diese Notstromgruppen kein Betrieb (0 Stunden) angenommen.

e) Branchenzuordnung

Den bezeichneten Anwendungsfällen werden folgende Branchen zugeordnet:

1. Industrie/Gewerbe
2. Spital/Altersheim, Dienstleistungen (u.a. Rechenzentren)
3. Land-/Forstwirtschaft, Immobilien/Verwaltung, Restaurant/Hotel, Übrige
4. Schausteller/Zirkus/Vergnügungsbetriebe, Elektrizitätswerk/Kraftwerk, Öffentliche Hand (u.a. Notstromgruppen in Zivilschutzanlagen), Transportunternehmung, Bauunternehmung

Bemerkungen

Die Einsatzdauer der Notstromgruppen richtet sich nach dem verordneten Kontingentierungssatz. Bei länger dauernder Kontingentierung können die Umweltauswirkungen gestützt auf die ermittelten Werte dieses Szenarios extrapoliert werden.

4.6 Szenario S4b: Kontingentierung «hoch»

a) Zeitspanne

Das Szenario S4b «Kontingentierung hoch» erstreckt sich über eine Zeitspanne von einem Monat. Der angewendete Kontingentierungssatz beträgt $< 70\%$.

b) Treibstofflogistik

Die Treibstofflogistik kann in diesem Szenario ein limitierender Faktor darstellen.

c) Potentiell betroffene Notstromgruppen

Es werden nur Notstromgruppen gemäss Emissionsinventar BAFU betrachtet, die mutmasslich Grossverbrauchern zugeordnet werden können, da diese im Falle einer Kontingentierung ihre Notstromgruppen ohne Betriebsdauereinschränkungen einsetzen können.

d) Durchschnittliche Betriebsdauer

Es werden vier Anwendungsfälle unterschieden:

1. Um die Kontingentierungsvorgabe einzuhalten, unterstützen gewisse Industriebetriebe die Stromreduktionen systematisch mit dem Betrieb ihrer Notstromgruppen während 8 Stunden pro Werktag. Dies entspricht einem Betrieb von 200 Stunden über die gesamte Zeitspanne der Kontingentierung.
2. Zur Unterstützung der Stromreduktionen und um die Kontingentierungsvorgabe einhalten zu können, werden Notstromgruppen von gewissen Industriebetrieben während 8 Stunden pro Tag betrieben. Dies entspricht einem Betrieb von 240 Stunden über die gesamte Zeitspanne der Kontingentierung.
3. Um sicherzustellen, dass Kontingente nicht überschritten werden, werden gewisse Notstromgruppen sporadisch während 3 Stunden pro Tag betrieben. Dies entspricht einem Betrieb von 90 Stunden über die gesamte Zeitspanne der Kontingentierung.
4. Analog Szenario S4a werden Notstromgruppen von gewissen Betreibern nicht in Betrieb genommen, da diese Unternehmen entweder nicht zu den Grossverbrauchern zählen, Teil von Branchenlösungen sind oder die Reduktionen bereits ohne den Einsatz von Notstromgruppen umgesetzt werden können. Aus diesen Gründen wird für diese Notstromgruppen kein Betrieb (0 Stunden) angenommen.

e) Branchenzuordnung (analog Szenario S4a)

Den bezeichneten Anwendungsfällen werden folgende Branchen zugeordnet:

1. Industrie/Gewerbe
2. Spital/Altersheim, Dienstleistungen (u.a. Rechenzentren)
3. Land-/Forstwirtschaft, Immobilien/Verwaltung, Restaurant/Hotel, Übrige
4. Schausteller/Zirkus/Vergnügungsbetriebe, Elektrizitätswerk/Kraftwerk, Öffentliche Hand (u.a. Notstromgruppen in Zivilschutzanlagen), Transportunternehmung, Bauunternehmung

Bemerkungen

Analog Szenario S4a richtet sich die Einsatzdauer der Notstromgruppen nach dem vorordneten Kontingentierungssatz. Bei länger dauernder Kontingentierung können die Umweltauswirkungen gestützt auf die ermittelten Werte dieses Szenarios extrapoliert werden.

4.7 Szenario S5: Sofortkontingentierung

a) Zeitspanne

Das Szenario S5 «Sofortkontingentierung» erstreckt sich über eine Zeitspanne von einer Woche. Bei einem Kontingentierungssatz von $\geq 90\%$ ist zu erwarten, dass Notstromgruppen in den wenigsten Fällen zur Kompensation eingesetzt würden, da aufgrund hoher Energiepreise eine Reduktion des Stromverbrauchs wirtschaftlicher wäre. Aufgrund der kürzeren Vorbereitungszeit für Unternehmen wird eine tiefere Schwelle als bei der Kontingentierung (vgl. Szenarien S4a und S4b) für die Nutzung

der Notstromgruppen angenommen. Der entsprechend angewendete Kontingentierungssatz beträgt deshalb < 90 %.

b) Treibstofflogistik

Die Treibstofflogistik stellt in diesem Szenario kein limitierender Faktor dar, da die betroffenen Unternehmen in der Regel gut vorbereitet sind.

c) Potentiell betroffene Notstromgruppen

Es werden nur Notstromgruppen gemäss Emissionsinventar BAFU betrachtet, die mutmasslich Grossverbrauchern zugeordnet werden können, da diese im Falle einer Kontingentierung ihre Notstromgruppen ohne Betriebsdauereinschränkungen einsetzen können.

d) Durchschnittliche Betriebsdauer

Es werden vier Anwendungsfälle unterschieden:

1. Um die Kontingentierungsvorgabe einzuhalten, unterstützen gewisse Industriebetriebe die Stromreduktionen systematisch mit dem Betrieb ihrer Notstromgruppen während 4 Stunden pro Werktag. Dies entspricht einem Betrieb von 20 Stunden über die gesamte Zeitspanne der Kontingentierung.
2. Zur Unterstützung der Stromreduktionen und um die Kontingentierungsvorgabe einhalten zu können, werden Notstromgruppen von gewissen Industriebetrieben während 4 Stunden pro Tag betrieben. Dies entspricht einem Betrieb von 28 Stunden über die gesamte Zeitspanne der Kontingentierung.
3. Um sicherzustellen, dass Kontingente nicht überschritten werden, werden gewisse Notstromgruppen sporadisch während 2 Stunden pro Tag betrieben. Dies entspricht einem Betrieb von 14 Stunden über die gesamte Zeitspanne der Kontingentierung.
4. Analog Szenarien S4a und S4b werden Notstromgruppen von gewissen Betreibern nicht in Betrieb genommen, da diese Unternehmen entweder nicht zu den Grossverbrauchern zählen, Teil von Branchenlösungen sind oder die Reduktionen bereits ohne den Einsatz von Notstromgruppen umgesetzt werden können. Aus diesen Gründen wird für diese Notstromgruppen kein Betrieb (0 Stunden) angenommen.

e) Branchenzuordnung (analog Szenarien S4a und S4b)

Den bezeichneten Anwendungsfällen werden folgende Branchen zugeordnet:

1. Industrie/Gewerbe
2. Spital/Altersheim, Dienstleistungen (u.a. Rechenzentren)
3. Land-/Forstwirtschaft, Immobilien/Verwaltung, Restaurant/Hotel, Übrige
4. Schausteller/Zirkus/Vergnügungsbetriebe, Elektrizitätswerk/Kraftwerk, Öffentliche Hand (u.a. Notstromgruppen in Zivilschutzanlagen), Transportunternehmung, Bauunternehmung

Bemerkungen

Bei länger dauernder Kontingentierung können die Umweltauswirkungen gestützt auf die ermittelten Werte dieses Szenarios extrapoliert werden.

5 Umweltauswirkungen

5.1 Emissionen bei Strommangellage nach Szenarien

Die Abbildung 1 zeigt die Emissionen an Stickoxiden (NO_x) im Jahr 2022, welche aufgrund von jährlichen Testläufen der Notstromgruppen mit durchschnittlich 13 Betriebsstunden pro Anlage entstehen, sowie die Emissionen je Szenario. Im ungünstigsten Fall (Szenario S4b) entsprechen die Emissionen im Vergleich zur Basis einer Erhöhung um rund 450 %. Gegenüber dem Vergleichsszenario S1 («Auslastung 50h») beträgt die Erhöhung rund 80 %. Im Vergleich zu den gesamten Stickoxidemissionen der Schweiz im Jahr 2022 beträgt der Anteil der Emissionen aus Szenario S4b rund 4 %, im Vergleich zu denjenigen des Verkehrs betrüge der Anteil rund 7 %. Dies entspräche den Stickoxidemissionen von rund 3.8 Mio.

Diesel-Personenwagen mit Abgasnorm Euro 6d, bei einer angenommenen Laufleistung von 15'000 Kilometern im Jahr¹².

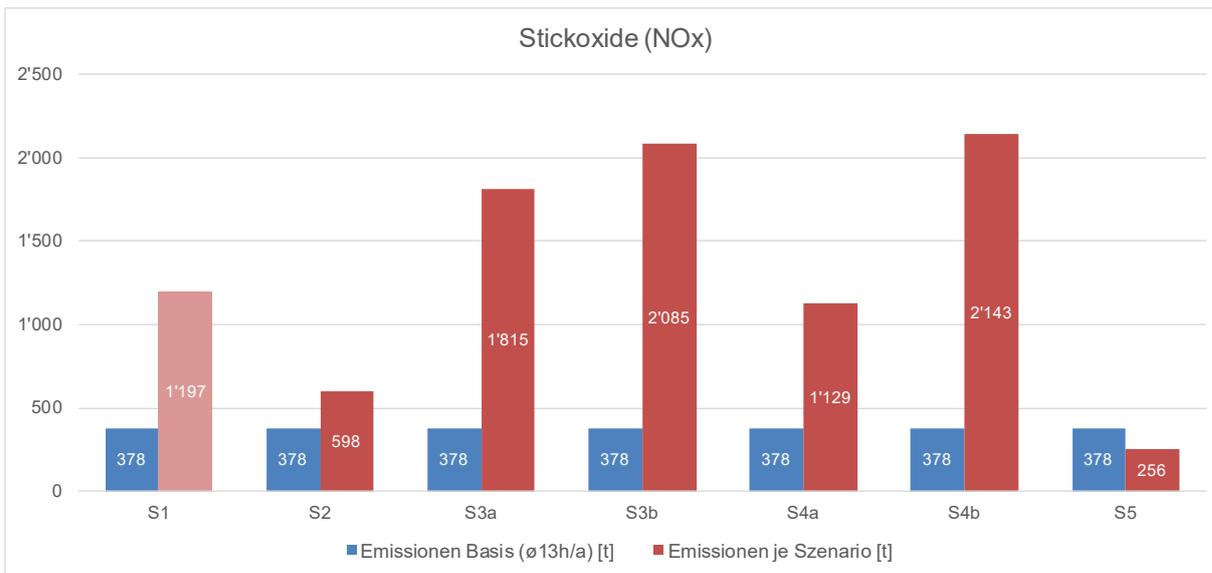


Abbildung 1: Emissionen an Stickoxiden (NO_x) im Jahr 2022 (Basis, durchschnittlich 13 Betriebsstunden pro Anlage) und nach Szenario

Die Emissionen an Feinstaub (PM₁₀), dargestellt in Abbildung 2, entsprechen im ebenfalls ungünstigsten Szenario S4b einer Erhöhung um rund 600 % im Vergleich zu den Basis-Emissionen im Jahr 2022 und rund einer Verdoppelung im Vergleich zu den Emissionen des Vergleichsszenarios S1 («Auslastung 50h»). Werden die Emissionen aus Szenario S4b mit den Emissionen an Feinstaub aus direkten Quellen der Verbrennung (ohne Feinstaub aus sekundären Quellen oder Abrieb) in der Schweiz insgesamt verglichen, betrüge deren Anteil rund 1 % beziehungsweise rund 11 % bei einem Vergleich mit dem Verkehr. Ein Lastwagen mit Abgasnorm Euro VI könnte rund 4 Mia. Kilometer zurücklegen, bis dieselbe Menge an Feinstaub emittiert worden wäre.

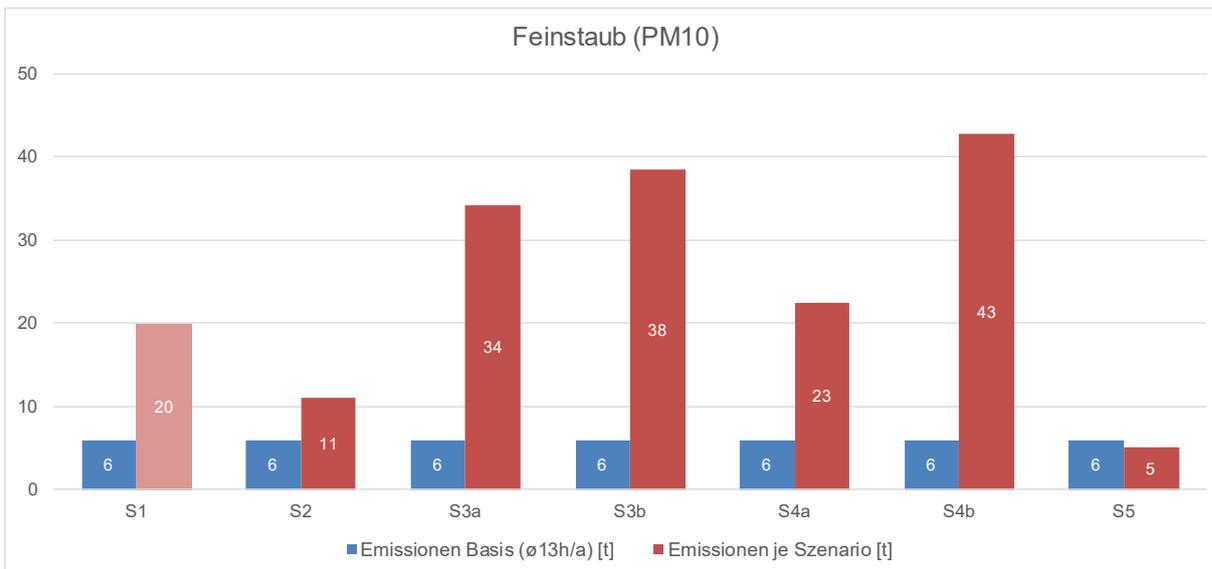


Abbildung 2: Emissionen an Feinstaub (PM₁₀) im Jahr 2022 (Basis, durchschnittlich 13 Betriebsstunden pro Anlage) und nach Szenario

Die Abbildung 3 illustriert die Basis-Emissionen sowie die Emissionen an Kohlenmonoxid (CO) je Szenario. Die Emissionen an Kohlenmonoxid entsprechen im ungünstigsten Szenario S4b einer Erhöhung

¹² Gemäss Bundesamt für Statistik BFS umfasste der Bestand der Diesel-Personenwagen im Jahr 2022 1'319'337 Fahrzeuge bei einem Total von 6 368 579 Fahrzeugen (Diesel-Anteil: rund 21 %).

um rund 450 % im Vergleich zu den Basis-Emissionen im Jahr 2022. Gegenüber dem Vergleichsszenario S1 («Auslastung 50h») beträgt die Erhöhung rund 80 %. Bis die Emissionsfracht an Kohlenmonoxid (CO) der Szenarien S3a, S3b oder S4b erreicht wäre, könnte ein Diesel-Personenwagen mit Abgasnorm Euro 6d rund 20 Mia. Kilometer zurücklegen.

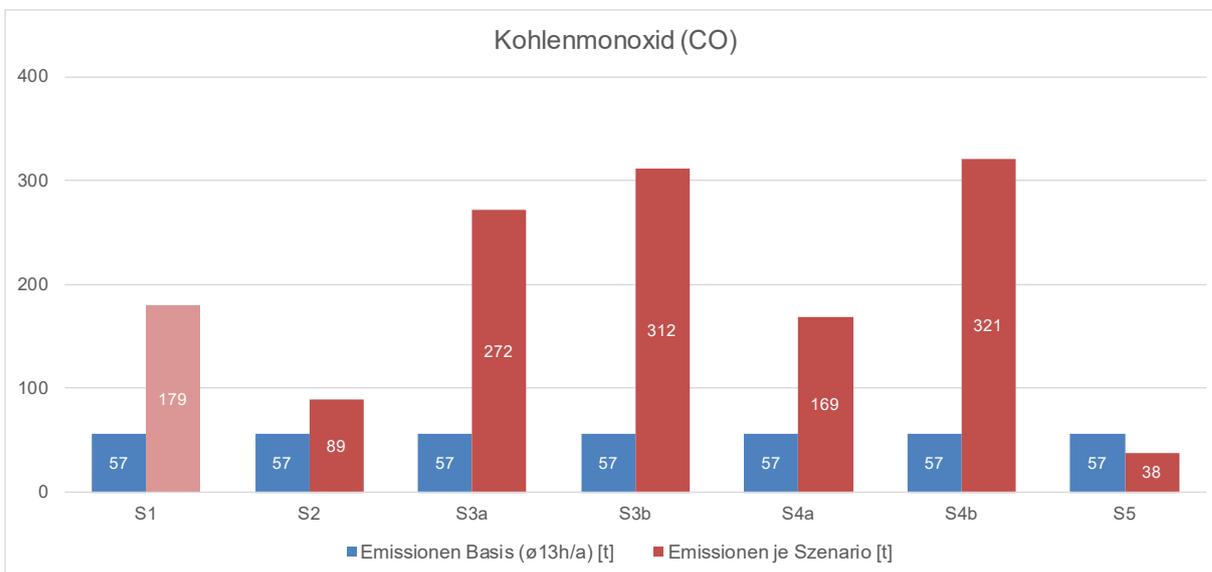


Abbildung 3: Emissionen an Kohlenmonoxid (CO) im Jahr 2022 (Basis, durchschnittlich 13 Betriebsstunden pro Anlage) und nach Szenario

Die Basis-Emissionen sowie die Emissionen an Kohlendioxid (CO₂) je Szenario sind in Abbildung 4 dargestellt. Die Emissionen an Kohlenmonoxid entsprechen im ungünstigsten Szenario S4b einer Erhöhung um rund 450 % im Vergleich zu den Basis-Emissionen im Jahr 2022. Gegenüber dem Vergleichsszenario S1 («Auslastung 50h») beträgt die Erhöhung rund 80 %. Der Anteil der Emissionen aus den Szenarien S3b und S4b an den gesamten CO₂-Emissionen der Schweiz im Jahr 2022 beträgt 0.5 %. Im Vergleich mit den CO₂-Emissionen des Verkehrs wären dies rund 1 %. Ein Diesel-Personenwagen mit Abgasnorm Euro 6d würde knapp 1 Mia. Kilometer zurücklegen können, bis dieselbe Menge an CO₂ emittiert worden wäre.

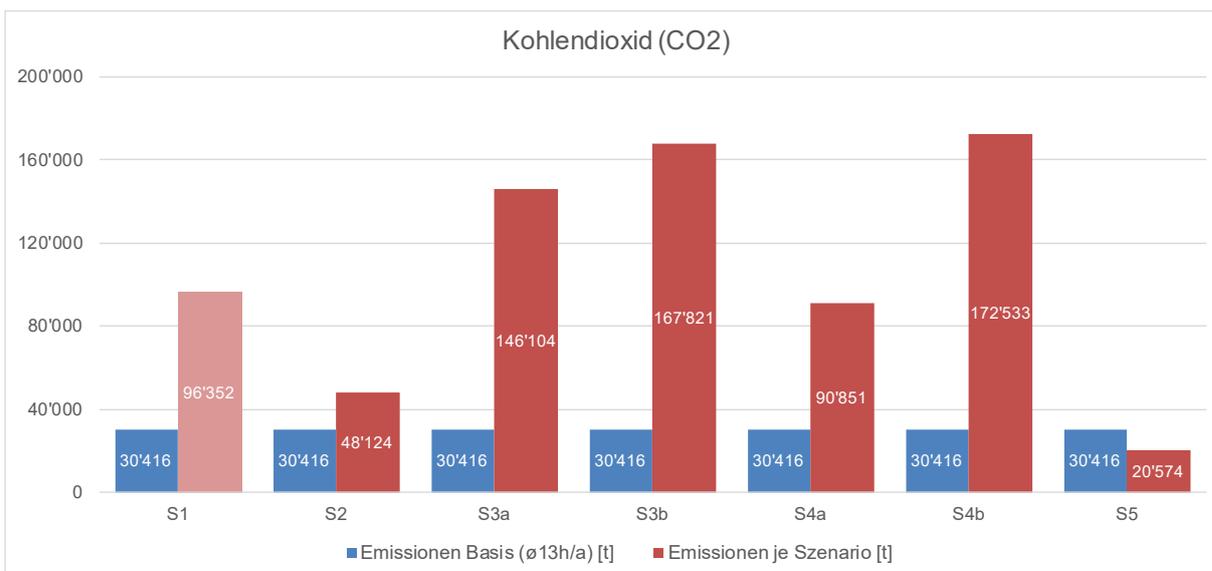


Abbildung 4: Emissionen an Kohlendioxid (CO₂) im Jahr 2022 (Basis, durchschnittlich 13 Betriebsstunden pro Anlage) und nach Szenario

Exkurs: Umweltauswirkungen infolge Verhinderung einer Mangellage mit den Instrumenten Wasserkraftreserve, Reservekraftwerke und gepoolte Notstromgruppen

Im Rahmen dieses Exkurses wird dargelegt, welche Umweltauswirkungen entstehen könnten, wenn es darum geht, eine Strommangellage zu verhindern, indem die Energiereserven für den Winter in Form von Wasserkraftreserve, Reservekraftwerken und gepoolten Notstromgruppen zum Einsatz kommen. Die nachstehend aufgeführten Auswirkungen aus der Verhinderung einer Mangellage gehen den Auswirkungen aus den Bewirtschaftungsmassnahmen voran und sind demnach kumulativ zu verstehen, wenn es trotz der Bemühungen eine Strommangellage zu verhindern, zu Bewirtschaftungsmassnahmen kommt.

Als Basis für die Annahmen der Energiemengen und Einsatzzeiten der Reservekraftwerke dient der Bericht «Adequacy-Berechnungen im Rahmen der Vorbereitung der Ausschreibung von Reservekraftwerken» von Swissgrid vom 28. Juli 2023¹³. Die Bandbreite zur Verhinderung einer Mangellage (Energy Not Served ENS) reicht je nach Szenario von null bis sieben Wochen Einsatz von Reservekraftwerken mit einer installierten Leistung von 400 MW.

Momentan sind total 330 MW an Reservekraftwerken installiert und betriebsbereit (Birr 250 MW, Cornaux 30 MW, CIMO Monthey 50 MW). Dazu kommen aktuell rund 280 MW von als virtuelle Kraftwerke gepoolten Notstromgruppen. Um die Bandbreite der Szenarien zu berücksichtigen, werden drei Szenarien gezeigt.

In einem Szenario A werden die Umweltauswirkungen für einen 24-stündigen Einsatz aller heute installierten Reservekraftwerke und gepoolten Notstromgruppen dargestellt.

In einem Szenario B wird ein Einsatzfall mit einem zweiwöchigen Einsatz aller Reservekraftwerke und einem 48-stündigen Einsatz der gepoolten Notstromgruppen betrachtet. Dieses Szenario wurde auch für eine Kostenanalyse anlässlich der Ausschreibung der Reservekraftwerke gewählt. Die meisten Notstromgruppen verfügen über eine Tankgrösse für 48 Stunden Betrieb. Ein solcher Einsatz wäre demnach auch ohne aufwendige Versorgungslogistik plausibel.

Als drittes wird ein Szenario C «Worst Case» mit einer Stromproduktion zur vollständigen Vermeidung von ENS abgebildet. Dieses Szenario geht von einer installierten Leistung an Reservekraftwerken von 400 MW aus, welche während sieben Wochen auf Volllast produzieren. Diese 400 MW stehen aktuell noch nicht zur Verfügung und werden momentan für die Zeit ab 2027 beschafft. Die technologische Zusammensetzung dieser Leistung ist daher derzeit noch unbekannt. Für die Berechnungen dieses Szenarios wird deshalb auf dem aktuell verfügbaren Portfolio von 330 MW abgestützt und angenommen, dass die Reservekraftwerke während sieben Wochen auf Volllast betrieben werden.

Zur Berechnung der Umweltauswirkungen wird in den drei Szenarien für alle Reservekraftwerke vereinfacht mit reinem Gasbetrieb gerechnet. Um die Umweltauswirkungen der gepoolten Notstromgruppen ebenfalls zu berücksichtigen, wird in den drei Szenarien ein 48-stündiger Einsatz zusätzlich zu den Reservekraftwerken angenommen. Für die gepoolten Notstromgruppen wird in den drei Szenarien ein reiner Ölbetrieb auf Basis des aktuell kontrahierten Notstromgruppenmixes angenommen. Dieser Mix besteht aus 56 MW mit SCR und DPF ausgerüsteten Notstromgruppen, 143 MW nur mit DPF versehenen Notstromgruppen und 81 MW aus Notstromgruppen ohne SCR und ohne DPF.

Der Einsatz der Wasserkraftreserve wurde in der oben erwähnten Swissgrid-Studie bereits berücksichtigt und hat keinen Einfluss auf die Umweltauswirkungen.

Umweltauswirkungen der dargestellten Szenarien

Szenario A: 24h Reservekraftwerke / 24h Notstromgruppen: Während einem 24-stündigen Betrieb werden durch die thermische Reserve insgesamt 54 Tonnen Stickoxide, 0.5 Tonnen Feinstaub und 10 Tonnen Kohlenmonoxid emittiert. Bei den Stickoxiden und beim Kohlenmonoxid entfällt dabei der grösste Anteil auf die Notstromgruppen (mehr als 90 % der Emissionen). Feinstaubemissionen fallen aufgrund der vereinfachten Betrachtung der Reservekraftwerke bei reinem Gasbetrieb nur bei den Notstromgruppen an.

¹³ Adequacy-Berechnungen im Rahmen der Vorbereitung der Ausschreibung von Reservekraftwerken. Swissgrid 2023. Im Auftrag der Eidgenössischen Elektrizitätskommission ElCom, Bern. Abrufbar unter: [Aktualisierung der Berechnung zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit 2025](#) (ab S. 7).

Szenario B: 2 Wochen Reservekraftwerke / 48h Notstromgruppen: Während dem zweiwöchigen Betrieb werden durch die thermische Reserve insgesamt 165 Tonnen Stickoxide, 1 Tonne Feinstaub und 30 Tonnen Kohlenmonoxid emittiert. Bei den Stickoxiden und beim Kohlenmonoxid macht sich der geringere Anteil der Notstromgruppen positiv bemerkbar. Im Verhältnis zur produzierten Energie sinkt deren Ausstoss.

Szenario C: 7 Wochen Reservekraftwerke / 48h Notstromgruppen: Während dem siebenwöchigen Betrieb werden durch die thermische Reserve insgesamt 332 Tonnen Stickoxide, 1 Tonne Feinstaub und 62 Tonnen Kohlenmonoxid emittiert. Bei den Stickoxiden und beim Feinstaub macht sich die relative Reduktion durch den geringeren Einsatz der Notstromgruppen gegenüber dem 24h-Szenario noch einmal viel stärker bemerkbar. Die Emissionen dieser drei Schadstoffkomponenten machen im Worst Case-Szenario weniger als 1 % der schweizweiten Jahresemissionen aus.

Ein Vergleich der durchschnittlichen Umweltauswirkung der gepoolten Notstromgruppen mit den Reservekraftwerken zeigt: Die Reservekraftwerke produzieren pro Megawatt innerhalb von etwa drei Wochen die gleiche Menge an Stickoxiden und Kohlenmonoxid wie die gepoolten Notstromgruppen in 48 Stunden. Feinstaub wird aufgrund der vereinfachten Betrachtung der Reservekraftwerke (reiner Gasbetrieb) ausschliesslich durch Notstromgruppen verursacht.

6 Massnahmen zur Reduktion der Umweltauswirkungen

Nebst dem Ausweisen der Umweltauswirkungen soll gemäss Prüfauftrag (Kapitel 2.1) ebenfalls aufgezeigt werden, wie bei einer Strommangellage die Umweltauswirkungen aufgrund der vorgesehenen Lockerungen von Umweltvorschriften für Notstromgruppen soweit möglich reduziert werden können. Dazu sind technische und betriebliche Massnahmen denkbar. In den beiden nachfolgenden Unterkapiteln werden diese näher beschrieben und anschliessend bewertet.

6.1 Technische Massnahmen

Eine mögliche Massnahme ist das technische Aufrüsten von Notstromgruppen auf den Stand von stationären Verbrennungsmotoren, die im Vergleich zu stationären Notstromgruppen strengeren lufthygienischen Anforderungen genügen müssen. Diese Anforderungen beinhalten insbesondere ein tieferer Emissionsgrenzwert für staubförmige Emissionen (Feinstaub) sowie Emissionsgrenzwerte für Stickoxide (NO_x), Kohlenmonoxid (CO) und bei Einsatz einer Entstickungsanlage (SCR)¹⁴ auch für Ammoniak (NH₃). Zu beachten ist, dass diese Anlagen dann gemäss LRV auch ausserhalb einer Strommangellage unbegrenzt eingesetzt werden dürften. Vorbehalten bleiben zusätzliche kantonale Vorschriften wie beispielsweise im Bereich Abwärmenutzung.

Die technische Aufrüstung kann generell je nach aktuell eingesetzter Abgastechnologie einer Notstromgruppe zwei Massnahmen beinhalten:

1. Nachrüstung der Anlage mit einem Diesel-Partikelfilter (DPF)
2. Nachrüstung der Anlage mit einer Entstickungsanlage (SCR)

Um das Potential dieser beiden technischen Massnahmen in Bezug auf deren Emissionsreduktion aufzeigen zu können, wurden für alle Szenarien Berechnungen durchgeführt mit den Annahmen, dass alle im Emissionsinventar erfassten Notstromgruppen mit einem Diesel-Partikelfilter und mit einer Entstickungsanlage ausgerüstet würden. Für die Berechnungen wurden deshalb folgende Emissionsfaktoren aus dem Emissionsinventar des BAFU verwendet (zum Vergleich in Klammern die Emissionsfaktoren ohne DPF und SCR):

Tabelle 4: Verwendete Emissionsfaktoren für die Abgastechnologien Diesel-Partikelfilter (DPF) und Entstickungsanlage (*Selective Catalytic Reduction*, SCR)

Emissionsfaktor	PM ₁₀ [g/GJ]	NO _x [g/GJ]
Mit DPF (ohne DPF)	1.0 (30.0)	---
Mit SCR (ohne SCR)	---	58.7 (942.0)

¹⁴ Gemäss Anh. 2 Ziff. 82 LRV. Für (stationäre) Notstromgruppen gelten erleichterte Anforderungen gemäss Anh. 2 Ziff. 827 bzw. 837 LRV.

Die Abbildung 5 zeigt die Emissionen an Feinstaub (PM₁₀) je Szenario ohne Massnahmen (Zahlen analog Abbildung 2) sowie die Emissionen je Szenario mit der Massnahme 1 (d.h. alle Notstromgruppen sind mit einem Diesel-Partikelfilter ausgerüstet). Im Falle von Szenario S4b würde die Reduktion, rund 40 Tonnen Feinstaub betragen. Das Potential zur Reduktion von Feinstaub läge für alle Szenarien bei rund 90 %.

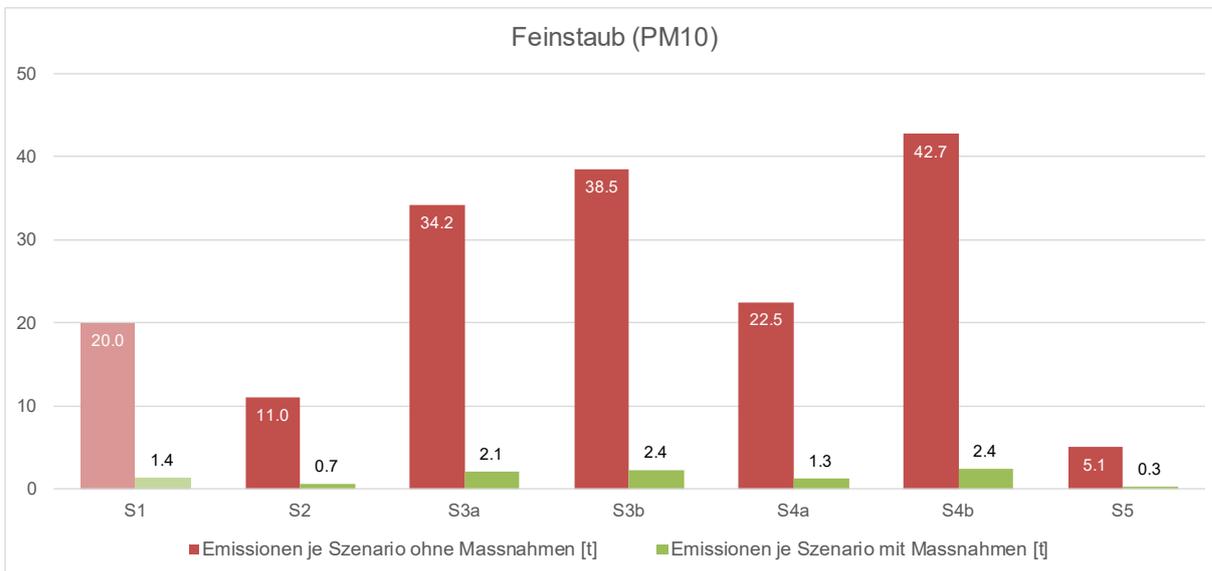


Abbildung 5: Emissionen an Feinstaub (PM₁₀) je Szenario ohne bzw. mit Massnahmen

Die Emissionen an Stickoxiden (NO_x) je Szenario ohne Massnahmen (Zahlen analog Abbildung 1) sind in Abbildung 6 dargestellt, zusammen mit den Emissionen je Szenario mit der Massnahme 2 (d.h. alle Notstromgruppen sind mit einer Entstickungsanlage ausgerüstet). Für die Szenarien S3b und S4b wäre dabei bspw. eine Reduktion der Stickoxidemissionen von rund 2'000 Tonnen möglich. Das Potential zur Reduktion von Stickoxiden läge für alle Szenarien bei rund 90 %. Dieses Reduktionspotential muss aufgrund der Berechnungsmethodik als oberes Maximum bezeichnet werden. Der für das ganze Mengengerüst angewendete Emissionsfaktor für NO_x wurde im Rahmen des Emissionsinventars BAFU aus Emissionsmessungen an Notstromgruppen abgeleitet, die bereits über eine SCR-Anlage verfügten. Diese Motoren sind in der Regel emissionsoptimiert sowie jüngeren Baujahrs im Vergleich zu Notstromgruppen ohne SCR und weisen deshalb bereits tiefere Rohemissionen auf. Für eine Nachrüstung bei älteren Motoren ist realistischerweise mit einem NO_x-Umwandlungsgrad von 60 bis 80 % zu rechnen, abhängig von Parametern wie Abgastemperatur, Regelungstechnologie oder Katalysatorbeschichtung.

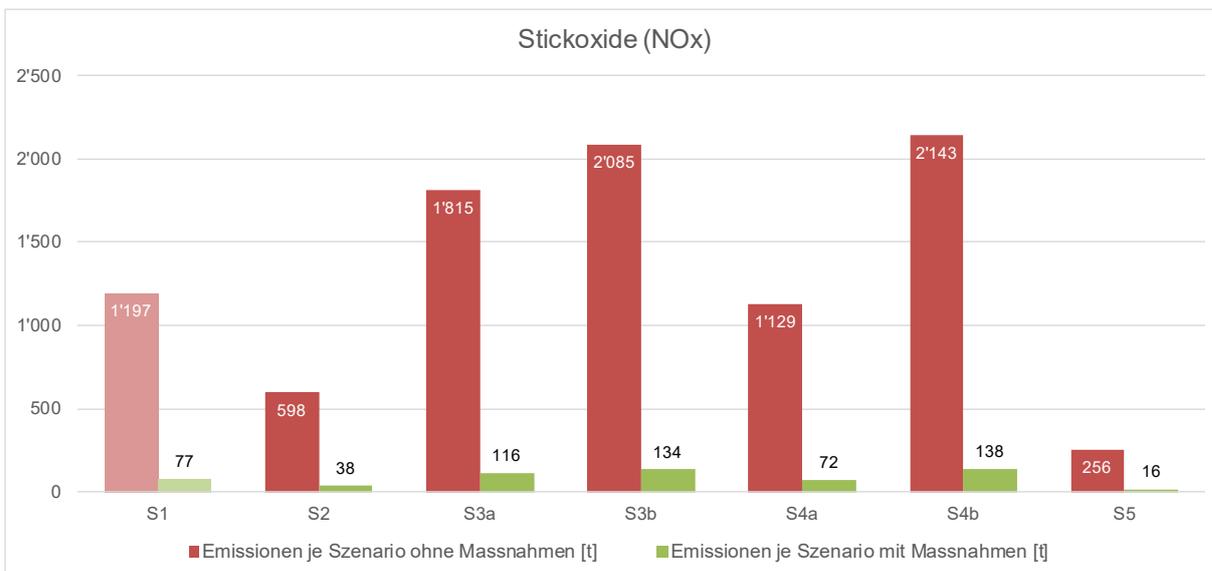


Abbildung 6: Emissionen an Stickoxiden (NO_x) je Szenario ohne bzw. mit Massnahmen

6.2 Betriebliche Massnahmen

Nebst den in Kapitel 6.1 beschriebenen technischen Massnahmen sind im Weiteren ebenfalls betriebliche Massnahmen denkbar. Eine mögliche betriebliche Massnahme ist die zeitliche Einschränkung der Betriebsdauer für entweder alle Notstromgruppen oder diejenigen ausgewählter Branchen. Dies mit direkten Auswirkungen in Form einer Reduktion der Mehremissionen je Szenario. Diese betriebliche Massnahme bedürfte Anpassungen an den im Zuge der Rechtsetzungsarbeiten vorbereiteten Verordnungsentwürfen für die Dauer der Kontingentierung, Sofortkontingentierung und Netzabschaltung (siehe Kapitel 2). Das Potential dieser Massnahme zur Reduktion der Mehremissionen ist abhängig von der gewählten Einschränkung der Betriebsdauer für die jeweiligen Notstromgruppen. Zwangsläufig ginge damit eine Verringerung der Flexibilität für die Betreiber einher. Aufgrund der als unsicher eingeschätzten Datenlage und der damit einhergehenden, fehlenden Abgrenzungsmöglichkeiten zwischen den einzelnen Branchen, gepaart mit der Tatsache, dass Einschränkungen der Betriebsdauer der Absicht widersprechen, den betroffenen Betrieben im Falle einer Strommangellage höhere Flexibilität einzuräumen, wird diese Massnahme als nicht umsetzbar eingeschätzt.

6.3 Bewertung der Massnahmen

Die vorgeschlagenen technischen Massnahmen zur Reduktion der Umweltauswirkungen könnten die Emissionen an Feinstaub (PM_{10}) um rund 90 % und die Emissionen an Stickoxiden (NO_x), abhängig von der eingesetzten Technologie, um 60 bis 80 % reduzieren. Für beide technischen Massnahmen, sowohl für die «Nachrüstung der Anlage mit einem Diesel-Partikelfilter» (Massnahme 1) als auch für die «Nachrüstung der Anlage mit einer Entstickungsanlage (SCR)» (Massnahme 2) kann die technische Machbarkeit als gegeben angesehen werden, denn diese Abgastechnologien entsprechen dem heutigen Stand der Technik. Es ist jedoch zu bemerken, dass hinsichtlich der betrieblichen Machbarkeit für die einzelnen, nachzurüstenden Notstromgruppen in der Praxis die Massnahme 1 teilweise einfacher umgesetzt werden könnte. Dies einerseits aus Platzgründen, da eine Nachrüstung der Anlage mit einem Diesel-Partikelfilter in der Regel problemlos möglich ist, für eine zusätzliche Entstickungsanlage sich in einigen Fällen jedoch Platzprobleme in den räumlich beschränkten Einrichtungen für Notstromgruppen ergeben können. Andererseits ist die Nachrüstung einer Entstickungsanlage in der Regel kostenintensiver als die Nachrüstung mit einem Diesel-Partikelfilter. Aus rechtlicher Sicht ist die Umsetzung der Massnahme 1 bereits heute möglich und aufgrund der Kanzerogenität des Feinstaubes sinnvoll. Notstromgruppen, die noch nicht mit einem Diesel-Partikelfilter ausgerüstet sind, können basierend auf den Anforderungen der LRV saniert werden.

Für Notstromgruppen, die in die ergänzende Reserve gemäss der Winterreserveverordnung¹⁵ aufgenommen wurden, können den Betreibern Nachrüstungen, die aufgrund von umweltrechtlichen Anforderungen erforderlich sind, unter bestimmten Voraussetzungen zusätzlich zum Entgelt für die Teilnahme an der Stromreserve vergütet werden. Dadurch kann die wirtschaftliche Tragbarkeit einer Nachrüstung dieser Notstromgruppen erheblich verbessert werden.

Die Massnahme 2 «Nachrüstung der Anlage mit einer Entstickungsanlage (SCR)» ist aus oben genannten Gründen in der Praxis nicht für alle Notstromgruppen einfach umsetzbar. Ein Fokus auf eher grössere Anlagen, deren Emissionsmassenströme im Vergleich zu kleinen Anlagen aufgrund ihrer grösseren Inputleistung höher ausfallen, ist deshalb denkbar. Dabei könnte die Massnahme 2 beispielsweise ab einer bestimmten Feuerungswärmeleistung (z.B. 1 MW) angewendet werden. Solche Überlegungen sind Gegenstand von Diskussionen in kantonalen Arbeitsgruppen zur Harmonisierung des Vollzugs, für den nach LRV die Kantone zuständig sind. Aufgrund der erleichterten Emissionsanforderungen für Notstromgruppen (u.a. für Stickoxide) sind nach LRV die Kantone für die Festlegung der vorsorglichen Emissionsbegrenzungen zuständig. Die Kantone haben diese Zuständigkeit mit dem Erlass der Empfehlung über emissionsmindernde Massnahmen bei Notstromgruppen wahrgenommen¹⁶. Diese Empfehlung wird durch die kantonale Arbeitsgruppe periodisch aktualisiert.

Nebst technischen Massnahmen sind auch betriebliche Massnahmen denkbar. Damit würden jedoch Einbussen an Flexibilität für die Betreiber einhergehen. Das würde der Absicht widersprechen, den betroffenen Betrieben im Falle einer Strommangellage höhere Flexibilität einzuräumen. Dementsprechend wird diese Massnahme als nicht umsetzbar eingeschätzt.

¹⁵ Siehe Fussnote 9

¹⁶ Empfehlung «[Nr. 32: Emissionsmindernde Massnahmen bei Notstromgruppen](#)» der Schweizerischen Gesellschaft der Luftthygiene-Fachleute (CercI'Air)

7 Fazit

Die Ergebnisse zeigen, dass beim Einsatz von Notstromgruppen im Falle von zyklischen Netzabschaltungen sowie im Falle von Sofortkontingentierung und Kontingentierung für Grossverbraucher mit erheblichen Mehremissionen von Luftschadstoffen (u.a. Stickoxide, Kohlenmonoxid und Feinstaub) zu rechnen ist. Dies kann in der Umgebung der Anlagen zu hohen Schadstoffbelastungen führen. Gleichzeitig werden zusätzliche Treibhausgasemissionen verursacht.

Die verschiedenen Szenarien zeigen, in welcher Situation welche Umweltauswirkungen entstehen. Im ungünstigsten Fall (Szenario S4b) entsprechen die NO_x , CO und CO_2 -Emissionen im Vergleich zur Basis (Emissionen in der Normallage, durchschnittlich 13 Betriebsstunden pro Anlage, Stand 2022) einer Erhöhung um rund 450 %. Gegenüber dem Vergleichsszenario S1 («Auslastung 50h») beträgt die Erhöhung rund 80 %. Die Emissionen an Feinstaub (PM_{10}) entsprechen in demselben Szenario einer Erhöhung um rund 600 % im Vergleich zu den Basis-Emissionen im Jahr 2022 und rund einer Verdoppelung im Vergleich zu den Emissionen des Vergleichsszenarios S1 («Auslastung 50h»). Das Szenario S4b nimmt eine hohe Kontingentierung (< 70 %) über die Dauer eines Monats an. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die vorhandene Datengrundlage nur eine grobe Abschätzung der Emissionen ermöglichte.

Dieser Bericht zeigt auf, dass die Emissionen an Feinstaub (PM_{10}) und an Stickoxiden (NO_x) durch eine technische Nachrüstung aller Notstromgruppen mit einem Diesel-Partikelfilter und aller grossen Notstromgruppen mit einer Entstickungsanlage deutlich reduziert werden könnten. Die Emissionen an Stickoxiden (NO_x) könnten um 60 bis 80 %, die Emissionen an Feinstaub (PM_{10}) um rund 90 % reduziert werden. Vor dem Hintergrund der bestehenden rechtlichen Grundlage ist eine Umsetzung der untersuchten Massnahme 1 «Nachrüstung der Anlage mit einem Diesel-Partikelfilter» an allen Notstromgruppen möglich, die noch nicht mit einem solchen ausgerüstet sind. Eine Umsetzung ist zudem auch aufgrund der Kanzerogenität des Feinstaubes sinnvoll. Für eine Umsetzung der Massnahme 2 «Nachrüstung der Anlage mit einer Entstickungsanlage (SCR)» wäre sinnvollerweise eine Inputleistung (FWL) zu definieren (z.B. 1 MW), ab welcher es diese bei einer Notstromgruppe umzusetzen gälte, unter Berücksichtigung der betrieblichen Machbarkeit und wirtschaftlichen Tragbarkeit.

Beide Massnahmen zur Reduzierung der Umweltauswirkungen aufgrund der vorgesehenen Lockerungen von Umweltvorschriften für Notstromgruppen in einer Strommangellage können mit den bestehenden rechtlichen Grundlagen und in Zusammenarbeit mit den kantonalen Luftreinhaltefachstellen umgesetzt werden.

8 Anhang

8.1 Übersicht zu den Szenarien

Tabelle 5: Übersicht der getroffenen Annahmen in den Szenarien S1 bis S5

Szenario	Zeitspanne	Treibstoff-logistik (limitierend: Ja/Nein)	Potentiell betroffene Notstrom- gruppen	Durchschnittliche Betriebsdauer (Anwendungsfälle)	Branchenzuordnung	Differenzen in Branchenzu- ordnungen	Total- stunden je Branchen- gruppe
S1: Auslastung 50h	~2 Tage	Nein	Alle	50h	Keine Differenzierung – alle Branchen	---	50h
S2: Blackout	3 Tage	Nein	Alle	1. 24h/d 2. 4h/d 3. 0h/d	1. Elektrizitätswerk/Kraftwerk, Dienstleis- tungen, Spital/Altersheim 2. Immobilien/Verwaltung, Land-/Forst- wirtschaft, Restaurant/Hotel, Trans- portunternehmung, Öffentliche Hand, Übrige 3. Bauunternehmung, Industrie/Gewerbe, Schausteller/Zirkus/Vergnügungsbe- triebe	Im Vergleich zu S3a und S3b: 1. Identisch 2. Different 3. Different	1. 72h 2. 12h 3. 0h
S3a: Zyklische Netzab- schaltungen 33 %	14 Tage	Ja	Alle	1. 16h/d 2. 4h/WT** 3. 2h/d 4. 0h/d	1. Elektrizitätswerk/Kraftwerk, Dienstleis- tungen, Spital/Altersheim 2. Immobilien/Verwaltung, Industrie/Ge- werbe, Bauunternehmung, Restau- rant/Hotel 3. Land-/Forstwirtschaft, Transportunter- nehmung, Öffentliche Hand, Übrige 4. Schausteller/Zirkus/Vergnügungsbe- triebe	S3a und S3b identisch	1. 224h 2. 40h 3. 28h 4. 0h
S3b: Zyklische Netzab- schaltungen 50 %	14 Tage	Ja	Alle	1. 16h/d 2. 6h/WT** 3. 3h/d 4. 0h/d	1. Elektrizitätswerk/Kraftwerk, Dienstleis- tungen, Spital/Altersheim 2. Immobilien/Verwaltung, Industrie/Ge- werbe, Bauunternehmung, Restau- rant/Hotel	S3a und S3b identisch	1. 224h 2. 60h 3. 42h 4. 0h

Szenario	Zeitspanne	Treibstofflogistik (limitierend: Ja/Nein)	Potentiell betroffene Notstrom- gruppen	Durchschnittliche Betriebsdauer (Anwendungsfälle)	Branchenzuordnung	Differenzen in Branchenzu- ordnungen	Total- stunden je Branchen- gruppe
					3. Land-/Forstwirtschaft, Transportunternehmung, Öffentliche Hand, Übrige 4. Schausteller/Zirkus/Vergnügungsbetriebe		
S4a: Kontingentierung «mittel» (Kontingentierungs- satz < 85 % und ≥ 70 %)	1 Monat - 30 Tage - 25 WT**	Ja	Nur Gross- verbraucher*	1. 4h/WT** 2. 4h/d 3. 2h/d 4. 0h/d	1. Industrie/Gewerbe 2. Spital/Altersheim, Dienstleistungen 3. Land-/Forstwirtschaft, Immobilien/Verwaltung, Restaurant/Hotel, Übrige 4. Schausteller/Zirkus/Vergnügungsbetriebe, Elektrizitätswerk/Kraftwerk, Öffentliche Hand, Transportunternehmung, Bauunternehmung	Im Vergleich zu S2, S3a und S3b: different Im Vergleich zu S4b und S5: identisch	1. 100h 2. 120h 3. 60h 4. 0h
S4b: Kontingentierung «hoch» (Kontingentierungs- satz < 70 %)	1 Monat - 30 Tage - 25 WT**	Ja	Nur Gross- verbraucher*	1. 8h/WT** 2. 8h/d 3. 3h/d 4. 0h/d	1. Industrie/Gewerbe 2. Spital/Altersheim, Dienstleistungen 3. Land-/Forstwirtschaft, Immobilien/Verwaltung, Restaurant/Hotel, Übrige 4. Schausteller/Zirkus/Vergnügungsbetriebe, Elektrizitätswerk/Kraftwerk, Öffentliche Hand, Transportunternehmung, Bauunternehmung	Im Vergleich zu S2, S3a und S3b: different Im Vergleich zu S4a und S5: identisch	1. 200h 2. 240h 3. 90h 4. 0h
S5: Sofortkontingentierung (Kontingentierungs- satz < 90 %)	1 Woche - 7 Tage - 5 WT**	Nein	Nur Gross- verbraucher*	1. 4h/WT** 2. 4h/d 3. 2h/d 4. 0h/d	1. Industrie/Gewerbe 2. Spital/Altersheim, Dienstleistungen 3. Land-/Forstwirtschaft, Immobilien/Verwaltung, Restaurant/Hotel, Übrige 4. Schausteller/Zirkus/Vergnügungsbetriebe, Elektrizitätswerk/Kraftwerk, Öffentliche Hand, Transportunternehmung, Bauunternehmung	Im Vergleich zu S2, S3a und S3b: different Im Vergleich zu S4a und S4b: identisch	1. 20h 2. 28h 3. 14h 4. 0h

* Für die Berechnung der Emissionen werden alle Notstromgruppen einer gewählten Branche betrachtet.

** WT = Werktag

8.2 Berechnungsmethodik

Um die Umweltauswirkungen einer Strommangellage aufgrund der vorgesehenen Lockerungen von Umweltvorschriften für Notstromgruppen beziffern zu können, wurden die Emissionen basierend auf dem Endenergieverbrauch je Szenario sowie energiebezogenen Emissionsfaktoren berechnet:

Formel 1

$$Em = \frac{EV \times EF}{10^6} \times 3600$$

Em = Jährliche Emissionen bzw. Emissionen je Szenario [t/a] bzw. [t]

EV = Endenergieverbrauch [GWh/a]

EF = Emissionsfaktor [g/GJ]

10^6 = Konversionsfaktor [g] nach [t]

3600 = Konversionsfaktor [GWh] nach [GJ]

Die auf dem Emissionsinventar basierenden und für die Berechnungen verwendeten Emissionsfaktoren sind in nachfolgender Tabelle aufgelistet. Dabei stehen bezüglich eingesetzter Abgastechnologie die Abkürzungen «DPF» für Diesel-Partikelfilter und «SCR» für *Selective Catalytic Reduction* (= Katalysator zur Entstickung der Abgase).

Tabelle 6: Emissionsfaktoren für den Energieträger HEL nach Abgastechnologie

Energie-träger	Abgas-technologie	NO _x	CO	PM ₁₀	CO ₂
		[g/GJ]	[g/GJ]	[g/GJ]	[g/GJ]
HEL	Keine	942.0	137.1	30.0	73'700
	DPF	942.0	137.1	1.0	73'700
	DPF + SCR	58.7	137.1	1.0	73'700

Der Endenergieverbrauch errechnet sich aus der Multiplikation des Anlagenbestandes mit dessen Inputleistung, dem durchschnittlichen Lastfaktor und den (jährlichen) Betriebsstunden:

Formel 2

$$EV = \frac{N \times P_{in} \times \lambda \times h}{10^6}$$

EV = Endenergieverbrauch [GWh/a]

N = Bestand (Anzahl Anlagen)

P_{in} = Inputleistung (= Feuerungswärmeleistung FWL) [kW]

λ = Lastfaktor (dimensionslos)

h = Betriebsstunden (jährlich bzw. je Szenario) pro Anlage [h/a]

10^6 = Konversionsfaktor [kW] nach [GW]