



THINKING
FOR
TOMORROW



AWK Group

Enabling digital performance.

Regulierungsfolgenabschätzung Konkretisierung Art. 48a FMG

Schlussbericht

Bundesamt für Kommunikation
Abteilung Telecomdienste und Post
Zukunftstrasse 44
2501 Biel

29. Juni 2022, Projekt-Nr. 12.467.07.00



Dokumentinformationen

Titel:	Schlussbericht	
Projektnummer:	12.467.07.00	
Veröffentlichungsdatum:		
Gespeichert:	29. Juni 2022	
Anzahl Seiten:	125 exkl. Beilagen	
Dateiname:	Bericht_RFA_Art48aFMG.docx	
Dokumentverantwortlicher:	Sophia Ding	
Geprüft durch:	Projektbegleiter: Pascal Bettendorff	Datum: 29.06.22

Versionen

Version	Datum	Wichtigste Änderungen	Verantwortlich
V1.0	18.03.2022	Finale Version für Review an BAKOM	Sophia Ding
V1.1	02.05.2022	Revidierte Version	Sophia Ding
V1.2	20.05.2022	Revidierte Version	Sophia Ding
V1.3	27.06.2022	Revidierte Version	Sophia Ding
V1.3.1	29.06.2022	Revidierte Version	Sophia Ding

Prüfung

Version	Prüfdatum	Prüfende Stelle / Person	Bemerkung

Abkürzungen und Begriffe

Abkürzung	Beschreibung
ANSI	American National Standards Institute
asut	Schweizerischer Verband der Telekommunikation
BABS	Bundesamt für Bevölkerungsschutz
Backbone	Verbindung im Kernbereich eines Telekommunikationsnetzes
BAKOM	Bundesamt für Kommunikation
BAZG	Bundesamt für Zoll und Grenzsicherheit
BFE	Bundesamt für Energie
BIPT	Belgisches Institut für Postdienste und Telekommunikation
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik



BWD	Betreiber wesentlicher Dienste
BWL	Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung.
Core	Knotenpunkte der Backbone Verbindungen
ENTSO-E	Verband Europäischer Übertragungsnetzbetreiber
EU	Europäische Union
EVU	Energieversorgungsunternehmen
EZV	Eidgenössische Zollverwaltung (Neu: Bundesamt für Zoll und Grenzsicherheit)
FAN	Fibre Access Node
FDA	Fernmeldediensteanbieter
FDV	Verordnung über Fernmeldedienste
FMG	Fernmeldegesetz
IDS	Intrusion Detection System
IP	Internet Protocol
ISP	Internet Service Provider
ITIL	Information Technology Infrastructure Library
MNO	Mobile Network Operator
MVNO	Mobile Virtual Network Operator
NCSC	Nationales Zentrum für Cybersicherheit
NIS-Gesetz	Österreichisches Netz- und Informationssicherheitsgesetz
NIST	National Institute of Standards and Technology
OLA	Operational Level Agreement
OSTRAL	Organisation für Stromversorgung in Ausserordentlichen Lagen
POLYCOM	Bezeichnung für das Sicherheits-Funknetz nach dem Standard des Bundes
PoP	Point of Presence
RAN	Radio Access Network
RF	Radio Frequency
RFA	Regulierungsfolgenabschätzung
RTV	Radio und TV
SKI	Schutz Kritischer Infrastrukturen
SLA	Service Level Agreement
TAV	Technische und administrative Vorschriften
WBF	Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung
WL	Wirtschaftliche Landesversorgung





Inhaltsverzeichnis

Management Summary.....	9
Ausgangslage und Vorgehen.....	9
Prüfpunkt 1: Notwendigkeit und Möglichkeit staatlichen Handelns.....	9
Prüfpunkt 2: Alternative Regelungen	11
Prüfpunkt 3: Auswirkungen auf einzelne gesellschaftliche Gruppen	12
Prüfpunkt 4: Auswirkungen auf die Gesamtwirtschaft	15
Prüfpunkt 5: Zweckmässigkeit im Vollzug	17
1. Einleitung.....	19
1.1. Ausgangslage.....	19
1.2. Ziel und Fragestellungen	19
1.3. Methodisches Vorgehen	20
1.4. Aufbau des Berichts.....	22
2. Prüfpunkt 1: Notwendigkeit und Möglichkeit staatlichen Handelns.....	23
2.1. Handlungsbedarf	23
2.2. Einschätzung des Handlungsbedarfs aus Sicht der Akteure	26
2.3. Massnahmen	28
2.3.1. Massnahmen a: Strom	29
2.3.2. Massnahmen b: Verbindung.....	29
2.3.3. Massnahmen c: Physische Integrität	30
2.3.4. Massnahmen d: Software-Integrität.....	31
2.3.5. Massnahmen e: Plattform & Produkt-IT.....	32
2.3.6. Massnahmen f: Übergreifende Massnahmen	33
3. Prüfpunkt 2: Alternative Regelungen	34
3.1. Übersicht	34
3.2. Einschätzung der Alternativen aus Sicht der Akteurinnen und Akteure.....	35
3.2.1. Branchenvereinbarung	35
3.2.2. Konzessionsverträge.....	35
3.2.3. Haftungslösung	35
3.3. Fazit.....	36
3.3.1. Publikation von Qualitätsindikatoren.....	36
3.3.2. Branchenvereinbarungen	36
3.3.3. Haftung für Schäden	36
3.3.4. Konzessionsverträge.....	36
3.3.5. Anwendung des SKI-Leitfadens	37
4. Prüfpunkt 3: Auswirkungen auf einzelne gesellschaftliche Gruppen	38
4.1. Wirkungsmodell	38
4.2. Auswirkungen auf die öffentliche Hand	39



4.2.1.	Aufwendungen aus Sicht BAKOM	39
4.2.2.	Massnahmen a: Strom («Härtung der Mobilfunknetze»).....	40
4.2.3.	Massnahmen b: Verbindung.....	40
4.2.4.	Massnahmen c: Physische Integrität	40
4.2.5.	Massnahmen d: Software-Integrität.....	41
4.2.6.	Massnahmen e: Plattform & Produkt-IT.....	42
4.2.7.	Massnahmen f: Übergreifende Massnahmen	43
4.2.8.	Finanzierung	44
4.2.9.	Fazit	44
4.3.	Auswirkungen auf die FDA	44
4.3.1.	Kosten der FDA.....	44
4.3.2.	Massnahmen a: Strom («Härtung Mobilfunknetze»).....	45
4.3.3.	Massnahmen b: Verbindung.....	49
4.3.4.	Massnahmen c: Physische Integrität	50
4.3.5.	Massnahmen d: Software-Integrität.....	50
4.3.6.	Massnahmen e: Plattform & Produkt-IT.....	51
4.3.7.	Massnahmen f: Übergreifende Massnahmen	51
4.3.8.	Fazit	51
4.4.	Wirksamkeit: Einschätzung aus Sicht AWK/INFRAS.....	52
4.4.1.	Massnahmen a: Strom («Härtung der Mobilfunknetze»).....	53
4.4.2.	Massnahmen b: Verbindung.....	54
4.4.3.	Massnahmen c: Physische Integrität	54
4.4.4.	Massnahmen d: Software-Integrität.....	55
4.4.5.	Massnahmen e: Plattform & Produkt-IT.....	56
4.4.6.	Massnahmen f: Übergreifende Massnahmen	56
4.4.7.	Fazit	57
4.5.	Einschätzung der Massnahmen und der Alternativen aus Sicht der AkteurInnen.....	57
4.5.1.	Massnahmen a: Strom (Härtung der Mobilfunknetze).....	59
4.5.2.	Massnahmen d: Software-Integrität und e: Plattform und Produkt-IT.....	59
4.6.	Auswirkungen auf die Kundinnen und Kunden.....	60
4.6.1.	Umlagerung der Kosten der FDA auf die Preise pro Abonnement.....	60
4.6.2.	Überwälzung und Finanzierung	62
4.6.3.	Fazit	63
5.	Prüfpunkt 4: Auswirkungen auf die Gesamtwirtschaft	64
5.1.	Nutzen für die Gesamtwirtschaft.....	64
5.1.1.	Massnahmen a: Strom (Härtung Mobilfunknetze).....	64
5.1.2.	Massnahmen c: Physische Integrität	66
5.1.3.	Massnahmen b: Verbindung, d: Software-Integrität und e: Plattform und Produkt IT	66
5.1.4.	Fazit	67
5.2.	Weitere Auswirkungen auf die Wirtschaft.....	68
5.3.	Weitere Auswirkungen auf die Gesellschaft.....	68
5.4.	Auswirkungen auf die Umwelt.....	69



5.5.	Bilanz der Auswirkungen	69
5.5.1.	Übersicht.....	69
5.5.2.	Massnahmen a: Strom («Härtung der Mobilfunknetze»).....	70
5.5.3.	Massnahmen b: Verbindung.....	74
5.5.4.	Massnahmen: c: Physische Integrität.....	74
5.5.5.	Massnahmen d: Software-Integrität.....	75
5.5.6.	Massnahmen e: Plattform & Produkt-IT.....	76
5.5.7.	Massnahmen f: Übergreifende Massnahmen	77
5.5.8.	Zusammenfassende Beurteilung.....	77
6.	Prüfpunkt 5: Zweckmässigkeit im Vollzug.....	79
6.1.	Generell.....	79
6.2.	Ausgestaltung.....	81
6.2.1.	Massnahmen a: Strom («Härtung der Mobilfunknetze»).....	81
6.2.2.	Massnahmen b: Verbindung.....	81
6.2.3.	Massnahmen c: Physische Integrität	82
6.2.4.	Massnahmen d: Software-Integrität.....	82
6.2.5.	Massnahmen e: Plattform & Produkt-IT.....	82
6.2.6.	Massnahmen f: Übergreifende Massnahmen	83
	Anhang.....	84
A.	Massnahmen.....	84
A.1.	Netzwerkhierarchien	84
A.2.	Scope der Analyse.....	85
A.3.	Abzudeckende Risiken und Gefahrenquellen	86
A.4.	Übersicht über Massnahmen in anderen Ländern.....	90
A.5.	Risikomindernde Massnahmen zur «Härtung der Mobilfunknetze».....	92
A.5.1.	Massnahmen a: Strom («Härtung der Mobilfunknetze»).....	92
A.6.	Risikomindernde allgemeine Massnahmen zur Sicherheit	95
A.6.1.	Massnahmen b: Verbindung.....	95
A.6.2.	Massnahmen c: Physische Integrität	97
A.6.3.	Massnahmen d: Software & Firmware Integrität.....	100
A.6.4.	Massnahmen e: Plattform- / Produkt-IT.....	102
A.6.5.	Massnahmen f: Übergreifende Massnahmen	104
B.	Schriftliche Erhebung bei den FDA.....	106
B.1.	Erhebungsdesign.....	106
B.2.	Fragebogen	107
B.3.	Auswertung.....	107
B.3.1.	Qualität und Vergleichbarkeit der Daten	107
C.	Qualitative Befragung	109
C.1.	Befragte Personen.....	109



C.2.	Gesprächsleitfaden.....	110
D.	Schäden	114
D.1.	Schäden durch Strommangellage / Stromausfall	114
D.2.	Schäden durch Ausfall Technik / Cyber-Angriffe.....	115
D.2.1.	Personenschäden (Tote/Verletzte) wegen Ausfall Telekommunikationsdienstleistungen.....	115
D.2.2.	Bewältigungskosten	116
D.2.3.	Reduktion der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit	116
D.2.4.	Gesellschaft	117
D.2.5.	Eintretenswahrscheinlichkeit	117
D.2.6.	Fazit	118
E.	Verzeichnisse	120
E.1.	Abbildungsverzeichnis	120
E.2.	Tabellenverzeichnis	120
E.3.	Referenzierte Dokumente	121



Management Summary

Ausgangslage und Vorgehen

Fernmeldeinfrastrukturen und -dienste haben sich zu einem unverzichtbaren Pfeiler für wirtschaftliche und gesellschaftliche Aktivitäten entwickelt. Praktisch alle Haushalte und Unternehmen verfügen heute über einen Internetanschluss und nutzen Handy oder Smartphone. Auch vor dem Hintergrund der fortschreitenden Digitalisierung kommt der Telekommunikation eine entscheidende Rolle zu: Telekomdienste ermöglichen Effizienzsteigerungen bei Produktions- und Arbeitsabläufen. Zudem vereinfachen sie administrative Prozesse und Alltagsgeschäfte. Verschiedenste Wirtschaftszweige sind von einem reibungslosen Datentransfer abhängig. Ein Ausfall der Fernmeldeinfrastrukturen und der damit verbundenen Fernmeldedienste würde schwerwiegende wirtschaftliche und gesellschaftliche Schäden nach sich ziehen. Die Schäden, die entstehen, wenn ein grosses Mobilfunknetz während drei Tagen ausfällt, werden auf rund 9 Mrd. CHF geschätzt [38].

Im Rahmen der Revision des Fernmeldegesetzes (FMG) wurde Art. 48a «Sicherheit» dahingehend angepasst, dass der Bundesrat Bestimmungen über die Sicherheit von Informationen und von Fernmeldeinfrastrukturen und -diensten erlassen kann. Das Bundesamt für Kommunikation (BAKOM) arbeitet nun daran, derartige Bestimmungen zu entwerfen. Vor diesem Hintergrund hat das BAKOM die Beratungsunternehmen AWK und INF-RAS beauftragt, eine Regulierungsfolgenabschätzung (RFA) zu den Auswirkungen von Massnahmen zur Härtung¹ der Mobilfunknetze sowie von allgemeinen Massnahmen zur Sicherheit zu verfassen.

Die durchgeführte RFA orientiert sich an den Vorgaben des SECO und untersucht fünf Prüfpunkte. Diese umfassen neben einer Klärung des Handlungsbedarfs (siehe Kapitel 2) auch eine Wirkungsanalyse, welche die Auswirkungen der Massnahmen und möglicher Alternativen auf einzelne gesellschaftliche Gruppen, die Gesellschaft und die Gesamtwirtschaft untersucht (siehe Kapitel 3, 4 und 5). Schliesslich werden im Rahmen der RFA auch mögliche Vollzugsoptimierungen abgeklärt (siehe Kapitel 6). Methodisch stützt sich die RFA auf Dokumentenanalysen, auf eine Erhebung bei zehn Fernmeldedienstanbieterinnen (FDA) und auf eine qualitative Befragung von betroffenen Akteurinnen und Akteure (u.a. Branchenverbänden und Wettbewerbsbehörden).

Prüfpunkt 1: Notwendigkeit und Möglichkeit staatlichen Handelns

Handlungsbedarf

Die RFA identifiziert im ersten Prüfpunkt den Handlungsbedarf und die Möglichkeiten staatlichen Handelns (siehe Kapitel 2.1). Der Handlungsbedarf ergibt sich daraus, dass ein längerer Ausfall der Fernmeldeinfrastrukturen oder -dienste infolge von Stromunterbrüchen, Naturkatastrophen oder nationalen Cyber-Angriffen weitreichende Folgeschäden bei Dritten und in der Volkswirtschaft verursachen würde. Daraus lässt sich ableiten, dass ein überwiegendes öffentliches Interesse für eine funktionierende Fernmeldeinfrastruktur besteht. Ökonomisch gesehen handelt es sich bei den Schäden aus solchen Ereignissen um externe Effekte, die heute in den Marktpreisen nicht abgebildet sind und damit ein Marktversagen darstellen. Aus ökonomischer Sicht ist damit eine notwendige Voraussetzung für staatliches Handeln gegeben und es besteht zumindest theoretisch Handlungsbedarf für eine Regulierung.

¹ «Härtung» bezeichnet die Sicherstellung der Mobilfunkversorgung für Notrufdienste und allenfalls Sprach- und Datendienste bei einem landesweiten Stromausfall oder in einer Stromversorgungskrise.



Mögliche Massnahmen

Ausgehend vom Handlungsbedarf wurden eine Reihe von Massnahmen zusammengestellt, mit denen die Schäden vermieden werden sollten. Ob die Massnahmen tatsächlich wirksam und kosteneffizient sind, wurde in der Wirkungsanalyse untersucht (siehe Kapitel 4 und Abschnitt 5.5). Die folgende Tabelle 1 gibt einen Überblick über die vertieft untersuchten Massnahmen (siehe Abschnitt 2.3).

Tabelle 1. In der RFA untersuchte Massnahmen

ID	Massnahme	Kurzbeschreibung
Massnahmen zur Härtung		
a2	Dieselgeneratoren oder Brennstoffzellen mit Tankversorgung	Ein mit Diesel betriebener Motor treibt einen Generator zur Stromerzeugung an. (Alternative: Eine Brennstoffzelle erzeugt Strom aus Wasserstoff oder Methanol). Während einer Krise (z.B. Strommangellage), muss der dazugehörige Tank entsprechend kontinuierlich nachgefüllt werden.
a3	Batterien & Puffersysteme	Batterien liefern Strom im Falle eines Stromausfalls und können, wenn der Strom wieder zur Verfügung steht, aufgeladen werden.
Allgemeine Massnahmen zur Sicherheit		
b1	Verbindliche SLAs mit Branchen-Standard	Es ist vorgeschrieben, Vereinbarungen zwischen den beteiligten FDA schriftlich vorzunehmen und einen branchenweiten Standard in Bezug auf Resilienz zu vereinbaren. FDA dürfen nur auf eigenen Leitungen oder auf Leitungen, die diesen Mindest-SLA entsprechen, Fernmeldedienste anbieten.
b4	Technische/Architektur-Vorgaben	Der Bund erlässt Vorschriften, wie Fernmeldedienste technisch zu konzipieren sind. Dazu gehören architektonische Vorgaben, insbesondere die Verwendung bestimmter Topologien, d.h. geschlossene Ringe oder mehrfach vermaschte Netzverbindungen, Vorgaben zu mehrfachen Ausführungen (Redundanz) und Überbuchungsfaktoren; z.B. darf im Normalbetrieb nur maximal 50% der Kapazität verwendet werden.
c1	Bauliche Massnahmen: Zutrittsschutz	Bauliche Massnahmen wie Zäune, Mauern, Türen, Schlösser, etc. werden für den Zutrittsschutz eingesetzt. Diese dienen dem Schutz gegen Vandalismus, Sabotage, etc.
c2	Bauliche Massnahmen: Robustheit	Diese Massnahme umfasst bauliche Aktivitäten zum Schutz vor Naturereignissen (z.B. Erdbeben, Erdbeben, Sturm, Hagel, etc.).
c3	Alarmierung / Technische Überwachung	Einsatz von Kameras, Sensoren, etc. als passiver Schutz und als Abschreckungsmassnahme.
c4	Sicherheitspersonal (privat)	Diese Massnahme kann auf drei verschiedene Weisen umgesetzt werden: Privates Sicherheitspersonal i) ist kontinuierlich am Standort präsent, ii) patrouilliert regelmässig oder iii) kommt bei Alarmierung. Je nach Grösse und Lage der Standorte ist die eine oder andere Variante sinnvoll.
c5	Sicherheitspersonal (staatlich)	Beim Einsatz von staatlichem Sicherheitspersonal, d.h. Polizei oder Militär, kann zwischen zwei Einsatzarten unterschieden werden: In der normalen Lage kommt die Polizei bei Alarmierung (Einbruch, Vandalismus) zum Einsatz. In Krisenlagen ist eine militärische Überwachung und der Schutz von kritischer Infrastruktur denkbar.
c6	Resilienz Gesamtsystem (Ausfall einzelner Standorte akzeptabel)	Die Resilienz des Gesamtsystems führt dazu, dass der Ausfall einzelner Standorte akzeptabel wird. Sie stellt sicher, dass das Gesamtsystem noch funktioniert, selbst wenn einzelne Standorte ausfallen.



ID	Massnahme	Kurzbeschreibung
d1	Vorgaben FDA an Systemhersteller	FDA können Systemherstellern Vorgaben stellen im Bereich Source Code Audits, Code Escrow, kryptografische Kontrolle, Signaturen, Background Prüfung der EntwicklerIn, Bereitstellung designierter EntwicklerIn, etc.
d2	Vorgaben BAKOM an Systemhersteller	Das BAKOM schreibt vor, wie Software- und Firmware-Implementationen auszugestaltet sind. Diese Vorgaben beinhalten Vorschriften, Richtlinien, Leitlinien, etc. Eine Prüfstelle nimmt Implementationen ab (analog zur Zulassung medizinischer Produkte).
d3	Betriebliche Vorgaben an FDA	Das BAKOM macht Vorgaben an die FDA im Bereich Betrieb. Diese beinhalten z.B. das Testing, Change Management, Patch & Vulnerability Management sowie Prozesse (z.B. nach ITIL).
d5	Zertifizierung / Homologation (Zulassung) von Systemherstellern	Das BAKOM verpflichtet bestimmte Systemhersteller, sich von unabhängiger Stelle zertifizieren zu lassen. D.h. ohne Zertifizierung können bestimmte Systemhersteller nicht mehr von den FDA genutzt werden.
e1	Change Management & Testing Vorgaben BAKOM/BABS	Das BAKOM erlässt Vorschriften, wie im Bereich der Plattform- / Produkt-IT das Change Management und Testing zu gestalten ist.
e2	SLA für kritische Services / Strafbestimmungen	Analog zur Massnahme b1 für Plattformen. FDA werden verpflichtet, Vereinbarungen zwischen beteiligten FDA schriftlich vorzunehmen und einen branchenübergreifenden Standard in Bezug auf Resilienz zu vereinbaren.
e3	Meldeprozess (Förderung Fehlerkultur)	Mit der Einführung von Meldeprozessen soll die Fehlerkultur gefördert werden, damit Incidents öffentlich gemacht und aus ihnen gelernt werden kann.
e4	Unabhängig Untersuchungsstelle für Technologieunfälle	Diese Massnahme adressiert die Nachbereitung eines groben Ausfalls / Unfalls im Bereich der Fernmeldedienste (analog zur SUST in der Luftfahrt oder zum BARPI [Untersuchungsbüro für technologische Störfälle] in Frankreich).
e5	Systemführerschaft FDA	Systemführerschaft beinhaltet, dass eine Stelle berechtigt ist, unternehmensübergordnete Aufgaben stellvertretend für andere Unternehmen wahrzunehmen, z.B. Eisenbahninfrastruktur (Art. 36 Eisenbahngesetz).
e6	Systemführerschaft BAKOM	Systemführerschaft beinhaltet, dass eine Stelle berechtigt ist, unternehmensübergordnete Aufgaben stellvertretend für andere Unternehmen wahrzunehmen, z.B. Eisenbahninfrastruktur (Art. 36 Eisenbahngesetz).
f2	National Roaming	Analog zur Situation heute beim Notruf 112. Im Krisenfall könnte sich ein Mobiltelefon mit einer beliebigen Antenne unabhängig vom Anbieter verbinden.
f3	Virtuelles Notnetz	Ein Mobile Virtual Network Operator (MVNO) wird gegründet. Dieser hat Verträge mit allen Schweizer NetzerwerkbetreiberInnen, das Netz wird auf Frequenzen mit reduzierter Kapazität, aber hoher Reichweite (z.B. 800 MHz) angeboten. Das Notnetz ist immer aktiv und jede Mobilfunkendkundin und jeder -kunde erhält eine SIM oder eSIM für dieses Notnetz.

Prüfpunkt 2: Alternative Regelungen

Um Art. 48a FMG zu konkretisieren, plant das BAKOM eine Teilrevision der Verordnung über Fernmeldedienste (FDV) und der betreffenden technischen und administrativen Vorschriften des BAKOM (TAV). Dabei stellt sich die Frage, ob die angestrebten Ziele mit al-



ternativen Regelungsinstrumenten und -inhalten wirksamer, kosteneffizienter und mit geringeren Einschränkungen für die Adressatinnen und Adressaten erreicht werden könnten (siehe Kapitel 3). Die im Rahmen der RFA untersuchten Alternativen lassen sich wie folgt beurteilen:

Eine mögliche Alternative sind **Meldepflichten mit anschliessender Publikation**. Es werden von allen FDA Indikatoren zur Versorgungssicherheit oder zur Compliance festgelegt. Durch die Publikation der Indikatorenwerte erhalten die FDA einen Anreiz, möglichst gute Werte zu erzielen, da sie sonst einen Reputationsschaden befürchten müssen. Für Ereignisse mit potenziellen Schäden in Milliardenhöhe beurteilen wir Meldepflichten mit anschliessender Publikation als nicht ausreichend. Sie können allenfalls als Begleitmassnahme eingesetzt werden.

Eine eigenständige Alternative wären **Branchenvereinbarungen**. Diese können sowohl die Härtung der Mobilfunknetze als auch die allgemeinen Massnahmen zur Sicherheit abdecken. Wie bei einer Regulierung wären die FDA verpflichtet, Massnahmen umzusetzen. Die Vorgaben wären aber flexibler als bei einer rechtlichen Lösung. Der Nachteil einer Branchenvereinbarung liegt darin, dass sie weniger verbindlich wirkt als eine Regulierung, wenn bei Nichteinhaltung keine Sanktionierung droht.

Als Alternative zu erwähnen sind ausserdem **Haftungslösungen**. Diese funktionieren, wenn die Haftungssumme genügend hoch angesetzt wird und die externen Kosten eines Ausfalls der Fernmeldeinfrastrukturen und -dienste internalisiert werden. Bei einer Strommangellage oder einem Stromausfall sind die potenziellen Schäden allerdings so hoch, dass eine Haftungslösung nicht realistisch erscheint. Die Schäden eines ungenügend funktionierenden Mobilfunknetzes infolge einer Strommangellage werden auf über 16 Mrd. CHF geschätzt.² Ausserdem wären Haftungsansprüche nach Ansicht der FDA mit einem hohen Abklärungsaufwand verbunden.

Auch **Konzessionsverträge** sind als Alternative nicht geeignet. Theoretisch könnten Anforderungen bezüglich Sicherheit von Fernmeldeinfrastrukturen und -dienste über die Grundversorgungskonzession oder die Funkkonzessionen eingefordert werden. Damit würden praktisch jedoch nur die Swisscom als Grundversorgungskonzessionärin und die MobilfunkbetreiberInnen abgedeckt.

Prüfpunkt 3: Auswirkungen auf einzelne gesellschaftliche Gruppen

Unter dem Prüfpunkt 3 untersucht die RFA die Auswirkungen (Kosten, Nutzen, Verteilungswirkungen) der Vorlage auf einzelne gesellschaftliche Gruppen (siehe Kapitel 4). Relevant sind dabei diejenigen Aufwendungen und Kosten, die im Vergleich zur heutigen Situation (Referenzszenario) zusätzlich anfallen. Von einer Konkretisierung von Art. 48a FMG wären vor allem die FDA, die Kundinnen und Kunden der FDA und der Bund betroffen.

Auswirkungen auf die FDA

Die Hauptbetroffenen sind die FDA (siehe Abschnitt 4.3). Die Härtung der Mobilfunknetze betrifft nur die drei FDA im Mobilfunkbereich. Die allgemeineren Massnahmen zur Sicherheit betreffen alle 480 FDA (InfrastrukturbetreiberInnen und Service Provider) mit Festnetzleitungen, Ortszentralen, Core Center und/oder Rechenzentren.

Die Hauptwirkung einer allfälligen Regulierung besteht darin, dass die FDA die oben in Tabelle 1 erwähnten Massnahmen zur Sicherheit der Fernmeldeanlagen und -dienste er-

² Abgeleitet aus Schäden, die ein funktionierendes Mobilfunknetz im Falle einer Strommangellage vermeiden kann (siehe Abschnitt D.1.)



greifen müssten. Dadurch entstehen den FDA einmalige und wiederkehrende Kosten (Investitionskosten, Sach- und Personalaufwand). Basierend auf einer Erhebung bei zehn FDA und einer Plausibilisierung der Angaben durch AWK wurden die Kosten für die Umsetzung der Massnahmen geschätzt (siehe Abschnitt 4.3).

Die grössten Kosten fallen für die Härtung der Mobilfunknetze (Massnahmen a) an. Eine Härtung für das Szenario Strommangellage würde bei den FDA gemäss plausibilisierten Schätzungen Kosten bis zu ca. 95 Mio. CHF/Jahr verursachen. Soll zusätzlich auch für das Szenario Stromausfall gehärtet werden, so entstehen zusätzliche Kosten von 55 Mio. CHF/Jahr.

Für die allgemeinen Massnahmen zur Sicherheit (Massnahmen b-e) schätzen wir für einzelne Massnahmen jährliche Kosten zwischen ca. 10 und 75 Mio. CHF. Dies betrifft u.a. Massnahmen wie die Vorgaben des BAKOM an Systemhersteller (d2) oder der Aufbau und Betrieb eines virtuellen Notnetzes (f3).

Die Erhebung bei den FDA hat gezeigt, dass die FDA gewisse Massnahmen zumindest bis zu einem gewissen Grad schon umgesetzt haben. Sofern eine FDA die jeweiligen Massnahmen auch unabhängig von einer allfälligen Regulierung durchführt, handelt es sich bei den Kosten für diese Massnahme um sogenannte Sowiesokosten. Bei den plausibilisierten Kostenschätzungen sind die Sowiesokosten abgezogen.

Neben den Kosten wurde auch die Wirksamkeit der Massnahmen untersucht (siehe Abschnitt 4.4). Die Wirksamkeit beschreibt, in welchem Ausmass eine Massnahme einen betreffenden Schaden verhindern kann. Am wirksamsten sind die Massnahmen zur Härtung der Mobilfunknetze, weil sie die durch einen Ausfall der Stromversorgung verursachten Ausfälle der Mobilfunkdienste praktisch zu 100% vermeiden können. Die allgemeinen Massnahmen zur Sicherheit werden teilweise als weniger wirksam eingestuft, weil Fehler (Faktor Mensch) nie vollständig ausgeschlossen werden können und ein absoluter Schutz vor Naturereignissen und mutwilliger Zerstörung nicht möglich ist.

Ausgehend von der Wirksamkeit und den Kosten lassen sich die Massnahmen in drei Kategorien einteilen (siehe Abbildung 1 und Abschnitt 5.5.1):

- Das beste Kosten-Wirksamkeits-Verhältnis zeigen die Massnahmen im **grünen Bereich**. Diese Massnahmen sind meistens wirksam und verursachen nur geringe Kosten. Da sie gleichzeitig hohe Nutzen erzeugen, werden die Massnahmen als zweckmässig beurteilt. Sie sollten deshalb in der Konkretisierung von Art. 48a FMG berücksichtigt werden. Zu den kostengünstigen Massnahmen zählen u.a. technische, betriebliche und Prozessvorgaben an die FDA sowie bauliche Massnahmen und der Meldeprozess.
- Die Massnahmen im **gelben Bereich** beurteilen wir als diskussionswürdig, da sie zwar eine gewisse Wirksamkeit aufweisen, teilweise aber auch mit höheren Kosten verbunden sind. Massnahmen wie die Härtung der Mobilfunknetze lohnen sich, weil sie zwar hohen Kosten, aber auch sehr hohe Nutzen für die Bevölkerung und die Wirtschaft generieren und sehr wirksam sind. Andere Massnahmen wie Vorgaben des BAKOM an Systemhersteller könnten sich ebenfalls lohnen. Sie sind zwar etwas weniger wirksam, verursachen aber auch geringere Kosten; ausserdem generieren sie einen hohen Nutzen.
- Ungeeignet sind aus unserer Sicht die Massnahmen in den **roten Quadraten**. Entweder sind sie praktisch nicht wirksam und lohnen sich deshalb nicht. Oder sie sind zwar gering wirksam, verursachen aber gleichzeitig nicht vernachlässigbare Kosten. Diese Massnahmen sollten in der Konkretisierung von Art. 48a FMG nicht vorgesehen werden. Zu diesen Massnahmen zählen bspw. Vorgaben der FDA an Systemhersteller.

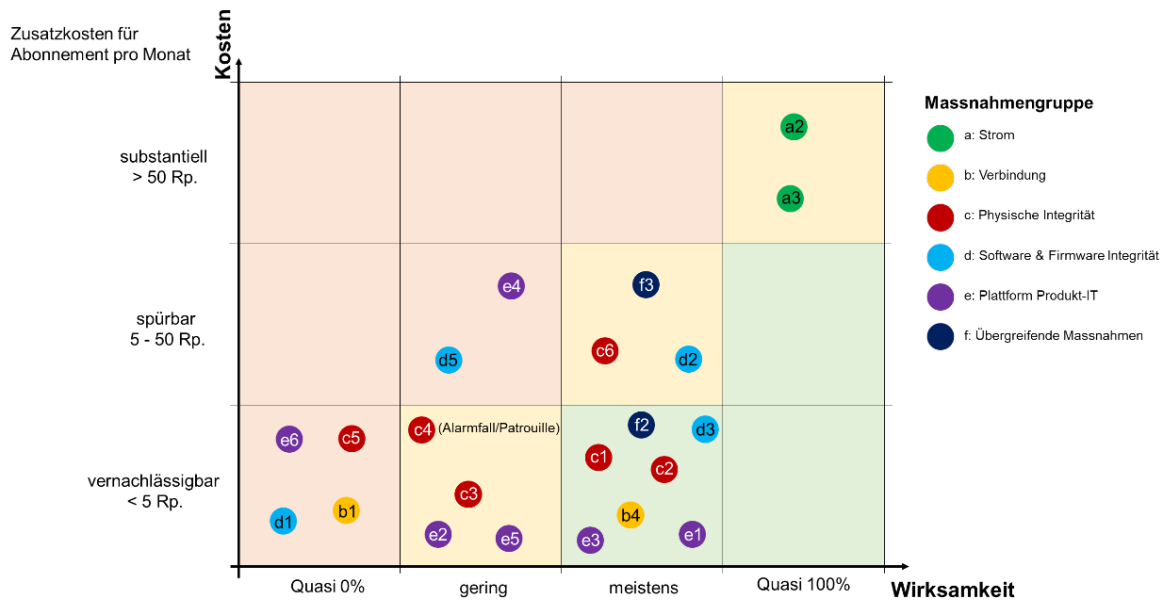


Abbildung 1. Kosten-Wirksamkeit der Massnahmen
 grün Quadrate: Massnahmen lohnen sich, gelbe Quadrate: diskussionswürdige Massnahmen³, rote Quadrate: Massnahmen lohnen sich nicht

Massnahmen zur Härtung der Mobilfunknetze	Massnahmen gegen Cyber-Angriffe und Technikausfälle
a2: Dieselgenerator	d1: Vorgaben FDA an Systemhersteller
a3: Batterien	d2: Vorgaben BAKOM an Systemhersteller
Massnahmen gegen Technikausfälle	d3: Betriebliche Vorgaben an FDA (Testing, Change Management, Patch & Vulnerability Management)
b1: Verbindliche SLA mit Branchen-Standard	d5: Zertifizierung / Homologation (Zulassung) von Systemherstellern
b4: Technische/Architektur-Vorgaben	e1: Change Management & Testing Vorgaben BAKOM
Massnahmen gegen physische Ereignisse	e2: SLA für kritische Services / Strafbestimmungen
c1: Bauliche Massnahmen: Zutrittschutz	e3: Meldeprozess (Förderung Fehlerkultur)
c2: Bauliche Massnahmen: Robustheit	e4: Unabhängig Untersuchungsstelle für Technologieunfälle
c3: Alarmierung / Technische Überwachung – passiver Schutz	e5: Systemführerschaft FDA
c4: Sicherheitspersonal (privat)	e6: Systemführerschaft BAKOM
c5: Sicherheitspersonal (staatlich)	Übergreifende Massnahmen
c6: Resilienz Gesamtsystem (Ausfall einzelner Standorte akzeptabel)	f2: Nationales Roaming
	f3: Virtuelles Notnetz

Auswirkungen auf die Kundinnen und Kunden der FDA

Um einschätzen zu können, ob die Umsetzung der Massnahmen durch die FDA für die Kundinnen und Kunden der FDA bedeutende Preiserhöhungen auslösen könnten, wurden die Massnahmen basierend auf den geschätzten Kosten in drei Kategorien eingeteilt (siehe Abschnitt 4.6). Diese spiegeln wieder, inwieweit die Massnahmen – unter der Annahme einer vollständigen Überwälzung – für die Kundschaft eine Erhöhung der Preise pro Abonnement und Monat zur Folge hätten. Es zeigt sich, dass nur die Massnahmen zur Härtung der Mobilfunknetze eine Preiserhöhung von mehr als 50 Rp. pro Abonnement und Monat auslösen würden. Bei anderen Massnahmen ist eine Preiserhöhung von

³ Siehe Abschnitt 5.5



jeweils 5 bis 50 Rp. pro Abonnement und Monat zu erwarten, so z.B. bei den Vorgaben des BAKOM an die Systemhersteller oder dem virtuellen Notnetz. Die übrigen Massnahmen dürften einzeln jeweils eine Preiserhöhung von weniger als 5 Rp. verursachen.

Werden alle kostengünstigen Massnahmen zusammengenommen, ist grob geschätzt mit bis zu 150 Mio. CHF/Jahr für die Härtung der Mobilfunknetze (Kombination von mobilen Dieselgeneratoren und Batterien, siehe Abschnitt 5.5.2) und ca. 200 Mio. CHF für die kostengünstigen Massnahmen zur allgemeinen Sicherheit zu rechnen (zweckmässige Massnahmen im gelben und grünen Bereich gemäss Abbildung 1 und Abschnitt 5.5.8).⁴ Bei durchschnittlichen Ausgaben der Privatkundinnen und -kunden und KMU für Telekommunikationsleistungen von ca. 50 bis 70 CHF pro Abonnement und Monat ergäbe dies einen Anstieg von ca. 2-3 CHF pro Abonnement und Monat. Dies entspräche einer Preiserhöhung von ca. 3-6%.⁵

Die Auswirkungen der Massnahmen auf die Kundinnen und Kunden (Unternehmen und Haushalte) hängen im Wesentlichen mit der Frage zusammen, wer letztlich die Zusatzkosten tragen wird, die infolge der Umsetzung der Massnahmen bei den FDA anfallen könnten. Denkbar ist, dass die FDA die Zusatzkosten auf die Preise überwälzen. Inwieweit die Überwälzung gelingt, ist von der Marktsituation und der Preissensitivität der Kundinnen und Kunden abhängig. Preissensitivere Kundinnen und Kunden, wie diejenigen mit Billigst-Abos und Geschäftskunden mit Marktmacht, würden wohl weniger belastet. Denkbar wäre auch, dass die öffentliche Hand die Kosten der FDA aus den allgemeinen Steuermitteln finanziert. Die Kosten würden damit letztlich von den Steuerzahlerinnen und -zahlern getragen. Der Unterschied zur Überwälzung auf die Preise der Kundinnen und Kunden der FDA liegt darin, dass bei der Finanzierung über Steuermittel höhere Einkommen stärker belastet würden. Die Finanzierung über einen Branchenfonds hätte analoge Folgen wie eine Überwälzung auf die Preise.

Auswirkungen auf die öffentliche Hand

Aufwand fällt schliesslich auch beim Bund für den Vollzug von Art. 48a an (siehe Abschnitt 4.2). Der Erlass von Bestimmungen und die Aufsicht der Umsetzung gehören dabei zu den normalen Aufgaben des BAKOM. Für den Erlass von Bestimmungen fallen in der Regel keine Zusatzkosten an. Für die Aufsicht sind Zusatzkosten denkbar, sie sind abhängig von den Massnahmen und ihrem Einfluss auf die Aufsicht.

Prüfpunkt 4: Auswirkungen auf die Gesamtwirtschaft

Bei den Auswirkungen auf die Gesamtwirtschaft werden die weitergehenden Folgen der Massnahmen auf Unternehmen, Bevölkerung und Umwelt untersucht.

Nutzen für die Wirtschaft und Gesellschaft

Der grösste Effekt auf die Gesamtwirtschaft entsteht dadurch, dass Schäden infolge eines Ausfalls der Fernmeldeinfrastrukturen und -dienste vermieden werden können (siehe Abschnitt 5.1).

Sehr hohe Nutzen sind insbesondere bei den Massnahmen zur Härtung der Mobilfunknetze bei einer Strommangellage zu erwarten. Eine Strommangellage betrifft die gesamte Schweiz und hat Verbrauchseinschränkungen während 12 Wochen und temporäre Stromabschaltungen während 2 Wochen zur Folge. Der monetarisierte Schaden eines solchen Ereignisses beträgt rund 180 Mrd. CHF. Bei einer Eintretenswahrscheinlichkeit alle 30 Jahre beträgt der annualisierte Schaden 6 Mrd. CHF/Jahr [62]. Eine funktionierende

⁴ Summe der allg. Massnahmen zu Sicherheit im gelben und grünen Bereich von Abbildung 1.

⁵ Berechnung mit Kosten von ca. 350 Mio. CHF/Jahr und 12 Mio. Abonnements.



Fernmeldeinfrastruktur trägt dazu bei, die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und die öffentliche Ordnung aufrechtzuerhalten und die Verluste an Menschenleben dank funktionierendem Notruf zu vermeiden. Basierend auf Angaben des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz (BABS) wird der Nutzen aufgrund vermiedener Schäden auf ca. 550 Mio. CHF/Jahr geschätzt.⁶

Bei einem Stromausfall ist mit einem deutlich tieferen Nutzen von ca. 10 Mio. CHF/Jahr zu rechnen. Dahinter steht die Annahme, dass ein Stromausfall wesentlich weniger lange dauert (2-4 Tage) und auch nicht die gesamte Schweiz betrifft, sondern mehrere Kantone mit Grossagglomerationen und grosser Infrastrukturdichte [63]. Der monetarisierte Schaden bei einem Stromausfall beträgt 3.3 Mrd. CHF. Bei einer Eintretenswahrscheinlichkeit alle 29 Jahre ergibt sich ein annualisierter Schaden von 110 Mio. CHF/Jahr.

Bei den Massnahmen zur Vermeidung von Cyber-Angriffen und Technikausfällen lassen sich für die Nutzen nur Bandbreiten angeben (siehe Abschnitt 5.1.3). Die Schäden infolge eines Ausfalls von Telekommunikationsdienstleistungen sind abhängig vom Ausmass, der Dauer und dem Zeitpunkt des Ausfalls. Ein längerer Ausfall (> 0.5 Tage) während des Tages und unter der Woche könnte Schäden von ca. 300 Mio. CHF pro Stunde verursachen. Ein kurzer Ausfall in der Nacht hätte deutlich geringere Schäden zur Folge. Die Massnahmen zur physischen Integrität schliesslich generieren im Vergleich zu den anderen Massnahmen geringere Nutzen. In der vorliegenden RFA wurde deshalb darauf verzichtet, die Nutzen zu quantifizieren (vgl. Abschnitt 5.1.2).

Weitere Auswirkungen auf Wirtschaft

Die Massnahmen stellen sicher, dass Fernmeldedienste der Wirtschaft auch in Krisenzeiten zur Verfügung stehen und das Wirtschaftswachstum weniger stark beeinträchtigen (siehe Abschnitt 5.2). Die Gesamtwirtschaft würde somit von den Massnahmen in hohem Masse profitieren.

Die weiteren Auswirkungen der Massnahmen auf Märkte und Wettbewerb sind gering. Die Funktionsweise der Märkte für Fernmeldedienste wird mit den Massnahmen nicht beeinträchtigt. Der Preismechanismus bleibt unverändert. Eine Einschränkung des Wettbewerbs liegt ebenfalls nicht vor, da vergleichbare FDA gleichermassen von den Massnahmen betroffen wären. Allenfalls sind kleinere FDA von gewissen Massnahmen auszunehmen, weil sie relativ gesehen stärker betroffen sind (siehe Kapitel 6).

Einen positiven Effekt erwarten wir auf die Innovationen der FDA. Wenn die Regulierungen technologieneutral ausgestaltet sind, liegt es an den FDA, geeignete Massnahmen zu ergreifen und diese effizient umzusetzen. Dies könnte Anreize schaffen, innovative Massnahmen zu ergreifen, insbesondere im Bereich der Härtung.

Auswirkungen auf die Gesellschaft und die Umwelt

Es sind keine relevanten Auswirkungen der Massnahmen auf gesellschaftliche Aspekte wie Gesundheit, Bildung und Gleichberechtigung zu erwarten (siehe Abschnitt 5.3). Soziale oder regionale Verteilungswirkungen sind insgesamt vernachlässigbar, auch wenn in Einzelfällen die Preiserhöhung relevant sein kann.

Die Auswirkungen auf die Umwelt infolge vermehrten Einsatzes von Dieselgeneratoren erachten wir als vernachlässigbar (siehe Abschnitt 5.4), da die Eintretenswahrscheinlichkeiten relativ klein sind (bei Stromausfall alle 30 Jahre [62]). Hinzu kommt, dass längerfristig fossilfreie Alternativen (Batterien) verfügbar sein dürften.

⁶ Zur besseren Vergleichbarkeit haben wir Kosten und Nutzen über 30 Jahre annualisiert. Effektiv dürfte ein Teil der Kosten als einmalige Investitionskosten anfallen. Die Nutzen würden effektiv nur im Krisenfall anfallen.



Bilanz

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass eine Härtung der Mobilfunknetze zweckmässig ist, da sie wirksam ist und trotz hoher Kosten die massiven Schäden einer Strommangellage oder eines Stromausfalls vermeiden kann. Von den allgemeinen Massnahmen zur Sicherheit lohnen sich diejenigen Massnahmen, die einigermaßen wirksam und kostengünstig sind und einen gewissen Nutzen aufweisen.

Eine Umsetzung der Massnahmen könnte bei Privathaushalten und KMU als Kundinnen und Kunden der FDA zu einer Preiserhöhung von ca. 2-3 CHF pro Abonnement und Monat führen.

Weitere grössere Einschränkungen für die Wirtschaft, die Gesellschaft und die Umwelt sind nicht zu erwarten.

Prüfpunkt 5: Zweckmässigkeit im Vollzug

Fernmeldeinfrastrukturen und -dienste sind sehr dynamisch. Gerade werden viele Antennenstandorte auf 5G umgerüstet. Dies spricht dafür, die Regelungen so auszugestalten, dass die Zieladressatinnen und -adressaten flexibel reagieren und Eigenverantwortung in der Lösungsfindung übernehmen können. Anstelle von Handlungsanweisungen sehen wir deshalb vor allem technologieneutrale Zielvorgaben. Die Zielvorgaben sollten sich insbesondere an internationalen Standards und Normen orientieren. Um die Einhaltung überprüfen zu können, sind allfällige Zielvorgaben möglichst messbar zu formulieren. Bei der Härtung von Mobilfunknetzen könnten dies Vorgaben sein, die auf Szenarien des BABS abstützen [62] [63].

Für Massnahmen, die bei kleineren FDA unverhältnismässig hohe Kosten verursachen, sind allenfalls Schwellenwerte zu prüfen (siehe folgende Tabelle). Je nach Massnahme sind auch flankierende Massnahmen zu prüfen, z.B. Audits, Stichprobenkontrollen, ein Monitoring, Bussen oder Übergangsfristen. Die folgende Tabelle zeigt, bei welchen Massnahmen Schwellenwerte und flankierende Massnahmen zweckmässig sein könnten.

Tabelle 2. Vollzugsoptimierungen

	Zielvorgabe (Z) oder Handlungsanweisung (H)	Schwellenwerte	Flankierende Massnahmen
a2: Dieselgeneratoren oder Brennstoffzellen mit Tankversorgung a3: Batterien & Puffersysteme	Überbrückung bei Stromausfall: 72h (Z) Massnahmen sollten sich an Regelwerken und Vorgaben des Verbandes Europäischer Übertragungsnetzbetreiber (ENTSO-E) orientieren	Relevant für alle FDA mit mehr als 100 Mio. CHF Umsatz/Jahr	Stichprobenkontrollen, um Einsatzfähigkeit zu prüfen Monitoring zur Überprüfung der Zielerreichung
	Überbrückung bei Strommangellage: 8h mit Strom, 4h ohne Strom über 2 Wochen (Z)		Gestaffelte Einführung: Überbrückung für Strommangellage vorschreiben, (u.a., weil höhere Nutzenbeiträge als beim Stromausfall) Überbrückung gegen Stromausfall erst längerfristig vorschreiben, wenn dank technischem Fortschritt günstigere (Batterie-)Lösungen möglich sind.
b4: Technische/Architektur-Vorgaben	(H)	-	Audit, ob die technischen Vorgaben eingehalten werden
c1: Bauliche Massnahmen: Zutrittschutz	Neubauten: SIA Normen (H)	-	-



	Zielvorgabe (Z) oder Handlungsanweisung (H)	Schwellenwerte	Flankierende Massnahmen
c2: Bauliche Massnahmen: Robustheit	Rechenzentren z.B. DIN EN 50600 (H)		
	Neubauten: SIA Normen (H) Erdbebensicherheit: Bauwerksklasse (BWK) II oder höher (H)	-	-
	Rechenzentren z.B. DIN EN 50600 (H)		
c4: Sicherheitspersonal (privat)	(Z)	-	-
d2: Vorgaben BAKOM an Systemhersteller	3GGP-Standard (H)	-	Zertifizierung der Hersteller
d3: Betriebliche Vorgaben an FDA (Testing, Change Mgmt., Patch & Vulnerability Mgmt.)	Betriebliche Vorgaben (H) könnten analog zu den Frameworks ITIL oder eTOM formuliert werden.	nur für FDA mit mehr als 100 Mio. CHF Umsatz pro Jahr	Audit
e1: Change Mgmt. & Testing Vorgaben BAKOM	(H)	-	Audit der Prozesse
e2: SLA für kritische Services / Strafbestimmungen	(Z)	-	Bussen bei Nichteinhaltung (Bussen nicht zu strikt formulieren, weil sonst FDA jegliches Risiko scheuen und keine Innovation mehr wagen) Audits der SLAs und SLA der Sublieferanten
e3: Meldeprozess (Förderung Fehlerkultur)	(H)	nur Störungen, bei denen mehr als 10'000 Kundinnen und Kunden betroffen sind	-



1. Einleitung

1.1. Ausgangslage

Im Telekommunikationsbereich haben in den letzten Jahren grosse technische Fortschritte stattgefunden, bspw. basiert heute die meiste Kommunikation auf IP. Die Abhängigkeit erhöht das Risiko für ein systemisches Versagen. Die Auswirkung eines Ausfalls von Kommunikationsdienstleistungen – insbesondere Daten – wäre für die Gesellschaft wie auch die Wirtschaft sehr hoch. Zudem hat auch die Bedrohung durch Cyberattacken zugenommen.

Die Sicherheitsverbandsübung SVU 14 [44] zeigt zudem die Verletzlichkeit der Gesellschaft in Bezug auf Stromausfall und Strommangellage und damit zusammenhängend die Wichtigkeit der Telekommunikation für die Behebung von Stromausfällen (Schwarzstartfähigkeit).

Vor diesem Hintergrund wurde im Zuge der Revision des Fernmeldegesetzes (FMG) Art. 48a Sicherheit dahingehend angepasst, dass der Bundesrat Bestimmungen über die Sicherheit von Informationen und von Fernmeldeinfrastrukturen und –diensten erlassen kann. Der Bundesrat hat nun das BAKOM beauftragt, derartige Bestimmungen zu entwerfen. Geplant ist eine Teilrevision der Verordnung über Fernmeldedienste (FDV) und der betreffenden technischen und administrativen Vorschriften des BAKOM (TAV). In diesem Rahmen ist auch eine Regulierungsfolgenabschätzung (RFA) zu erstellen. Den Auftrag für die RFA hat das BAKOM den Firmen AWK und INFRAS erteilt.

1.2. Ziel und Fragestellungen

Ziel der RFA ist es, die Handlungsoptionen und Massnahmen zur Härtung⁷ der Mobilfunknetze sowie allgemeine Massnahmen zur Sicherheit zu analysieren. Dabei werden die folgenden fünf Prüfpunkte gemäss RFA-Handbuch behandelt:

1. Notwendigkeit und Möglichkeit staatlichen Handelns
2. Alternative Handlungsoptionen
3. Auswirkungen auf die einzelnen gesellschaftlichen Gruppen
4. Auswirkungen auf die Gesamtwirtschaft
5. Zweckmässigkeit im Vollzug

Die im Rahmen der RFA zu behandelnden Fragestellungen lauten:

⁷ Härtung bezeichnet die Sicherstellung der Mobilfunkversorgung für Notrufdienste und allenfalls Sprach- und Datendienste bei einem landesweiten Stromausfall oder in einer Stromversorgungskrise.



Tabelle 3. RFA-Prüfpunkt

RFA-Prüfpunkt	Fragestellungen
1. Notwendigkeit staatlichen Handelns	<ul style="list-style-type: none"> - Inwiefern besteht Handlungsbedarf zur Implementierung einer Konkretisierung von Art. 48a FMG? - Was ist das Ziel, bzw. was sind die Ziele der vorzuschlagenden Regelungen/Regelungsmodelle? - Welche Probleme motivieren die Vorschläge und machen staatliches Handeln notwendig? - Warum sind die bestehenden Instrumente und Vorkehrungen der Fernmeldediensteanbieterinnen (FDA) nicht ausreichend?
2. Alternative Regelungen	<ul style="list-style-type: none"> - Welche Handlungsoptionen und Massnahmen soll die Vorlage (Teilrevision FDV) umfassen? - Welche alternativen Handlungsoptionen und Massnahmen kommen in Frage? - Können allenfalls Erfahrungen im Ausland herangezogen werden, um die Vorlage bzw. die alternativen Handlungsoptionen und Massnahmen zu optimieren?
3. Auswirkungen auf die einzelnen gesellschaftlichen Gruppen	<ul style="list-style-type: none"> - Von welchen direkten Regulierungskosten infolge der neuen Handlungspflichten für Unternehmen (insb. die FDA) und ggf. für weitere betroffene Gruppen ist bei den einzelnen Handlungsoptionen und Massnahmen jeweils auszugehen? - Welche Folgen für die KonsumentInnen (Unternehmenskundinnen/Unternehmenskunden, Privatkundinnen/Privatkunden) von Fernmeldediensten sind bei den einzelnen Handlungsoptionen und Massnahmen jeweils zu erwarten? - Welcher Nutzen entsteht bei den einzelnen Handlungsoptionen und Massnahmen jeweils für die einzelnen Gruppen? - Werden die Ziele bei den einzelnen Handlungsoptionen und Massnahmen erreicht?
4. Auswirkungen auf die Gesamtwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> - Welches sind die Auswirkungen auf die Gesamtwirtschaft, die sich aus der Summe der Einzelwirkungen für die einzelnen Handlungsoptionen und Massnahmen jeweils herleiten lassen? - Gibt es weitere gesamtwirtschaftlich zu berücksichtigenden Auswirkungen? - Welche gesamtwirtschaftlichen Kosten und Nutzen resultieren jeweils aus den einzelnen Handlungsoptionen und Massnahmen?
5. Zweckmässigkeit im Vollzug	<ul style="list-style-type: none"> - Welche Übergangsfristen sind jeweils angezeigt? - Welche Kriterien sind gegebenenfalls für die Durchführung eines Audits angemessen? - Was gilt es weiter zu beachten, damit der Vollzug jeweils zweckmässig ist?

1.3. Methodisches Vorgehen

Für die Bearbeitung der Fragestellungen wurde eine Mischung von qualitativen und quantitativen Forschungsmethoden eingesetzt. Diese werden wie folgt beschrieben:

Dokumentenanalysen

Die Dokumentenanalysen dienen einerseits der Auslegeordnung der zu untersuchenden Massnahmen und andererseits als Grundlage für die Wirkungsanalyse. Ausgewertet wurden Dokumente u.a. von folgenden Behörden und Institutionen: BAKOM, Bundesrat, BABS, BAZG, NCSC, EU, OECD, ENISA.⁸ Die verwendeten Dokumente und Unterlagen sind im Literaturverzeichnis aufgeführt.

Schriftliche Erhebung bei FDA/ISP

Um die Kosten und das Nutzen der Massnahmen zu ermitteln, haben wir eine Erhebung bei Fernmeldediensteanbieterinnen (FDA) durchgeführt. Als Basis für die Erhebung haben wir ein Mengen- und Wertegerüst erstellt. Dieses beinhaltet die Anzahl und Art der betroffenen Akteurinnen und Akteure, Angaben zu relevanten Fernmeldeanlagen und -diensten sowie die Kosten der FDA, die für die Umsetzung der Massnahmen anfallen.

⁸ Siehe Abkürzungsverzeichnis.



Basierend auf dem Mengen- und Wertegerüst wurde ein Fragebogen erstellt (siehe Anhang), welcher einer Auswahl von FDA zur schriftlichen Beantwortung zugestellt wurde. In diesem Fragebogen wurden im Wesentlichen folgende Angaben erhoben:

- Einschätzung der FDA zur Wirksamkeit der Massnahmen.
- Inwiefern sie die Massnahmen bereits umgesetzt haben, welche Kosten ihnen hierbei entstanden sind bzw. welche Kosten ihnen bei einer Umsetzung zusätzlich entstehen würden.
- Bei den FDA vorhandene Mengengerüste (heterogene Antennenstandorte, etc.).

Für die Befragung haben wir eine repräsentative Stichprobe von 16 kleinen, mittleren und grösseren FDA definiert, die grösstenteils in der Deutschschweiz, teils aber auch schweizweit tätig sind. Da sich die BetreiberInnen von rückwärtigen Kabel- und Glasfasernetzen nicht wesentlich unterscheiden (gleiche Technologien, Teilnahme an denselben Verbänden und Branchenorganisationen sowie ähnliche Preis- und Kostenstrukturen), konnte auf eine Erhebung von nur in der Westschweiz und im Tessin tätigen FDA verzichtet werden. Der Fragebogen wurde den ausgewählten FDA im November 2021 zugestellt. Sie wurden gebeten den Fragebogen auszufüllen und bis Ende November zu retournieren, erhielten auf Nachfrage aber eine Fristverlängerung bis zum 21. Januar 2022. Zehn FDA haben den Fragebogen ausgefüllt. Die Liste der in die Erhebung einbezogenen FDA ist im Anhang B.1 zu finden.

Datenanalysen

Zum Thema Strommangellage wurde im Jahr 2019 eine Arbeitsgruppe bestehend aus FDA und den Bundesämtern BAKOM, BABS, BFE, BWL und BAZG⁹ einberufen. Die Arbeitsgruppe stellte die Grundlagen zu diesem Thema zusammen. Diese wurden dann in einem Bericht an den Bundesrat [1] vom BAKOM zur Aufstellung von möglichen Massnahmen und Kostenschätzungen verwendet.

Im Rahmen der vorliegenden RFA führte AWK eine Plausibilisierung der Kosten-Nutzen-Analyse des BAKOM [2] durch. Dazu wurden zusätzliche Unterlagen (vor allem Polycor/BABS) herangezogen und ausländische Regulierungen (Gesetze und weiterer Vorschriften) analysiert.

Um die relevanten Risiken zu validieren, wurde primär der Bericht des BABS zu Katastrophen und Notlagen [3] herangezogen. Im Thema Cyber-Risiken wurden zusätzlich aktuelle Unterlagen vom NCSC berücksichtigt.

Qualitative Befragung

Zusätzlich zur schriftlichen Erhebung bei den FDA haben wir eine qualitative Befragung bei Behörden, Branchenorganisationen, FDA und weiteren Stakeholdern durchgeführt. Die Befragung erfolgte im Rahmen von Einzelinterviews. Anhand eines Gesprächsleitfadens haben wir die Einschätzung der InterviewpartnerInnen zu diversen Aspekten abgefragt. Schwerpunkte waren u.a. die Notwendigkeit der Massnahmen und erwünschte und unerwünschte Wirkungen. Die Gespräche erfolgten zwischen Dezember 2021 und Februar 2022. Eine Liste der befragten Personen und der Gesprächsleitfaden finden sich im Anhang.

Grenzen der Untersuchung

Dank des Methodenmix haben wir die Auswirkungen der Massnahmen aus verschiedenen Perspektiven beleuchtet und soweit möglich quantitativ fundieren können. Dies hat

⁹ Ab dem Jahr 2020.



uns erlaubt, Aussagen kritisch zu hinterfragen und zu verifizieren. Insofern beurteilen wir die Ergebnisse als solide und aussagekräftig, auch wenn die FDA zu den Kosten nur beschränkt quantitative Angaben liefern konnten. Die konkrete Ausgestaltung der Umsetzung hat zudem verschiedene Fragen aufgeworfen, die wir nicht alle abschliessend klären konnten. Ausserdem sind die Schätzungen zu Aufwand, Kosten und Nutzen wie immer bei einer prospektiven Analyse mit Unsicherheiten verbunden. Die monetarisierten Ergebnisse sind somit auch als Grössenordnungen und nicht als exakte Angaben zu verstehen.

1.4. Aufbau des Berichts

Der Aufbau des Berichts orientiert sich an den im Kapitel 1.2 aufgeführten fünf Prüfpunkten einer RFA. Kapitel 2 zeigt, inwieweit sich eine Konkretisierung von Art. 48a FMG aus ökonomischer Sicht begründen lässt. Ausserdem werden die in der RFA untersuchten Massnahmen dargestellt. Im Kapitel 3 werden mögliche Alternativen zu einer Regulierung diskutiert. Im Kapitel 4 werden die Auswirkungen der Massnahmen auf die betroffenen Akteurinnen und Akteure dargestellt, im Wesentlichen die Fernmeldediensteanbieterinnen und die Kundinnen und Kunden. Kapitel 5 zeigt die Auswirkungen auf die Gesamtwirtschaft. Kapitel 6 widmet sich schliesslich dem Vollzug der Massnahmen und insbesondere möglichen Optimierungen zur Ausgestaltung der Massnahmen.



2. Prüfpunkt 1: Notwendigkeit und Möglichkeit staatlichen Handelns

2.1. Handlungsbedarf

Bestehende Regulierung

Art. 48a FMG verpflichtet einerseits die FDA, unbefugte Manipulation von Fernmeldeanlagen durch fernmeldetechnische Übertragungen zu bekämpfen (Abs.1). Andererseits erlaubt er dem Bundesrat, Bestimmungen über die Sicherheit von Informationen und von Fernmeldeinfrastrukturen und -diensten zu erlassen (Abs. 2). Begründet wird Art. 48a mit „wichtigen Landesinteressen“ [7], wonach ein öffentliches Interesse daran besteht, dass Fernmeldeinfrastrukturen und -dienste zum Schutz der Bevölkerung und der Wirtschaft einwandfrei funktionieren.

Problematik und Handlungsbedarf

Fernmeldeinfrastrukturen und -dienste haben sich zu einem unverzichtbaren Pfeiler für wirtschaftliche und gesellschaftliche Aktivitäten entwickelt. Praktisch alle Haushalte und Unternehmen verfügen heute über einen Internetanschluss und einem Handy oder Smartphone [24].¹⁰ Auch vor dem Hintergrund der fortschreitenden Digitalisierung kommt der Telekommunikation eine entscheidende Rolle zu. Telekomdienste ermöglichen nicht nur Effizienzsteigerungen bei Produktions- und Arbeitsabläufen, sie vereinfachen auch administrative Prozesse und Alltagsgeschäfte. Verschiedenste Wirtschaftszweige sind von einem reibungslosen Datentransfer abhängig. Ein Ausfall der Fernmeldeinfrastrukturen und der damit verbundenen Fernmeldedienste würde schwerwiegende wirtschaftliche und gesellschaftliche Schäden nach sich ziehen. Das BABS sieht im Gefährdungsdossier Ausfall Mobilfunk verschiedene Szenarien vor, die sich bezüglich ihrer Intensität unterscheiden. Der dort beschriebene Szenario 2 (gross) bspw. könnte wie folgt ablaufen [38]:

- Totalausfall des Mobilfunknetzes eines grossen Providers
- Die Notfallnummern funktionieren
- Kunden in der ganzen Schweiz sind betroffen
- Ausfall ereignet sich zu Beginn der Arbeitswoche ausserhalb Ferienzeit
- Ausfall dauert 3 Tage
- Ursache für den Ausfall wird nach 1 Tag erkannt
- 4 Tage nach dem Ausfall steht das Mobilfunknetz wieder vollständig zur Verfügung

Gemäss BABS könnte ein solches Szenario Schäden in der Höhe von rund 9 Mrd. CHF verursachen [38].

Aufgrund der Relevanz für Wirtschaft und Bevölkerung zählt die Telekommunikation zu den kritischen Infrastrukturen [51]. Diese stellen die Verfügbarkeit von wichtigen Gütern und Dienstleistungen wie Energie, Verkehr oder Kommunikation sicher. Das BABS stuft die Kritikalität der Telekommunikation als sehr gross ein. Die Kritikalität bezeichnet gemäss BABS die Bedeutung der Telekommunikation in Bezug auf die Auswirkungen, die eine Störung, ein Ausfall oder eine Zerstörung für die Bevölkerung, Wirtschaft sowie auf andere kritische Infrastrukturen (Dependenzen) hat. Zu den von der Telekommunikation

¹⁰ Angaben zu Unternehmen basierend auf Daten aus dem Jahr 2017, Angaben zu Haushalten aus dem Jahr 2021.



stark abhängigen kritischen Teilsektoren zählen gemäss BABS u.a. Banken, Versicherungen und Blaulichtorganisationen. Gleichzeitig ist der Telekommunikationssektor auf die Funktionsfähigkeit anderer Teilsektoren zwingend angewiesen, wie z.B. die Stromversorgung. Unterbrüche der Stromversorgung bspw. können bereits nach kurzer Zeit zu Ausfällen der Telekommunikation führen.

Die Sicherheitsverbandsübung 2014 zeigte, dass infolge einer mehrwöchigen Strommangellage verschiedene Systeme ausfallen oder in ihrer Funktionalität stark eingeschränkt wären, so z.B. die Notfallnummern. Eine Risikoanalyse zu 5G in den EU-Mitgliedsländern [52] hat ergeben, dass Verfügbarkeit, Vertraulichkeit und/oder Integrität, der über 5G bedienten Daten durch verschiedene Akteurinnen und Akteure gefährdet sein können (u. a. einzelne HackerInnen, kriminelle Organisationen, staatliche oder durch Staaten unterstützte Organisationen).

Das Grundproblem bei der Telekommunikation liegt darin, dass ein längerer Ausfall der Fernmeldeinfrastrukturen oder -dienste infolge von Stromunterbrüchen, Naturkatastrophen oder nationalen Cyber-Angriffen weitreichende Folgeschäden bei Dritten und in der Volkswirtschaft verursachen würde. Daraus lässt sich ableiten, dass grundsätzlich ein überwiegendes öffentliches Interesse für eine funktionierende Fernmeldeinfrastruktur bestehen sollte. Da grössere Ereignisse in der Vergangenheit selten waren, will aber niemand die Verantwortung übernehmen. Gemäss den FDA ist die Zahlungsbereitschaft der Kundinnen und Kunden für zusätzliche Sicherheit gering. Laut FDA gibt es KundInnen, die eine höhere Sicherheit wünschen würden, angesichts der zusätzlichen Kosten jedoch letztlich darauf verzichten.

Ökonomisch gesehen handelt es sich bei den Schäden aus solchen Ereignissen um externe Effekte, die heute in den Marktpreisen nicht abgebildet sind und damit ein Marktversagen darstellen. Aus ökonomischer Sicht ist damit eine notwendige Voraussetzung für staatliches Handeln gegeben und es besteht zumindest theoretisch Handlungsbedarf für eine Regulierung. Inwieweit Massnahmen mit einem günstigen Kosten-Nutzenverhältnis bestehen und eine Regulierung letztlich zweckmässig ist, ist in Abschnitt 5.5 dargestellt.

Handlungsziele

Ausgehend vom Handlungsbedarf hat der Bundesrat das BAKOM beauftragt, Art. 48a FMG zu konkretisieren und mögliche Bestimmungen zu entwerfen. Gemäss BAKOM soll die Konkretisierung von Art. 48a folgende Handlungsziele erreichen (vgl. bereits fortgeschrittenes Revisionsvorhaben des BAKOM [4, Kap. 1] [45]):

- Ziel 1: Bekämpfung von unbefugter Manipulation von Telekommunikationsanlagen und Erhöhung des allgemeinen Schutzniveaus im Bereich der Cyber-Sicherheit (erste Etappe der Konkretisierung von Art. 48a FMG).
- Ziel 2: Allgemeines Mindestniveau an Netzwerksicherheit und Verfügbarkeit insbesondere basierend auf internationalen Standards.
- Ziel 3: Sicherstellung der Stromversorgung der Mobilfunknetze in Stromversorgungskrisen (2. Etappe der Konkretisierung von Art. 48a FMG). Dies wird in der Folge als «Härtung der Mobilfunknetze» bezeichnet. Die Umsetzung soll für Notrufe innerhalb von fünf Jahren erfolgen [5]. Längerfristig soll auch die schweizweite Versorgung mit mobilen Sprach- und Datendiensten in einer Stromversorgungskrise garantiert werden können.

Zur Erreichung von Ziel 1 wurden in der 1. Etappe Vorschriften entworfen, die potenziell um weitere Massnahmen ergänzt werden könnten. Für Ziel 2 wurden ebenfalls in der 1. Etappe Massnahmen in Bezug auf die 5. Generation der Mobilfunktechnologie erlassen. In der vorliegenden RFA sollte insbesondere Ziel 3 geklärt und geprüft werden. Die RFA



soll zudem untersuchen, inwieweit Ziel 2 technologieneutral umgesetzt sowie mit weiteren Massnahmen ergänzt werden könnte.

Zwischen den drei Zielen wurden keine Zielkonflikte identifiziert.

Abgrenzung

Von der vorliegenden RFA zu unterscheiden, ist die Revisionsvorlage zu unbefugter Manipulation von Fernmeldeanlagen und zur Sicherung von 5G-Netzen. Das BAKOM hat diesen Vorschlag im Dezember 2021 in die Vernehmlassung gegeben. Von der vorliegenden RFA lässt sich dieser Vorschlag wie folgt abgrenzen:

- Die Revisionsvorlage, die das BAKOM am 3. Dezember 2021 in die Vernehmlassung geschickt hat, wird als 1. Etappe bezeichnet [45]. Er umfasst eine Änderung der FDV und ergänzt die Bestimmungen über die Meldungen der FDA über Störungen im Betrieb der Fernmeldeanlagen und -dienste. Der Vorschlag sieht zudem eine erste Reihe von Massnahmen zur Bekämpfung von unbefugten Manipulationen von Fernmeldeanlagen durch fernmeldetechnische Übertragungen sowie zur Gewährleistung eines hohen Sicherheitsniveaus beim Betrieb von Mobilfunknetzen der neuesten Generation (5G-Netze) vor. Die Auswirkungen der Massnahmen auf die Akteure hat das BAKOM basierend auf einer internen RFA abgeschätzt.
- Die Vorlage zu den Massnahmen, die in der vorliegenden RFA untersucht werden, wird als 2. Etappe bezeichnet. Die Vorlage ist zurzeit (Stand März 2022) beim BAKOM in Erarbeitung. Vorgesehen sind insbesondere Massnahmen zur Härtung der Mobilfunkversorgung und u. a. je nach Ergebnis der RFA, allgemeine Massnahmen zur Sicherheit.

Die folgende Tabelle 4 fasst die Unterschiede der beiden Etappen zusammen:

Tabelle 4. Etappen.

Etappe/Ziel Vorlage	Anzupassende Rechtsgrundlage	Inhalt	Stand	Analyse der Auswirkungen
1. Etappe: Bekämpfung von unbefugter Manipulation von Fernmeldeanlagen durch fernmeldetechnische Übertragungen Sicherstellung eines hohen Sicherheitsniveaus beim Betrieb von Mobilfunknetzen der neusten Generation (5G-Netze)	FDV: Art. 96 und Art. 96a	Diverse Massnahmen, FDA werden u.a. verpflichtet, - Meldestelle zu betreiben - ein Managementsystem für die Informationssicherheit zu betreiben	Revisionsvorlage war vom 3. Dezember 2021 bis 18. Februar 2022 in der öffentlichen Vernehmlassung	über BAKOM-interne RFA, siehe erläutern der Bericht Ziff. 1.1, 1.2, 2.2 und 4 [4]
	FDV	Massnahmen zur Härtung der Mobilfunknetze	Vorlage in Ausarbeitung	über externe RFA durch AWK/INFRAS (vorliegende RFA)
2. Etappe: Gewährleistung der Stromversorgung der Mobilfunknetze	Technische und administrative Vorschriften zur FDV (TAV) [47]	Allgemeine Massnahmen zur Sicherheit		



2.2. Einschätzung des Handlungsbedarfs aus Sicht der Akteure

Sicherheit und Verfügbarkeit von Telekomnetzen und -diensten zählen aus Sicht der InterviewpartnerInnen zu den kritischen Infrastrukturen. Die FDA betonen, dass ihre Netze und Dienste systemrelevant seien. Sie begründen ihre Einschätzung damit, dass die Digitalisierung immer weiter fortschreite, die Komplexität des Gesamtsystems steige und Cyberangriffe zunehmen würden. Für die Bevölkerung und die Wirtschaft hätten ein Ausfall oder nur schon grössere Einschränkungen weitreichende Konsequenzen.

Sicherheit und Verfügbarkeit von Telekominfrastrukturen und -diensten werden von den InterviewpartnerInnen grundsätzlich als gut eingestuft. Gemäss BranchenvertreterInnen zeigten jährlich durchgeführte Umfragen, dass rund 75% der Befragten mit der Qualität (Geschwindigkeit, Stabilität) der mobilen Datenübertragung zufrieden sind.¹¹ Die Verfügbarkeit der Telekommunikationsnetze liege bei 99%. Die Qualität der Leistungen sei sowohl im Mobilfunk als auch im Festnetz und vor allem auch im Vergleich mit dem Ausland sehr hoch. In Deutschland bspw. gäbe es noch grössere Gebiete ohne Mobilfunkabdeckung. Die Ausfälle in jüngster Vergangenheit in der Schweiz hätten vor allem Blaulicht-Organisationen betroffen.

Als Hauptgrund für die hohe Qualität nennen diverse BranchenvertreterInnen und ExpertInnen den Infrastrukturwettbewerb. Im Mobilfunk stünden sich die drei NetzbetreiberInnen gegenüber, im Festnetz Swisscom, die KabelnetzbetreiberInnen und die Stadtwerke mit den Glasfasernetzen. Massnahmen, welche mit vertretbarem Aufwand die Verfügbarkeit erhöhen würden (z.B. SLA), hätten die FDA schon realisiert. Die FDA hätten also von sich aus einen Anreiz Massnahmen zu ergreifen. Der Qualitätswettbewerb führe dazu, dass FDA, die den Qualitätsansprüchen nicht genügen, im Markt nicht bestehen könnten. Ausgehend von diesen Überlegungen sehen die FDA grundsätzlich wenig Handlungsbedarf für eine Konkretisierung von Art. 48a. FMG. Im Gegenteil, Regulierungen könnten dazu führen, dass Innovationen behindert und die Wettbewerbsfähigkeit verringert wird.

Anders sieht dies ein Behördenvertreter. Er begründet den Handlungsbedarf damit, dass die Planungen der FDA vor allem auf (Alltags-)Risiken für die eigenen Unternehmen fokussieren. Risiken für Bevölkerung und Wirtschaft in Zusammenhang mit seltenen und gravierenden Ereignissen würden zu wenig berücksichtigt. Es brauche deshalb vertiefte Risikoanalysen.

Einzelne BranchenvertreterInnen differenzieren den Handlungsbedarf: Bei den Alltagsrisiken würden der Wettbewerbsdruck und die Angst vor Reputationsrisiken für genügend Anreize sorgen, dass die FDA die Qualität gewährleisten und Sicherheit und Verfügbarkeit den Kundenbedürfnissen entsprechen. Die Kosten hierfür seien in die Fernmelde-dienste eingepreist. Dies betreffe bspw. lokale Ausfälle von Netzen oder Diensten infolge von Wartungsfehlern (wie bei Swisscom) oder wenn ein Bagger eine Leitung beschädige. Auf solche Risiken seien die FDA gut vorbereitet, entsprechend könnten Probleme schnell behoben werden. Auch auf übliche Naturereignisse und Risiken bezüglich Hard- und Software, seien die FDA vorbereitet. Eine Regulierung sei deshalb nicht notwendig. Die Notfallkommunikation bei einer Strommangellage hingegen werde nicht über den Wettbewerb sichergestellt, dafür gibt es gemäss den FDA auch keine Zahlungsbereitschaft.

Handlungsbedarf sehen einzelne BranchenvertreterInnen bei der Cyber-Security, hier seien die Energieversorgungsunternehmen (EVU) unter den FDA weniger gut gerüstet. Bei den grösseren FDA und den KabelnetzbetreiberInnen seien Informationssicherheit und Cyber-Security ein wichtiges Thema und viele Projekte bereits am Laufen.

¹¹ Gemäss Report von LINK für SUISSDIGITAL, April 2021. [41]



Auch auf Stromausfälle infolge grösserer Naturereignisse wie Flutkatastrophen, Stürme oder Erdbeben sind die FDA gemäss einem Branchenvertreter weniger gut vorbereitet. Für solche Situationen sei eine Regulierung denkbar.

Für die FDA ist es wichtig, dass ein vernünftiges Zielbild definiert wird. Ob die Sicherstellung der Stromversorgung in Stromversorgungskrisen Aufgabe der FDA ist, darüber sind sich die FDA uneins. Eine FDA sieht sich in der Verantwortung. Andere FDA und BranchenvertreterInnen argumentieren, dass sie nicht zuständig seien, die Ursachen von Stromausfällen und Strommangellagen nicht in ihrem Sektor lägen und die Stromversorgung nicht ihre Kernkompetenz sei. Ausserdem gelte im Telekommunikationssektor von je her das Prinzip «Best Effort», d.h. es gibt keine Garantie für eine 100%-ige Verfügbarkeit. Die Kundinnen und Kunden müssten sich auch selbst überlegen, wie sie Ausfälle handhaben könnten. Aus Sicht der FDA und BranchenvertreterInnen braucht es deshalb eine End-to-End Perspektive. Das Problem sei branchenübergreifend und in Zusammenarbeit mit Bundes- und kantonalen Behörden zu lösen. Telekominfrastrukturen seien systemrelevant, sie müssten deshalb in einem OSTRAL-Szenario weiter beliefert werden.¹² Mit der wirtschaftlichen Landesvorsorge bestehe ausserdem ein etabliertes und bewährtes Instrument, mit welchem die Zusammenarbeit in Krisensituationen zu definieren wäre. Bspw. sollte es Aufgabe der Zivilschutzverbände sein, im Krisenfall Dieselgeneratoren aufzustellen. Wenn es um Cyber-Security geht, wünschen sich die FDA, dass der Bund die Führung übernimmt und branchenübergreifende Massnahmen erarbeitet, welche zwischen BAKOM und anderen Behörden abgestimmt sind. Denkbar seien z.B. Self-Assessments oder eine Meldepflicht für Cyberattacken¹³.

Eine Regulierung hat aus Sicht von Branchen- und WirtschaftsvertreterInnen sowie BehördenvertreterInnen folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Generell sei eine risikobasierte Kosten-Nutzen-Analyse der Massnahmen notwendig. Es sollten nur Massnahmen umgesetzt werden, deren Nutzen grösser als die Kosten sind. Eine abschliessende Sicherheit gäbe es aber nicht. Gegen Grossrisiken wie einen Meteoriten-Einschlag könnten sich die FDA nicht wappnen.
- Die Umsetzung der Massnahmen sollte den FDA übertragen werden. Die Regulierung sollte nicht Massnahmen, sondern Ziele vorgeben. Dies würde den FDA erlauben, selbst zu entscheiden, welche Massnahmen sie ergreifen wollen. Allfällige Vorgaben müssten sich an internationalen Standards orientieren. Schweizspezifische Regulierungen seien zu vermeiden, sonst würden Schweizer FDA von globalen Herstellern nicht mehr beliefert. Ausserdem seien den FDA nicht nur Pflichten aufzuerlegen, sondern auch Handlungsspielraum und Rechte einzuräumen¹⁴.
- Die finanziellen Mittel der FDA sind effizient und effektiv einzusetzen. Dies vor allem im Hinblick auf die Opportunitätskosten, da diese Mittel anderweitig nicht mehr zur Verfügung stünden.

¹² [OSTRAL](#) ist die Organisation für Stromversorgung in Ausserordentlichen Lagen. Sie wird beim Eintreten einer Strommangellage auf Anweisung der Wirtschaftlichen Landesversorgung (WL) aktiv.

¹³ Meldepflichtig sind heute schon Störungen bei Fernmeldediensten, die mindestens 30'000 Endkundinnen und Endkunden in der Schweiz potenziell betreffen. Siehe: Technische und administrative Vorschriften betreffend die Meldung von Netzstörungen [55]. Anhang 1.8 der Verordnung des Bundesamtes für Kommunikation vom 9. Dezember 1997 über Fernmeldedienste und Adressierungselemente (SR 784.101.113/1.8). Der Bundesrat plant zusätzlich die Einführung einer Meldepflicht für Cyberangriffe, siehe Vernehmlassung zur Einführung einer Meldepflicht für Cyberangriffe eröffnet [61].

¹⁴ Als Beispiel verweisen die FDA hier auf den Revisionsentwurf zur Manipulation von Fernmeldeanlagen (Änderung der FDV betr. Sicherheit von Informationen und von Fernmeldeinfrastrukturen und -diensten/1. Etappe der Konkretisierung von Art. 48a FMG). Siehe: Vernehmlassung über Massnahmen zur Verbesserung der Sicherheit von Informationen und von Fernmeldeinfrastrukturen und -diensten [56]



2.3. Massnahmen

Die RFA ist ein Instrument zur Untersuchung und Darstellung der volkswirtschaftlichen Auswirkungen von Vorlagen des Bundes. Für die vorliegende RFA existiert noch keine Vorlage mit ausformulierten Bestimmungen. Gemäss Pflichtenheft soll die Vorlage aber zwei Massnahmenbereiche umfassen: «Härtung der Mobilfunknetze» und «Allgemeine Massnahmen zur Sicherheit».

Da noch keine Vorlage mit konkreten Bestimmungen existierte, haben wir eine Auslegeordnung möglicher Massnahmen erstellt, welche FDA ergreifen könnten, um die oben definierten Zielsetzungen zur Härtung und die Best Practices im Bereich Sicherheit zu erfüllen. Als Grundlage für die Auslegeordnung dienten uns u.a. die 5G-Toolbox der EU [42], die nationale Strategie zum Schutz vor Cyber-Risiken [43], eine EU-Studie zum Thema Stromausfall [53] sowie Massnahmen anderer europäischer Länder. In Absprache mit dem BAKOM wurden sodann diejenigen Massnahmen ausgewählt, die im Rahmen der RFA zu untersuchen waren. Massgebend für die Auswahl war, ob die Massnahmen als relevant für die Bekämpfung der wesentlichen Risiken wie Strommangellage, Stromausfälle, Cyberangriffe, Ausfall Technik und physische Ereignisse eingestuft wurden. Details zur Festlegung der Massnahmen finden sich im Anhang A. Im Hauptteil haben wir die Auswirkungen der ausgewählten Massnahmen untersucht (siehe Kapitel 4).

Sämtliche für die RFA identifizierten Massnahmen beziehen sich auf die Netzwerkinfrastrukturen, die für das Absetzen von Notrufen, Voice Calls, zur Datenübertragung oder für den Empfang von Radio/TV notwendig sind. Dies beinhaltet Mobilfunk, Festnetzanschlüsse und stationäre Datenverbindungen sowie weitere Infrastruktur wie Rechenzentren, welche für die Herstellung einer Voice- oder Datenverbindung notwendig sind. Nicht eingeschlossen sind explizit mobile Endgeräte, die in der Verantwortung der EndnutzerInnen liegen, sowie die Notrufzentralen, die in der Verantwortung der betreibenden Behörden liegen.

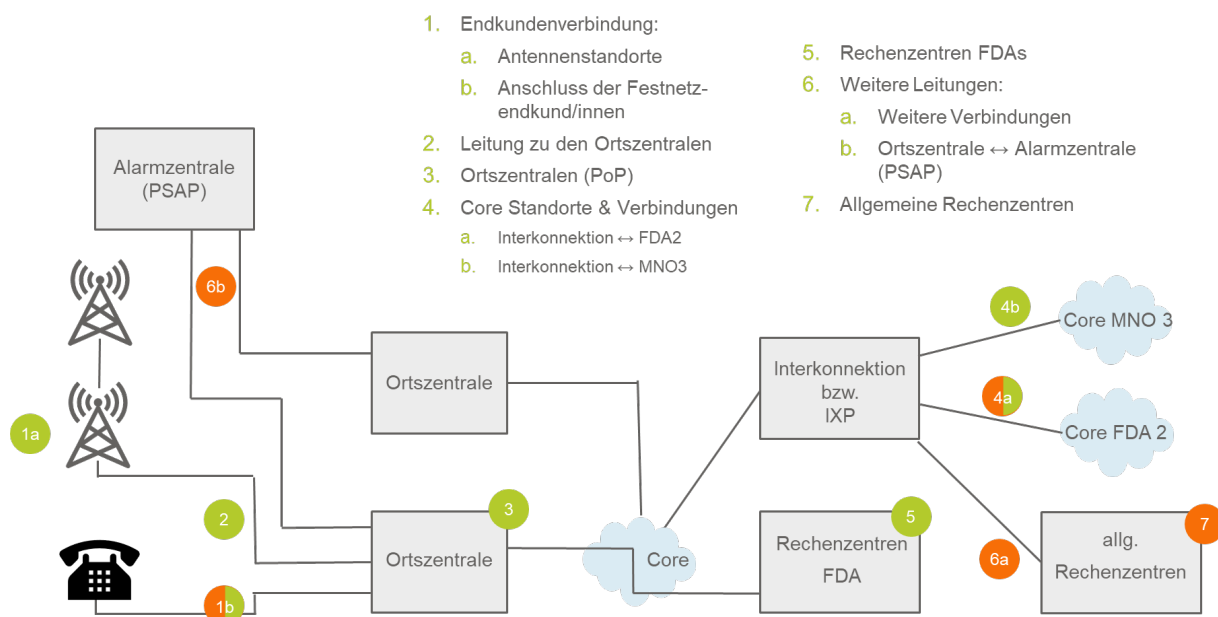


Abbildung 2. Abgrenzung der im Rahmen der RFA untersuchten Massnahmen. Legende: Die in dieser RFA betrachteten Fernmeldeinfrastrukturen sind mit grünen Kreisen markiert, alle weitere Fernmeldeinfrastrukturen sind mit orangen Kreisen markiert.

Die für die RFA ausgewählten Massnahmen decken alle für die Fernmeldeinfrastrukturen und -dienste relevanten Risiken ab (eine Beschreibung der Massnahmen findet sich in



den Anhängen A.5 und A.6). Die Herleitung der relevanten Risiken ist im Anhang A.3. beschrieben. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die im Rahmen der RFA untersuchten Massnahmen und die Risiken, die sie abdecken.

2.3.1. Massnahmen a: Strom

Massnahmen zur Aufrechterhaltung von Mobilfunkdienstleistungen im Falle von Stromausfall oder während einer Strommangellage.

Tabelle 5. Massnahmen a: Strom

ID	Massnahme	Kurzbeschreibung	Einschätzung AWK/INFRAS
a1	Erneuerbare Energieversorgung	Die Stromversorgung wird mittels Solarpanels, Windturbinen oder anderen erneuerbaren Energieformen sichergestellt.	verworfen , da keine Gewährleistung für 7x24h Verfügbarkeit, ausserdem Kapazitätslimite bei Solarpanels (Allenfalls für die Versorgung von sehr abgelegenen und sonnenreichen Regionen geeignet [65])
a2	Diesgeneratoren oder Brennstoffzellen mit Tankversorgung	Diese Massnahmen setzen auf Technologien, die einen Tank nutzen. Beim Diesgenerator treibt ein mit Diesel betriebener Motor einen Generator zur Stromerzeugung an. (Alternative: Eine Brennstoffzelle erzeugt Strom aus Wasserstoff oder Methanol). Während einer Krise (z.B. Strommangellage), muss der dazugehörige Tank entsprechend kontinuierlich nachgefüllt werden.	diskussionswürdig Lohnt sich, wenn Kombination mobile Diesgeneratoren und Batterien für 4 h
a3	Batterien & Puffersysteme	Batterien liefern Strom im Falle eines Stromausfalls und können, wenn der Strom wieder zur Verfügung steht, aufgeladen werden.	diskussionswürdig Lohnt sich, wenn Kombination mobile Diesgeneratoren und Batterien für 4h
a4	Notnetz (Smart Grid) / neuartiges Stromnetz	Mit Smart Grid Stromnetzen könnten einzelne Standorte im Fall einer Strommangellage gezielt von Rolling Blackouts ausgenommen werden. Heutige Netze lassen nur eine Priorisierung auf Quartierebene zu.	verworfen , da der Bau von Smart Grids nur für die Versorgung von Telekommunikationsinfrastruktur nicht realistisch ist. Vielleicht in Zukunft denkbar, wenn Smart Grids umgesetzt sind. Core oder Rechenzentren sind ev. heute schon privilegiert erschlossen.

2.3.2. Massnahmen b: Verbindung

Im Bereich der Gefahrenquelle Verbindung sind prinzipiell zwei Arten von Massnahmen möglich: Massnahmen bezüglich des «Outputs», d.h. Regulationen bezüglich eines erwarteten Ergebnisses, z.B. in Form von SLA und Massnahmen bezüglich des «Inputs», d.h. Regulation bezüglich der Vorgaben, die z.B. das BAKOM den FDA macht.



Tabelle 6. Massnahmen b: Verbindung

ID	Massnahme	Kurzbeschreibung	Einschätzung AWK/INFRAS
b1	Verbindliche SLAs mit Branchen-Standard	Es ist vorgeschrieben, Vereinbarungen zwischen den beteiligten FDA schriftlich vorzunehmen und einen branchenweiten Standard in Bezug auf Resilienz zu vereinbaren. FDA dürfen nur auf eigenen Leitungen oder auf Leitungen, die diesen Mindest-SLA entsprechen, Fernmeldedienste anbieten.	verworfen , da quasi nicht wirksam
b2	Systemführerschaft BAKOM	Systemführerschaft beinhaltet, dass eine Stelle berechtigt ist, unternehmensübergeordnete Aufgaben stellvertretend für andere Unternehmen wahrzunehmen (analog wie bei der Eisenbahninfrastruktur (Art. 36 Eisenbahngesetz)).	verworfen , da Knowhow auf Seiten vom BAKOM nicht vorhanden, um den FDA vorzuschreiben, wie Netze zu konzipieren sind (Ausnahme: Anschluss Notrufzentralen [9])
b3	Systemführerschaft FDA	Systemführerschaft beinhaltet, dass eine Stelle berechtigt ist, unternehmensübergeordnete Aufgaben stellvertretend für andere Unternehmen wahrzunehmen (analog wie bei der Eisenbahninfrastruktur (Art. 36 Eisenbahngesetz)).	verworfen , da komplexes Beziehungsgeflecht zwischen FDA, unklar wie in der Praxis umzusetzen (Ausnahme: Anschluss Notrufzentralen [9])
b4	Technische/Architektur-Vorgaben	Der Bund erlässt Vorschriften, wie Fernmeldedienste technisch zu konzipieren sind. Dazu gehören architektonische Vorgaben, insbesondere die Verwendung bestimmter Topologien, d.h. geschlossene Ringe oder mehrfach vermaschte Netzverbindungen, Vorgaben zu mehrfachen Ausführungen (Redundanz) und Überbuchungsfaktoren (z.B. darf im Normalbetrieb nur maximal 50% der Kapazität verwendet werden).	kostengünstig Zu beachten ist, dass technische Vorgaben schnell veraltet sind und entsprechend kontinuierlich gemanagt werden müssen.

2.3.3. Massnahmen c: Physische Integrität

Die Massnahmen, die die Gefahrenquelle der physischen Integrität adressieren, sind zum Teil bereits vorhanden bzw. umgesetzt. Dies betrifft insbesondere Massnahmen c1 und c2, welche die baulichen Massnahmen betreffen.

Tabelle 7. Massnahmen c: Physische Integrität

ID	Massnahme	Kurzbeschreibung	Einschätzung AWK/INFRAS
c1	Bauliche Massnahmen: Zutrittsschutz	Bauliche Massnahmen wie Zäune, Mauern, Türen, Schlösser, etc. werden für den Zutrittsschutz eingesetzt. Diese dienen dem Schutz gegen Vandalismus, Sabotage, etc.	kostengünstig Bereits vieles vorhanden, müsste punktuell ergänzt werden, aber eine vollkommene Absicherung ist nicht möglich. z.B. Leitungen im Boden können nicht geschützt werden [64]



ID	Massnahme	Kurzbeschreibung	Einschätzung AWK/INFRAS
c2	Bauliche Massnahmen: Robustheit	Diese Massnahme umfasst bauliche Aktivitäten zum Schutz vor Naturereignissen (z.B. Erdbeben, Erdbeben, Sturm, Hagel, etc.).	kostengünstig Bereits vieles vorhanden, müsste punktuell ergänzt werden. Aber man kann sich nicht gegen alle Naturereignisse schützen, so können z.B. Leitungen im Boden nicht geschützt werden [64]
c3	Alarmierung / Technische Überwachung	Einsatz von Kameras, Sensoren, etc. als passiver Schutz und als Abschreckungsmassnahme.	diskussionswürdig Entfaltet nur mit c4 / c5 Wirkung
c4	Sicherheitspersonal (privat)	Diese Massnahme kann auf drei verschiedene Weisen umgesetzt werden: Privates Sicherheitspersonal i) ist kontinuierlich am Standort präsent, ii) patrouilliert regelmässig oder iii) kommt bei Alarmierung. Je nach Grösse und Lage der Standorte ist die eine oder andere Variante sinnvoll.	diskussionswürdig (Nur Alarmfall/Patrouille) Situativ gute Massnahme; insgesamt zu hohe Anzahl der Standorte Leitungen im Boden können nicht geschützt werden [64]
c5	Sicherheitspersonal (staatlich)	Beim Einsatz von staatlichem Sicherheitspersonal, d.h. Polizei oder Militär, kann zwischen zwei Einsatzarten unterschieden werden: In der normalen Lage kommt die Polizei bei Alarmierung (Einbruch, Vandalismus) zum Einsatz. In Krisenlagen ist eine militärische Überwachung und der Schutz von kritischer Infrastruktur denkbar.	verworfen , da quasi nicht wirksam Reaktiv denkbar (z.B. Polizei reagiert auf Vandalenakte); im Ereignisfall situativ gute Massnahme Leitungen im Boden können nicht geschützt werden
c6	Resilienz Gesamtsystem (Ausfall einzelner Standorte akzeptabel)	Die Resilienz des Gesamtsystems führt dazu, dass der Ausfall einzelner Standorte akzeptabel wird. Sie stellt sicher, dass das Gesamtsystem noch funktioniert, selbst wenn einzelne Standorte ausfallen.	diskussionswürdig Massnahme lohnt sich, hohe Anzahl Standorte erhöht Einfluss der Massnahme; zu hohem Grad bereits umgesetzt

2.3.4. Massnahmen d: Software-Integrität

Die Massnahmen im Bereich der Gefahrenquelle Software und Firmware Integrität adressieren hauptsächlich Cyber-Angriffe.

Tabelle 8. Massnahmen d: Software-Integrität

ID	Massnahme	Kurzbeschreibung	Einschätzung AWK/INFRAS
d1	Vorgaben FDA an Systemhersteller	FDA können Systemherstellern Vorgaben stellen im Bereich Source Code Audits, Code Escrow, kryptografische Kontrolle, Signaturen, Background Prüfung der EntwicklerInnen, Bereitstellung designierter EntwicklerInnen, etc.	verworfen , da quasi nicht wirksam



ID	Massnahme	Kurzbeschreibung	Einschätzung AWK/INFRAS
d2	Vorgaben BAKOM an Systemhersteller	Das BAKOM schreibt vor, wie Software- und Firmware-Implementationen auszugestaltet sind. Diese Vorgaben beinhalten Vorschriften, Richtlinien, Leitlinien, etc. Eine Prüfstelle nimmt Implementationen ab (analog zur Zulassung medizinischer Produkte).	diskussionswürdig Massnahme lohnt sich.
d3	Betriebliche Vorgaben an FDA	Das BAKOM macht Vorgaben an die FDA im Bereich Betrieb. Diese beinhalten z.B. das Testing, Change Management, Patch & Vulnerability Management sowie Prozesse (z.B. nach ITIL).	kostengünstig
d4	Architektonische Vorgaben	Das BAKOM erlässt architektonische Vorschriften bezüglich der Soft- und Firmware als Schutzmassnahmen zur Absicherung des Netzes. Dazu gehören insbesondere Dual Vendor-Strategie, Out-of-Band Management, Vorgaben zum Schutz vor DDOS-Attacken wie Intrusion Detection Systems (IDS), open RAN, etc.	verworfen , Umsetzbarkeit fragwürdig, ausser bei Notruf Zudem relativ tiefgreifender Eingriff in Geschäftsentscheide der FDA und Sublieferanten
d5	Zertifizierung / Homologation (Zulassung) von Systemherstellern	Das BAKOM würde bestimmte Systemhersteller verpflichten, sich von unabhängiger Stelle zertifizieren zu lassen. D.h. ohne Zertifizierung können bestimmte Systemhersteller nicht mehr von den FDA genutzt werden.	verworfen , da ungünstiges Kosten-Wirksamkeits-Verhältnis Im Ausland üblich, aber nicht Schweizer Rechtstradition. Ausschluss von Herstellern erhöht Marktmacht und verringert Wettbewerbsdruck

2.3.5. Massnahmen e: Plattform & Produkt-IT

Produkt-IT sind sämtliche IT-Systeme, die direkt an der Erstellung der Endkundenprodukte beteiligt sind (z.B. ein Voice Switch). Plattformen sind Systeme, die unter den Produkt-IT Systemen liegen und als gemeinsame Basis fungieren (z.B. Telco Cloud, Internetanbindung des FDA).

Tabelle 9. Massnahmen e: Plattform & Produkt-IT

ID	Massnahme	Kurzbeschreibung	Einschätzung AWK/INFRAS
e1	Change Management. & Testing Vorgaben BAKOM/BABS	Das BAKOM erlässt Vorschriften, wie im Bereich der Plattform- / Produkt-IT das Change-Management und Testing zu gestalten wäre.	kostengünstig Aber gewisse Vorbehalte bezüglich der Durchsetzung von betrieblichen Vorgaben über mehrere Sublieferanten-Stufen hinweg. Zum Teil sehr hohe Komplexität der eingesetzten Lösungen; Abhängigkeiten sind kaum zu überblicken
e2	SLA für kritische Services / Strafbestimmungen	Analog zu Massnahme b1 für Plattformen. Es ist vorgeschrieben, Vereinbarungen zwischen den beteiligten FDA schriftlich vorzunehmen und einen branchenübergreifenden Standard in Bezug auf Resilienz zu vereinbaren.	diskussionswürdig Massnahme lohnt sich.



ID	Massnahme	Kurzbeschreibung	Einschätzung AWK/INFRAS
e3	Meldeprozess (Förderung Fehlerkultur)	Mit der Einführung von Meldeprozessen soll die Fehlerkultur gefördert werden, damit Incidents öffentlich gemacht werden und aus ihnen gelernt werden kann.	kostengünstig
e4	Unabhängige Untersuchungsstelle für Technologieunfälle	Diese Massnahme adressiert die Nachbereitung eines groben Ausfalls / Unfalls im Bereich der Fernmeldedienste (analog zur SUST in der Luftfahrt oder zum BARPI [Untersuchungsbüro für technologische Störfälle] in Frankreich).	verworfen , da ungünstiges Kosten-Wirksamkeit Verhältnis
e5	Systemführerschaft FDA	Systemführerschaft beinhaltet, dass eine Stelle berechtigt ist, unternehmensübergreifende Aufgaben stellvertretend für andere Unternehmen wahrzunehmen, z.B. Eisenbahninfrastruktur (Art. 36 Eisenbahngesetz).	verworfen , da komplexes Beziehungsgeflecht zwischen FDA, unklar wie in der Praxis umzusetzen (Ausnahme: Notruf [9])
e6	Systemführerschaft BAKOM	Systemführerschaft beinhaltet, dass eine Stelle berechtigt ist, unternehmensübergreifende Aufgaben stellvertretend für andere Unternehmen wahrzunehmen, z.B. Eisenbahninfrastruktur (Art. 36 Eisenbahngesetz).	verworfen , da Knowhow auf Seiten vom BAKOM nicht vorhanden, um den FDA vorzuschreiben, wie Netze zu konzipieren sind (Ausnahme: Notruf [9])

2.3.6. Massnahmen f: Übergreifende Massnahmen

Unter übergreifenden Massnahmen verstehen wir solche, welche für sich genommen nicht direkt zu einer Gefahrenmilderung beitragen, die Kosten von anderen Massnahmen allerdings senken könnten.

Tabelle 10. Massnahmen f: Übergreifende Massnahmen

ID	Massnahme	Kurzbeschreibung	Einschätzung AWK/INFRAS
f1	Anwendung des SKI-Leitfadens	Das BAKOM schreibt den FDA die Anwendung des SKI-Leitfadens des BABS vor.	Nicht weiterverfolgt: Massnahmen, welche zur Umsetzung des SKI-Leitfadens herangezogen würden, sind bereits durch die Massnahmen a bis f abgedeckt. Siehe auch Diskussion in 3. Prüfpunkt 2: Alternative Regelungen.
f2	National Roaming	Analog zur Situation heute beim Notruf 112. Im Krisenfall könnte sich ein Mobiltelefon mit einer beliebigen Antenne unabhängig vom Anbieter resp. von der Anbieterin verbinden.	diskussionswürdig Massnahme lohnt sich.
f3	Virtuelles Notnetz	Ein Mobile Virtual Network Operator (MVNO) wird gegründet. Dieser hat Verträge mit allen Schweizer NetzbetreiberInnen, das Netz wird auf Frequenzen mit reduzierter Kapazität, aber hoher Reichweite (z.B. 800 MHz) angeboten. Das Notnetz ist immer aktiv und jede Mobilfunkendkundin und jeder -kunde erhält eine SIM oder eSIM für dieses Notnetz.	verworfen , da ungünstiges Kosten-Wirksamkeits-Verhältnis



3. Prüfpunkt 2: Alternative Regelungen

3.1. Übersicht

Gemäss RFA-Checkliste [57] ist im Rahmen der RFA zu prüfen, ob die angestrebten Ziele mit alternativen Regelungsinstrumenten und -inhalten wirksamer, kosteneffizienter und mit geringeren Einschränkungen für die AdressatInnen erreicht werden können.

Bei den in Abschnitt 2.3 ausgeführten Massnahmen handelt es sich aus ordnungspolitischer Sicht um Gebote. Wenn es darum geht, externe Effekte einzudämmen, gibt es auch noch weitere ordnungsrechtliche Massnahmen wie Verbote, Anreizsysteme, wie Abgaben oder Haftungsregelungen. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über mögliche alternative Regelungen:

Tabelle 11. Alternative Regelungen

Kategorie ¹⁵	Mögliche Massnahme	Wirkungsmechanismus	Ist-Regelung
Sanftere Regelungsinstrumente	Publikation der Anzahl Störungen (Häufigkeit, Anzahl Betroffene, geografische Verbreitung)	Regelung über Information, analog Sunshine Regulierung im Strombereich [78] Drohender Imageschaden schafft Anreize, Störungen zu vermeiden	Gemäss Art. 96 FDV müssen die FDA Störungen im Betrieb ihrer Netze, welche eine relevante Anzahl Kundinnen und Kunden betreffen, unverzüglich dem BAKOM melden. Eine Publikation der Störungen erfolgt aber noch nicht.
	Entschädigung der Kundinnen und Kunden bei Ausfällen, spezifische Haftungsregelungen in Verträgen oder Geschäftsbedingungen	Regelung über wirtschaftliche Anreize	Für Privatkundinnen und Privatkunden ist bislang generell keine Entschädigung bei Ausfällen vorgesehen. Im Geschäftskundenbereich kommen in der Regel Service Level Agreements (SLA) zum Einsatz. ¹⁶
	Freiwillige Branchenvereinbarungen	Regelung über partnerschaftliche Instrumente	Diverse Branchenvereinbarungen bereits bestehend, z.B. Jugendmedienschutz
Alternative Regelungsinhalte	Schwellenwerte (unterschiedliche Regelungen je nach Grösse der FDA)	Differenzierung der Regelung	Für andere Aspekte bereits bestehend, z.B. Verordnung über die Überwachung des Post- und Fernmeldeverkehrs (VÜPF)

¹⁵ Gemäss RFA-Checkliste.

¹⁶ In den SLA werden Qualitätsstandards definiert, z.B. Zeitanteil, in dem FDA einen funktionierenden Internetzugang anbieten muss. Werden die SLA nicht eingehalten, müssen die FDA teilweise Strafen bezahlen. Die Höhe der Strafen ist individuell in den Verträgen geregelt. Häufig ist bei Geschäftskunden geregelt, dass Provider maximal für jenen Betrag haftbar sind, für den der Geschäftskunde resp. die Geschäftskundin im vergangenen Jahr Leistungen bezogen hat. Folgeschäden oder auch entgangener Gewinn sind dagegen in der Regel von der Haftung ausgeschlossen.



Kategorie ¹⁵	Mögliche Massnahme	Wirkungsmechanismus	Ist-Regelung
Verzicht auf Regelungen	Anwendung des SKI-Leitfadens [51]	Das BAKOM schreibt den FDA die Anwendung des SKI-Leitfadens des BABS vor. Das soll den FDA ermöglichen, die grössten Risiken auf individueller Ebene zu evaluieren und Massnahmen zur Erreichung eines angemessenen Resilienz- bzw. Sicherheitsniveaus festzulegen. Dabei werden von den FDA risikobasierte wirksame Massnahmen mit einem günstigen Kosten-Nutzen-Profil identifiziert.	Wird für Betreiber kritischer Infrastrukturen wie Energieversorgungsunternehmen oder IT-Dienstleister für die Wirtschaft (insb. Datenbearbeitung und -speicherung) heute bereits angewandt. [51]
	Konzessionsverträge mit Bestimmungen zur Sicherheit ergänzen	Bessere Nutzung bestehender Regelungen	Konzessionsverträge für Grundversorgung und Mobilfunk

3.2. Einschätzung der Alternativen aus Sicht der Akteurinnen und Akteure

3.2.1. Branchenvereinbarung

Diverse InterviewpartnerInnen, darunter die meisten BranchenvertreterInnen und FDA würden eine Branchenvereinbarung einer Konkretisierung von Art. 48a vorziehen. Sie sehen darin folgende Vorteile:

- Branchenvereinbarungen hätten sich in der Vergangenheit bewährt. Zu nennen seien hier u.a. die Branchenvereinbarung zu Mehrwertdiensten, zum Jugendmedienschutz und zur Netzneutralität.
- Branchenvereinbarungen erlaubten es, anstehende Probleme rasch und pragmatisch zu lösen. Im Gegensatz zu einer Verordnung wäre eine Branchenvereinbarung dynamischer und flexibler. Regulatorische Vorgaben hingegen würden den Spielraum der FDA bei der Erfüllung der Kundenbedürfnisse einschränken.
- Eine Branchenvereinbarung zur Notrufversorgung über Mobilfunk hätte gute Chancen: Erstens wären nur drei Unternehmen betroffen und zweitens wurden bereits Grundlagen erarbeitet. Eine Branchenvereinbarung mit allen FDA wäre eine grössere Herausforderung.

3.2.2. Konzessionsverträge

Konzessionsverträge sind aus Sicht der InterviewpartnerInnen keine valable Alternative. Sie begründen ihre Einschätzung damit, dass es nur noch bei der Grundversorgung und im Mobilfunk Konzessionsverträge gibt, nicht aber im Festnetzbereich. Für das Festnetz wäre daher immer noch ein Gesetz notwendig.

3.2.3. Haftungslösung

Auch eine Haftungslösung sehen die meisten InterviewpartnerInnen eher kritisch. Bei einer Haftungslösung wäre es schwierig, die SchadensverursacherInnen zu identifizieren und die effektiven Schäden zu ermitteln. Sie befürchten einen aufwendigen Compliance-



Apparat und dass eine Haftungslösung Anreize für Umgehungsstrategien schaffen könnte. Abgesehen davon würde die Haftungslösung einer End-to-End Betrachtung nicht gerecht, wenn sie den Enduser nicht auch miteinbezieht. Ansätze wie «Continuous Improvement» werden von einzelnen InterviewpartnerInnen als gewinnbringender eingeschätzt.

3.3. Fazit

Die Alternativen zur Konkretisierung von Art. 48a FMG beurteilen wir wie folgt:

3.3.1. Publikation von Qualitätsindikatoren

Es werden von allen FDA Indikatoren zur Versorgungssicherheit oder zur Compliance festgelegt. Durch die Publikation der Indikatorenwerte erhalten die FDA einen Anreiz, möglichst gute Werte zu erzielen, da sie sonst einen Reputationsschaden befürchten müssen. Für Ereignisse mit potenziellen Schäden in Milliardenhöhe beurteilen wir die Publikation von Indikatoren als nicht ausreichend. Aus diesem Grund sehen wir eine Publikation von Störungen eher als Begleitmassnahme denn als eigenständige Alternative.

3.3.2. Branchenvereinbarungen

Gegenstand einer Branchenvereinbarung könnten sowohl eine Härtung der Mobilfunknetze als auch allgemeine Massnahmen zur Sicherheit sein.

Eine Branchenvereinbarung hätte den Vorteil, dass es sich um ein sanfteres Regulierungsinstrument handelt. Wie bei einer Regulierung wären die FDA verpflichtet, Massnahmen umzusetzen. Die Vorgaben wären aber flexibler als bei einer rechtlichen Lösung. Der Nachteil einer Branchenvereinbarung liegt darin, dass sie weniger verbindlich wirkt als eine Regulierung, wenn bei Nichteinhaltung keine Sanktionierung droht. Bei bestehenden Branchenvereinbarungen führt vor allem der drohende Reputationsschaden dazu, dass die FDA die Vorgaben einhalten (z.B. beim Jugendmedienschutz). Insofern erachten wir eine Regulierung als effektiver.

3.3.3. Haftung für Schäden

Haftungslösungen funktionieren, wenn die Haftungssumme genügend hoch angesetzt wird und die externen Kosten eines Ausfalls der Fernmeldeinfrastrukturen und -dienste internalisiert werden. Bei einer Strommangellage oder einem Stromausfall sind die potenziellen Schäden allerdings so hoch, dass eine Haftungslösung nicht realistisch erscheint. Die Schäden eines Telekomnetzausfalls bspw. infolge einer Strommangellage werden auf über 9 Mrd. CHF geschätzt. Zum Vergleich, bei den Atomkraftwerken ist die Haftungssumme auf 1 Mrd. CHF pro Anlage beschränkt.¹⁷

3.3.4. Konzessionsverträge

Theoretisch könnten Anforderungen bezüglich Sicherheit von Fernmeldeinfrastrukturen und -dienste über die Grundversorgungskonzession oder die Funkkonzessionen eingefordert werden. Damit würde praktisch jedoch nur die Swisscom als Grundversorgungskonzessionärin und die MobilfunkbetreiberInnen abgedeckt, weshalb wir diese Alternative als nicht geeignet beurteilen.

¹⁷ Siehe [Kernenergiehaftpflichtgesetz \(KHG\)](#).



3.3.5. *Anwendung des SKI-Leitfadens*

Gemäss der nationalen Strategie zum Schutz kritischer Infrastrukturen 2018-2022 sind die Sektoren Behörden, Energie, Entsorgung, Finanzen, Gesundheit, Information und Kommunikation, Nahrung, öffentliche Sicherheit und Verkehr kritisch. Wobei im Sektor Information und Kommunikation auch der Teilsektor Telekommunikation abgedeckt ist. Der Fokus liegt dabei auf den Notrufdiensten, dem Internet sowie der Verbreitung von Radio- und TV-Signalen. Der SKI-Leitfaden ist eine Möglichkeit für die Betreiber kritischer Infrastruktur, ihre Resilienz zu überprüfen und zu verbessern. [51]

Im Falle einer Verpflichtung der Anwendung würden die zu treffenden Massnahmen nicht vom Bund vorgegeben werden, sondern die Betreiber wären verpflichtet, basierend auf den relevanten Risiken angemessene Massnahmen zu treffen. Dies entspricht der gängigen und etablierten Praxis im Bereich von Sicherheits-Risiken (z.B. Störfallverordnung [79]).



4. Prüfpunkt 3: Auswirkungen auf einzelne gesellschaftliche Gruppen

In diesem Kapitel stellen wir die Auswirkungen einer Konkretisierung von Art. 48a FMG auf den Bund, die FDA und die Kundinnen und Kunden der FDA dar. Basis sind die Erhebung bei den FDA, die Interviews mit verschiedenen Akteurinnen und Akteure aus dem In- und Ausland sowie Erfahrungen von AWK.

Um die Wirkungslogik von Art. 48a zu veranschaulichen, folgt eine kurze Darstellung des Wirkungsmodells.

4.1. Wirkungsmodell

Das folgende Wirkungsmodell (Siehe Abbildung 3) gibt einen Überblick über die Wirkungsbeziehungen, die sich aus der Umsetzung von Art. 48a ergeben. Die Ebenen und Wirkungsbeziehungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Ausgangspunkt auf der Konzeptebene ist Art. 48a FMG. Ziel von Art. 48a FMG ist die Sicherheit von Fernmeldeinfrastrukturen und -diensten.

Für den Vollzug von Art. 48a FMG ist das BAKOM zuständig. Es erarbeitet zuhanden des Bundesrats Bestimmungen für die FDV und legt Vorschriften in den technischen und administrativen Vorschriften (TAV) fest. Die Bestimmungen zielen darauf ab, das Verhalten der FDA im Sinne von Art. 48a zu verändern. Zum Vollzug durch das BAKOM gehört ausserdem die Aufsicht über die Umsetzung der Bestimmungen in FDV und TAV. Die zusätzlichen Aufsichtsaufgaben führen für den Bund zu zusätzlichem Aufwand.

Die Hauptbetroffenen der aus der Konkretisierung von Art. 48a resultierenden Massnahmen sind die FDA. Die Härtung der Mobilfunknetze betrifft nur die drei FDA im Mobilfunkbereich. Die allgemeineren Massnahmen zur Sicherheit betreffen alle 480 FDA [48] (Infrastrukturbetreiberinnen und Service Provider) mit Festnetzleitungen, Ortszentralen, Core Center und/oder Rechenzentren.

Die Hauptwirkung einer allfälligen Regulierung besteht darin, dass die FDA Massnahmen zur Sicherheit der Fernmeldeanlagen und -dienste ergreifen (Outcomes). Dadurch entstehen den FDA einmalige und wiederkehrende Kosten (Investitionskosten, Sach- und Personalaufwand). Für das Wirkungsmodell gehen wir davon aus, dass dadurch die Kosten der FDA steigen werden. Evtl. entstehen auch Mehrkosten bei Systemherstellern, weil sie Hard- und Software anpassen müssen. Dies würde zu höheren Beschaffungskosten für die FDA führen.

Dank der Umsetzung der Massnahmen lassen sich die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Schäden (Sach- und Personenschäden), infolge von Strommangellagen und Stromausfällen, Cyberangriffen und Technik-Ausfällen sowie von physischen Ereignissen wie Erdbeben und Hochwasser, reduzieren. Gleichzeitig steigen Preise für Fernmeldedienste, weil die FDA ihre höheren Kosten bis zu einem gewissen Grad auf die Kundinnen und Kunden abwälzen.

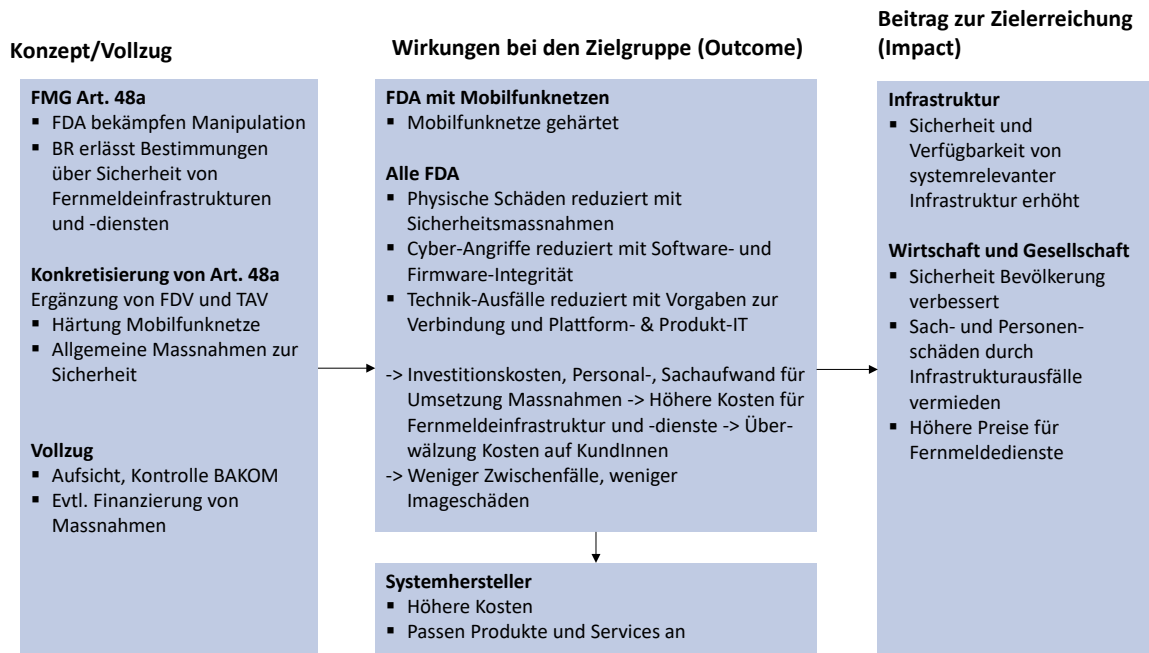


Abbildung 3. Grafisches Wirkungsmodell

4.2. Auswirkungen auf die öffentliche Hand

4.2.1. Aufwendungen aus Sicht BAKOM

Dem BAKOM obliegt der Vollzug von Art. 48a und den damit verbundenen Bestimmungen in der FDV und den TAV. Für die Umsetzung von Art. 48a FMG fallen beim BAKOM, gemäss eigenen Aussagen, Aufwendungen für den Erlass von Bestimmungen und die Aufsicht über die Einhaltung dieser Bestimmungen an:

- Der Erlass der Bestimmungen verursache Aufwendungen für die Vorbereitung und die Beantragung der entsprechenden Verordnungsbestimmungen auf Stufe Bundesrat (vorliegend die FDV) sowie für die Vorbereitung und den Erlass der technischen und administrativen Vorschriften des BAKOM (TAV). Die FDV sei häufig abstrakt gehalten, während die untergeordnete TAV konkrete Handlungsanweisungen an die Regulierungsadressaten beinhaltet (vgl. Vollzugspraxis BAKOM [49]). Beides gehöre jedoch zu den üblichen Aufgaben des BAKOM, die damit verbundenen Kosten sind damit nicht als Zusatzkosten im Sinne der RFA zu sehen.
- Die Aufsicht ist das übliche Instrument im FMG, wenn es darum geht, das Verhalten der RegulierungsadressatInnen zu überprüfen. Der Bund geht a priori von einem rechtskonformen Verhalten der RegulierungsadressatInnen aus und reagiert in erster Linie bspw. auf Hinweise von Marktakteurinnen und Marktakteure. Teils werden jedoch auch thematische Aufsichtskampagnen lanciert. Bei Fehlverhalten würden eine Vorabklärung und potenziell ein Aufsichtsverfahren eingeleitet, an deren Ende eine Sanktion stehen kann (vgl. Art. 58 FMG ff.). Einzelne Aufsichtsaufgaben könnten auch privatrechtlichen Organisationen übertragen werden. Die zusätzlich anfallenden Kosten sind gemäss BAKOM abhängig von den Massnahmen und ihrem Einfluss auf die Aufsicht. Für den im Rahmen der 1. Etappe der Konkretisierung von Art. 48a FMG geplanten gemeinsamen Vollzug mit dem Nationalen Zentrum für Cybersicherheit (NCSC) geht das BAKOM von 1-2 zusätzlichen Stellen aus [45].



Je nach Massnahme können weitere Stellen der öffentlichen Hand in den Vollzug involviert sein. In den folgenden Abschnitten erfolgt je Massnahme eine grobe Einschätzung des Aufwands für die öffentliche Hand aus Sicht von AWK/INFRAS.

4.2.2. Massnahmen a: Strom («Härtung der Mobilfunknetze»)

Bei der Härtung der Mobilfunknetze müsste der Bund regelmässig die Funktionsfähigkeit der Härtung kontrollieren (als Vorbild könnte evtl. Finnland dienen, wo Kontrollen durchgeführt werden).

Tabelle 12. Vollzugaufwand öffentliche Hand für Massnahmen a: Härtung der Mobilfunknetze

n.a. = Mangels Angaben nicht quantifizierbar.

Massnahme	Aufgaben öffentliche Hand	Zuständig	Aufwand	Kosten
a2 Dieselgeneratoren oder Brennstoffzellen mit Tankversorgung a3 Batterien & Puffersysteme	Funktionsfähigkeit von Dieselgeneratoren, Batterien kontrollieren (z.B. mit regelmässigen Stichprobenkontrollen)	BAKOM	n.a.	n.a.

4.2.3. Massnahmen b: Verbindung

Bei den Massnahmen zur Sicherung der Verbindung fallen beim Bund Kosten für die Aufsicht an.

Tabelle 13. Vollzugaufwand öffentliche Hand für Massnahmen b: Verbindung

Massnahme	Aufgaben öffentliche Hand	Zuständig	Aufwand	Kosten
b1: Verbindliche SLA mit Branchen-Standard	-	-	-	-
b4: Technische/Architektur-Vorgaben	Einhaltung der Vorgaben überprüfen	BAKOM	in Kosten für Aufsicht enthalten (siehe Abschnitt 4.2.1)	-

4.2.4. Massnahmen c: Physische Integrität

Bei den Massnahmen zur Sicherung der physischen Integrität fallen beim Bund Kosten für die Aufsicht an. Hinzu kommen nicht quantifizierbare Kosten für die Bewachung von Fernmeldeinfrastrukturen in Krisenzeiten.



Tabelle 14. Vollzugaufwand öffentliche Hand für Massnahmen c: Physische Integrität
n.a. = Mangels Angaben nicht quantifizierbar.

Massnahme	Aufgaben öffentliche Hand	Zuständig	Aufwand	Kosten
c1/c2: Bauliche Massnahmen	Vorgaben definieren	BAKOM	in Kosten für Erlass von Bestimmungen und Aufsicht enthalten (siehe Abschnitt 4.2.1)	-
	Einhaltung der Vorgaben überprüfen			
c3: Alarmierung / Technische Überwachung				
c4: Sicherheitspersonal (privat)	-	-	-	-
c5: Sicherheitspersonal	Kritische Infrastrukturen bewachen in Krisenzeiten	Armee	n.a.	n.a.
	Sachbeschädigungen untersuchen	Polizei		Sowiesokosten. ¹⁸
c6: Resilienz Gesamtsystem	-	-	-	-

4.2.5. Massnahmen d: Software-Integrität

Bei den Massnahmen zur Sicherung der Software-Integrität fallen beim Bund Kosten für den Erlass von Bestimmungen und die Aufsicht an. Die übrigen Aufgaben verursachen keine relevanten Zusatzkosten.

¹⁸ Sowiesokosten bezeichnen Kosten, die auch ohne Regulierung anfallen würden.



Tabelle 15. Vollzugsaufwand öffentliche Hand für Massnahmen d: Software-Integrität

Massnahme	Aufgaben öffentliche Hand	Zuständig	Aufwand	Kosten
d1: Vorgaben FDA an Systemhersteller	-	-	-	-
d2: Vorgaben BAKOM an Systemhersteller	Internationale Standards übernehmen	BAKOM	vernachlässigbar	vernachlässigbar
	Einhaltung der Vorgaben überprüfen	BAKOM	in Kosten für Aufsicht enthalten (siehe Abschnitt 4.2.1)	-
d3: Betriebliche Vorgaben an FDA (Testing, Change Management, Patch & Vulnerability Management.)	Vorgaben definieren	BAKOM	in Kosten für Erlass von Bestimmungen und Aufsicht enthalten (siehe Abschnitt 4.2.1)	-
	Einhaltung der Vorgaben überprüfen			
d5: Zertifizierung / Homologation (Zulassung) von Systemherstellern	Kriterien für eine Zertifizierung/Homologation festlegen	BAKOM	vernachlässigbar	vernachlässigbar
	Zertifizierungsstelle aufbauen	- (Aufgabe FDA)	-	-

4.2.6. Massnahmen e: Plattform & Produkt-IT

Bei den Massnahmen zur Sicherung der Plattformen und IT-Systemen fallen relevante Kosten für die unabhängige Untersuchungsstelle an. Hinzu kommen Kosten für den Erlass von Bestimmungen und die Aufsicht.



Tabelle 16. Vollzugsaufwand öffentliche Hand für Massnahmen e: Plattform & Produkt-IT
n.a. = Mangels Angaben nicht quantifizierbar.

Massnahme	Aufgaben öffentliche Hand	Zuständig	Aufwand	Kosten
e1: Change Mmgt. & Testing Vorgaben BAKOM	Vorgaben definieren	BAKOM	in Kosten für Erlass von Bestimmungen und Aufsicht enthalten (siehe Abschnitt 4.2.1)	-
	Einhaltung der Vorgaben überprüfen			
e2: SLA für kritische Services / Strafbestimmungen	-	-	-	-
e3: Meldeprozess	-	-	-	-
e4: Unabhängige Untersuchungsstelle für Technologieunfälle	Unabhängige Untersuchungsstelle aufbauen und führen	BAKOM	n.a.	ca. 5-10 Mio. CHF/Jahr (basierend auf Kosten vergleichbarer Behörden, z.B. der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST) [50])
e5: Systemführerschaft FDA	Vorgaben definieren	BAKOM	in Kosten für Erlass von Bestimmungen und Aufsicht enthalten (siehe Abschnitt 4.2.1)	-
	Einhaltung der Vorgaben überprüfen			
e6: Systemführerschaft BAKOM	Vorgaben definieren	BAKOM	in Kosten für Erlass von Bestimmungen und Aufsicht enthalten (siehe Abschnitt 4.2.1)	-
	Einhaltung der Vorgaben überprüfen			

4.2.7. Massnahmen f: Übergreifende Massnahmen

Für die übergreifenden Massnahmen fallen beim Bund keine zusätzlichen Kosten an.

Tabelle 17. Vollzugsaufwand öffentliche Hand für Massnahmen f: Übergreifende Massnahmen

Massnahme	Aufgaben öffentliche Hand	Zuständig	Aufwand	Kosten
f2: Nationales Roaming	-	-	-	-
f3: Virtuelles Notnetz	Virtuelles Notnetz betreiben	- (Aufgabe der FDA)	-	-



4.2.8. Finanzierung

Denkbar ist, dass der Bund die Umsetzung von Massnahmen finanzieren würde (siehe Abschnitt 4.6.2). Dies hätte zur Folge, dass beim Bund entsprechende Kosten anfallen würden. Der Bund müsste sodann entscheiden, ob er die Kosten über allgemeine Steuermittel oder über eine Gebühr finanzieren würde.

4.2.9. Fazit

Zusammenfassend halten wir fest, dass der öffentlichen Hand vor allem Kosten für eine unabhängige Untersuchungsstelle im Rahmen der Massnahmen e: Plattform & Produkt-IT anfallen würden. Wir rechnen mit jährlichen Kosten im einstelligen Millionenbereich. Allerdings ist diese Massnahme aus unserer Sicht nicht zweckmässig, weil sie nur gering wirksam ist und gleichzeitig nicht vernachlässigbare Kosten verursacht (siehe Abschnitt 5.5.6).

Falls die öffentliche Hand die Finanzierung der Massnahmen bei den FDA übernehmen würde, kämen weitere Kosten von ca. 350 Mio. CHF/Jahr hinzu (ca. 150 Mio. CHF/Jahr für die Härtung der Mobilfunknetze und ca. 200 Mio. CHF/Jahr für die übrigen zweckmässigen allgemeinen Massnahmen zur Sicherheit. Siehe Abschnitt 4.3.8 und 5.5.8).¹⁹

4.3. Auswirkungen auf die FDA

In diesem Abschnitt werden die Auswirkungen einer Konkretisierung von Art. 48a FMG auf die Fernmeldedienstanbieterinnen untersucht. Im Vordergrund stehen dabei die Kosten der FDA, die für die Umsetzung allfälliger Massnahmen anfallen.

4.3.1. Kosten der FDA

Die Angaben zu den Kosten basieren auf einer schriftlichen Erhebung bei 10 FDA (3 grosse, 4 mittlere und 3 kleine FDA)²⁰ und der Plausibilisierung durch AWK. Die Kostenschätzung basiert auf der Annahme, dass die Massnahmen realistisch umgesetzt werden. Es wurde darauf verzichtet, weitere Ausprägungen der Umsetzung zu untersuchen. Wenn die Zielvorgaben, z.B. ein Standard, strikter angewandt würden, entstünden den FDA entsprechend höhere Kosten. Um dieser Überlegung Rechnung zu tragen, wurden die Kosten für die Massnahmen b bis f nur in Kategorien ausgewiesen (Begründung der Kategorienwahl siehe Kapitel 4.6.1).

Die Erhebung bei den FDA hat gezeigt, dass die FDA gewisse Massnahmen zumindest bis zu einem gewissen Grad schon umgesetzt haben (unter der Annahme einer realistischen Umsetzung). Sofern eine FDA die jeweiligen Massnahmen auch unabhängig von

¹⁹ Die 200 Mio. CHF/Jahr setzen sich folgt zusammen:

Kosten für folgende Massnahmen: je 75 Mio. CHF/Jahr = 2*75 Mio. CHF = 150 Mio. CHF/Jahr

d2: Vorgaben BAKOM an Systemhersteller

f3: Virtuelles Notnetz

Kosten für folgende Massnahmen: je 7 Mio. CHF/Jahr = 9*7 Mio. CHF/Jahr = 63 Mio. CHF/Jahr

b4: Technische/Architektur-Vorgaben

c1: Bauliche Massnahmen: Zutrittsschutz, c2: Bauliche Massnahmen: Robustheit, c4: Sicherheitspersonal (privat)

d3: Betriebliche Vorgaben an FDA (Testing, Change Management, Patch & Vulnerability Management)

e1: Change Management & Testing Vorgaben BAKOM, e2: SLA für kritische Services / Strafbestimmungen, e3: Meldeprozess (Förderung Fehlerkultur)

f2: Nationales Roaming

²⁰ Grosse FDA = FDA mit eigenem Mobilfunknetz

Mittlere FDA = FDA mit nationaler Verbreitung oder regional grosser Bedeutung (z.B. grösseres Elektrizitätswerk mit Glasfasernetz und -anschlüssen)

Kleine FDA = FDA mit geringer Kundenzahl (regional und national)



einer allfälligen Regulierung durchführt, handelt es sich um sogenannte Sowiesokosten. Bei den plausibilisierten Kostenschätzungen sind die Sowiesokosten abgezogen.

In der Telekommunikationsindustrie betragen die Kapitalkosten 60% bis 90% der totalen Kosten. Entsprechend sind viele der besprochenen Massnahmen kapitalkostenintensiv. Es gibt jedoch auch Massnahmen, welche vor allem Betriebskosten verursachen. In den folgenden Tabellen sind die verschiedenen Massnahmen entsprechend gekennzeichnet.

4.3.2. Massnahmen a: Strom («Härtung Mobilfunknetze»)

Die Massnahmen a2: Dieselgenerator und a3: Batterien können in Kombination eingesetzt werden, um die Schäden einer Strommangellage und/oder eines Stromausfalls abzudecken, jedoch sind die Ausprägungen dafür unterschiedlich. Deshalb werden die Kosten je Szenario nachfolgend getrennt dargestellt.

4.3.2.1. Strommangellage

Tabelle 18. Kostenaufstellung Strommangellage

Problem	Zyklische Netzabschaltungen: 4h ohne Strom gefolgt von 8h mit Strom (während 2 Wochen)			
Eintretenswahrscheinlichkeit	Alle 30 Jahre			
Lösung	<ul style="list-style-type: none"> Batterien mit 4 h Laufzeit für Antennen und gewisse PoP Dieselgeneratoren in allen anderen PoP und Core/Rechenzentren 			
Schaden	180 Mrd. CHF → 6 Mrd. CHF/Jahr			
Nutzen²¹	16 Mrd. CHF (100% Bevölkerungsabdeckung, Dienst: Daten [inkl. Notruf und Voice]) → 535 Mio. CHF/Jahr			
Kosten: Normale Lage	Was	Kosten	Anzahl	Total Kosten
	Antennen			
	Kosten Batterien inkl. Installation	15k CHF ²² pro Standort (Lebensdauer 15 Jahre)	8000 Antennen ²³	8 Mio. CHF/Jahr
	Kosten jährliche Wartung Batterien	1k CHF/Jahr	8000 Antennen	8 Mio. CHF/Jahr
	Kosten Mietzins:	Keine Änderung zu erwarten, weil der Platzbedarf von Batterien mit 4 h Laufzeit nur gering ist.	-	- CHF/Jahr
	PoP			
	Kosten inkl. Installation	PoP mit erhöhtem Stromverbrauch: Dieselgeneratoren 150k CHF ²⁴ (Lebensdauer 20 Jahre)	900 PoP mit Dieselgeneratoren	7 Mio. CHF/Jahr

²¹ Siehe Abschnitt 5.1.

²² Basierend auf [1], plausibilisiert mit FDA Angaben

²³ Zahlen aus schriftlicher Erhebung bei FDA im Winter 2021/2022 (siehe 1.3 Methodisches Vorgehen)

²⁴ Aus FDA Angaben abgeleitet



	PoP mit ähnlichem Stromverbrauch wie Antennen: Batterien 4h 15k CHF ²⁵ (Lebensdauer 15 Jahre)	500 PoP mit Batterien	500k CHF/Jahr																					
Kosten jährliche Wartung	Dieselgeneratoren: 30k CHF/Jahr	900 PoP mit Dieselgeneratoren	27 Mio. CHF/Jahr																					
	Batterien: 1k CHF/Jahr	500 PoP mit Batterien	500k CHF/Jahr																					
Core/Rechenzentren																								
Kosten inkl. Installation	1 Mio. CHF pro Standort ²⁶ (Lebensdauer 20 Jahre) 180 Standorte, davon 30 bereits mit Dieselgeneratoren ausgerüstet	150 Core Standorte	8 Mio. CHF/Jahr																					
Kosten jährliche Wartung	200k CHF/Jahr	150 Core Standorte	30 Mio. CHF/Jahr																					
Kosten: Krise	<ul style="list-style-type: none"> • Antennen und PoP (mit Batterien): Keine • PoP (mit Dieselgeneratoren) und Core/Rechenzentren Betankung 900 PoP Standorte alle 4.5 Tage betanken → Pro Tag 200 Standorte betanken → Pro Tag kann ein Tanklastwagen 6 Standorte betanken → Es braucht mind. 34 Tanklastwagen 180 Core Standorte alle 4.5 Tage betanken → Pro Tag 40 Standorte betanken → Pro Tag kann ein Lastwagen 4 Standorte betanken → Es braucht mind. 10 Tanklastwagen 																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Was</th> <th>Kosten</th> <th>Anzahl</th> <th>Tota Kosten</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tanklastwagen</td> <td>200k CHF (Lebensdauer 15 Jahre) [66] inkl. Wartung</td> <td>44 Tanklastwagen</td> <td>600k CHF/Jahr</td> </tr> <tr> <td>Personal</td> <td>2 Personen pro Lastwagen 800 CHF/Tag Krisendauer 2 Wochen</td> <td>1232 Personentage</td> <td>35k CHF/Jahr</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Treibstoff</td> <td>ca. 0.5 Liter pro kW 2.20 CHF/Liter²⁷ Während 2 Wochen, für einen Drittel der Zeit → 112 h</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>900 PoP je 100 kW/h</td> <td>5 Mio. Liter</td> <td>400k CHF/Jahr</td> </tr> <tr> <td>150 Core Standorte: je 4 kW/h 30 Core Standorte: je 4000 kW/h</td> <td>7 Mio. Liter</td> <td>500k CHF/Jahr</td> </tr> </tbody> </table>			Was	Kosten	Anzahl	Tota Kosten	Tanklastwagen	200k CHF (Lebensdauer 15 Jahre) [66] inkl. Wartung	44 Tanklastwagen	600k CHF/Jahr	Personal	2 Personen pro Lastwagen 800 CHF/Tag Krisendauer 2 Wochen	1232 Personentage	35k CHF/Jahr	Treibstoff	ca. 0.5 Liter pro kW 2.20 CHF/Liter ²⁷ Während 2 Wochen, für einen Drittel der Zeit → 112 h			900 PoP je 100 kW/h	5 Mio. Liter	400k CHF/Jahr	150 Core Standorte: je 4 kW/h 30 Core Standorte: je 4000 kW/h	7 Mio. Liter
Was	Kosten	Anzahl	Tota Kosten																					
Tanklastwagen	200k CHF (Lebensdauer 15 Jahre) [66] inkl. Wartung	44 Tanklastwagen	600k CHF/Jahr																					
Personal	2 Personen pro Lastwagen 800 CHF/Tag Krisendauer 2 Wochen	1232 Personentage	35k CHF/Jahr																					
Treibstoff	ca. 0.5 Liter pro kW 2.20 CHF/Liter ²⁷ Während 2 Wochen, für einen Drittel der Zeit → 112 h																							
	900 PoP je 100 kW/h	5 Mio. Liter	400k CHF/Jahr																					
	150 Core Standorte: je 4 kW/h 30 Core Standorte: je 4000 kW/h	7 Mio. Liter	500k CHF/Jahr																					
Totale Kosten	Normale Lage	90 Mio. CHF/Jahr																						
	Krise	2 Mio. CHF/Jahr																						

²⁵ Basierend auf [1], plausibilisiert mit FDA Angaben

²⁶ Aus FDA Angaben abgeleitet

²⁷ Stand April 2022



	Total	92 Mio. CHF/Jahr
--	--------------	-------------------------

4.3.2.2. Stromausfall

Die Kostenaufstellung für das Risiko Stromausfall geht davon aus, dass die Massnahmen für das Risiko Strommangellage ergriffen worden sind und berücksichtigt die entsprechenden Kosten nicht nochmals.

Batterien, welche einen Antennenstandort für 72h mit Strom versorgen könnten, wiegen zwischen 3 und 5 Tonnen und haben einen Platzbedarf von mehreren Kubikmetern. Entsprechend kann dies die Mietkosten für einen Antennenstandort drastisch erhöhen, da dies einem Vielfachen des bisher installierten Equipments entspricht. Daher werden Batterien für längere Stromausfälle (mehr als 4h) nicht weiter als Option betrachtet. Um das Risiko Stromausfall abzudecken, werden nur Dieselgeneratoren (Massnahme a2: Dieselgenerator) geprüft. Batterien mit 4h Laufzeit wie sie für die Strommangellage installiert würden, dienen für gewisse Standorte als Überbrückung bis ein mobiler Dieselgenerator installiert werden kann.

Tabelle 19. Kostenaufstellung Stromausfall

Problem	48h bis 96h kein Strom verfügbar			
Eintretenswahrscheinlichkeit	Alle 29 Jahre			
Lösung	<ul style="list-style-type: none"> Batterien mit 4h Laufzeit an allen Antennenstandorten ausstatten (siehe Strommangellage) An Antennenstandorte, wo einfach Dieselgeneratoren installiert werden können, werden diese installiert. Dies ist bei etwa 35 bis 50% aller Antennenstandorte der Fall. Das sind Standorte wie z.B. freistehenden Antennen, Antennen auf Strommasten, auf Gebäuden der öffentlichen Hand oder grossen Geschäftshäusern. Antennenstandorte, welche aus baulichen Gründen nicht mit Dieselgeneratoren ausgestattet werden können, erhalten eine Aussensteckdose, wo mobile Dieselgeneratoren installiert werden können. Dies betrifft hauptsächlich Antennen auf privaten Wohngebäuden oder kleineren Geschäftshäuser. Dieselgeneratoren an allen PoP und Core/Rechenzentren Standorten 			
Schaden	Schaden: 3.3 Mrd. CHF → 115 Mio. CHF/Jahr			
Nutzen²⁸	250 Mio. CHF (100% Bevölkerungsabdeckung, Dienst: Daten [inkl. Notruf und Voice]) → 8.7 Mio. CHF/Jahr			
Kosten: Normale Lage	Was	Kosten	Anzahl	Total Kosten
	Kosten Batterien	Siehe Strommangellage ²⁹	-	-
	Kosten jährliche Wartung Batterien	Siehe Strommangellage	-	-

²⁸ Siehe Abschnitt 5.1.

²⁹ In der Annahme, dass die Gefährdung Strommangellage auch abgedeckt wird.



Kosten Diesel fix inkl. Installation	20k CHF ³⁰ (Lebensdauer 20 Jahre)	2800 bis 4000 Antennen ³¹	3 Mio. bis 4 Mio. CHF/Jahr
Kosten Diesel mobil	Mobiler Dieselgen.: 13k CHF ³² (Lebensdauer 20 Jahre) Anschluss Option für mobilen Diesel: 2k CHF (Lebensdauer 20 Jahre)	4000 bis 5200 Antennen ³³	3 Mio. bis 4 Mio. CHF/Jahr
Kosten Jährliche Wartung Diesel	4k CHF/Jahr ³⁴	8000 Antennen ³⁵	32 Mio. CHF/Jahr
Kosten Mietzins:	Keine Änderung zu erwarten, da stationäre Dieselgeneratoren nur an unproblematischen Standorten installiert werden	-	- CHF/Jahr
Kosten PoP Dieselgen. inkl. Installation	900 PoP mit Dieselgeneratoren ausgestattet (Siehe Strommangel-lage) Restlichen 500 PoP: Dieselgeneratoren 20k CHF ³⁶ (Lebensdauer 20 Jahre)	500 PoP	500k CHF/Jahr
Kosten jährliche Wartung PoP Dieselgeneratoren	4k CHF/Jahr	500 PoP	2 Mio. CHF/Jahr
Kosten Core/ Rechenzentren:	Siehe Strommangel-lage	-	-

Kosten: Krise

- Transport und Installation von mobilen Dieselgeneratoren**
 Bei einem Stromausfall müssen innerhalb von 4h bei 4000 bis 5200 Antennenstandorten, mobile Dieselgeneratoren installiert werden.
 Pro Standort werden mit Anfahrt und Installation ca. 1h benötigt. D.h. es braucht mind. 1000 Lastwagen mit Personal

Was	Kosten	Anzahl	Tota Kosten
Lastwagen	150k CHF (Lebensdauer 15 Jahr) [66] inkl. Wartung	1000 Lastwagen	10 Mio. CHF/Jahr
Personal	2 Personen pro Lastwagen 800 CHF/Tag 4h pro Krise	1000 Personentage	28k CHF/Jahr

- Dieselvorrat reicht 3-4 Tage, daher ist kein Nachtanken notwendig

³⁰ Basierend auf [1], plausibilisiert mit FDA Angaben

³¹ Zahlen aus schriftlicher Erhebung bei FDA im Winter 2021/2022 (siehe 1.3 Methodisches Vorgehen)

³² Basierend auf [1], plausibilisiert mit FDA Angaben

³³ Zahlen aus schriftlicher Erhebung bei FDA im Winter 2021/2022 (siehe 1.3 Methodisches Vorgehen)

³⁴ Basierend auf [1], plausibilisiert mit FDA Angaben

³⁵ Zahlen aus schriftlicher Erhebung bei FDA im Winter 2021/2022 (siehe 1.3 Methodisches Vorgehen)

³⁶ Basierend auf [1], plausibilisiert mit FDA Angaben



Totale Kosten	Normale Lage	45 Mio. CHF/Jahr
	Krise	10 Mio. CHF/Jahr
	Total	55 Mio. CHF/Jahr (Hinzu kommen die Kosten [Batterien für Antennen und Dieselgeneratoren für gewisse PoP und Core Standorte] welche bereits unter Strommangellage gelistet sind, ohne Kosten während der Krise Strommangellage)

4.3.2.3. Andere Abdeckungen als 100% Bevölkerung und Dienst Daten

Für 100% Bevölkerungsabdeckung und Dienst Daten (inkl. Dienst Notruf und Voice) werden 8000³⁷ Mobilfunkantennen benötigt, sowie 1400 PoP und 180 Core/Rechenzentren Standorte. Würde man die Abdeckung auf 80% der Bevölkerung reduzieren, würden 2000 Mobilfunkantennen weniger benötigt. Die Anzahl PoP und Core/Rechenzentren und alle anderen Kosten jedoch bleiben gleich. Entsprechend würden sich für das Abdecken des Risiko Strommangellage nur 4 Mio. CHF/Jahr Einsparung ergeben. Das gleiche gilt für die Reduzierung des Dienstes auf nur Notruf. Dazu wären bei 100% Bevölkerungsabdeckung ebenfalls 6000 Mobilfunkantennen notwendig und die Anzahl PoP und Core/Rechenzentren und anderen Kosten würde wiederum unverändert bleiben.

Für den Fall von 80% Bevölkerungsabdeckung und nur den Dienst Notruf, würde sich die Anzahl der benötigten Mobilfunkantennen auf 1600³⁸ reduzieren. Wiederum würde die Anzahl PoP und Core/Rechenzentren und alle anderen Kosten jedoch in etwa gleichbleiben. Es ergäben sich dadurch Einsparung von 13 Mio. CHF/Jahr für das Risiko Strommangellage.

4.3.3. Massnahmen b: Verbindung

Tabelle 20. Kosten für Massnahmen b: Verbindung

Kosten	Kosten pro Jahr für gesamte Telekommunikationsbranche in der Schweiz [CHF]	Investitions- und Betriebskosten
b1: Verbindliche SLA mit Branchen-Standard	weniger als 7.4 Mio. (bereits vieles vorhanden, punktuell ergänzen)	vor allem Betriebskosten
b4: Technische/Architektur-Vorgaben	weniger als 7.4 Mio. (bereits vieles vorhanden, punktuell ergänzen)	ca. ¾ Investitionskosten

³⁷ Zahlen aus schriftlicher Erhebung bei FDA im Winter 2021/2022 (siehe 1.3 Methodisches Vorgehen)

³⁸ Zahlen aus schriftlicher Erhebung bei FDA im Winter 2021/2022 (siehe 1.3 Methodisches Vorgehen)



4.3.4. Massnahmen c: Physische Integrität

Tabelle 21. Kosten für Massnahmen c: Physische Integrität

Kosten	Kosten pro Jahr für gesamte Telekombranche in der Schweiz [CHF]	Investitions- und Betriebskosten
c1: Bauliche Massnahmen: Zutrittsschutz	weniger als 7.4 Mio. (bereits vieles vorhanden, punktuell ergänzen)	ca. ¾ Investitionskosten
c2: Bauliche Massnahmen: Robustheit	weniger als 7.4 Mio. (bereits vieles vorhanden, punktuell ergänzen)	ca. ¾ Investitionskosten
c3: Alarmierung / Technische Überwachung – passiver Schutz	weniger als 7.4 Mio.	ca. ¾ Investitionskosten
c4: Sicherheitspersonal (privat)	weniger als 7.4 Mio. (nur Alarmfall/Patrouille)	vor allem Betriebskosten
c5: Sicherheitspersonal (staatlich)	weniger als 7.4 Mio.	vor allem Betriebskosten
c6: Resilienz Gesamtsystem (Ausfall einzelner Standorte akzeptabel)	7.4 Mio. bis 74 Mio.	ca. ¾ Investitionskosten

4.3.5. Massnahmen d: Software-Integrität

Tabelle 22. Kosten für Massnahmen d: Software-Integrität

Kosten	Kosten pro Jahr für gesamte Telekombranche in der Schweiz [CHF]	Investitions- und Betriebskosten
d1: Vorgaben FDA an Systemhersteller	weniger als 7.4 Mio.	vor allem Betriebskosten
d2: Vorgaben BAKOM an Systemhersteller	7.4 Mio. bis 74 Mio.	vor allem Betriebskosten
d3: Betriebliche Vorgaben an FDA (Testing, Change Management, Patch & Vulnerability Management)	weniger als 7.4 Mio.	vor allem Betriebskosten
d5: Zertifizierung / Homologation (Zulassung) von Systemherstellern	7.4 Mio. bis 74 Mio. (Ausschluss von Herstellern, weniger Wettbewerb)	ca. ¾ Investitionskosten



4.3.6. Massnahmen e: Plattform & Produkt-IT

Tabelle 23. Kosten für Massnahmen e: Plattform & Produkt-IT

Kosten	Kosten pro Jahr für gesamte Telekommunikationsbranche in der Schweiz [CHF]	Investitions- und Betriebskosten
e1: Change Management & Testing Vorgaben BAKOM	weniger als 7.4 Mio.	vor allem Betriebskosten
e2: SLA für kritische Services / Strafbestimmungen	weniger als 7.4 Mio.	vor allem Betriebskosten
e3: Meldeprozess (Förderung Fehlerkultur)	weniger als 7.4 Mio.	vor allem Betriebskosten
e4: Unabhängige Untersuchungsstelle für Technologieunfälle	7.4 Mio. bis 74 Mio.	vor allem Betriebskosten
e5: Systemführerschaft FDA	weniger als 7.4 Mio.	vor allem Betriebskosten
e6: Systemführerschaft BAKOM	weniger als 7.4 Mio.	vor allem Betriebskosten

4.3.7. Massnahmen f: Übergreifende Massnahmen

Tabelle 24. Kosten für Massnahmen f: Übergreifende Massnahmen

Kosten	Kosten pro Jahr für gesamte Telekommunikationsbranche in der Schweiz [CHF]	Investitions- und Betriebskosten
f2: National Roaming	weniger als 7.4 Mio.	ca. ¾ Investitionskosten
f3: Virtuelles Notnetz	7.4 Mio. bis 74 Mio. ³⁹	ca. ¾ Investitionskosten

4.3.8. Fazit

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die grössten Kosten für die Härtung der Mobilfunknetze (Massnahmen a) anfallen. Eine Härtung für das Szenario Strommangel-lage würde bei den FDA gemäss plausibilisierten Schätzungen Kosten bis zu ca. 95 Mio. CHF/Jahr verursachen. Soll zusätzlich auch für das Szenario Stromausfall gehärtet werden, so entstehen zusätzliche Kosten von 55 Mio. CHF/Jahr.⁴⁰

Für die allgemeinen Massnahmen zur Sicherheit (Massnahmen b-e) schätzen wir deutlich geringere Kosten: Einzelne Massnahmen verursachen jährliche Kosten zwischen rund 10 und 70 Mio. CHF, darunter die Massnahmen d2: Vorgaben BAKOM an Systemhersteller und f3: Aufbau und Betrieb eines virtuellen Notnetzes.

³⁹ Kosten für den Aufbau und Betrieb eines Mobile Virtual Network Operator (MVNO) und der Herstellung und Verteilung von SIM Karten bzw. nur Verteilung von eSIM Karten.

⁴⁰ Das BAKOM gibt in seinem Bericht zur Härtung [2] jährliche Kosten von 93 Mio. CHF an. Diese beinhalten die Kosten für die Härtung der Mobilfunknetze in der normalen Lage und in der Krise (Strommangel-lage oder Stromausfall). Die Kosten basieren auf der Annahme, dass alle Mobilfunkantennen mit Batterien und Dieselgeneratoren ausgestattet werden und im Krisenfall betankt werden müssen.



4.4. Wirksamkeit: Einschätzung aus Sicht AWK/INFRAS

In diesem Kapitel zeigen wir, wie wirksam die Massnahmen sind. Wir stützen uns dabei auf eigene Einschätzungen und Expertenmeinungen.

Die Wirksamkeit der Massnahmen gibt an, wie gut sie einen Schaden (sprich Ausfall der Telekommunikationsdienstleistungen) verhindern können.

Da sich die Wirksamkeit vieler Massnahmen nur schwer quantifizieren lässt, haben wir die Massnahmen grob in vier Kategorien eingeteilt.

Quasi 0 %

- Massnahme zeigt praktisch keine Wirkung.

Geringe Wirksamkeit

- Die Massnahme hat eine Wirkung, jedoch ist deren Wirkung beschränkt.

Meistens wirksam

- Massnahme kann Schäden in einem Grossteil der Situation/Fälle verhindern/vermeiden, dies jedoch nicht immer.

Quasi 100%

- Massnahme kann Schaden praktisch immer verhindern.

In Tabelle 25 sind die Massnahmen nach ihrer Wirksamkeit bewertet. Die Begründung für die Bewertung der Wirksamkeit ist in den folgenden Unterkapiteln aufgeführt.



Tabelle 25. Bewertung der Massnahmen auf ihre Wirksamkeit.

Wirksamkeit	Quasi 0%	Geringe Wirksamkeit	Meistens wirksam	Quasi 100%
a2: Dieselgenerator				x
a3: Batterien				x
b1: Verbindliche SLA mit Branchen-Standard	x			
b4: Technische/Architektur-Vorgaben			x	
c1: Bauliche Massnahmen: Zutrittsschutz			x	
c2: Bauliche Massnahmen: Robustheit			x	
c3: Alarmierung / Technische Überwachung – passiver Schutz		x		
c4: Sicherheitspersonal (privat)		x		
c5: Sicherheitspersonal (staatlich)	x			
c6: Resilienz Gesamtsystem (Ausfall einzelner Standorte akzeptabel)			x	
d1: Vorgaben FDA an Systemhersteller	x			
d2: Vorgaben BAKOM an Systemhersteller			x	
d3: Betriebliche Vorgaben an FDA (Testing, Change Management, Patch & Vulnerability Management)			x	
d5: Zertifizierung / Homologation (Zulassung) von Systemherstellern		x		
e1: Change Management. & Testing Vorgaben BAKOM			x	
e2: SLA für kritische Services / Strafbestimmungen		x		
e3: Meldeprozess (Förderung Fehlerkultur)			x	
e4: Unabhängige Untersuchungsstelle für Technologieunfälle		x		
e5: Systemführerschaft FDA		x		
e6: Systemführerschaft BAKOM	x			
f2: National Roaming			x	
f3: Virtuelles Notnetz			x	

4.4.1. Massnahmen a: Strom («Härtung der Mobilfunknetze»)

Im Fall eines Stromausfalls oder einer Strommangellage erfolgt der Ausfall auf Grund des fehlenden Stroms, die eigentliche Telekommunikationsinfrastruktur bleibt intakt. Die untenstehenden Massnahmen können diese Ausfälle verhindern.

Die Wirksamkeit der Härtung der Mobilfunknetze bezieht sich darauf, dass mit der Massnahme in einer Strommangellage oder einem Stromausfall die Mobilfunknetze (inkl. Ortszentralen) weiterhin funktionieren. Die Massnahme kann aber nicht andere Schäden einer Strommangellage oder eines Stromausfalls (z.B. Verringerung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit durch Fabriken, die ohne Strom nicht produzieren können) eliminieren.



a2: Dieselgeneratoren oder Brennstoffzellen mit Tankversorgung

Die Massnahme kann sowohl während eines Stromausfalls als auch einer Strommangel-lage die Aufrechterhaltung der Mobilfunknetze über längere Zeit sicherstellen, sofern die Versorgung mit Treibstoff sichergestellt wird.

a3: Batterien & Puffersysteme

Die Massnahme kann im Falle eines kurzen Stromausfalls (bis ca. 4h) sowie einer längeren Strommangel-lage mit zyklischer Stromabschaltung eine Mobilfunkantenne vollständig mit Strom versorgen.

4.4.2. Massnahmen b: Verbindung

b1: Verbindliche SLA mit Branchen-Standard

Die verbindliche Einführung von SLA und entsprechenden Vereinbarungen zur Resilienz steigert die Ausfallsicherheit der Verbindungen. Es lässt sich aber nicht pauschal sagen, um wie viel die Ausfallsicherheit steigen wird.

Würdigung der Wirksamkeit: SLA sind zum Teil schon heute bei Geschäftskundenan-schlüssen im Einsatz und eigentlich müssten die FDA die versprochene Leistung auch bieten können. Zum Teil haben die FDA aber keine entsprechenden SLA mit ihren Liefe-rantInnen, weil diese zu teuer sind oder diese gar nicht angeboten werden. Würden SLA End-to-End verpflichtend, könnte dies unter Umständen dazu führen, dass gewisse Pro- dukte nicht mehr angeboten werden könnten. SLA erhöhen die Ausfallsicherheit nicht per se, aber je nach Schwere der Straf- oder Haftungsbestimmungen des SLA würden FDA andere Massnahmen treffen, um die SLA einhalten zu können.

b2: Technische/Architektur-Vorgaben

Technische- oder Architektur-Vorgaben steigern die Resilienzen und somit die Ausfallsi- cherheit von Verbindungen. Es lässt sich aber nicht pauschal sagen, um wie viel die Aus- fallsicherheit steigen wird.

Würdigung der Wirksamkeit: Dies Massnahmen entsprechen teilweise etablierten und wirksamen Best-Practices und sind auch zum Teil heute schon bei FDA umgesetzt.

4.4.3. Massnahmen c: Physische Integrität

Diese Massnahmen dienen dem Schutz vor mutwilliger und nicht mutwilliger Zerstörung von Telekommunikationsinfrastruktur. Diese Massnahmen erhöhen den Schutz, sie kön- nen aber nicht garantieren, dass es nicht trotzdem zu Zerstörungen kommt.

c1: Bauliche Massnahmen: Zutrittsschutz

Inwiefern die baulichen Massnahmen den Zutrittsschutz erhöhen, hängt direkt mit dem Umfang der baulichen Massnahmen zusammen. Je umfangreicher die baulichen Mass- nahmen, desto besser der Zutrittsschutz.

c2: Bauliche Massnahmen: Robustheit

Inwiefern die baulichen Massnahmen die Robustheit erhöhen, hängt direkt mit dem Um- fang der baulichen Massnahmen zusammen.

c3: Alarmierung / Technische Überwachung (Kameras, Sensoren, etc.) – passiver Schutz

Die Massnahme kann eine präventive Wirkung gegen mutwillige Beschädigung zeigen.



c4: Sicherheitspersonal (privat)

Die Massnahme kann eine präventive Wirkung gegen mutwillige Beschädigung haben. Die Wirksamkeit hängt direkt mit dem Umfang des Sicherheitsdispositivs zusammen, z.B. ob Sicherheitspersonal ständig vor Ort ist, ob Patrouillen unterwegs sind etc.

c5: Sicherheitspersonal (staatlich, d.h. Militär / Polizei)

Die Massnahme hat vor allem in Krisenzeiten eine grosse Bedeutung, wenn die Armee kritische Infrastrukturen bewachen würde. In Friedenszeiten ist die Wirksamkeit der Massnahme beschränkt, da sie nur reaktiv wirkt (z.B. Polizei wird bei Sachbeschädigung zur Eruiierung der Täterschaft gerufen).

c6: Resilienz Gesamtsystem (Ausfall einzelner Standorte akzeptabel)

Diese Massnahme kann als Nebeneffekt bereits vorhandener Telekommunikationsinfrastruktur betrachtet werden. Die Wirksamkeit der Massnahme hängt direkt davon ab, wie viele zusätzliche Standorte gebaut würden, welche die Resilienz des Gesamtsystems erhöhen.

4.4.4. Massnahmen d: Software-Integrität

d1: Vorgaben FDA an Systemhersteller

Die FDA können nicht sicherstellen, dass die Vorgaben von den Herstellern eingehalten werden. Sie haben auch kaum Handlungsspielraum, falls sich Hersteller weigern sollten. Aus unserer Sicht ist die Massnahme praktisch unwirksam.⁴¹

d2: Vorgaben BAKOM an Systemhersteller

Die Massnahme kann durch die Übernahme von internationalen Standards einen Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit und Ausfallsicherheit beitragen. Diese sind weltweit verbreitet und entsprechend etabliert.

d3: Betriebliche Vorgaben an FDA (Testing, Change Management, Patch & Vulnerability Management)

Bis zu 80% aller Major Incidents werden durch geplante Changes [32] und nicht etwa durch Cyber-Angriffe verursacht. Die Major Incidents nach Changes lassen sich mit geeigneten Massnahmen (Bsp. Einführung eines IT-Service-Management Framework wie ITIL v4 oder Testing) auf ein Minimum reduzieren (Annahme: Reduktion um 95%).

Die Abwehr von Zero-Day-Attacks ist schwierig bis unmöglich, jedoch sind nur 5.7% aller Sicherheitslücken durch solche Angriffe gefährdet [31]. Die meisten Attacks nutzen bekannte Lücken, welche noch nicht beseitigt wurden. Das Risiko von Cyberattacks würde sich auf das Restrisiko von Zero-Days Attacks reduzieren lassen, wenn die FDA verpflichtet würden, Sicherheitspatches innerhalb eines vernünftigen Zeitraums nach Erscheinen einzuspielen. Bei eigener Software/Applikation müssten die FDA allfällige Lücken innerhalb eines vernünftigen Zeitraums nach Meldung dieser Lücken beheben.

Wir erachten die Massnahme deshalb als hoch wirksam. Die Massnahmen werden zum Teil heute schon angewandt.

⁴¹ Dies im Gegensatz zur verarbeitenden Industrie, wo Qualitätsvorgaben an ZulieferInnen üblich sind. Im Bereich Telekominfrastruktur ist die Anzahl Hersteller beschränkt. Zudem ist der Schweizer Markt im internationalen Vergleich eher klein, was die Verhandlungsmacht bzw. die Durchsetzung von Vorgaben erschwert.



d5: Zertifizierung / Homologation (Zulassung) von Systemherstellern

Analog zu d2.

Ähnlich wie d2, allerdings auf Hersteller- und nicht auf Produkt-/Serviceebene und daher mit geringerer Wirksamkeit.

4.4.5. Massnahmen e: Plattform & Produkt-IT

e1: Change Management. & Testing Vorgaben BAKOM

Analog zu d3.

e2: SLA für kritische Services / Strafbestimmungen

Diese Massnahme würde die FDA verpflichten, die Massnahme d3 Betriebliche Vorgaben einzuführen. Sie würde aber keine direkte Vorgabe machen, wie diese umzusetzen ist und hat daher eine geringere Wirksamkeit als d3.

e3: Meldeprozess (Förderung Fehlerkultur)

In der Just Culture geht man davon aus, dass ein Fehler nicht nur von der direkt involvierten Person verursacht wurde, sondern von der Organisation als Ganzes. Die Just Culture fördert eine Kultur, in der Personen sich trauen, Fehler zu melden und somit der Organisation helfen, aus den Fehlern zu lernen. Die Just Culture hat in den 1970er Jahren in der Luftfahrt angefangen, wird inzwischen aber auch in anderen Bereichen wie der Medizin oder der Industrie angewandt. Das Konzept gilt insbesondere in der Luftfahrt als grosser Erfolg und wird mitverantwortlich gemacht für die stetig sinkenden Schadenszahlen in der Luftfahrt [29].

Die Wirkung der Massnahme kann sehr gross sein, aber da es sich um einen Kulturwandel handelt, dürfte die Wirkung erst mit Verzögerung sichtbar werden (5+ Jahre).

e4: Unabhängige Untersuchungsstelle für Technologieunfälle

Diese Massnahme zielt ebenfalls darauf ab, aus Fehlern zu lernen. Im Gegensatz zur Massnahme e3 erfolgt der Lernprozess über eine externe Stelle. Es handelt sich auch um einen Kulturwandel, da Unternehmen bei Problemen mit einer externen Untersuchung rechnen müssen.

Da es sich um eine externe Stelle handelt, ist die Massnahme weniger wirksam als der interne Meldeprozess.

e5: Systemführerschaft FDA

Es werden nur technische Vorgaben gemacht. Es lässt sich nicht pauschal sagen, um wie viel die Ausfallsicherheit steigen wird.

e6: Systemführerschaft BAKOM

Analog e5.

4.4.6. Massnahmen f: Übergreifende Massnahmen

f2: Nationales Roaming

Die Massnahme ist wirksam, weil die Kundinnen und Kunden einer Mobilfunkanbieterin resp. eines Mobilfunkanbieters bei einem Ausfall über die Mobilfunknetze der MitbewerberIn kommunizieren können.



f3: Virtuelles Notnetz

Diese Massnahme kann nicht ohne andere Massnahmen zusammen bewertet werden, da der Betrieb des virtuellen Notnetzes mit anderen Massnahmen sichergestellt werden muss. Entsprechend kann die Wirksamkeit nur so gross sein, wie die der anderen Massnahmen mit welchem der Betrieb sichergestellt werden soll.

4.4.7. Fazit

Die Wirksamkeit beschreibt, in welchem Ausmass eine Massnahme einen betreffenden Schaden verhindern kann. Unsere Einstufung stützt sich auf eigene Experteneinschätzungen, Angaben der FDA und Dokumentenanalysen.

- Am wirksamsten sind aus unserer Sicht die Massnahmen a zur Härtung der Mobilfunknetze, weil sie die durch einen Ausfall der Stromversorgung verursachten Ausfälle der Mobilfunkdienste praktisch zu 100% vermeiden können.
- Die allgemeinen Massnahmen stufen wir aus folgenden Überlegungen als weniger wirksam ein:
 - Die Massnahmen gegen Cyber-Angriffe und Ausfälle der Technik (Massnahmen b, d und e) können mögliche Schäden im Idealfall gänzlich verhindern. Eine 100%-ige Wirksamkeit dürfte in der Realität aber nicht erreicht werden, weil der Faktor Mensch bei diesen Massnahmen eine wichtige Rolle spielt und Fehler nie vollständig ausgeschlossen werden können. Entsprechend sind diese Massnahmen aus unserer Sicht nur wenig bis meistens wirksam.
 - Die Massnahmen c zur physischen Integrität dienen dem Schutz vor Naturereignissen und zum Schutz vor mutwilliger Zerstörung von Fernmeldeinfrastrukturanlagen. Ihre Wirksamkeit ist im hohen Masse von der Ausgestaltung der Massnahmen abhängig. Die Massnahmen können den Schutz erhöhen, sie können aber nicht garantieren, dass es nicht trotzdem zu Zerstörungen kommt. Wir stufen die Massnahmen als wenig oder meistens wirksam ein.

4.5. Einschätzung der Massnahmen und der Alternativen aus Sicht der AkteurInnen

In der schriftlichen Befragung haben wir die FDA nach ihrer Einschätzung der Massnahmen gefragt. In Tabelle 26 sind diese Einschätzungen gesammelt dargestellt. Dabei werden die meisten Massnahmen mit eher problematisch und problematisch eingeschätzt.⁴²

⁴² Aufgrund der Kommentare der FDA gehen wir davon aus, dass es sich um eine generelle Einschätzung handelt, die sich sowohl auf die Kosten als auch auf die Umsetzbarkeit und Wirksamkeit beziehen könnte.



Tabelle 26. Bewertung der Massnahmen durch die FDA

(t: Total, g: Gross (mit Mobilfunk), m: Mittel, k: klein, a2, a3 und f2 betrifft nur g: grosse FDA mit Mobilfunkantennen). Jede FDA hat eine Stimme, die sie auf eine oder mehrere Antworten verteilen konnte. Die Zahl in der Tabelle ist die Anzahl wie oft eine Massnahme als unproblematisch, eher unproblematisch, eher problematisch oder problematisch eingeschätzt wurde. Dunkelgrün markierte Felder sind von vielen FDA genannt worden, hellgrün von wenigen, weiss von keinen.

		unproblematisch	eher unproblematisch	eher problematisch	problematisch
a2 Dieselgeneratoren	g	0	0	0	3
a3 Batterien	g	0	0.5	0.5	2
b1 Verbindliche SLAs	t	1.5	0.3	1.3	4.8
	g	0	0.3	0.3	2.3
	m	1.5	0	1	1.5
	k	0	0	0	1
b4 Technische/Architektur-Vorgaben	t	0.5	0.5	1.5	5.5
	g	0	0.5	0.5	2
	m	0.5	0	0	3.5
	k	0	0	1	0
c1 Bauliche Massnahmen (gegen Mutwillig)	t	0.5	1	2	4.5
	g	0	0	1	2
	m	0.5	1	1	1.5
	k	0	0	0	1
c2 Bauliche Massnahmen (gegen Nicht Mutwillig)	t	0.5	2.5	2.5	2.5
	g	0	0.5	1.5	1
	m	0.5	1	1	1.5
	k	0	1	0	0
c3 Alarmierung / Technische Überwachung – passiver Schutz	t	0.5	1	4	2.5
	g	0.5	0.5	1	1
	m	0	0.5	3	0.5
	k	0	0	0	1
c4 Sicherheitspersonal (privat)	t	0	0.5	2	5.5
	g	0	0	1	2
	m	0	0.5	1	2.5
	k	0	0	0	1
c6 Resilienz Gesamtsystem	t	0.5	1	2	4.5
	g	0	0	1	2
	m	0.5	1	1	1.5
	k	0	0	0	1
d1 Vorgaben FDA an Systemhersteller	t	0	2	3	3
	g	0	1	1	1
	m	0	1	1	2
	k	0	0	1	0
d2 Vorgaben BAKOM an Systemhersteller inkl. Prüfstelle	t	1	1	1	4
	g	0	0	0	2
	m	1	1	0	2
	k	0	0	1	0
d3 Betriebliche Vorgaben an FDA	t	0	0	3	5
	g	0	0	1	2
	m	0	0	2	2
	k	0	0	0	1
d5 Zertifizierung / Homologation von Systemhersteller	t	0	3	1	4
	g	0	1	1	1
	m	0	2	0	2
	k	0	0	0	1
e1 Change Mmgt. & Testing Vorgaben BAKOM/BABS	t	0	1	2	5
	g	0	0	1	2
	m	0	1	1	2
	k	0	0	0	1
e2 SLA für kritische Services / Strafbestimmungen	t	0	1	1	6
	g	0	0	0	3
	m	0	1	1	2
	k	0	0	0	1
e3 Meldeprozess à Luftfahrt / Just Culture	t	1	2	1	4
	g	1	1	0	1
	m	0	1	1	2
	k	0	0	0	1
e4 Unabhängig Untersuchungsstelle für Technologunfälle	t	0	1	1	5
	g	0	0	0	2
	m	0	1	0	3
	k	0	0	1	0
f2: National Roaming	g	0	1	1	1



Die obige Tabelle spiegelt die Einschätzung der FDA wider. Daneben haben wir auch die InterviewpartnerInnen zu einer Einschätzung der Massnahmen gefragt. Ihre Aussagen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

4.5.1. *Massnahmen a: Strom (Härtung der Mobilfunknetze)*

Gemäss BranchenvertreterInnen sind die zentralen Anlagen bereits heute gehärtet und bspw. mit Generatoren ausgerüstet. Die Zielsetzung des Bundes im Falle eines Stromausfalls oder einer Strommangellage geht mehreren InterviewpartnerInnen zu weit. FDA und Branchenverbände sind sich einig, dass eine Aufrüstung der Infrastruktur mit Dieselgeneratoren oder Batterien gemäss den Zielvorgaben des BR wegen der langwierigen und schwierigen Bewilligungsverfahren unrealistisch ist. Nach Ansicht der FDA könnte sich sogar die Abdeckung verschlechtern, weil nicht alle EigentümerInnen damit einverstanden sein dürften, dass ein Dieselgenerator installiert wird. Diese Standorte müssten die FDA ausser Betrieb nehmen.

Eine Regulierung müsse sich am «Best Effort» Ansatz und der Netzneutralität orientieren. Aus Sicht einer Wirtschaftsvertreterin resp. eines Wirtschaftsvertreters reiche es, wenn die Notrufe funktionierten. Die Zielsetzung, die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit in Krisenzeiten sicherzustellen, dürfe nicht die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit in normalen Zeiten beeinträchtigen. Ein Branchenvertreter weist ausserdem darauf hin, dass es wenig Sinn mache, jederzeit die Übertragung eines Fernsehsignals zu garantieren, wenn das TV-Gerät infolge Stromausfalls gar nicht mehr funktionsfähig sei oder Inhalte (z.B. Netflix) wegen eines Stromausfalls im Ausland nicht mehr in die Schweiz gelangen würden. Hier sei eine End-to-end Perspektive wichtig.

Einzelne BehördenvertreterInnen gehen davon aus, dass die Kosten, um bei einer Strommangellage oder einem Stromausfall die volle Leistungsfähigkeit gewährleisten zu können, sehr hoch ausfallen würden. Die Kosten würden mit zunehmender Abdeckung stark ansteigen, der Nutzen hingegen immer kleiner.

Mehrere BranchenvertreterInnen und FDA betonen ausserdem, dass die Sicherung der Stromversorgung nicht Aufgabe der Telekombranche sei. Eine Härtung der Fernmeldeinfrastrukturen sei deshalb nur branchenübergreifend und im Verbund mit den Behörden (BWL, BABS, BAKOM) möglich.

4.5.2. *Massnahmen d: Software-Integrität und e: Plattform und Produkt-IT*

Einzelne BranchenvertreterInnen zweifeln generell, ob die Massnahmen etwas bringen würden, in dem Sinne, dass sie die Sicherheit der Fernmeldeinfrastrukturen und -dienste substantiell verbessern würden. Cyber-Angriffe bspw. liessen sich durch Regulierungen nicht ausschliessen. Hier sei mehr Gewicht auf die Sensibilisierung der Kundinnen und Kunden zu legen. Ein anderer Interviewpartner weist darauf hin, dass der Bund im Thema Cyber-Security schon sehr kompetent sei und auch die Cybermeldestelle sehr gut funktioniere. Eine Regulierung sollte danach auch vor allem eine kooperative Kultur und einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess fördern. Die bereits laufende Revision der Fernmeldeverordnung gehe in diese Richtung, sie enthalte sehr pragmatische Vorschläge.

Bei einzelnen Massnahmen befürchten die FDA, dass Regulierungen zu starr sind. Technologievorgaben, die bestimmte Anlagen vorschreiben, würden den Wettbewerb und Innovationen beschränken. Bei Vorgaben an die Systemhersteller befürchten die FDA, dass das BAKOM schweizspezifische Anforderungen definieren könnte. Dies könnte dazu führen, dass sich die Markteinführung von Produkten in der Schweiz verzögern und die Preise für schweizspezifische Produkte erhöhen würden. Gemäss FDA könnte die Massnahme aus diesen Gründen zu massiven Zusatzkosten führen. Es sei sogar damit



zu rechnen, dass sich die Sicherheit verschlechtere, weil schweizspezifische Produkte weniger getestet würden.

Mehrere InterviewpartnerInnen aus der Branche und von Seiten der Stakeholder würden es begrüßen, wenn Schwellenwerte definiert werden, falls Massnahmen bei kleineren und mittleren FDA unverhältnismässig hohe Kosten verursachen.⁴³

4.6. Auswirkungen auf die Kundinnen und Kunden

4.6.1. Umlagerung der Kosten der FDA auf die Preise pro Abonnement

Um einschätzen zu können, ob die Umsetzung der Massnahmen durch die FDA für die KundInnen der FDA bedeutend sein könnte, haben wir die untersuchten Massnahmen in die folgenden drei Kategorien eingeteilt:

- Gering = Preiserhöhung weniger als 5 Rappen pro Abonnement und Monat: Auswirkungen vernachlässigbar für KundInnen.
- Spürbar = Preiserhöhung 5 bis 50 Rappen pro Abonnement und Monat: Preiserhöhung spürbar, aber in der Regel ohne Einfluss auf das Kaufverhalten von Kundinnen und Kunden.
- Substanziell = Preiserhöhung von mehr als 50 Rp. pro Abonnement und Monat: Verhalten der Kundinnen und Kunden wird beeinflusst, sie beginnen Verhalten zu optimieren (z.B. Abonnement wechseln).

Die Kategorie «gering» bspw. basiert auf folgender Überlegung: Eine Erhöhung der Kosten pro Abonnement und Monat um weniger als 5 Rp. wäre für Kundinnen und Kunden vernachlässigbar. Multipliziert mit der Anzahl Kundinnen und Kunden im Fest- und Mobilfunk ergibt sich ein Schwellenwert von 7.4 Mio. CHF.⁴⁴ Massnahmen in den Bereichen Festnetz und Mobilfunk, die bei den FDA weniger als 7.4 Mio. CHF zusätzliche Kosten verursachen, wurden der Kategorie «gering» zugeteilt. Bei Massnahmen, die nur den Mobilfunk betreffen, liegt der Schwellenwert bei 5 Mio. CHF.

Die Einteilung der Massnahmen in die drei Kategorien ist aus der Sicht der FDA zu verstehen. Die drei Kategorien geben an, um wie viel die Preise für ein Abonnement potenziell steigen könnten, wenn die Kosten vollständig überwältzt werden könnten. Inwieweit die Kosten tatsächlich über Preiserhöhungen auf die Kundschaft überwältzt werden könnten, wird in Abschnitt 4.6.2 ausgeführt.

Die folgende Tabelle zeigt die Schwellenwerte, anhand derer die Massnahmen in die drei Kategorien eingeteilt werden.

⁴³ Bei der Verordnung über die Überwachung des Post- und Fernmeldeverkehrs (VÜPF) bspw. haben FDA mit weniger als 100 Mio. CHF Umsatz und weniger als 5'000 Teilnehmenden geringere Verpflichtungen.

⁴⁴ Es wurden für die Bildung der Kategorien folgenden Angaben zur Zahl der Kundinnen und Kunden verwendet:

- Total Festnetzkunden-Abonnements: 4'015'164 (2020) [34]

- Total Mobilfunk-Abonnements: 8'294'169 (2020) [34]

Würden im Mobilfunkbereich zusätzlich die Prepaid-KundInnen betrachtet, ergäbe sich ein Total von 11'006'060 (2020) [34]. Da sich die Preise von Prepaid-Kundinnen und -kunden nicht als Preise pro Monat berechnen lassen, wurden sie bei der Berechnung der Schwellenwerte vernachlässigt. Prepaid-KundInnen sind ausserdem sehr preissensitiv. Der durchschnittliche Erlös pro Prepaid-Kundin und -kunde beläuft sich mit 4 CHF/Quartal auf weniger als einen Zehntel einer Postpaid-Kundin und -kunde (48 CHF/Quartal) [76]. Eine Überwältzung von zusätzlichen Kosten dürfte unwahrscheinlich sein.



Tabelle 27. Schwellenwerte für Abschätzung.

	Kosten pro Abo/Monat	Schwellenwert in CHF	Schwellenwert in CHF, wenn nur Mobilfunkabonnemente berücksichtigt
gering	< 5 Rp.	< 7.4 Mio.	< 5.0 Mio.
spürbar	5 – 50 Rp.	7.4 Mio. – 74 Mio.	5.0 Mio. – 50 Mio.
substanziell	> 50 Rp.	> 74 Mio.	> 50 Mio.

Ausgehend von den Schwellenwerten wurden die Massnahmen den drei Kategorien zugeordnet (siehe Tabelle 28). Es zeigt sich, dass nur die Massnahmen zur Härtung der Mobilfunknetze in die Kategorie «substanziell» fallen. Mit spürbaren Auswirkungen auf die Kosten pro Abonnement und Monat ist bei den Massnahmen Resilienz, Vorgaben BAKOM an Systemhersteller und Zertifizierung zu rechnen. Die übrigen Massnahmen fallen in die Kategorie «gering». Die Auswirkungen dieser Massnahmen auf die Produktionskosten pro Abonnement sind aus unserer Sicht vernachlässigbar.

Tabelle 28. Umlagerung der Kosten für die Umsetzung der Massnahmen auf die Preise pro Abonnement

Auswirkungen auf Preise pro Abonnement und Monat	gering	spürbar	substanziell
a2: Dieselgenerator		x (Krise öffentliche Hand)	x (wenn Privatwirtschaft für Krisenversorgung aufkommen muss)
a3: Batterien		x (für 4h)	x (für 72h)
b1: Verbindliche SLA mit Branchen-Standard	x		
b4: Technische/Architektur-Vorgaben	x (bereits vieles vorhanden)		
c1: Bauliche Massnahmen: Zutrittschutz	x (bereits vieles vorhanden, punktuell ergänzen)		
c2: Bauliche Massnahmen: Robustheit	x (bereits vieles vorhanden, punktuell ergänzen)		
c3: Alarmierung / Technische Überwachung – passiver Schutz	x		
c4: Sicherheitspersonal (privat)	x (nur Alarmfall/Patrouille)		
c5: Sicherheitspersonal (staatlich)	x		
c6: Resilienz Gesamtsystem (Ausfall einzelner Standorte akzeptabel)		x	
d1: Vorgaben FDA an Systemhersteller	x		
d2: Vorgaben BAKOM an Systemhersteller		x	



Auswirkungen auf Preise pro Abonnement und Monat	gering	spürbar	substanziell
d3: Betriebliche Vorgaben an FDA (Testing, Change Management, Patch & Vulnerability Management)	x		
d5: Zertifizierung / Homologation (Zulassung) von Systemherstellern		x (Ausschluss von Herstellern, weniger Wettbewerb)	
e1: Change Management & Testing Vorgaben BAKOM	x		
e2: SLA für kritische Services / Strafbestimmungen	x		
e3: Meldeprozess (Förderung Fehlerkultur)	x		
e4: Unabhängige Untersuchungsstelle für Technologieunfälle		x	
e5: Systemführerschaft FDA	x		
e6: Systemführerschaft BAKOM	x		
f2: National Roaming	x		
f3: Virtuelles Notnetz		x	

4.6.2. Überwälzung und Finanzierung

Die Auswirkungen der Massnahmen auf die Kundschaft (Unternehmen und Haushalte) hängen im Wesentlichen mit der Frage zusammen, wer letztlich die Zusatzkosten tragen wird, die infolge der Umsetzung der Massnahmen bei den FDA anfallen könnten. Aus Sicht der InterviewpartnerInnen sind folgende Überwälzungsprozesse und Finanzierungsmöglichkeiten denkbar:⁴⁵

- Die FDA überwälzen die Zusatzkosten über Preiserhöhungen an ihre Kundschaft. Gleichzeitig sind es die Kundschaft der FDA, die davon profitieren, dass mit den Massnahmen Schäden vermieden werden können. Damit zahlen letztlich die Nutzniessenden der Massnahmen die Kosten.
- Die FDA finanzieren ihre Mehrkosten über einen Branchenfonds (analog dem Branchenfonds für ungedeckte Kosten aus der Grundversorgung). Der Fonds wird aus Beiträgen der FDA gespeist. Die Beiträge könnten basierend auf der Anzahl Kundinnen und Kunden oder dem Umsatz festgelegt werden. Auch hier ist denkbar, dass die FDA die Beiträge auf die Preise überwälzen und letztlich die Kundschaft der FDA die Kosten bezahlen.
- Die öffentliche Hand finanziert allfällige Mehrkosten aus allgemeinen Steuermitteln. Die Kosten würden damit letztlich von den SteuerzahlerInnen getragen.
- Die öffentliche Hand finanziert die Kosten über eine Gebühr, welche von den direkten und indirekten Nutzniessenden der Fernmeldedienste zu bezahlen wäre. Diese käme

⁴⁵ Aus ökonomischer Sicht handelt es sich dabei um die Inzidenz der Massnahme.



in Frage, wenn es bedeutende positive Externalitäten geben würde und auch Akteurinnen und Akteure profitieren würden, welche keine Fernmeldedienste nutzen. Zum Beispiel, wenn eine Nicht-Nutzerin resp. ein Nicht-Nutzer davon profitiert, dass eine Nutzerin resp. ein Nutzer dank der Fernmeldedienste seine Produktivität steigern und damit zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen werden können.

Die meisten InterviewpartnerInnen sind der Ansicht, dass die Kosten auf die NutznießerInnen der Massnahmen, d.h. die Kundschaft der FDA, verteilt werden sollen.

Mehrere FDA sehen hingegen den Bund in der Pflicht, da es sich erstens um Grossrisiken handle und zweitens die Gesamtwirtschaft profitiere. Ausserdem hätte ihre Kundschaft keine Zahlungsbereitschaft für die Abdeckung von Grossrisiken, die FDA hätten bislang auch nur «Best Effort»⁴⁶ angeboten. Eine Finanzierung über die öffentliche Hand sei auch nötig, um Marktverzerrungen zu vermeiden. Diese ergäben sich, weil kleinere FDA oder FDA in Randregionen stärker betroffen wären als grössere FDA.

Andere InterviewpartnerInnen sehen die Finanzierung über die öffentliche Hand kritisch, Wettbewerbsverzerrungen und Fehlanreize seien nicht ausgeschlossen. Staatliche Subventionen könnten bspw. Anreize schaffen, dass FDA Lösungen umsetzen, die über das notwendige Sicherheitsniveau hinausgehen, weil sie ihnen im Normalbetrieb einen Vorteil verschaffen würden. Bei staatlichen Subventionen bestehe auch das Risiko eines Giessekanneneffekts.

Falls die Kosten auf die Kundschaft überwältigt werden, stellt sich die Frage, ob die Kosten vollständig überwältigt und alle Kundengruppen gleich oder gewisse Kundengruppen stärker belastet werden. Mehrere InterviewpartnerInnen gehen davon aus, dass die FDA höhere Kosten zumindest teilweise auf die Kundschaft überwälzen würden. Im Falle eines perfekten Wettbewerbes würden die Kosten vollständig auf die Konsumentinnen und Konsumenten überwältigt. Die bereits bestehenden Regulierungen zeigten jedoch, dass der Telekommarkt nicht perfekt ist. Letztlich bestimme die Preiselastizität der Nachfrage, in welchem Ausmass die FDA die Kosten auf Preise überwälzen können.⁴⁷ Preissensitivere Kundschaft, wie diejenigen mit Billigst-Abos und Geschäftskundschaft mit Marktmacht, würden wohl weniger belastet.

4.6.3. *Fazit*

Um einschätzen zu können, ob die Umsetzung der Massnahmen durch die FDA für die Kundschaft der FDA bedeutende Preiserhöhungen auslösen könnten, wurden die Massnahmen basierend auf den geschätzten Kosten in drei Kategorien eingeteilt. Diese spiegeln wieder, inwieweit die Massnahmen – unter der Annahme einer vollständigen Überwälzung – eine Erhöhung der Preise pro Abonnement und Monat zur Folge hätten. Es zeigt sich, dass nur die Massnahmen zur Härtung der Mobilfunknetze eine Preiserhöhung von mehr als 50 Rp. pro Abonnement und Monat auslösen könnten. Mit einer maximalen Preiserhöhung von 5 bis 50 Rp. pro Abonnement und Monat ist u.a. bei den Massnahmen «Vorgaben BAKOM an Systemhersteller» und «Virtuelles Notnetz» zu rechnen. Die übrigen Massnahmen könnten einzeln jeweils eine Preiserhöhung von weniger als 5 Rp. verursachen.

⁴⁶ FDA bieten Dienst nach bestem Bemühen und ohne Garantien an.

⁴⁷ Inwieweit die Überwälzung von allfallenden Kosten auf die Endkundinnen und -kunden möglich ist, zeigt das Beispiel Replay TV. Im Jahr 2021 haben sich in einer Vereinbarung die Netzanbieterinnen, Fernsehsender und Verwertungsgesellschaften auf den sogenannten Gemeinsamen Tarif 12 (GT12) [60] geeinigt, nach welcher die FDA den Fernsehsender für die sogenannte Replay Funktion eine monatliche Gebühr bezahlen müssen. Dabei können Kundinnen und Kunden nach der Ausstrahlung für eine gewisse Zeit verpasste Fernsehsendungen nachträglich anschauen. Die FDA haben damit begonnen diese Gebühren direkt ihren Kundinnen und Kunden zu verrechnen [59]. Teilweise wurde sogar mehr als die Gebühr verrechnet [58]. Das Beispiel zeigt, dass eine Überwälzung der Kosten zumindest teilweise möglich ist.



Insgesamt könnten sich die durchschnittlichen Preise pro Abonnement und Monat bei einer vollständigen Überwälzung um ca. 2-3 CHF pro Abonnement und Monat erhöhen. Bei durchschnittlichen Ausgaben der Privatkundschaft und KMU für Telekomleistungen von ca. 50 bis 70 CHF pro Abonnement und Monat entspräche dies einem Anstieg von ca. 3-6%.⁴⁸

Eine Überwälzung dürfte zumindest teilweise möglich sein, wobei eine preissensitivere Kundschaft wohl weniger belastet würde.

5. Prüfpunkt 4: Auswirkungen auf die Gesamtwirtschaft

In diesem Kapitel untersuchen wir die Auswirkungen der Massnahmen auf die Gesamtwirtschaft. Dabei wird zwischen den Nutzen für die Gesamtwirtschaft, den weitergehenden Folgen auf die Wirtschaft (u.a. auf die Märkte, das Wachstum oder den Wettbewerb) sowie den Auswirkungen auf die Gesellschaft und die Umwelt unterschieden. Es handelt sich um Auswirkungen, die über die direkt und indirekt betroffenen Akteure und Akteurinnen (öffentliche Hand, FDA und Kundschaft der FDA) hinausgehen.

5.1. Nutzen für die Gesamtwirtschaft

Die Nutzen für die Gesamtwirtschaft⁴⁹ entsprechen den vermiedenen Schäden, die beim Eintreten eines Ereignisses anfallen. Dabei haben wir je nach Risiko abgeschätzt, ob die Aufrechterhaltung der Fernmeldeinfrastrukturen und -dienste die Schäden vollständig oder teilweise verhindern kann. Basierend auf Angaben des BABS werden dann die Nutzen abgeschätzt und soweit möglich quantifiziert.

5.1.1. Massnahmen a: Strom (Härtung Mobilfunknetze)

Bei der Härtung der Mobilfunknetze gehen wir davon aus, dass eine funktionierende Telekommunikationsinfrastruktur die Schäden infolge einer Strommangellage oder eines Stromausfalls nur teilweise vermeiden kann (siehe folgende Grafik). Dies lässt sich damit begründen, dass ein Grossteil der Schäden (z.B. Ausfälle infolge des Stillstands von Produktionsanlagen) nicht auf den Ausfall des Telekomnetzes zurückzuführen ist.

⁴⁸ Berechnung mit Kosten von ca. 350 Mio. CHF/Jahr und 12 Mio. Abonnements.

⁴⁹ Gemäss RFA Checkliste sind darunter die Auswirkungen auf Märkte, Produktionsfaktoren und Infrastruktur, Wachstum, Wettbewerb und Standort sowie auf Gesellschaft und Umwelt zu verstehen [57].

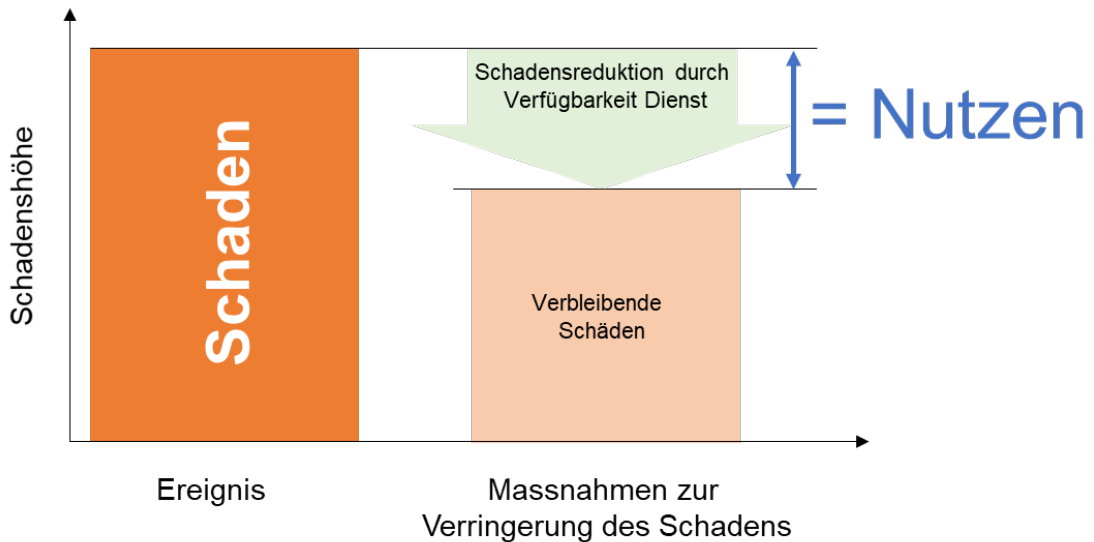


Abbildung 4. Der Nutzen ergibt sich aus der Schadensreduktion durch die Verfügbarkeit der Fernmeldedienste.

Für die Schäden, die durch eine Strommangellage oder einen Stromausfall entstehen, stützen wir uns auf Schätzungen, die das BABS in seinen Szenarios berechnet hat [3]. Ein funktionierendes Mobilfunknetz kann diese Schäden teilweise vermeiden. Je mehr Dienste im Falle eines Ereignisses verfügbar sind, desto grösser sind die vermiedenen Schäden und damit der Nutzen (siehe folgende Tabelle 29). Die Schätzungen dazu stammen ebenfalls vom BABS [6]. Die folgende Tabelle zeigt die annualisierten Nutzen vermiedener Schäden infolge eines Stromausfalls oder einer Strommangellage.⁵⁰

Tabelle 29. Nutzen annualisiert für jeweils 100% Abdeckung der Fläche (und somit auch 100% der Bevölkerung)

Für alle anderen Abdeckungsszenarien wird der Nutzen mit dem jeweiligen Nutzenfaktor multipliziert (80% [Faktor 0.9] und 50% [Faktor 0.5] der Fläche bzw. 100% [Faktor 1], 80% [Faktor 0.8] und 50% [Faktor 0.5] der Bevölkerung). [1] (Angaben gerundet).

	Schaden (CHF/Jahr)	Nutzen durch Verfügbarkeit Dienst (CHF/Jahr) ⁵¹			
		Nur Notruf	Voice (+ Notruf)	Data (+ Notruf, Voice)	TV & Radio (+ Notruf, Voice, Data)
Strommangellage (alle 30 Jahre)	6 Mrd.	150 Mio.	150 Mio.	550 Mio.	550 Mio.
Stromausfall (alle 29 Jahre)	100 Mio.	5 Mio.	5 Mio.	10 Mio.	10 Mio.

Lesebeispiel: Der volkswirtschaftliche Schaden einer Strommangellage (Stromunterversorgung -30%, Dauer 12 Wochen, Temporäre Netzabschaltungen während zwei Wochen

⁵⁰ Die Risikoanalyse "Katastrophen und Notlagen Schweiz" (KNS) des BABS geht davon aus das eine Strommangellage alle 30 Jahre und ein Stromausfall alle 29 Jahre eintritt [3].

⁵¹ Werte <10 Mio. CHF werden auf 5 Mio. CHF gerundet, Werte zwischen 10 und 100 Mio. CHF auf 10 Mio. CHF und Werte >100 Mio. CHF werden auf 50 Mio. CHF gerundet.



notwendig) beträgt ca. 6 Mrd. CHF/Jahr [62]. Wenn durch die Härtung der Mobilfunknetze die Fernmeldedienste (TV/Radio, Data, Voice, Notrufe) weiterhin verfügbar bleiben, kann der Schaden um ca. 550 Mio. CHF/Jahr reduziert werden.

5.1.2. Massnahmen c: Physische Integrität

Bei physischen Ereignissen gehen wir davon aus, dass eine funktionierende Telekommunikationsinfrastruktur den Schaden nur leicht verringern kann. Dies lässt sich wie folgt begründen: Bei einem Erdbeben bspw. sind die Schäden an Gebäuden und Personen viel grösser als die Schäden durch den Ausfall der Fernmeldeanlagen und -dienste. Entsprechend sind auch die Nutzen aus den vermeidbaren Schäden infolge einer funktionierenden Telekommunikationsinfrastruktur relativ gering. Auf eine Berechnung des Nutzens wird deshalb verzichtet.

5.1.3. Massnahmen b: Verbindung, d: Software-Integrität und e: Plattform und Produkt IT

Anders sieht es bei Technikausfällen und Cyberangriffen aus. Mit Massnahmen gegen Technikausfälle und Cyberangriffe lassen sich die Schäden komplett vermeiden. Der Unterschied zur Härtung besteht darin, dass die Schäden bei Technikausfällen und Cyberangriffen darauf zurückzuführen sind, dass die Fernmeldedienste nicht mehr zur Verfügung stehen. Die Telekommunikationsinfrastruktur selbst bleibt funktionsfähig.

Da für die Schäden infolge von Technikausfällen und Cyberangriffen keine bestehenden Schätzungen vorliegen, haben wir eine grobe Schätzung vorgenommen. Dabei sind wir davon ausgegangen, dass die Höhe der Schäden abhängig ist von der Dauer, dem Ausmass und dem Zeitpunkt des Ausfalls. Für die Schätzung der Schäden haben wir für zwei Szenarien (minimal und hoch) jeweils drei verschieden lange Ausfälle angenommen. In Tabelle 30 sind die zu erwartenden Schäden dargestellt. Sie umfassen die Kosten für die Todesopfer, die Verletzten und die wirtschaftlichen Schäden (für Details siehe Anhang D.2). Da sich mit den Massnahmen die Schäden vermeiden lassen, entspricht der Nutzen der Massnahmen dem Total der Schäden (siehe Abbildung 5).

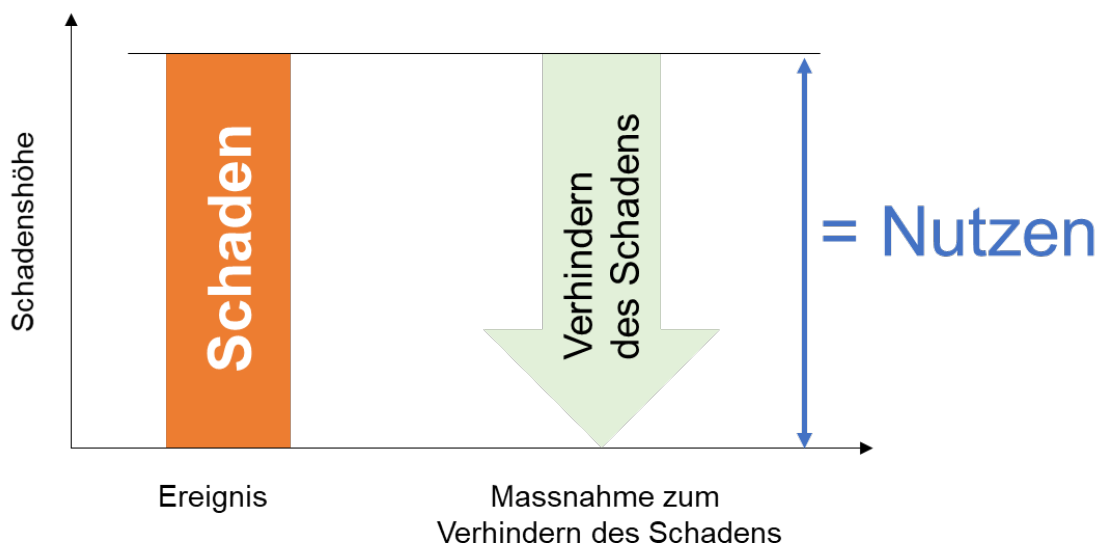


Abbildung 5. Der Nutzen ergibt sich aus dem vermiedenen Schaden.



Tabelle 30. Erwartete Schäden für verschiedene Ausfall Szenarien⁵²
(minimal = Ausfall in der Nacht am Wochenende,
hoch: Ausfall unter der Woche kurz vor Mittag)

Kosten pro Stunde	Kurzer Ausfall < 1 h		Mittlerer Ausfall < 0.5 Tage		Langer Ausfall > 0.5 Tage	
	minimal	hoch	minimal	hoch	minimal	hoch
Total	vernachlässigbar	250 Mio. CHF/h	1 Mio. CHF/h	250 Mio. CHF/h	1 Mio. CHF/h	300 Mio. CHF/h

Da die Massnahmen eine sehr grosse Bandbreite aufweisen, haben wir darauf verzichtet, den einzelnen Massnahmen zur Verhinderung von Cyberangriffen und zur Verhinderung von Technikausfällen einen Nutzen zuzuordnen. Für die Beurteilung halten wir fest, dass bei einem längeren Ausfall sehr hohe Schäden entstehen würden. Entsprechend gross wäre ein allfälliger Nutzen dieser Massnahmen. Dies lässt sich an folgendem Beispiel illustrieren: Die Massnahme d3 Betriebliche Vorgaben an FDA verpflichtet die FDA, dass sie Sicherheitspatches in vernünftiger Zeit nach Herausgabe durch den Hersteller installieren müssen. Dadurch lassen sich Angriffe, die auf die Ausnutzung von Sicherheitslücken abzielen, vollständig verhindern (mit Ausnahme von Zero-Day-Lücken). D.h. die Massnahme ist meistens wirksam. Betrifft die Sicherheitslücke ein wichtiges System, kann ein Ausfall mehrere Tage dauern. Dies kann grosse oder kleine FDA gleichermaßen betreffen. Bei mehreren Tagen sind die Schäden mehrere Milliarden CHF gross. Der Nutzen einer Massnahme kann daher mehrere Milliarden CHF betragen.

5.1.4. Fazit

Die Nutzen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Bei den Massnahmen a zur Härtung der Mobilfunknetze fallen bei einer Strommangellage sehr hohe Nutzen an. Eine funktionierende Telekommunikationsinfrastruktur trägt im hohen Mass dazu bei, die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit aufrechtzuerhalten. Aufgrund der Angaben des BABS schätzen wir die Nutzen aufgrund vermiedener Schäden auf ca. 500 Mio. CHF/Jahr. Bei einem Stromausfall ist mit einem deutlich tieferen Nutzen von ca. 10 Mio. CHF/Jahr zu rechnen. Die Angaben beruhen auf Schätzungen des BABS und berücksichtigen sowohl Schadensausmass als auch Eintretenswahrscheinlichkeit.
- Bei den Massnahmen b, d und e zur Vermeidung von Cyber-Angriffen und Technikausfällen können wir die Nutzen nur in Bandbreiten angeben. Die Schäden infolge eines Ausfalls von Telekommunikationsdienstleistungen sind abhängig vom Ausmass, der Dauer und dem Zeitpunkt des Ausfalls. Dadurch ergibt sich für die Nutzen eine entsprechend grosse Bandbreite: Ein längerer Ausfall (> 0.5 Tage) während des Tages und unter der Woche könnte Schäden von ca. 300 Mio. CHF pro Stunde verursachen. Ein ganz kurzer Ausfall einer kleinen lokalen FDA in der Nacht hätte praktisch keine Schäden zur Folge.
- Das BABS geht davon aus, dass die wirtschaftlichen Einbussen durch einen Ausfall der Telekommunikationsinfrastruktur infolge von Naturkatastrophen viel kleiner sein dürften als bei einem Ausfall infolge einer Strommangellage [3]. Dies lässt sich damit begründen, dass bei einer Naturkatastrophe grösstenteils physische Schäden entstehen, welche durch eine funktionierende Telekommunikationsinfrastruktur nicht verhindert werden können. Die Nutzen der Massnahmen c zur physischen Integrität, die sich aus den vermiedenen Schäden ergeben, stufen wir damit im Vergleich zu den

⁵² Die Schäden setzen sich aus den im Anhang D.2 genannten Schäden zusammen.



anderen Massnahmen als geringer ein. Wir haben deshalb darauf verzichtet, die Nutzen zu quantifizieren.

5.2. Weitere Auswirkungen auf die Wirtschaft

Die Darstellung der Auswirkungen erfolgt pauschal für alle Massnahmen. Wo einzelne Massnahmen grosse Auswirkungen hätten, werden diese explizit erwähnt.

Die Funktionsweise der Märkte für Fernmeldedienste wird aus unserer Sicht mit den Massnahmen nicht beeinträchtigt. Der Preismechanismus bleibt unverändert. Insofern beurteilen wir die Auswirkungen auf die Märkte als gering.

Die Massnahmen stellen sicher, dass Fernmeldedienste der Wirtschaft auch in Krisenzeiten zur Verfügung stehen und allfällige Einbussen beim Wirtschaftswachstum weniger stark ausfallen. Das Wirtschaftswachstum würde somit von den Massnahmen profitieren. Voraussetzung ist, dass die Kosten der Massnahmen unter den zu erwartenden Nutzen liegen.

Gleichzeitig erwarten wir infolge der Regulierung einen positiven Effekt auf die Innovationen der FDA. Wenn die Regulierungen technologieneutral ausgestaltet sind, liegt es an den FDA, geeignete Massnahmen zu ergreifen und diese effizient umzusetzen. Dies könnte Anreize schaffen, innovative Massnahmen zu ergreifen, insbesondere im Bereich der Härtung. Weitergehende relevante Innovationswirkungen sind nicht zu erwarten.

Aus Wettbewerbssicht sind aus unserer Sicht folgende Wirkungen zu erwähnen:

- Mit der Regulierung würden die relevanten FDA verpflichtet, Massnahmen zu ergreifen. Dabei ist nicht ausgeschlossen, dass gewisse FDA (z.B. kleinere FDA) unverhältnismässig betroffen wären. Um solche Wettbewerbsverzerrungen zu vermeiden, müsste die Regulierung Ausnahmen oder Schwellenwerte vorsehen.
- Kleinere FDA sind von Leistungen der grossen FDA abhängig, z.B. bei der Mitbenutzung von POPs. Es ist davon auszugehen, dass die grossen FDA versuchen werden, die Kosten der Massnahmen teilweise auf diese Leistungen zu überwälzen. Über das Wettbewerbsrecht sollte sichergestellt sein, dass diese Überwälzung diskriminierungsfrei erfolgt und kleinere FDA nicht benachteiligt werden.
- Einzelne Massnahmen wie die Zertifizierung / Homologation (Zulassung) von Systemherstellern (d5) kann dazu führen, dass der Wettbewerb eingeschränkt wird, weil Hersteller ohne Zulassung vom Markt ausgeschlossen würden. Dies würde die Marktmacht der verbleibenden Hersteller und damit auch die Kosten für die FDA erhöhen.

5.3. Weitere Auswirkungen auf die Gesellschaft

Bei den Auswirkungen auf die Gesellschaft stellt sich die Frage, ob die Umsetzung der Konkretisierung von Art. 48a FMG relevante Effekte auf einen oder mehrere der folgenden Aspekte zeigt: Gesundheit und Sicherheit, Bildung und individuelle Entfaltung, Kultur sowie gesellschaftliche Werte und Ressourcen (Sozialkapital), Gleichberechtigung und Gleichstellung (insb. von Frau und Mann), Solidarität innerhalb und zwischen Generationen. Es geht dabei um Auswirkungen, die neben den in Abschnitt 5.1 erwähnten Nutzen für die Gesellschaft anfallen. Aus unserer Sicht hat die Konkretisierung von Art. 48a FMG keine grösseren Auswirkungen auf die vorgenannten gesellschaftlichen Aspekte.

Relevante soziale oder regionale Verteilungswirkungen sind aus unserer Sicht nicht zu erwarten, auch wenn in Einzelfällen die Preiserhöhung relevant sein kann.



5.4. Auswirkungen auf die Umwelt

Die Massnahme Dieselgeneratoren (a2) zur Härtung der Mobilfunknetze ist die einzige Massnahme, welche Umweltemissionen verursacht. Angesichts dessen, dass die Eintretenswahrscheinlichkeit von Strommangellagen und Stromausfällen bei rund 30 Jahren liegen und längerfristig fossilfreie Alternativen (Batterien, Brennstoffzellen) verfügbar sein dürften, erachten wir Auswirkungen auf die Umwelt als vernachlässigbar. Zu prüfen wäre auch eine Kompensation von CO₂-Emissionen durch die FDA.

5.5. Bilanz der Auswirkungen

5.5.1. Übersicht

In diesem Kapitel erfolgt eine Beurteilung der Massnahmen anhand der Kosten-Wirksamkeit und unter Einbezug von Nutzenüberlegungen. Für die Darstellung der Kosten-Wirksamkeit haben wir die Kosten der Massnahmen (exkl. Sowiesokosten) auf die Anzahl Abonnements umgelegt und in drei Kategorien eingeteilt. Die Kategorien spiegeln wider, ob die höheren Kosten für die KonsumentInnen vernachlässigbar, spürbar oder substantiell wären (siehe Abbildung 6). Die Kosten wurden sodann der Wirksamkeit der Massnahme gegenübergestellt. Die Ergebnisse lassen sich in drei Bereiche einteilen:

- Das beste Kosten-Wirksamkeits-Verhältnis zeigen die Massnahmen im **grünen Bereich**. Diese Massnahmen sind meistens wirksam und verursachen nur geringe Kosten. Da sie gleichzeitig hohe Nutzen erzeugen, beurteilen wir die Massnahmen grundsätzlich als zweckmässig. Sie sollten deshalb in der Konkretisierung von Art. 48a FMG berücksichtigt werden.
- Ungeeignet sind aus unserer Sicht die Massnahmen in den **roten Quadraten**. Entweder sind sie praktisch nicht wirksam und lohnen sich deshalb nicht. Oder sie sind zwar gering wirksam, verursachen aber gleichzeitig nicht vernachlässigbare Kosten. Diese Massnahmen sollten in der Konkretisierung von Art. 48a FMG nicht vorgesehen werden.
- Die Massnahmen im **gelben Bereich** beurteilen wir als diskussionswürdig, da sie zwar eine gewisse Wirksamkeit aufweisen, aber auch mit mehr oder weniger Kosten verbunden sind. Unsere Einschätzung zu diesen Massnahmen ist in den Abschnitten 5.5.2 bis 5.5.7 festgehalten.

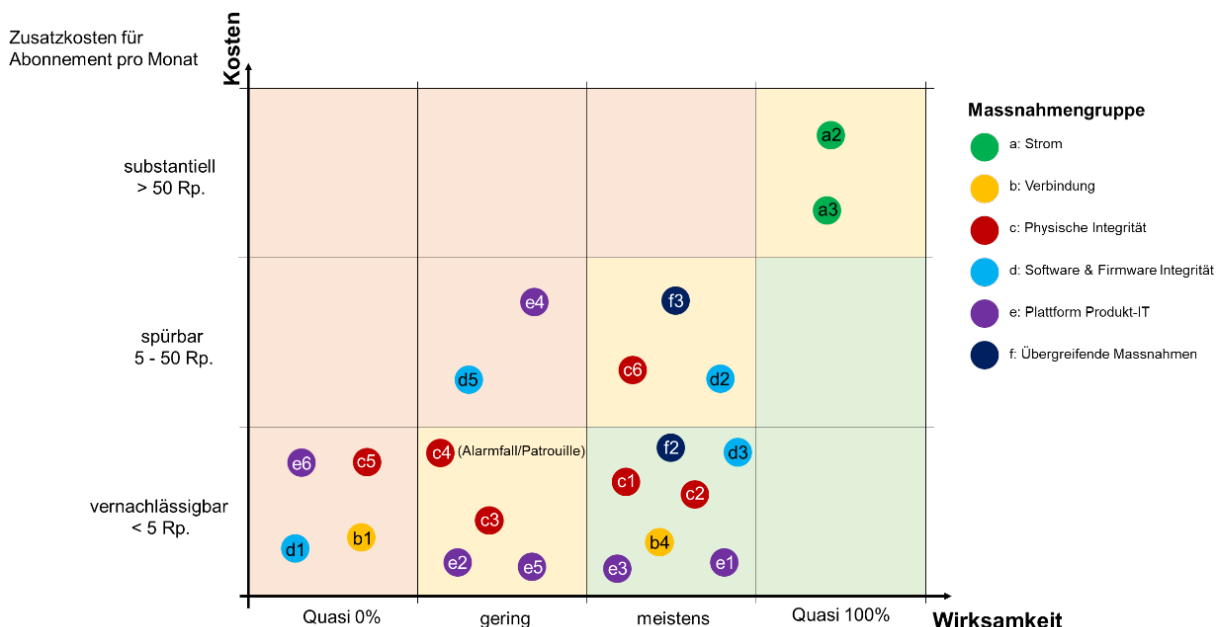


Abbildung 6. Kosten-Wirksamkeit der Massnahmen. Kosten basierend auf plausibilisierten Angaben der FDA.
(grün: lohnt sich, gelb: diskussionswürdig, rot: lohnt sich nicht)

Massnahmen zur Härtung der Mobilfunknetze	Massnahmen gegen Cyber-Angriffe und Technikausfälle
a2: Dieselgenerator	d1: Vorgaben FDA an Systemhersteller
a3: Batterien	d2: Vorgaben BAKOM an Systemhersteller
Massnahmen gegen Technikausfälle	d3: Betriebliche Vorgaben an FDA (Testing, Change Management, Patch & Vulnerability Management)
b1: Verbindliche SLA mit Branchen-Standard	d5: Zertifizierung / Homologation (Zulassung) von Systemherstellern
b4: Technische/Architektur-Vorgaben	e1: Change Management & Testing Vorgaben BAKOM
Massnahmen gegen physische Ereignisse	e2: SLA für kritische Services / Strafbestimmungen
c1: Bauliche Massnahmen: Zutrittsschutz	e3: Meldeprozess (Förderung Fehlerkultur)
c2: Bauliche Massnahmen: Robustheit	e4: Unabhängig Untersuchungsstelle für Technologieunfälle
c3: Alarmierung / Technische Überwachung – passiver Schutz	e5: Systemführerschaft FDA
c4: Sicherheitspersonal (privat)	e6: Systemführerschaft BAKOM
c5: Sicherheitspersonal (staatlich)	Übergreifende Massnahmen
c6: Resilienz Gesamtsystem (Ausfall einzelner Standorte akzeptabel)	f2: Nationales Roaming
	f3: Virtuelles Notnetz

5.5.2. Massnahmen a: Strom («Härtung der Mobilfunknetze»)

a2: Dieselgenerator, a3: Batterien

FDA und Branchenverbände stehen einer Härtung der Mobilfunknetze basierend auf stationären Dieselgeneratoren oder Batterien für eine angestrebte Überbrückung von 72h sehr skeptisch gegenüber. So veranschlagen die FDA für die Umsetzung sehr hohe Kosten. Basierend auf den Angaben der FDA ergeben sich für die Härtung der Mobilfunknetze Kosten von gesamthaft über 300 Mio. CHF/Jahr. Gemäss Angaben eines FDA wären allein für die höheren Mietkosten infolge der Installation von Dieselgeneratoren 200



Mio. CHF/Jahr zusätzlich zu bezahlen Die FDA sehen ausserdem grosse Probleme bei der Umsetzung, weil die EigentümerInnen nicht gezwungen werden können, einen Dieselgenerator zu akzeptieren.

Aus unserer Sicht lassen sich die Argumente der FDA gegen die Regulierung mit folgenden Überlegungen relativieren:

Tabelle 31. Argumente der FDA und Branchenverbände

Aspekt	Argumente FDA gegen die Massnahme	Überlegungen AWK/INFRAS
Zielsetzung	Zielsetzung für FDA nicht relevant, weil Energieversorgung nicht Kerngeschäft der FDA → Branchenübergreifende Lösung notwendig.	Länder wie Norwegen und Finnland verfügen über ähnliche Bestimmungen. AWK/INFRAS schlagen alternative, branchenübergreifende Lösung vor (siehe unten).
	End-to-End Betrachtung fehlt: Vorgaben an die FDA, dass sie beispielsweise ein TV-Signal über 72h aufrechterhalten müssen, bringen aus unserer Sicht keinen Mehrwert für die NutzerInnen, wenn TV-Geräte und Mobiltelefone ohne Strom gar nicht oder nur eine begrenzte Zeit lang funktionieren.	Batterien und netzunabhängige Ladegeräte sind Stand der Technik und können Endgeräte problemlos über 72h hinaus funktionsfähig halten.
Technologie	Batterien reichen nicht aus, um die geforderte Überbrückung sicherzustellen.	Für Strommangellage stellen Batterien eine Option dar und in Kombination mit Alternativvorschlag (siehe unten) auch für längere Stromausfälle. Batterien dank technischem Fortschritt mittel- und längerfristig mögliche Option.
	Kosten	Massnahme führt zu unverhältnismässig hohen Kosten, insbesondere weil Mietzinserhöhungen von mindestens 2'000 CHF/Monat und Standort infolge des Einbaus eines Dieselgenerators drohen. Krisenkosten ⁵³ verursachen ebenfalls Kosten in Millionenhöhe.

⁵³ Siehe Tabelle 5 (Massnahmenbeschreibung)



Aspekt	Argumente FDA gegen die Massnahme	Überlegungen AWK/INFRAS
Kunden		Krisenkosten sind wesentlich tiefer (zws. 3 bis 10 Mio. CHF/Jahr). Eine gemeinsame Logistiklösung mit der öffentlichen Hand, wie sie z.B. der Zivilschutz im Kt. VD praktiziert, ist gemäss BAKOM unrealistisch. ⁵⁴
	Keine Zahlungsbereitschaft bei der Kundschaft für mehr Sicherheit.	Risiko von Stromausfällen und Strommangel-lagen in der Vergangenheit gering. Risiken, die noch nicht eingetroffen sind, werden unterschätzt. Wenn Strommangel-lagen öfters auftreten würden, gäbe es auch eine Zahlungsbereitschaft. ⁵⁶
Alternative Massnahmen	Nationales Roaming anstelle von Vorschriften.	Keine echte Alternative, weil nationales Roaming nur funktioniert, wenn mindestens ein Mobilfunknetz gehärtet ist.
	Branchenvereinbarung anstelle von Vorschriften.	Weniger verbindliche Lösung. Es gibt Beispiele von Branchenvereinbarungen (Jugend-schutz), jedoch nicht in Bereichen mit hohen Kosten für die Branchen.
	Antennen präferenziert an das Stromnetz anschliessen, werden bei Strommangel-lage nicht abgestellt. Keine weiteren Massnahmen wie Dieselgeneratoren oder Batterien notwendig.	Lösung für präferenzierte Anbindung an das Stromnetz während einer Strommangel-lage, basierend auf Smart Grid-Technologien, d.h. Telekominfrastruktur würde gezielt mit Strom versorgt, während andere Verbraucherinnen und Verbraucher temporär keinen Strom erhielten. Ein Smart Grid nur für Telekominfrastruktur zu bauen ist nicht realistisch (Massnahme verworfen, siehe Abschnitt 2.3.1).

Die Massnahmen sind grundsätzlich sehr wirksam und würden einen hohen Nutzen bringen. Der Nettonutzen dürfte trotz hoher Kosten positiv ausfallen. Ausgehend von der Kritik der FDA und Branchenverbände stellt sich aber trotzdem die Frage, ob nicht eine andere Lösung vorteilhafter wäre. Wir haben deshalb geprüft, ob eine Kombination von Massnahmen die Kosten reduzieren und die Realisierbarkeit erhöhen könnte. Aus unserer Sicht bietet sich folgende Kombination an:

- Die Anforderungen bleiben bestehen,⁵⁷ es wird den FDA aber freigestellt, mit welchen Massnahmen sie die Vorgaben einhalten möchten.

⁵⁴ Beim Zivilschutz und der Armee handelt es sich um staatliche Einsatzorganisationen, bei denen die zuständigen Behörden im konkreten Ereignisfall festlegen, welche Aufgaben prioritär wahrzunehmen sind (Rettung oder Betreuung von Menschen usw.). Es können keine spezifischen Leistungen im Bereich der Unterstützung vorgängig zugesichert werden, insbesondere nicht solche, die von privaten Anbietern erbracht werden können (Subsidiaritätsprinzip). Dennoch ist nicht ausgeschlossen, dass in einem konkreten Ereignisfall der Zivilschutz oder die Armee Unterstützungsleistungen bei der Betankung von einzelnen Notstromaggregaten erbringen können – vorausgesetzt, dass genügend Ressourcen vorhanden sind und die Einsatzprioritäten nicht auf den originären Aufgaben liegen (z.B. Rettung oder Betreuung von Personen). Ebenfalls möglich sind vorgängige Absprachen und Planungen für einzelne Standorte, bei denen z.B. eine geografische Nähe zu einer Polycorn-Anlage besteht, die ohnehin durch den Zivilschutz betankt wird. Als Fazit lässt sich festhalten, dass bei allen staatlichen Einsatzorganisationen (auch bei Feuerwehr, Polizei usw.) die Flexibilität bei der Prioritätensetzung im Ereignisfall zwingend gewährleistet sein muss und es somit ausgeschlossen ist, dass spezifische Unterstützungsleistungen zugunsten von Dritten vorgängig zugesichert werden.

⁵⁵ Im Ausland (z.B. Deutschland) übernehmen Feuerwehr, Katastrophenhilfezug solche Aufgaben.

⁵⁶ Abstimmungen in der Schweiz zugunsten von Massnahmen zum Schutz der Öffentlichkeit erzielen meist sehr hohe Zustimmungswerte, z.B. wurde eine Massnahme ([neuer Standort Schutz & Rettung](#)) die jeden Steuerzahler der Stadt Zürich mit 535 CHF belastet, mit 91.8% Zustimmung angenommen. Eine gewisse Zahlbereitschaft kann daraus abgeleitet werden.

⁵⁷ Die Gefahrendossiers des BABS gehen bei einem Stromausfall [63] davon aus, dass die FDA ihre Fernmeldedienste Notrufe, Voice, Data, Radio/TV über 72 Stunden ohne Strom aufrechterhalten müssten. Bei einer Strommangel-lage [62] müssen die FDA 8 h mit Strom, 4 h ohne Strom (d.h. 2 Zyklen pro Tag) über 2 Wochen gewährleisten können.



- Strommangellage
 - Batterien mit 4 h Laufzeit und Dieselgeneratoren an PoP und Core Standorten können zyklische Netzabschaltungen während einer Strommangellage überbrücken.
- Stromausfall
 - An unproblematischen Antennenstandorten (etwa 35 bis 50% aller Antennen, z.B. auf freistehenden Antennen, Antennen auf Strommasten, Gebäuden der öffentlichen Hand oder Bürogebäuden) könnten die FDA stationäre Dieselgeneratoren installieren. Diese könnten Stromausfälle (72h) überbrücken. Batterien, um kurzzeitige Ausfälle (1 h) zu überbrücken, sind gemäss FDA bei den meisten Standorten schon installiert.
 - An problematischen Antennenstandorten (insbesondere Wohnhäuser) wären Batterien für die Überbrückung von Strommangellagen (4 h) vorzusehen. Bei Stromausfällen könnten mobile Dieselgeneratoren eingesetzt werden (welche an der Gebäudeaussenwand angeschlossen werden).
 - Ein Wiederauftanken der mobilen Dieselgeneratoren ist nicht notwendig, da sie über genügend Treibstoff verfügen, um einen Stromausfall von 72h zu decken.

Zusammenfassend kommen wir zum Schluss, dass eine Lösung für Stromausfall und Strommangellage mit einer Kombination von mobilen und stationären Dieselgeneratoren, Batterien für Strommangellagen mit verhältnismässigem Aufwand und positivem Nettotonutzen realisierbar wäre. Isoliert betrachtet, ergibt die Härtung der Mobilfunknetze nur für den Stromausfall einen negativen Nutzen-Kosten-Saldo (siehe folgende Tabelle). Insofern stellt sich die Frage, ob die Anforderung, dass Massnahmen für einen Stromausfall getroffen werden, überhaupt sinnvoll ist.

Tabelle 32. Massnahmen Strom: Kosten
 100% PopCov = Abdeckung aller mit Mobilfunk versorgten Gebieten, Data = Nutzung von Datendiensten (inkl. Notruf und Voice)⁵⁸

Massnahme	Risiko	Kosten für 100% PopCov und Data [Mio. CHF/a]	Nutzen bei 100% PopCov und Data [Mio. CHF/a]	Nutzen-Kosten-Saldo (Nettonutzen) [Mio. CHF/a]
Batterien 4 h bei Antennen und Dieselgeneratoren bei PoP und Core	Strommangel-lage	95	550	Positiv
Kombination mobile/stationäre Dieselgeneratoren und Batterien 4 h	Stromausfall	55 (zusätzlich zu den Kosten einer Strommangellage)	10	Negativ

⁵⁸ Die Massnahme wird nur eine breite Zustimmung in der Bevölkerung finden, wenn sie mindestens alle bewohnten Gebiete abdeckt (100% Population Coverage (PopCov)). Von den angebotenen Diensten ist die Funktion des Notrufs zentral, da damit direkt Todesopfer vermieden werden können (Nutzen Notruf während einer Strommangellage: 4.7 Mrd. CHF). Der zusätzliche Nutzen durch das Anbieten von Datendiensten (Nutzen Notruf und Daten während einer Strommangellage: 16 Mrd. CHF), übersteigt den Nutzen für Notruf so stark, dass aus Kosten-Nutzen-Sicht das Anbieten von Datendiensten dem Anbieten von nur Notruf vorzuziehen ist. Die Kosten für geringere Abdeckungen oder weniger angebotene Dienste (z.B. nur Notruf) sind nur unwesentlich niedriger (Siehe Abschnitt 4.3.2.3).



Massnahme	Risiko	Kosten für 100% PopCov und Data [Mio. CHF/a]	Nutzen bei 100% PopCov und Data [Mio. CHF/a]	Nutzen-Kosten-Saldo (Nettonutzen) [Mio. CHF/a]
Kombination mobile/stationäre Dieselgeneratoren und Batterien 4 h	Strommangel-lage und Strom-ausfall	150 ⁵⁹	560	Positiv

5.5.3. Massnahmen b: Verbindung

b1: Verbindliche SLA mit Branchen-Standard

Die Massnahme ist aus unserer Sicht trotz geringer Kosten nicht zweckmässig, weil sie praktisch nicht wirksam ist.

b4: Technische/Architektur-Vorgaben

Die Massnahme lohnt sich aus unserer Sicht, weil sie wirksam ist, einen hohen Nutzen verspricht und gleichzeitig geringe Kosten verursacht.

5.5.4. Massnahmen: c: Physische Integrität

c1: Bauliche Massnahmen: Zutrittsschutz und c2: Bauliche Massnahmen: Robustheit

Beide Massnahmen lohnen sich aus unserer Sicht, weil sie wirksam sind und gleichzeitig nur geringe Kosten verursachen.

c3: Alarmierung / Technische Überwachung (passiver Schutz)

Die technischen Lösungen für diese Massnahme sind verfügbar und bei grossen Fernmeldeanlagen wie Rechenzentren auch bereits umgesetzt. Theoretisch wären kleinere Fernmeldeanlagen wie Knotenpunkte mit geringen Zusatzkosten aufrüstbar. Für ein funktionierendes Telekommunikationsnetz sind solche Knotenpunkte aber nicht zentral. Der Nutzen wäre im Vergleich gering, weshalb wir die Massnahme aus volkswirtschaftlicher Sicht als nicht zwingend betrachten.

c4: Sicherheitspersonal (privat)

Bei dieser Massnahme geht es darum, dass privates Sicherheitspersonal zur Überwachung von Anlagen eingesetzt wird. Diese Massnahme kann auf drei verschiedene Weisen umgesetzt werden: Privates Sicherheitspersonal i) ist kontinuierlich am Standort präsent, ii) patrouilliert regelmässig oder iii) kommt bei Alarmierung.

Die FDA sehen hier hohe Zusatzkosten von jährlich 100k CHF/Jahr und FDA auf sich zukommen. Diese Kosten lassen sich relativieren, wenn ein pragmatisches Vorgehen gewählt würde: privates Sicherheitspersonal vor Ort an allen Standorten wäre bspw. nicht notwendig. Allerdings ist auch der Nutzen dieser Massnahme vergleichsweise bescheiden. Damit sich die Massnahme lohnen würde, müsste sie pragmatisch umgesetzt werden.

c5: Sicherheitspersonal

⁵⁹ Das BAKOM gibt in seinem Bericht zur Härtung [2] jährliche Kosten von 93 Mio. CHF an. Diese beinhalten die Kosten für die Härtung der Mobilfunknetze in der normalen Lage und in der Krise (Strommangel-lage oder Stromausfall). Die Kosten basieren auf der Annahme, dass alle Mobilfunkantennen mit Batterien und Dieselgeneratoren ausgestattet werden und im Krisenfall betankt werden müssen.



Die Massnahme ist aus unserer Sicht trotz geringer Kosten nicht zweckmässig, weil sie praktisch nicht wirksam ist.

c6: Resilienz Gesamtsystem

Die Massnahme «Resilienz des Gesamtsystems» würde von den FDA verlangen, dass sie mehr Infrastrukturanlagen installieren, als im Normalbetrieb grundsätzlich nötig wären. So könnten die FDA sicherstellen, dass das Gesamtsystem auch dann noch funktioniert, wenn einzelne Standorte infolge von Naturkatastrophen, Sabotage, Funktionsproblemen etc. ausfallen sollten. Für das Mobilfunknetz ist dies in Städten mit einer hohen Dichte an Antennen bereits heute der Fall. In ländlicheren Gegenden liesse sich diese Massnahme mit einer Vorgabe für eine Mindestabdeckung konkretisieren, im Sinne: Wenn x% der Antennen ausfallen, müssen immer noch y% der Bevölkerung Zugang zu den Diensten haben. Die Kosten für eine Erhöhung der Resilienz dürften sich damit in Grenzen halten, da nur noch in peripheren Lagen Ausbauten der Infrastruktur notwendig wären.

Den Nutzen der Massnahme beurteilen wir als überschaubar, weil mit der Massnahme vor allem lokale Schadenereignisse in der Peripherie reduziert werden könnten. Die Wirksamkeit liesse sich allenfalls mit einem nationalen Roaming (siehe Abschnitt 5.5.7) verbessern.

5.5.5. Massnahmen d: Software-Integrität

d1: Vorgaben FDA an Systemhersteller

Den FDA würden keine grossen Kosten entstehen, wenn sie den Systemherstellern Vorgaben machen müssten. Sie hätten aber kaum Möglichkeiten sicherzustellen, dass die Systemhersteller diese Vorgaben einhalten. Die Wirksamkeit ist also sehr gering und die Massnahme lohnt sich deshalb nicht.

d2: Vorgaben BAKOM an Systemhersteller

Diese Massnahme sieht vor, dass das BAKOM den Systemherstellern vorschreiben würde, wie Software- und Firmware-Implementationen auszugestaltet sind. Diese Vorgaben beinhalten Vorschriften, Richtlinien, Leitlinien, etc. Eine Prüfstelle würde die Implementationen abnehmen (Zulassung analog zu medizinischen Produkten).

Die FDA befürchten bei dieser Massnahme, dass das BAKOM schweizspezifische Anforderungen definieren könnte. Dies könnte dazu führen, dass sich für die Systemhersteller erstens die Markteinführung von Produkten in der Schweiz verzögern und zweitens die Preise für schweizspezifische Produkte erhöhen würden. Gemäss FDA könnte die Massnahme aus diesen Gründen zu massiven Zusatzkosten führen.

Aus unserer Sicht lassen sich Zusatzkosten bei geeigneter Ausgestaltung der Massnahme vermeiden. Unsere Beurteilung lässt sich wie folgt begründen: Das BAKOM wird den Systemherstellern nicht direkt Vorgaben machen können. Standards für Mobilfunkkomponenten werden heute im Wesentlichen von Gremien wie dem 3rd Generation Partnership Project (3GPP) definiert (bzw. analogen Organisationen für die Festnetzinfrastruktur). Diese Gremien koordinieren weltweit die Standardisierung im Mobilfunk. Die Schweiz könnte allenfalls versuchen, über die 3GPP Einfluss auf die Standardisierung auszuüben. Allfällige Anpassungen am Standard müssten allerdings mit der EU abgestimmt sein. Abgesehen davon schätzen wir es zurzeit als wenig wahrscheinlich ein, dass die Schweiz im Alleingang Branchenstandards verändern könnte. Da die Hersteller von Mobilfunkequipment diese Standards übernehmen, wären für neue Anlagen sowieso praktisch nur Komponenten gemäss 3GPP-Standard verfügbar. Es fallen also keine Zusatzkosten an. Auch bei bestehenden Anlagen fallen aus unserer Sicht keine Zusatzkosten an, wenn die Nachrüstung im normalen Investitionszyklus erfolgen kann. In diesem



Fall handelt es sich um Sowiesokosten, weil die Kosten auch ohne Regulierung anfallen würden. Voraussetzung ist, dass eine Übergangsfrist besteht, damit die FDA nicht ausserhalb des üblichen Investitionszyklus umrüsten müssen. Geeignet wäre aus unserer Sicht eine Übergangsfrist von 10 Jahren.

Die Massnahme könnte also mit geringen oder keinen Zusatzkosten eine höhere Verbindlichkeit der FDA erreichen, neue Komponenten zu installieren. Der Nutzen der Massnahme wäre vergleichsweise hoch, weil sie helfen würde, Cyberangriffe und Technikausfälle zu vermeiden.

d3: Betriebliche Vorgaben an FDA (Testing, Change Management, Patch & Vulnerability Management)

Die Massnahme lohnt sich aus unserer Sicht, weil sie wirksam ist, einen hohen Nutzen verspricht und gleichzeitig geringe Kosten verursacht.

d5: Zertifizierung / Homologation (Zulassung) von Systemhersteller

Die Massnahme ist aus unserer Sicht nicht zweckmässig, weil sie nur gering wirksam ist und gleichzeitig nicht vernachlässigbare Kosten verursacht.

5.5.6. Massnahmen e: Plattform & Produkt-IT

e1: Change Management & Testing Vorgaben BAKOM

Die Massnahme lohnt sich aus unserer Sicht, weil sie wirksam ist, einen hohen Nutzen verspricht und gleichzeitig geringe Kosten verursacht.

e2: SLA für kritische Services / Strafbestimmungen

Diese Massnahme würde die FDA verpflichten, kritische Dienste mit SLA zu produzieren oder einzukaufen, wenn sie der Kundschaft entsprechende Services anbieten wollen. Zusätzlich sieht diese Massnahme die Einführung von Strafbestimmungen vor, die weitergehen als die SLA und bspw. eine Haftungspflicht oder eine strafrechtliche Verfolgung des Geschäftsführers bei Ausfällen der Dienste vorsehen könnten (analog Frankreich, siehe A.4 Übersicht über Massnahmen in anderen Ländern).

Die FDA stehen dieser Massnahme kritisch gegenüber. Aus ihrer Sicht ist die Massnahme unverhältnismässig. Kleinere FDA wären evtl. nicht mehr in der Lage, kritische Services anzubieten. Die Strafbestimmungen würden ausserdem die Risikobereitschaft hemmen und die Markteinführung von Innovationen behindern. Allfällige Strafuntersuchungen werden zudem als sehr aufwändig eingeschätzt (Kosten und Dauer). Als eine mögliche Alternative werden privatrechtliche Vertragsstrafen zwischen FDA und Kunde angeführt. Generell argumentieren die FDA, dass sie ein Eigeninteresse hätten, einen hochverfügbaren Service bereitzustellen.

Aus unserer Sicht liegt der Vorteil der Massnahme in der abschreckenden Wirkung der Strafbestimmungen. Dadurch wird sichergestellt, dass die FDA den kritischen Services genügend Beachtung schenken. Länder wie Norwegen und Finnland, welche diese Massnahme bereits anwenden, bestätigen diese Wirkung. Die Massnahme weist ausserdem im Vergleich einen hohen Nutzen auf.

e3: Meldeprozess (Förderung Fehlerkultur)

Die Massnahme lohnt sich aus unserer Sicht, weil sie wirksam ist, einen hohen Nutzen verspricht und gleichzeitig geringe Kosten verursacht.

e4: Unabhängig Untersuchungsstelle für Technologieunfälle



Die Massnahme ist aus unserer Sicht nicht zweckmässig, weil sie nur gering wirksam ist und gleichzeitig nicht vernachlässigbare Kosten verursacht.

e5: Systemführerschaft FDA

Diese Massnahme ist zurzeit Gegenstand parlamentarischer Diskussionen [9]. Wir gehen deshalb nicht weiter auf die Massnahme ein.

e6: Systemführerschaft BAKOM

Die Massnahme ist aus unserer Sicht trotz geringer Kosten nicht zweckmässig, weil sie praktisch nicht wirksam ist.

5.5.7. *Massnahmen f: Übergreifende Massnahmen*

f2: Nationales Roaming

Die Massnahme lohnt sich aus unserer Sicht, weil sie wirksam ist und gleichzeitig geringe Kosten verursacht.

f3: Virtuelles Notnetz

Diese Massnahme sieht vor, dass alle FDA gemeinsam ein Notnetz einrichten würden, welches der Kundschaft im Falle von grossen Störungen entweder ergänzend oder als Ersatz zu den normalen Netzen angeboten würde. Zentral ist, dass dieses Netz ohne Umkonfiguration der technischen Einrichtungen immer zur Verfügung steht, allenfalls mit einem stark beschränkten Funktionsumfang (z.B. Zugriff auf eine Website der Behörden). Der Nutzen eines virtuellen Notnetzes wäre hoch, allerdings würden auch vergleichsweise hohe jährliche Kosten in der Höhe eines zweistelligen Millionenbetrags anfallen.

Das virtuelle Notnetz wäre grundsätzlich eine Alternative zum nationalen Roaming. Aus technischer Sicht ist ein virtuelles Notnetz zwar weniger aufwendig, ins Gewicht fallen jedoch die administrativen Aufwendungen. Die sind beim virtuellen Notnetz deutlich höher als beim nationalen Roaming, u.a. weil ein eigener Mobile virtual network operator gegründet werden müsste.

5.5.8. *Zusammenfassende Beurteilung*

Ausgehend von den obigen Ausführungen werden die Massnahmen abschliessend wie folgt beurteilt:

Tabelle 33. Zusammenfassende Beurteilung

Massnahme	Kosten-Wirksamkeit	Abschliessende Beurteilung
a2: Dieselgeneratoren oder Brennstoffzellen mit Tankversorgung	Diskussionswürdig	Kombination mobile/stationäre Dieselgeneratoren und Batterien 4h lohnt sich
a3: Batterien & Puffersysteme	Diskussionswürdig	
b1: Verbindliche SLA mit Branchen-Standard	Lohnt sich nicht	
b4: Technische/Architektur-Vorgaben	Lohnt sich	
c1: Bauliche Massnahmen: Zutrittsschutz	Lohnt sich	
c2: Bauliche Massnahmen: Robustheit	Lohnt sich	



Massnahme	Kosten-Wirksamkeit	Abschliessende Beurteilung
c3: Alarmierung / Technische Überwachung – passiver Schutz	Diskussionswürdig	Nicht zwingend
c4: Sicherheitspersonal (privat)	Diskussionswürdig	Pragmatische Umsetzung würde sich lohnen
c5: Sicherheitspersonal (staatlich)	Lohnt sich nicht	
c6: Resilienz Gesamtsystem (Ausfall einzelner Standorte akzeptabel)	Diskussionswürdig	Nicht zwingend
d1: Vorgaben FDA an Systemhersteller	Lohnt sich nicht	
d2: Vorgaben BAKOM an Systemhersteller	Diskussionswürdig	Lohnt sich, sofern längere Übergangsfrist
d3: Betriebliche Vorgaben an FDA (Testing, Change Management, Patch & Vulnerability Management)	Lohnt sich	
d5 Zertifizierung / Homologation (Zulassung) von Systemherstellern	Lohnt sich nicht	
e1: Change Management. & Testing Vorgaben BAKOM	Lohnt sich	
e2: SLA für kritische Services / Strafbestimmungen	Diskussionswürdig	Lohnt sich
e3: Meldeprozess (Förderung Fehlerkultur)	Lohnt sich	
e4: Unabhängige Untersuchungsstelle für Technologieunfälle	Lohnt sich nicht	
e5: Systemführerschaft FDA	verworfen	(Ausnahme: Notruf [9])
e6: Systemführerschaft BAKOM	verworfen	(Ausnahme: Notruf [9])
f2: Nationales Roaming	Lohnt sich	
f3: Virtuelles Notnetz	Lohnt sich nicht	Alternative zu nationalem Roaming



6. Prüfpunkt 5: Zweckmässigkeit im Vollzug

In diesem Kapitel zeigen wir auf, wie der Vollzug der Regelungen ausgestaltet werden sollte, damit der Aufwand für die AdressatInnen möglichst gering, die Wirksamkeit möglichst hoch und die Einführung möglichst erfolgreich ist.

6.1. Generell

FDA und Branchenverbände haben in den Gesprächen betont, dass allfällige Regelungen nicht zu starr sein sollten. Dies spricht dafür die Regelungen so auszugestalten, dass die Zieladressaten flexibel reagieren und Eigenverantwortung in der Lösungsfindung übernehmen können. Anstelle von Handlungsanweisungen sehen wir deshalb vor allem technologieneutrale Zielvorgaben. Gemäss BAKOM ist die FDV häufig relativ abstrakt gehalten, während die untergeordneten TAV relativ konkrete Handlungsanweisungen an die RegulierungsadressatInnen beinhalten. Die Zielvorgaben sollten sich bspw. an nationalen «Best Practices» oder an europäischen oder internationalen Standards und Normen orientieren, z.B. an der EU 5G-Toolbox. Daneben sollten die Massnahmen auch abgestimmt sein auf die internationalen Organisationen, welche die Standards in diesen Bereichen definieren (z.B. 3GGP für Mobilfunk, IEEE im Bereich Elektrotechnik oder Telekommunikation und ETSI für europäische Telekommunikation-Standards).

Um die Einhaltung überprüfen zu können, sind allfällige Zielvorgaben möglichst messbar zu formulieren. Bei der Härtung von Mobilfunknetzen könnten dies Vorgaben gemäss den Szenarien des BABS sein [62] [63].

Für Massnahmen, die bei kleineren FDA unverhältnismässig hohe Kosten verursachen, sind allenfalls Schwellenwerte zu prüfen. Schwellenwerte erachten wir als geeignet, wenn eine Regulierung bei gewissen Gruppen zu unverhältnismässig hohen Kosten führen würde, der Nutzen aber aufgrund der geringen vermiedenen Schäden beschränkt bliebe. Ausgehend von vergleichbaren Lösungen im Telekombereich wäre bspw. ein Schwellenwert von 100 Mio. CHF Umsatz/Jahr denkbar (siehe Verordnung über die Überwachung des Post- und Fernmeldeverkehrs (VÜPF) [46]). FDA mit einem Umsatz unterhalb dieses Schwellenwertes müssten die Massnahmen nicht oder nur teilweise umsetzen oder hätten die Möglichkeit eines Opting-Out. Begründen lässt sich dies damit, dass kleinere AnbieterInnen systemisch ein geringeres Risiko aufweisen. D.h. wenn ihre Fernmeldeanlagen ausfallen, dürfte sich der wirtschaftliche Schaden in Grenzen halten (obwohl lokale Auswirkungen erheblich sein könnten)⁶⁰. Hinzu kommt, dass Massnahmen mit fixen oder nur beschränkt skalierbaren Kosten bei kleinen FDA einen viel grösseren Anteil vom Umsatz ausmachen.

Des Weiteren sind flankierende Massnahmen zu prüfen (z.B. Audits, Stichprobenkontrollen, ein Monitoring, Bussen oder Übergangsfristen).

- Audits sind geeignet, wenn für Vorgaben (internationale) Standards bestehen, die im Rahmen von Audits zertifiziert werden könnten. Die Audits wären in dem Fall von einer unabhängigen Zertifizierungsstelle durchzuführen. Dem Bund würden keine grösseren Aufwendungen anfallen, die Kosten für die Auditierung wären analog der Audits in anderen Branchen (z.B. von der FINMA vorgeschriebene Audits bei Finanzdienstleistern) von den FDA zu tragen. Basierend auf Erfahrungen mit Audits in anderen Bereichen (z.B. TQM) werden die Kosten auf einige tausend Franken pro Audit geschätzt.

⁶⁰ Diese Auswirkungen werden dadurch reduziert, dass die Mobilnetze weiterhin lokal verfügbar sind.



- Gewisse Massnahmen könnten in einer Vorstufe zur Regulierung über Audits geregelt werden. Der Vorteil von Audits wäre, dass sie weniger interventionistisch sind als eine Regulierung. Wenn die Audits nicht ausreichen, um ein Ziel zu erreichen, können schärfere Massnahmen ergriffen werden. Denkbar wären Audits bspw. als Vorstufe für die Massnahme d3 Betriebliche Vorgaben BAKOM an FDA.
- Stichprobenkontrollen können als Alternative zu Audits gesehen werden. Während bei den Audits die Einhaltung der Vorgaben bei allen relevanten FDA überprüft wird, wird bei einer Stichprobenkontrolle jeweils nur eine ausgewählte Anzahl von Unternehmen geprüft. Im Gegensatz zu den Audits müsste der Bund, die Kosten für die Durchführung der Stichprobenkontrollen tragen. Die FDA hätten wie bei den Audits die Aufgabe, die notwendigen Unterlagen bereitzustellen.
- Ein Monitoring erachten wir als zweckmässig, wenn es darum geht, die Entwicklung systematisch zu beobachten und anhand von Indikatoren aufzuzeigen (z.B. die Anzahl Störfälle). Aktuell werden im Bereich Sicherheit gemäss Art. 96 FDV die Daten zu Grossstörungen systematisch erfasst. Die Kosten für das Monitoring müsste der Bund zahlen, die FDA müssten die entsprechenden Indikatoren liefern.
- Bussen funktionieren, wenn sie eine abschreckende Wirkung erzeugen. Dazu müssen sie aber hoch genug angesetzt werden.⁶¹ Bussen, die zu tief angesetzt werden, verfehlen ihre Wirkung. Sie werden in Kauf genommen und kommen damit erst zum Einsatz, wenn der Schaden schon entstanden ist. Bussen sind daher allenfalls als flankierende Massnahme zu sehen, um die Wirkung von anderen Massnahmen zu verstärken (z.B. bei der Massnahme e2 SLA für kritische Services).
- Bei den Massnahmen mit hohen Investitionskosten sollten längere Übergangsfristen festgelegt werden (z.B. 10 Jahre bei der Härtung der Mobilfunknetze). Dies erlaubt den FDA, Investitionen im Rahmen von normalen Investitionszyklen zu tätigen.

In den folgenden Abschnitten werden die obigen Aspekte für die einzelnen Massnahmen ausgeführt.

⁶¹ Das aktuelle FMG sieht Bussen bei Übertretungen vor (Art. 52 FMG) [67].



6.2. Ausgestaltung

6.2.1. Massnahmen a: Strom («Härtung der Mobilfunknetze»)

Bei der Härtung der Mobilfunknetze bieten sich sowohl Schwellenwerte als auch flankierende Massnahmen an.

Tabelle 34. Massnahme a: Strom

	Zielvorgabe (Z) oder Handlungsanweisung (H)	Schwellenwerte	Flankierende Massnahmen
a2: Dieselgeneratoren oder Brennstoffzellen mit Tankversorgung a3: Batterien & Puffersysteme	Überbrückung bei Stromausfall: 72h (Z) Massnahmen sollten sich an Regelwerken und Vorgaben des Verbandes Europäischer Übertragungsnetzbetreiber (ENTSO-E) orientieren Überbrückung bei Strommangellage: 8h mit Strom, 4h ohne Strom über 2 Wochen (Z)	Relevant für alle FDA mit mehr als 100 Mio. CHF Umsatz/Jahr	Stichprobenkontrollen, um Einsatzfähigkeit zu prüfen Monitoring zur Überprüfung der Zielerreichung Gestaffelte Einführung: Überbrückung für Strommangellage vorschreiben, (u.a., weil höhere Nutzenbeiträge als beim Stromausfall) Überbrückung gegen Stromausfall erst längerfristig vorschreiben, wenn dank technischem Fortschritt günstigere (Batterie-)Lösungen möglich sind.

6.2.2. Massnahmen b: Verbindung

Bei den Massnahmen zur Sicherung der Verbindungen ist die Einhaltung der Vorgaben mit Audits zu überprüfen.

Tabelle 35. Massnahmen b: Verbindung

	Zielvorgabe (Z) oder Handlungsanweisung (H)	Schwellenwerte	Flankierende Massnahmen
b4: Technische/Architektur-Vorgaben	(H)	-	Audit, ob die technischen Vorgaben eingehalten werden



6.2.3. Massnahmen c: Physische Integrität

Für die baulichen Massnahmen könnten konkrete Handlungsanweisungen in Form von Normen herangezogen werden. Audits erachten wir bei diesen Massnahmen generell als nicht sinnvoll.

Tabelle 36. Massnahmen c: Physische Integrität

	Zielvorgabe (Z) oder Handlungsanweisung (H)	Schwellenwerte	Flankierende Massnahmen
c1: Bauliche Massnahmen: Zutrittschutz	Neubauten: SIA Normen (H)	-	-
	Rechenzentren z.B. DIN EN 50600 (H)		
c2: Bauliche Massnahmen: Robustheit	Neubauten: SIA Normen (H)	-	-
	Erdbebensicherheit: Bauwerksklasse (BWK) II oder höher (H)		
	Rechenzentren z.B. DIN EN 50600 (H)		
c4: Sicherheitspersonal (privat)	(Z)	-	-

6.2.4. Massnahmen d: Software-Integrität

Tabelle 37. Massnahmen d: Software-Integrität

	Zielvorgabe (Z) oder Handlungsanweisung (H)	Schwellenwerte	Flankierende Massnahmen
d2: Vorgaben BAKOM an Systemhersteller	3GGP-Standard (H)	-	Zertifizierung der Hersteller
d3: Betriebliche Vorgaben an FDA (Testing, Change Mgmt., Patch & Vulnerability Mgmt.)	Betriebliche Vorgaben (H) könnten analog zu den Frameworks ITIL oder eTOM formuliert werden.	nur für FDA mit mehr als 100 Mio. CHF Umsatz pro Jahr	Audit

6.2.5. Massnahmen e: Plattform & Produkt-IT

Bei den Massnahmen in diesem Bereich sind allenfalls Audits vorzusehen, um die Einhaltung der Vorgaben zu überprüfen.



Tabelle 38. Massnahmen e. Plattform & Produkt-IT

	Zielvorgabe (Z) oder Handlungsanweisung (H)	Schwellenwerte	Flankierende Massnahmen
e1: Change Mmgt. & Testing Vorgaben BAKOM	(H)	-	Audit der Prozesse
e2: SLA für kritische Services / Strafbestimmungen	(Z)	-	Bussen bei Nichteinhaltung (Bussen nicht zu strikt formulieren, weil sonst FDA jegliches Risiko scheuen und keine Innovation mehr wagen) Audits der SLAs und SLA der Sublieferanten
e3: Meldeprozess (Förderung Fehlerkultur)	(H)	nur Störungen, bei denen mehr als 10'000 Kundinnen und Kunden betroffen sind	-

6.2.6. Massnahmen f: Übergreifende Massnahmen

Für diese Massnahmen schlagen wir keine spezifische Ausgestaltung vor.



Anhang

A. Massnahmen

Dieser Anhang enthält ergänzende Informationen zum Kapitel 2.3.

A.1. Netzwerkhierarchien

Massnahmen zur Konkretisierung von Art. 48a FMG können auf verschiedenen Ebenen der Mobilfunkinfrastruktur ergriffen werden. Angefangen bei den Mobilfunkstandorten und Ortszentralen bis hin zu den Cores, dem Backbone und den Datenzentren, die notwendig sind, um einen Voice Call durchzuführen oder Daten zu transportieren.

Die in Abbildung 2 dargestellten Netzwerkhierarchien sind in Tabelle 39 beschrieben.⁶²

Tabelle 39. Beschreibung Netzwerkhierarchiestufen

		Beschreibung	Anzahl	Elektrische Leistung
1. Endkundenverbindung	1a. Antennenstandorte	Mobilfunkantennen, sowie notwendiges RF Equipment	Mehrere Tausend	ca. 10 kW
	1b. Anschluss der FestnetzendkundInnen	(letzte Meile) ⁶³	Ca. 4.5 Mio. [69]	< 100 W
	2. Leitung	Glasfaser oder Kupferkabel; je nach Topologie mit eigenen Aktivkomponenten (benötigen Strom)	Ca. 100'000	0 oder >100 kW
	3. Ortszentrale (PoP)	Hier werden die Daten, die via Glasfaser von Mobilfunkstandorten kommen, weiter zu den Cores geleitet	Mehrere Hundert	> 100 kW
4. Core Standorte und Verbindungen	4a. Core Standorte & Verbindungen (FDA2)	Die Core Standorte und der Backbone verbinden die Ortszentralen mit den Datenzentren der FDA	Mehrere Dutzend	Ca. 100 kW
	4b. Core Standorte & Verbindungen (MNO3)	Die Core Standorte und der Backbone verbinden die Ortszentralen mit den Datenzentren der MNOs	Mehrere Dutzend	Ca. 100 kW
	5. Rechenzentren FDA	Die Datenzentren der FDA ermöglichen das Durchführen von Voice Calls oder die Übertragung von Daten	Eine Handvoll	Ca. 3 MW

⁶² Im Bericht an den Bundesrat [1] werden drei Netzwerkhierarchiestufen beschrieben: Antennenstandorte, PoPs und Core (inkl. Datenzentren der FDA). Die Fülle an Massnahmen, die in diesem Zwischenbericht beschrieben werden, erfordern eine feingranulare Beschreibung der Netzwerkhierarchien.

⁶³ Leitung von FestnetzendkundInnen zu Ortszentrale



6. Weitere Leitungen	6a. Anschluss Rechenzentren allgemein	I.d.R. Dark Fibers, d.h. keine Aktiv-Komponenten	Einige hundert	0
	6b. Anschluss PSAP	Glasfaser oder Kupferkabel mit eigenen Aktivkomponenten (benötigen Strom)	Rund 50 Alarmzentralen, doppelt angebunden	100 kW
	7. Allgemeine Rechenzentren	Voice Calls oder Datenverbindungen werden an andere Datenzentren weitergeleitet	Mehrere Dutzend	Ca. 100 kW-3MW

A.2. Scope der Analyse

Nicht alle gelisteten Komponenten des Netzwerks sind im Scope der vorliegenden Analyse. Dabei unterscheiden wir prinzipiell zwischen Massnahmen zur Härtung der Mobilfunknetze sowie allgemeinen Massnahmen zur Sicherheit.

	1a	1b	2	3	4a	4b	5	6a	6b	7
	Antennenstandorte	Anschluss der Festnetz-Endkundenn/innen	Leitung	Ortszentralen	Core Standorte & Verbindungen (FDA2)	Core Standorte & Verbindungen (MNO3)	Rechenzentren FDAs	Weitere Verbindungen	Anschluss PSAP	allg. Rechenzentren
Härtung der Mobilfunknetze Strommangel, Stromausfall	Im Scope	Ausserhalb des Scope	Im Scope	Im Scope	Ausserhalb des Scope	Im Scope	Im Scope	Ausserhalb des Scope	Ausserhalb des Scope	Ausserhalb des Scope
Allg. Massnahmen zur Sicherheit	Im Scope	Im Scope	Im Scope	Im Scope	Im Scope	Im Scope	Im Scope	Ausserhalb des Scope	Ausserhalb des Scope	Ausserhalb des Scope

■ Im Scope
■ Ausserhalb des Scope

Abbildung 7: Scope der Analyse

Prinzipiell ist festzuhalten, dass alle Komponenten der Netzwerkinfrastruktur des Mobilfunks, die für das Absetzen eines Notrufs, Voice Calls, zur Datenübertragung oder Empfang von Radio/TV notwendig sind, Teil dieser Untersuchung sind. Ausgenommen ist aber explizit das mobile Endgerät, die Verantwortung hierfür liegt bei den EndnutzerInnen.

Die Festnetze können in ihrer Gesamtheit bezüglich der weiteren Massnahmen auf Basis von Art. 48a relevant sein. Beispielsweise ist eine Anwendung des SKI-Leitfadens auch auf Festnetzbetreiberinnen denkbar.

Die Festnetze und stationären Datenverbindungen können ebenfalls auf Basis von Art. 48a FMG reguliert werden. Das Festnetz ist bezüglich der Massnahmen zur Härtung von Mobilfunknetzen insofern relevant, als dass es zur Bereitstellung der Mobilfunkdienste notwendig ist. Die Festnetz-Endkundenanschlüsse sind jedoch nicht Teil der Betrachtung. Zudem kann von der Festnetz-Infrastruktur, welche ausschliesslich und direkt die Festnetzanschlüsse bedient (z.B. dezentrale Mikro-Zugangsknoten) abstrahiert werden. Jedoch sind etwa die PoP inkl. der darin verbauten Ausrüstungen an sich potenziell relevant (bedienen meistens Mobilfunknetzantennen und Festnetzanschlüsse).



Die behördeninterne Kommunikation im Krisenfall ist ebenfalls nicht Teil der Analyse, da diese in Art. 47 des FMG bereits geregelt ist.

A.3. Abzudeckende Risiken und Gefahrenquellen

Im Folgenden werden die abzudeckenden Risiken und Gefahrenquellen beschrieben und die Relevanz für die zu betrachtenden Netzwerk-Komponenten evaluiert.

Der Bericht *Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020* [3] des Bundesamts für Bevölkerungsschutz BABS unterscheidet zwischen den Risiken durch nicht mutwillig herbeigefügte Ereignisse (Abbildung 8) und mutwillig herbeigefügten Ereignissen (Abbildung 9).

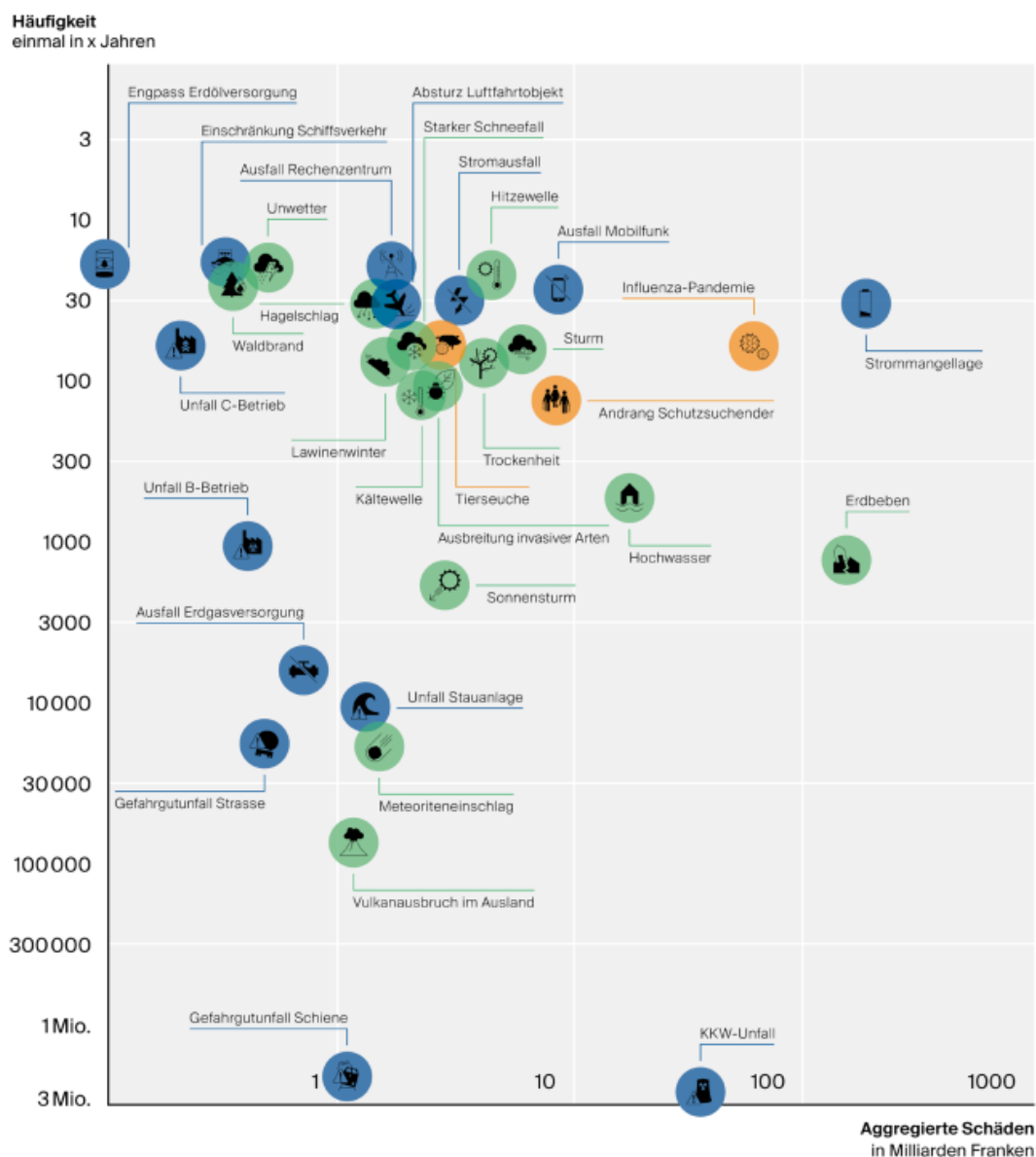


Abbildung 8. Risikodiagramm für nicht mutwillig herbeigeführte Ereignisse aus dem Bericht *Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020* [3] des Bundesamts für Bevölkerungsschutz BABS.



Im Fall von nicht mutwillig herbeigeführten Ereignissen hat die Strommangellage mit einem geschätzten Schaden von CHF 184 Mia. [6] und einer Auftretenshäufigkeit alle 30 Jahre ein grosses Gefahrenpotential und auch einen direkten Einfluss auf die Verfügbarkeit des Mobilfunks und stellt somit eine der grössten Gefahren dar.

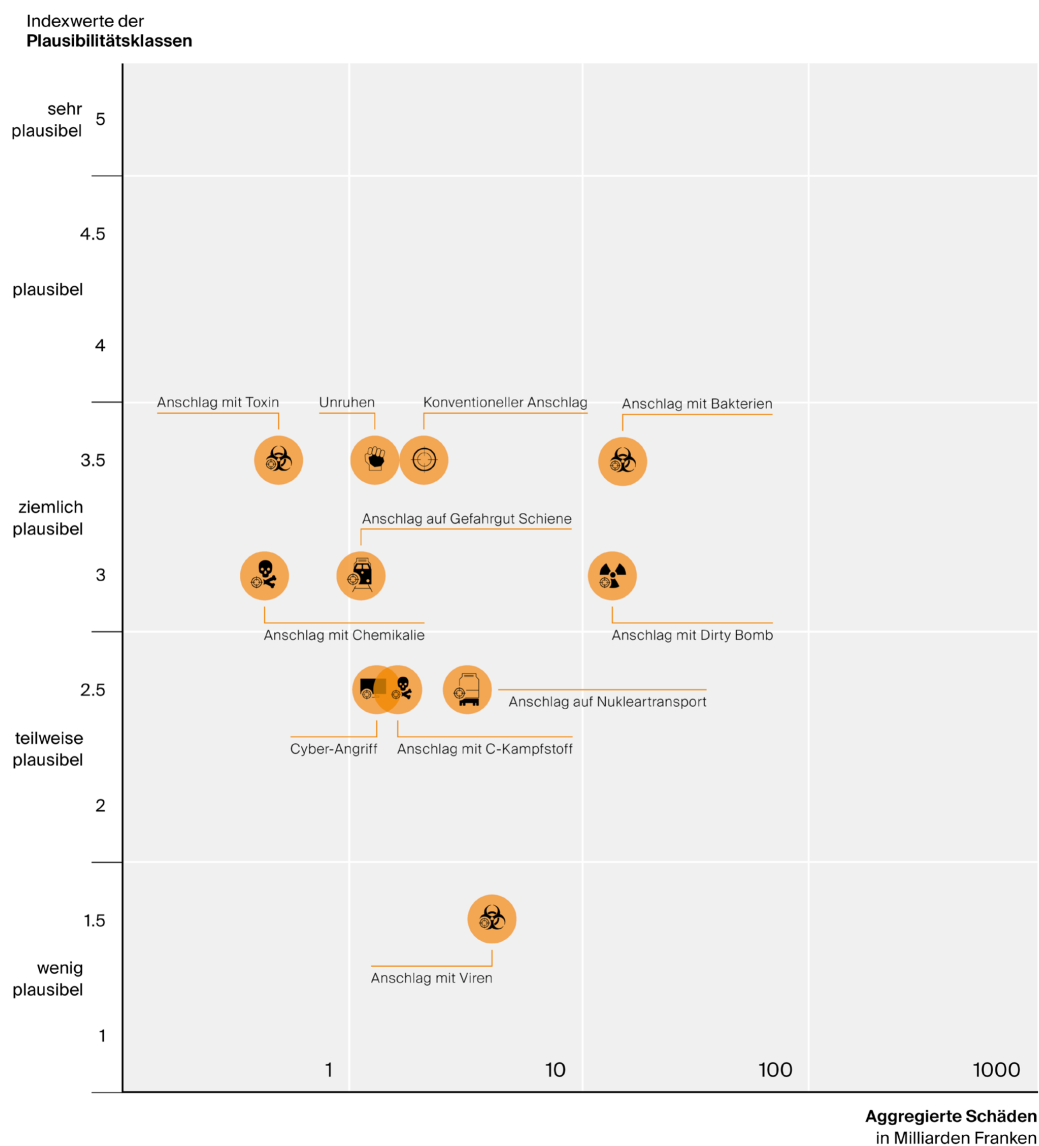


Abbildung 9. Risikodiagramm für mutwillig herbeigeführte Ereignisse aus dem Bericht *Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020* [3] des Bundesamts für Bevölkerungsschutz BABS.

Die mutwillig herbeigeführten Ereignisse sind nach Plausibilität geordnet (Abbildung 9). Dabei sticht heraus, dass die Plausibilität eines Cyber-Angriffs nur als «teilweise plausibel» eingeschätzt wird. Dies lässt sich dadurch erklären, dass nicht Cyber-Angriffe im Allgemeinen betrachtet werden (welche sehr häufig sind), sondern relativ seltene, bedeutende Ereignisse gemäss der Definition des Gefährdungsdossiers BABS. Laut dem Nationalen Zentrum für Cybersicherheit (NCSC) hat die Anzahl der Cyber-Angriffe in den letzten Jahren stetig zugenommen. So haben die Angriffe auf Spitäler um 59% zugenommen, was die Schweiz über den internationalen Schnitt bringt [12]. Ausserdem war bereits jedes vierte Schweizer KMU Opfer eines Cyberangriffs, jedes dritte Opfer wurde finanziell geschädigt, und 10% haben Kundendaten verloren [14]. In der Schweiz schwankt die Anzahl der Meldungen beim NCSC zwischen 149 und 822 Vorfällen pro



Woche. Die häufigsten Kategorien sind Betrugsversuche, gefolgt von Phishing und zwischen 7 bis 10 Hacking Angriffe pro Woche [15].

Aber auch andere Ereignisse (mutwillig und nicht mutwillig herbeigeführt) können einen direkten oder indirekten Einfluss auf die Verfügbarkeit des Mobilfunks haben. Für die Massnahmen zur Härtung/Notstromversorgung von Mobilfunknetzen stützt sich das BAKOM in seinem Bericht [1] auf die zwei Gefährdungsdossiers Stromausfall und Strommangellage BABS ab und hat zur Komplexitätsreduktion auf eine Berücksichtigung weiterer mit Stromausfällen zusammenhängender Dossiers verzichtet.

Die übrigen Dossiers sind jedoch allenfalls für die weiteren Massnahmen auf Basis von Art. 48a FMG nützlich.

Wir haben die verschiedenen Risiken analysiert und die relevanten hier aufgelistet und im Ursachen-und-Wirkung Diagramm in Abbildung 10 dargestellt. Dabei werden bei jedem Risiko auf Basis von Abbildung 8 bzw. Abbildung 9 auch das Schadensmass und die Eintrittswahrscheinlichkeit grafisch dargestellt.

Es folgt eine Übersicht an nicht mutwillig herbeigeführten Ereignissen und deren Folgen, wobei für die Verfügbarkeit des Mobilfunks besonders relevante Gefahren **fettgedruckt** sind und weniger relevante Gefahren in Klammern stehen:

1. **Strommangellage**

2. Ausfall Mobilfunk

3. (Hitzewelle) → Stromausfall

4. **Stromausfall**

5. (Sturm) → Stromausfall

6. (Kältewelle) → Strommangellage oder -ausfall

7. (Hagel/Unwetter) → Stromausfall

8. **Ausfall Rechenzentrum** → direkte Störung des Mobilfunks und Ursache für Strommangellage oder -ausfall

9. Unfall KKW → Strommangellage

10. Sonnensturm → Stromausfall

11. Unfall Stauanlage → Stromausfall

12. **Erdbeben** → Schaden an Mobilfunkinfrastruktur und Strommangellage oder -ausfall

13. **Hochwasser** → Schaden an Mobilfunkinfrastruktur und Strommangellage oder -ausfall

14. (Meteoriteneinschlag) → wie Erdbeben oder Hochwasser

15. Vulkanausbruch → Strommangellage

Mutwillig herbeigefügte Ereignisse und deren Folgen:

1. Unruhen → Strommangellage

2. Konventioneller Anschlag → Strommangellage



3. Cyber-Angriff → direkt und Strommangellage/ -ausfall

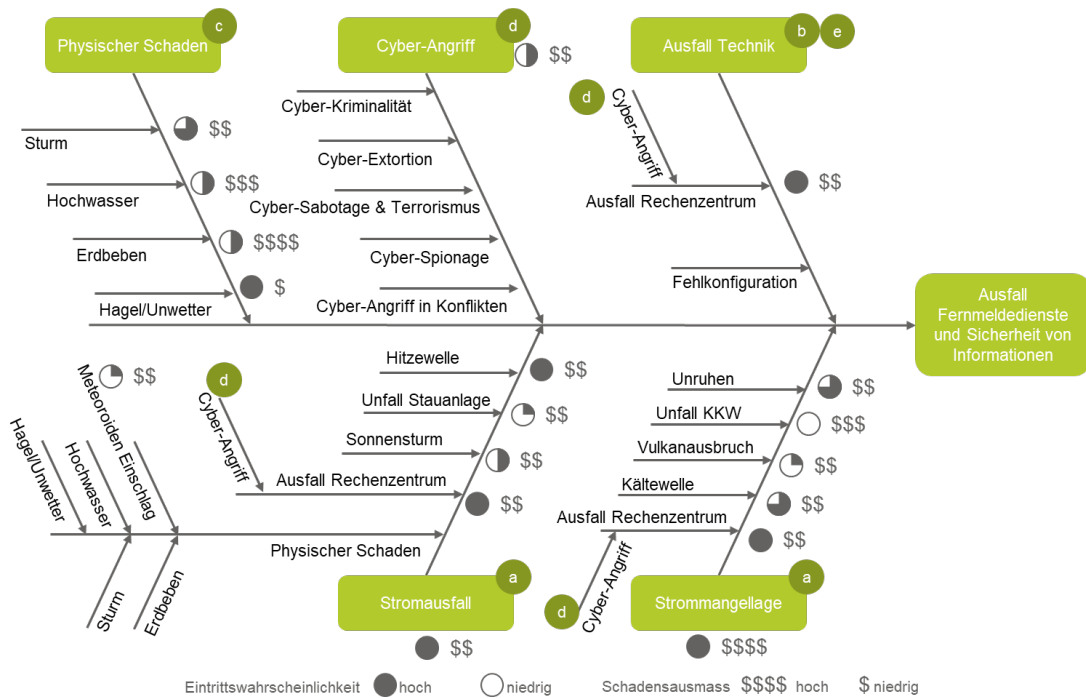


Abbildung 10. Ursachen-und-Wirkung Diagramm mit auf Gefahrenquellen gematchte Risiken

Zusammengefasst ergeben sich damit folgende Gefahrenquellen:

Tabelle 40. Übersicht Gefahrenquellen

Gefahrenquellen	
a: Strom	d: Software & Firmware Integrität
b: Verbindung	e: Plattform Produkt-IT
c: Physische Integrität	

Darüber hinaus werden die Hauptrisiken den jeweiligen Gefahrenquellen zugeordnet, welche als Gliederung der Massnahmen dienen. Tabelle 41 zeigt auf, welche Risiken an welchen Standorten bestehen.



Tabelle 41. Gefahrenpotential: Welche Risiken bestehen an welchen Standorten?

	1a	1b	2	3	4a	4b	5
	Antennenstandorte	Anschluss der Festnetz- endkunden/innen	Leitung	Ortszentralen	Core Standorte & Verbindungen (FDA2)	Core Standorte & Verbindungen (MNO3)	Rechenzentren FDAs
a: Strom	X	-	X	X	-	(X)	X
b: Verbindung	X	X	(X)	X	X	X	X
c: Physische Integrität	X	X	X	X	X	X	X
d: Software Integrität	X	X	(X)	X	(X)	(X)	X
e: Plattform Produkt-IT	-	-	-	-	-	-	X

X: relevant

(X): teilweise relevant

A.4. Übersicht über Massnahmen in anderen Ländern

In verschiedenen anderen Ländern wurden bereits Massnahmen zur Aufrechterhaltung der Sicherheit von Informationen und von Fernmeldeinfrastrukturen und -diensten eingeführt. Ausgewählte Massnahmen sind im Folgenden zusammengefasst. Es wird darauf verzichtet identische Massnahmen mehrmals zu beschreiben, insbesondere von einzelnen EU-Mitgliedsländern aus der EU 5G Toolbox übernommene Massnahmen.

Auf Ebene der **Europäischen Union** ist vor allem die 5G-Toolbox relevant. Diese umfasst ein umfangreiches Set an möglichen Massnahmen, welches die Länder in die nationalen Regulierungen übernehmen können. Einzelne Mitgliedsstaaten haben entsprechende Richtlinien oder Gesetze erlassen. Weitere relevante Regelungen finden sich im EECC (Art. 40 und 41), welcher elektronische Kommunikationsnetze und -dienste regelt sowie in der dazugehörigen Richtlinie der ENISA (Guideline on Security Measures under the EECC) [72].

Deutschland hat entsprechende Regelungen einerseits im Telekommunikationsgesetz [16] im Paragrafen § 165: Technische und organisatorische Schutzmassnahmen. Dort ist festgelegt, dass öffentlich zugängliche TelekommunikationsdienstleisterInnen Massnahmen ergreifen müssen, damit auch in einer nicht genauer spezifizierten Krise die entsprechenden Dienste zur Verfügung stehen. Für Verstösse können bis zu 1 Mio. Euro Zwangsgelder eingefordert werden. Ausserdem ist im Gesetz zur Sicherstellung von Postdienstleistungen und Telekommunikationsdiensten in besonderen Fällen [17] im Paragrafen § 5 zur Telekommunikationssicherstellungspflicht festgehalten, dass die Telekommunikationsunternehmen ihre erbrachten Dienste aufrechterhalten müssen im Falle von Naturkatastrophen, besonders schweren Unglücksfällen, Sabotagehandlungen, terroristischen Anschlägen oder sonstigen vergleichbaren Ereignissen oder im Spannungs- oder Verteidigungsfall. Wird eine Dienstleistung nicht aufrechterhalten, droht eine Geldbusse in Höhe von 30'000 Euro.

Frankreich hat im Code de la Defense in den Artikeln L1332-1 bis L1332-7 [18] festgelegt, dass BetreiberInnen kritischer Infrastruktur deren Betrieb auch in Krisen sicherstellen müssen. Haben BetreiberInnen auch nach Ablauf einer festgelegten Frist keinen Schutzplan oder dessen Massnahmen nicht umgesetzt, so kann dies mit 150'000 Euro (einmalig) bestraft werden.



In **Belgien** wird die Sicherheit von Netz- und Informationssystemen in einer Reihe von Gesetzen geregelt. Zuständige Regulierungsbehörde ist das BIPT. In dem in 2005 verabschiedeten Telekomgesetz [19] sind Informationspflichten der TelekombetreiberInnen im Falle einer Verletzung der Netzsicherheit, der Integrität oder des Schutzes personenbezogener Daten festgehalten. Das BIPT stellt ausserdem auf der Onlineplattform SERIMA ein Security Risk Management Tool zur Verfügung, dessen jährlicher Einsatz für bestimmte BetreiberInnen sowie die BWD verpflichtend ist und für weitere BetreiberInnen auf Antrag hin möglich sein soll. Im Gesetz «kritische Infrastruktur» wird das BIPT zudem auch als Kontrolldienst für die elektronische Kommunikation benannt. Es identifiziert die kritischen Infrastrukturen und definiert die Pflichten der BetreiberInnen (z.B. die Entwicklung eines Sicherheitsplans sowie die Meldepflicht von Incidents). Zudem regelt das Gesetz über die Sicherheitsstellungen, wie Sicherheitsermächtigungen, -bescheinigungen und -stellungen zu klassifizieren sind.

Die in **Österreich** eingesetzten Massnahmen zur Blackout-Vorsorge werden in einer parlamentarischen Anfrage [20] zum Thema Krisenvorsorge aus dem Jahr 2020 behandelt. So fanden zum Thema Strommangellage und Stromausfall in den Jahren 2018-2019 Krisenmanagement-Übungen statt. Darüber hinaus wurden im Bundesministerium für Inneres folgende Massnahmen zur Resilienz-Erhöhung im Falle eines Stromausfalls umgesetzt: organisatorische Massnahmen für den Krisenfall, Massnahmen zum Schutz der Kommunikations-Infrastruktur im Falle eines Blackouts und Notstromversorgung. Das staatliche Krisen- und Katastrophenschutzmanagement diskutiert aktuell, wie im Falle eines Stromausfalls die Kommunikation gesichert werden kann. Mögliche Massnahmen umfassen auch das Bereitstellen eines «Staatsgrundnetzes». Ein Grossteil der relevanten Netzkomponenten ist bereits mit Batterien ausgestattet, was eine kurzfristige Krisenkommunikation erlaubt. Darüber hinaus können im Krisenfall sogenannte «Funkamateurrinnen und Funkamateure» durch die staatlichen Behörden aufgefordert werden, bei der Krisenkommunikation zu unterstützen (dieser Punkt wird aktuell allerdings hinsichtlich einer Aufhebung diskutiert). Im Krisenfall können verschiedene Bundesministerien Verfügungs-, Zugriffs- und Beschlagnahmerechte für Treibstoff durchgesetzt werden, um die Treibstoffversorgung von kritischen Infrastrukturen sicherzustellen.

In **Schweden** wurde 2019 eine Verschärfung der Anforderungen für Telekom-BetreiberInnen und ZuliefererInnen von Telekommunikationsdiensten diskutiert [71]. Dabei ging es konkret um die Massnahme, Komponenten, ZuliefererInnen und BetreiberInnen auszuschliessen, welche keine ausreichend hohen Sicherheitsstandards erreichen können.

In **Grossbritannien** hat die Electronic Communications Resilience & Response Group (EC-RRG) eine Resilienz-Richtlinie für AnbieterInnen von Telekommunikationsinfrastruktur mit nationaler Bedeutung verfasst [21]. Diese Richtlinien haben aber keinen regulatorischen Charakter, sondern entsprechen einer Selbstregulierung der Branche. Sie geben vor, dass die Schlüsselemente der Telekommunikationsinfrastruktur auch im Fall eines Stromausfalles weiterfunktionieren müssen. In Minimum muss ein Stromunterbruch von sieben Tagen überbrückt werden können. Die AnbieterInnen müssen sicherstellen, dass im Krisenfall die Versorgung der Notstromgeneratoren mit Treibstoff sichergestellt ist.

Der amerikanische Bundesstaat **Kalifornien** hat im Jahr 2020 als Reaktion auf die Stromausfälle auf Grund von Waldbränden und der damit verbundenen Abschaltung des Mobilfunknetzes ein Gesetz zur Notstromversorgung von Antennenstandorten erlassen [22]. Das Gesetz legt fest, wie lange ein Antennenstandort mit Notstrom versorgt werden muss (72h) und macht detaillierte technische Vorgaben in Bezug auf die Leistung des Generators, der Absicherung der Treibstofftanks, sowie dem maximalen Volumen des Generators und wie weit weg von der eigentlichen Antenne dieser installiert werden darf. Das Gesetz gilt nur für neugebaute Antennen und ist bis 2024 beschränkt. Die Kosten müssen von den AntennenbetreiberInnen selbst getragen werden.



In **Finnland** muss ein Netzelement, das viele KundInnen bedient, redundant ausgelegt werden (für die verschiedenen Schwellenwerte siehe hier [73]).

Norwegen hingegen kennt keine direkten Schwellenwerte, die Massnahmen sollen aber proportional zur Grösse der FDA angewandt werden. Die FDA müssen keine regelmässigen Berichte abliefern, können aber aufgefordert werden alle relevanten Dokumente an die Behörden zu liefern und auch von diesen auditiert werden. Sollte es notwendig sein sind die Behörden berechtigt Bussen zu verteilen. Diese reichen in der Höhe von symbolisch bis signifikant. Massnahmen, die über die üblichen Anforderungen hinausgehen, werden direkt von der öffentlichen Hand finanziert (z.B. Notstrom für die Aufrechterhaltung von Telekommunikationsdienstleistungen für Behörden in nicht-dicht besiedeltem Gebiet bei Stromausfällen).

A.5. Risikomindernde Massnahmen zur «Härtung der Mobilfunknetze»

Nachfolgend werden die risikomindernden Massnahmen zur Härtung der Mobilfunknetze beschrieben und bezüglich ihrer Eignung bewertet. Die hier gelisteten Massnahmen decken auch sämtliche relevanten Massnahmen aus den verschiedenen Quellen ab, die das BAKOM zur Verfügung gestellt hat [1][2].

A.5.1. Massnahmen a: Strom («Härtung der Mobilfunknetze»)

In dieser Massnahmengruppe werden Massnahmen zur Adressierung einer Strommangelage oder auch einem Stromausfall betrachtet, d.h. Massnahmen zur Härtung der Mobilfunknetze. Nicht alle Netzwerkkomponenten sind von dieser Gefahrenquelle betroffen. So ist sie für die Festnetzanschlüsse der Endkundinnen und Endkunden und die Core Standorte & Verbindungen (FDA2) irrelevant (siehe Abbildung 11). Aus dem Massnahmenbereich werden die meistversprechenden Massnahmen pro Netzwerk-Komponente identifiziert (grüne Markierung in Abbildung 11). Diese werden in der weiteren Analyse detaillierter betrachtet.

	1a	1b	2	3	4a	4b	5
a1	○	N/A	○	○	N/A	○	○
a2	●	N/A	●	●	N/A	●	●
a3	●	N/A	○	○	N/A	○	○
a4	○	N/A	○	○	N/A	●	● ¹

○ : Eignung der Massnahme, um Gefahr zu mitigieren (voller Kreis: hohe Eignung)

¹ Muss bereits vor Bau in der Konzeption des Rechenzentrums geplant werden.

■ Weiter zu verfolgende Massnahmen

Abbildung 11. Massnahmen a: Strom («Härtung der Mobilfunknetze»)

a1: Solarpanels, Windturbinen oder andere alternative Energieversorgung

- **Beschreibung:** Alternative Quellen der Energieversorgung sind mit unterschiedlichen Herausforderungen verbunden. Solarzellen benötigen zum Beispiel viel Fläche, aber auch werden Batterien benötigt, um die Zeit ohne Sonneinstrahlung zu überbrücken. Besonders im Winter kann die Anzahl produktiver Sonnenstunden gering sein, was wiederum sehr grosse Batteriekapazität (min. 24h) voraussetzt. So erachtet das BAKOM Solarzellen für den Notbetrieb zum heutigen Zeitpunkt als ungeeignet. Windenergie ist ebenfalls von einer hohen Volatilität geprägt.
- **Bewertung:** Diese Massnahme weist eine niedrige Relevanz für sämtliche Netzwerkkomponenten auf. Dies liegt insbesondere daran, dass eine 7x24 Verfügbarkeit mit



dieser Massnahme nicht gewährleistet werden kann und die Solarpanels insbesondere über eine zu geringe Kapazität verfügen (Allenfalls für die Versorgung von sehr abgelegenen und sonnenreichen Regionen [65]). Für die Cores ist diese Massnahme aufgrund des höheren Stromverbrauchs und der Dezentralität der Cores nicht geeignet. Für die Verwendung in den Rechenzentren der FDA fällt die Bewertung etwas besser aus, da dort eine Kombination mit Batterien möglich wäre.

- *Abgedeckte Risiken:* Sowohl die Strommangellage als auch der Stromausfall wären bei Rechenzentren mit dieser Massnahme abgedeckt (in Kombination mit einer Batterie).
- *Betroffene Akteurinnen und Akteure:* alle MobilfunknetzbetreiberInnen der Schweiz

a2: Dieselgeneratoren oder Brennstoffzellen mit Tankversorgung

- *Beschreibung:* Bei Dieselgeneratoren treibt ein mit Diesel betriebener Motor einen Generator zur Stromerzeugung an. Dieselgeneratoren sind bereits jetzt bei den FDA zur Notstromversorgung im Einsatz und stellen eine sehr übliche Massnahme dar. Für Diesel und Heizöl bestehen Pflichtlager, welche im Krisenfall vier Monate Verbrauch gesamtschweizerisch abdecken können. Damit ist der Dieserverbrauch im Krisenfall nicht vom Ausland abhängig. Zudem können Brennstoffzellen genutzt werden. Hier wird chemische in elektrische Energie umgewandelt. Eine Brennstoffzelle kommt ohne mechanische Komponenten aus und ist daher weitgehend wartungsfrei, jedoch ist die Effizienz im Betrieb nur gleichwertig zu Diesel bei einer aufwändigeren Lagerung (Drucktanks) und hohen Verlusten (bis zu 2% pro Tag) [70] durch entweichenden Wasserstoff. Treibstoff kann im laufenden Betrieb nachgefüllt werden. Als Treibstoff dient Wasserstoff oder Methanol, welcher in der Schweiz aus Strom bzw. Biomasse hergestellt werden kann, was im Krisenfall die Abhängigkeit vom Ausland verringert. Aufgrund dieser Betrachtungen fokussieren wir aktuell auf Dieselgeneratoren.
- *Bewertung:* Diese Massnahme ist für fast alle Netzwerk-Komponenten sehr geeignet bzw. bereits als Standard umgesetzt. Mit Hilfe dieser Massnahme lässt sich ein Stromausfall beliebig lange überbrücken, solange Treibstoff vorhanden ist bzw. nachgefüllt wird. Kleine Abstriche sind bei den Antennenstandorten zu machen, da die Herausforderung einer hohen Anzahl von Standorten besteht, an denen Generatoren installiert werden müssten. Zum Teil ist eine Installation wahrscheinlich an gewissen Standorten gar nicht möglich. Darüber hinaus benötigen die Generatoren regelmässige Wartung und müssen nachgefüllt werden. Zudem besteht ein gewisser Platzbedarf für Generatoren und Treibstoff (Dimensionen etwa 1.5 x 1 x 1 m). Zuletzt kann angemerkt werden, dass diese Generatoren Emissionen ausstossen, die entsprechend abgeführt werden müssen (Kamin).
- *Abgedeckte Risiken:* Sowohl die Strommangellage als auch der Stromausfall wären mit dieser Massnahme abgedeckt.
- *Betroffene Akteurinnen und Akteure:* alle NetzbetreiberInnen der Schweiz

a3: Batterien & Puffersysteme

- *Beschreibung:* Batterien liefern im Fall eines Stromausfalls Strom. Sobald Strom wieder vorhanden ist, können die Batterien aufgeladen werden und sind bereit für den nächsten Stromausfall. Dies ist besonders im Zusammenhang mit Rolling Blackouts sehr praktisch. Jedoch kann nur ein kleiner Strombedarf, wie er an Antennenstandorten benötigt wird, damit gedeckt werden. Für grösseren Stromverbrauch, wie er in Ortszentralen oder Core Standorten benötigt wird, müssen Dieselgeneratoren eingesetzt werden. Aus Umweltsicht sind bei Batterien vor allem die grauen Emissionen



zu erwähnen, diese fallen bei der Batterieherstellung durch den Abbau von Mineralien an.

- *Bewertung:* Notstrombetrieb nur mit Batterien eignet sich nur für die Antennenstandorte. Unklar ist, ob die Laufdauer unter realen Bedingungen (Stromausfall) ausreicht. Im Gegensatz zu Dieselgeneratoren mit Tank können Batterien nicht im laufenden Betrieb aufgeladen werden.

Die EZV hat die Ausrüstung der Polycom, Richtfunk- und Repeaterstandorte sowie der Sendestandorte und Basisstationen mit Batterien geplant (Ausfall bis 72h). Zudem sollen punktuell mobile Dieselgeneratoren eingesetzt werden. Prinzipiell werden grössere Batterien benötigt, um längere Ausfälle zu überbrücken. Die Batteriekapazität skaliert 1:1 mit der benötigten Laufzeit, somit ist ihre Kapazität beschränkt. Batterien sind ausserdem anfällig auf kalte Temperaturen, sodass sie im Winter eventuell geheizt werden müssten, damit ihre volle Kapazität genutzt werden kann. Mit aktuell verfügbaren kommerziellen Systemen für den Ausseneinsatz (Lithium-Eisen-Phosphat) können 10 kWh Leistung erzielt werden. Für die Ausstattung eines typischen 10 kW Standortes reicht dies für eine Stunde. Daher ist es erforderlich mehrere dieser Einheiten einzusetzen. Bei einer Laufdauer von 72h sind dies 72 Einheiten mit einem Gesamtgewicht von 4 Tonne. Je länger der Stromausfall andauert (über 72h), desto weniger realistisch ist diese Art der Ausstattung aufgrund der örtlichen Gegebenheiten. Zudem ist die Alterung der Batterien (10 Jahre sofern innerhalb eines Temperaturbereichs von -10 bis 50 Grad betrieben) in der Regel nicht reversibel und führt zu Ersatzbedarf. Nach Einschätzung der BAKOM ist dies dennoch kein Ausschlusskriterium, da man diesen Nachteil adressieren kann, indem man zu Beginn etwas mehr Kapazität installiert. Von Vorteil ist, dass der Betrieb weitgehend wartungsfrei wäre, da keine mechanischen Komponenten vorhanden sind und geringer Platzbedarf anfällt.

- *Abgedeckte Risiken:* nur Strommangellage und kurze Stromausfälle⁶⁴ von ein paar Stunden
- *Betroffene Akteurinnen und Akteure:* alle Netzbetreiberinnen der Schweiz

a4: Notnetz (Smart Grid) / neuartiges Stromnetz / Gaskombikraftwerk in Rechenzentrum

- *Beschreibung:* Bei einem lokalen Notnetz werden pro Gemeinde oder Ortsteil grössere Generatoren an zentralen Standorten installiert. Die lokalen Antennenstandorte sind mit den Standorten über eine separate verlegte Stromleitung verbunden. Dies könnte vor allem in urbanen Gebieten, wo die Installation eines kleinen Dieselgenerators direkt am Antennenstandort auf Grund von beengten Platzverhältnissen nur schwer möglich ist, eine gangbare Lösung sein. Eine weitere Möglichkeit wäre die Bereitstellung mobiler Generatoren in lokalen Feuerwehrdepots: Es wird sichergestellt, dass bei jeder Feuerwehr ein mobiler Notstromgenerator zur Verfügung steht, welche diese unterhalten und im Ereignisfall installieren und betreiben müsste (analog Deutschland). Das Polycom-Projekt setzt diese Lösung für ca. einen Drittel der Standorte ein (Kategorie 2). Dies ist wiederum in urbanen Gebieten, wo der Platz für die permanente Installation eines Dieselgenerators beschränkt ist, eine alternative Lösung. Aktuell werden die Stromnetze zu Smart Grids umgebaut. Dabei werden Smart Meter, welche präziser steuerbar sind, im Netz installiert. Damit könnten einzelne Standorte im Fall einer Strommangellage gezielt von Rolling Blackouts ausgenommen werden. Heutige Netze lassen nur eine Priorisierung auf Quartierebene zu.

⁶⁴ Längere Stromausfälle könnten in der Theorie überbrückt werden, die Praktikabilität der Aufrüstung der Standorte ist aber fragwürdig aufgrund der resultierenden Grösse und des Gewichts der zu installierenden Batterien.



Diese Option steht flächendeckend kaum vor dem Jahr 2030 zur Verfügung. In grossen Standorten, insbesondere Rechenzentrumsstandorten mit sehr hohem Stromverbrauch, sind so grosse Dieselgeneratoren erforderlich, dass alternative Kraftwerkstypen von Interesse sein können. Es gibt verschiedene Beispiele, bei denen Gaskombikraftwerke dazu eingesetzt werden. Auch denkbar sind Kombinationen aus Wind, Sonne, Wasserkraft und grossen Energiespeichern.

- **Bewertung:** Bei den Core-Standorten und den Rechenzentren wäre diese Massnahme theoretisch umsetzbar, da es sich um zentralisierte Standorte handelt und die Core-Standorte bzw. FDA Rechenzentren bereits privilegiert erschlossen sind. Alle oben genannten Kombinationen müssen ganzheitlich bspw. beim Bau eines Rechenzentrums konzeptionell vorbereitet werden und bedingen einer Koordination zwischen Akteurinnen und Akteure, wie dem lokalen Energieversorger, der Rechenzentrums-Betreiber resp. dem Rechenzentrums-Betreiber sowie der politischen Gemeinde. Diese Betrachtungen sprengen den Kontext unserer Studie.
- **Abgedeckte Risiken:** Denkbar wäre diese Massnahme für die Strommangellage (Smartgrid).
- **Betroffene Akteurinnen und Akteure:** alle NetzbetreiberInnen der Schweiz

A.6. Risikomindernde allgemeine Massnahmen zur Sicherheit

A.6.1. Massnahmen b: Verbindung

Im Bereich der Gefahrenquelle «Verbindung» sind prinzipiell zwei Arten von Massnahmen möglich: Massnahmen bezüglich des «Outputs», d.h. Regulationen bezüglich eines erwarteten Ergebnisses (z.B. in Form von SLA) und Massnahmen bezüglich des «Inputs», d.h. Regulation bezüglich der Vorgaben, die z.B. das BAKOM den FDA macht.

Aus dem Massnahmenbereich werden die meistversprechenden Massnahmen pro Netzwerk-Komponente identifiziert (grüne Markierung in Abbildung 12). Diese werden in der weiteren Analyse detaillierter betrachtet.

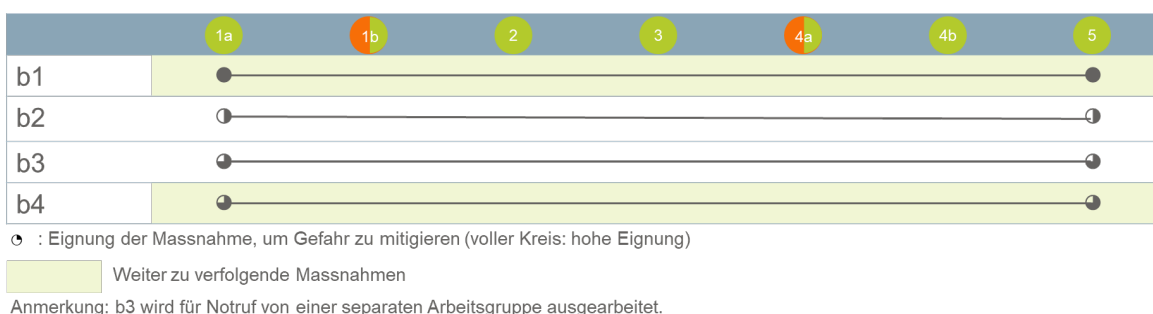


Abbildung 12. b. Verbindung

b1: Verbindliche SLA mit Branchen-Standard

- **Beschreibung:** Es ist vorgeschrieben, Vereinbarungen zwischen den beteiligten FDA schriftlich vorzunehmen und einen branchenweiten Standard in Bezug auf Resilienz zu vereinbaren. Dazu gehören Krisenvorsorge (Notstromversorgung), Rückfallebenen, Wiederherstellungszeiten und Verfügbarkeit. FDA dürfen nur auf eigenen Leitungen oder auf Leitungen, die diesen Mindest-SLA entsprechen, Fernmeldedienste anbieten. Der entsprechende Branchenstandard ist vorgängig durch das BAKOM auszuarbeiten und für verbindlich zu erklären (analog FINMA Art. 43c,



Finanzmarktaufsichtsgesetz). Nach der Einführung wird diese Massnahme dazu führen, dass FDA Produkte mit SLA einkaufen müssen, welche teilweise teurer als heutige Vorleistungsprodukte sind.

- *Bewertung:* Verbindliche SLA sind Industrie-Standard, jedoch nicht aus Resilienz-Perspektive. Wo dies noch nicht der Fall ist, ist eine Umsetzbarkeit dieser Massnahme sehr erfolgsversprechend. Dies gilt für alle Netzwerkhierarchie-Ebenen.
- *Abgedeckte Risiken:* Ausfall Rechenzentrum, Cyber-Angriff (via Ausfall Rechenzentrum), Fehlkonfiguration
- *Betroffene Akteurinnen und Akteure:* alle FDA der Schweiz

b2: Systemführerschaft BAKOM

- *Beschreibung:* Systemführerschaft beinhaltet, dass eine Stelle berechtigt ist, unternehmensübergreifende Aufgaben stellvertretend für andere Unternehmen wahrzunehmen, z.B. Eisenbahninfrastruktur (Art. 36 Eisenbahngesetz). Im Kontext der Notrufe bedeutet dies, dass eine Stelle sowohl den kantonalen Notrufempfangsstellen wie auch allen beteiligten FDA Vorgaben machen kann, um die Durchstellung von Notrufen sicherzustellen. Dieses Konzept könnte verallgemeinert werden in Bezug auf andere Fernmeldedienste, wobei je nach Dienst auch weiteren Parteien (z.B. Anbieter von Internetdiensten, Webhosting-Unternehmen, Content Distribution Networks) Vorgaben vorzuschreiben wären. Inwieweit dies für Unternehmen mit Sitz ausserhalb der Schweiz realistisch ist, müsste in einem Folgeschritt beurteilt werden.
- *Bewertung:* Die Übernahme der Systemführerschaft im Bereich Verbindung durch das BAKOM erscheint herausfordernd und potenziell ineffizient, da das Knowhow auf Seite des BAKOM nicht vorhanden ist, um den FDA beschreiben zu können, wie die Netze im Detail zu konzipieren wären, und das BAKOM dadurch stark in die unternehmerische Freiheit der FDA eingreifen würde.
- *Abgedeckte Risiken:* Ausfall Rechenzentrum, Cyber-Angriff (via Ausfall Rechenzentrum), Fehlkonfiguration
- *Betroffene Akteurinnen und Akteure:* alle FDA der Schweiz

b3: Systemführerschaft FDA

- *Beschreibung:* Systemführerschaft beinhaltet, dass eine Stelle berechtigt ist, unternehmensübergreifende Aufgaben stellvertretend für andere Unternehmen wahrzunehmen, z.B. Eisenbahninfrastruktur (Art. 36 Eisenbahngesetz). Im Kontext der Notrufe bedeutet dies, dass eine Stelle sowohl den kantonalen Notrufempfangsstellen wie auch allen beteiligten FDA Vorgaben machen kann, um die Durchstellung von Notrufen sicherzustellen. Dieses Konzept könnte verallgemeinert werden in Bezug auf andere Fernmeldedienste, wobei je nach Dienst auch weiteren Parteien (wie z.B. Anbieter von Internetdiensten, Webhosting Unternehmen, Content Distribution Networks) Vorgaben vorzuschreiben wären. Inwieweit dies für Unternehmen mit Sitz ausserhalb der Schweiz realistisch ist, müsste in einem Folgeschritt beurteilt werden. Aktuell beraten die politischen Instanzen, inwieweit die Swisscom die Systemführerschaft für Notrufe übernehmen könnte.
- *Bewertung:* Die Übernahme der Systemführerschaft im Bereich Verbindung durch die FDA erscheint herausfordernd. Während das Knowhow zur Konzipierung der Netze vorhanden ist, besteht ein komplexes Beziehungsgeflecht zwischen den FDA, sodass in der Praxis unklar ist, wie die Systemführerschaft umzusetzen ist.



Im Teilbereich der Notrufe erscheint dies wahrscheinlich, hier hat das Parlament eine entsprechende Motion überwiesen.⁶⁵ Es stellen sich jedoch prinzipielle Fragen der Zuständigkeit der jeweiligen Staatsebenen, welche politisch zu adressieren sind – insbesondere könnte die Anwendung von durch ein Bundesamt legitimierten Vorgaben eines Privatunternehmens bei Behörden und Organisationen für Rettung und Sicherheit (BORS) mit Kostenfolgen auf Widerstand stossen. Evtl. stellen sich auch kartellrechtliche Fragen, insbesondere, wenn weitere Systeme/Dienste als der Notruf betrachtet werden.

- *Abgedeckte Risiken:* Ausfall Rechenzentrum, Cyber-Angriff (via Ausfall Rechenzentrum), Fehlkonfiguration
- *Betroffene Akteurinnen und Akteure:* alle FDA der Schweiz

b4: Technische/Architektur-Vorgaben

- *Beschreibung:* Das BAKOM erlässt Vorschriften, wie Fernmeldedienste technisch zu konzipieren sind. Dazu gehören architektonische Vorgaben, insbesondere die Verwendung bestimmter Topologien, d.h. geschlossene Ringe oder mehrfach vermaschte Netzverbindungen, Vorgaben zu mehrfachen Ausführungen (Redundanz) und Überbuchungsfaktoren; z.B. darf im Normalbetrieb nur maximal 50% der Kapazität verwendet werden. Zusätzlich könnten Vorgaben in Bezug auf die Auswahl der Anbieterinnen und Anbieter getroffen werden, z.B. Dual-Vendor oder Dual-Technologie: Entweder innerhalb eines Unternehmens (50% der Antennenstandorte von Hersteller A, 50% von Hersteller B) oder unternehmensübergreifend (wenn z.B. FDA 1 den Hersteller A verwendet, darf FDA 2 diesen nicht verwenden). Des Weiteren könnte das BAKOM eine zu starke Synergienutzung verbieten (z.B. zwischen Fest- und Mobilnetz oder in Bezug auf den Einkauf von Leistungen eines FDA durch einen anderen FDA).
- *Bewertung:* Diese Massnahme wird als vielversprechend für alle Netzwerk-Komponenten bewertet. Allerdings bestehen auch gewisse Herausforderungen, z.B. insbesondere die Tatsache, dass technische Vorgaben veralten und kontinuierlich aktualisiert werden müssen. Es stellt sich aber die Frage, ob das BAKOM genügend Knowhow hat und ob die regulatorischen Vorgaben genügend dynamisch sind. Zudem handelt es sich um einen weitgehenden Eingriff in den Markt, der den Handlungsspielraum der FDA einschränken würde.
- *Abgedeckte Risiken:* Ausfall Rechenzentrum, Cyber-Angriff (via Ausfall Rechenzentrum), Fehlkonfiguration
- *Betroffene Akteurinnen und Akteure:* alle FDA der Schweiz

A.6.2. Massnahmen c: Physische Integrität

Bei den Massnahmen, die die Gefahrenquelle der physischen Integrität adressieren, handelt es sich im Wesentlichen um bauliche und personelle Massnahmen.

Aus dem Massnahmenbereich werden die meistversprechenden Massnahmen pro Netzwerk-Komponente identifiziert (grüne Markierung in Abbildung 13). Diese werden in der weiteren Analyse detaillierter betrachtet.

⁶⁵ [21.3000 | Systemführerschaft für die Abwicklung von Notrufen | Geschäft | Das Schweizer Parlament](#)



	1a	1b	2	3	4a	4b	5
c1	●	●	○	● GAPS!	○	○	●
c2	○ ¹	○ ¹	○	○	○	○	●
c3	● GAPS!	● GAPS!	●	● GAPS!	●	●	●
c4	○	○	○	● GAPS!	○	○	●
c5	○	○	○	○	○	○	●
c6	●	●	●	○	○	○	○

○ : Eignung der Massnahme, um Gefahr zu mitigieren (voller Kreis: hohe Eignung) ¹ Freistehende Antennen

Weiter zu verfolgende Massnahmen

Abbildung 13. c. Physische Integrität

c1: Bauliche Massnahmen: Zutrittsschutz

- **Beschreibung:** Bauliche Massnahmen wie Zäune, Mauern, Türen, Schlösser, etc. werden für den Zutrittsschutz eingesetzt. Diese dienen dem Schutz gegen Vandalismus, Sabotage, etc.
- **Bewertung:** Bei diesen Massnahmen ist wichtig zu überprüfen, in welchem Mass diese Massnahme für welchen Standorttypen sinnvoll ist. Wahrscheinlich ist es nicht sinnvoll oder umsetzbar, zu fordern, dass jede Antenne derart geschützt ist. Die Heterogenität der Standorte muss hier mit einbezogen werden. Bauliche Massnahmen in urbanen Gebieten sind wahrscheinlich schwerer umsetzbar als auf dem Land.
- **Abgedeckte Risiken:** Vandalismus, Sabotage
- **Betroffene Akteurinnen und Akteure:** alle FDA der Schweiz

c2: Bauliche Massnahmen: Robustheit

- **Beschreibung:** Diese Massnahme umfasst bauliche Aktivitäten zum Schutz vor Naturereignissen (z.B. Erdbeben).
- **Bewertung:** Die Bewertung der baulichen Massnahmen für Robustheit fällt weniger positiv aus als jene gegen Vandalismus und Sabotage. Bauliche Massnahmen helfen prinzipiell nur bei einem Teil der antizipierten Natureinflüsse. Leitungen im Boden können nicht durch bauliche Massnahmen vor Erdbeben geschützt werden. Bei den Ortszentralen kommt hinzu, dass es sich hierbei z.T. um Fremdliegenschaften handelt, bei denen diese Massnahme kaum umsetzbar sein wird.
- **Abgedeckte Risiken:** Sturm, Hochwasser, Erdbeben, Hagel, Unwetter
- **Betroffene Akteurinnen und Akteure:** alle FDA der Schweiz

c3: Alarmierung / Technische Überwachung

- **Beschreibung:** Einsatz von Kameras, Sensoren, etc. als passiver Schutz und als Abschreckungsmassnahme.
- **Bewertung:** Bei den Antennenstandorten, Ortszentralen und Cores, sowie den dazugehörigen Leitungen entfalten diese Massnahmen ihre Wirksamkeit nur in Kombination mit Massnahmen c4 und c5, d.h. Sicherheitspersonal.
- **Abgedeckte Risiken:** Vandalismus, Sabotage



- *Betroffene Akteurinnen und Akteure:* alle FDA der Schweiz

c4: Sicherheitspersonal (privat)

- *Beschreibung:* Diese Massnahme kann auf drei verschiedene Weisen umgesetzt werden: Privates Sicherheitspersonal i) ist kontinuierlich am Standort präsent, ii) patrouilliert regelmässig, oder iii) kommt bei Alarmierung. Je nach Grösse und Lage der Standorte ist die eine oder andere Variante sinnvoll.
- *Bewertung:* Für Rechenzentren wird diese Massnahme als geeignet beurteilt. Für alle anderen Fälle wird sie als wenig sinnvoll erachtet. Dies liegt insbesondere an der hohen Anzahl an Standorten auf allen Netzwerkhierarchieebenen, welche zu einem schlechten Kosten-Nutzen Verhältnis führen. Darüber hinaus können Leitungen im Boden nicht geschützt werden.
- *Abgedeckte Risiken:* Vandalismus, Sabotage
- *Betroffene Akteurinnen und Akteure:* alle FDA der Schweiz

c5: Sicherheitspersonal (staatlich)

- *Beschreibung:* Beim Einsatz von staatlichem Sicherheitspersonal, d.h. Polizei oder Militär, kann zwischen zwei Einsatzarten unterschieden werden. In der normalen Lage kommt die Polizei bei Alarmierung (Einbruch, Vandalismus) zum Einsatz. In Krisenlagen ist eine militärische Überwachung und der Schutz von kritischer Infrastruktur denkbar. Dabei sind die beschränkten Mittel der staatlichen Sicherheitsorgane in einer Krise und allfällige Priorisierungen zu beachten, beispielsweise ob ein FDA-Rechenzentrum oder ein Spital geschützt werden muss.
- *Bewertung:* Bei den Antennenstandorten sowie den Festnetzkomponenten und Cores ist diese Massnahme reaktiv denkbar. Im Ereignisfall stellt sie eine situativ gute Massnahme dar. Aber Leitungen im Boden können nicht geschützt werden. Bei den Rechenzentren der FDA erscheint diese Massnahme sehr sinnvoll.
- *Abgedeckte Risiken:* Vandalismus, Sabotage
- *Betroffene Akteurinnen und Akteure:* alle FDA der Schweiz

c6: Resilienz Gesamtsystem

- *Beschreibung:* Die Resilienz des Gesamtsystems führt dazu, dass der Ausfall einzelner Standorte akzeptabel wird. Sie stellt sicher, dass das Gesamtsystem noch funktioniert, selbst wenn einzelne Standorte ausfallen. Bereits heute ist dies aufgrund der hohen Dichte von Standorten vor allem in urbanen Regionen der Fall. Denkbar ist eine Konkretisierung dieser Vorgabe durch das Festlegen einer Mindestabdeckung (z.B., wenn x% der Antennen ausfallen, müssen immer noch y% der Bevölkerung Zugang zu den Diensten haben).
- *Bewertung:* Die Eignung der Massnahme wird als hoch bei den Antennenstandorten und Verbindungen zu den Ortszentralen erachtet. Die Tatsache, dass die Anzahl der Standorte bereits sehr hoch ist, bedeutet, dass sie zu grossen Teilen bereits umgesetzt ist. Bei den Ortszentralen besteht die Einschränkung, dass diese vielfach nicht redundant sind. Bei den verbleibenden Netzwerkhierarchiestufen ist diese Massnahme nicht wirksam, da die Schadensschneise eines Ausfalls um ein Vielfaches höher ist.



Theoretisch liesse sich diese Resilienz im Krisenfall durch eine Aufhebung der NIS-Verordnung erhöhen, jedoch erscheint dies weder politisch (Änderung der Strahlenschutzbestimmungen) noch technisch (Rekonfiguration der Antennen) umsetzbar.

- *Abgedeckte Risiken:* Vandalismus, Sabotage, Naturkatastrophen
- *Betroffene Akteurinnen und Akteure:* alle FDA der Schweiz

A.6.3. Massnahmen d: Software & Firmware Integrität

Die Massnahmen im Bereich der Gefahrenquelle Software und Firmware Integrität adressieren hauptsächlich Cyber-Angriffe.

Aus dem Massnahmenbereich werden die meistversprechenden Massnahmen pro Netzwerk-Komponente identifiziert (grüne Markierung in Abbildung 14). Diese werden in der weiteren Analyse detaillierter betrachtet.

	1a	1b	2	3	4a	4b	5
d1	●	●	N/A	● GAPS!	○	●	○
d2	●	●	N/A	●	○	●	○
d3	●	●	N/A	●	●	●	●
d4	○	○	○	○	○	○	○
d5	●	●	●	●	○	●	○

○ : Eignung der Massnahme, um Gefahr zu mitigieren (voller Kreis: hohe Eignung)

■ Weiter zu verfolgende Massnahmen

Abbildung 14. d. Software & Firmware Integrität

d1: Vorgaben FDA an Systemhersteller

- *Beschreibung:* FDA können Systemherstellern Vorgaben stellen im Bereich Source Code Audits, Code Escrow, Kryptografische Kontrolle, Signaturen, Background Prüfung der Entwickler, Bereitstellung designierter Entwickler, etc.
- *Bewertung:* Diese Massnahme ist über die meisten Netzwerk-Hierarchieebenen hinweg umsetzbar, hängt jedoch sehr stark davon ab, ob die Hersteller der Hard- und Software bereit sind, entsprechende Massnahmen zu akzeptieren. Einschränkungen bestehen im Bereich der Cores und Verbindungen zu anderen FDA und den Rechenzentren der FDA aufgrund der hohen Anzahl heterogener Hersteller.
- *Abgedeckte Risiken:* Cyber-Angriff
- *Betroffene Akteurinnen und Akteure:* alle FDA der Schweiz

d2: Vorgaben BAKOM an Systemhersteller

- *Beschreibung:* Das BAKOM schreibt vor, wie Software- und Firmware-Implementationen auszugestaltet sind. Diese Vorgaben beinhalten Vorschriften, Richtlinien, Leitlinien, etc. Eine Prüfstelle nimmt Implementationen ab (Zulassung analog zu medizinischen Produkten).



- *Bewertung:* Diese Massnahme ist über die meisten Netzwerk-Hierarchieebenen hinweg umsetzbar, insbesondere wenn die EU entsprechende Regeln erlässt und keine schweizspezifische Umsetzung notwendig ist. Einschränkungen bestehen im Bereich der Cores und Verbindungen zu anderen FDA und den Rechenzentren der FDA aufgrund der hohen Anzahl heterogener Hersteller. Bei den Antennenstandorten gibt es im Ausland bereits Beispiele wie eine solche Massnahme umgesetzt werden könnte (BSI, NIST, ANSI).
- *Abgedeckte Risiken:* Cyber-Angriff
- *Betroffene Akteurinnen und Akteure:* alle FDA der Schweiz

d3: Betriebliche Vorgaben BAKOM an FDA

- *Beschreibung:* Das BAKOM macht Vorgaben an die FDA im Bereich Betrieb. Diese beinhalten z.B. das Testing, Change Management, Patch & Vulnerability Management sowie Prozesse (z.B. nach ITIL). Es ist geregelt, wie die Nachvollziehbarkeit von Prozessen zu gewährleisten ist, dass es unabhängige Audits davon geben muss und wie technische Massnahmen zu implementieren sind, sodass Prozesse nicht umgangen werden können.
- *Bewertung:* Diese Massnahme ist auf allen Netzwerk-Hierarchieebenen wirksam. Es stellt sich aber die Frage, ob das BAKOM genügend Knowhow hat und ob die regulatorischen Vorgaben genügend dynamisch sind. Zudem handelt sich um einen weitgehenden Eingriff in den Markt, der den Handlungsspielraum der FDA einschränken würde.
- *Abgedeckte Risiken:* Cyber-Angriff
- *Betroffene Akteurinnen und Akteure:* alle FDA der Schweiz

d4: Architektonische Vorgaben

- *Beschreibung:* Das BAKOM erlässt architektonische Vorschriften bezüglich der Soft- und Firmware als Schutzmassnahmen zur Absicherung des Netzes. Dazu gehören insbesondere Dual Vendor-Strategie, Out-of-Band Management, Vorgaben zum Schutz vor DDOS-Attacken wie Intrusion Detection Systems (IDS), open RAN, etc. Letzteres ermöglicht zum Beispiel, dass die aktiven Teile und der Controller einer Antenne von verschiedenen Herstellern bezogen werden können.
- *Bewertung:* Diese Massnahme erscheint wenig wirksam und potenziell ineffizient, da sie einen relativ tiefgreifenden Eingriff in die Geschäftsentscheide der FDA darstellt. Darüber hinaus bestehen zusätzliche Einschränkungen im Bereich der Cores und Verbindungen zu anderen FDA und den Rechenzentren der FDA aufgrund der hohen Anzahl heterogener Hersteller.
- *Abgedeckte Risiken:* Cyber-Angriff
- *Betroffene Akteurinnen und Akteure:* alle FDA der Schweiz

d5: Zertifizierung / Homologation (Zulassung) von Systemherstellern durch BAKOM

- *Beschreibung:* Das BAKOM würde bestimmte Systemhersteller verpflichten, sich von unabhängiger Stelle zertifizieren zu lassen. Systemhersteller ohne Zertifizierung können nicht mehr von den FDA genutzt werden. Diese Massnahme ist tiefgreifender als Massnahme d2, bei der es um die Zulassung von bestimmten Lösungen geht.



- **Bewertung:** Diese Massnahme wäre auf allen Netzwerkhierarchieebenen wirksam. Im Ausland ist sie bereits üblich (z.B. Ausschluss eines Herstellers [74]), allerdings nicht in der Schweizer Rechtstradition. Sollte eine Schweizer Homologation mit einer EU-Homologation kompatibel sein, wäre diese Massnahme umsetzbar.
- **Abgedeckte Risiken:** Cyber-Angriff
- **Betroffene Akteurinnen und Akteure:** alle FDA der Schweiz

A.6.4. Massnahmen e: Plattform- / Produkt-IT

Produkt-IT sind sämtliche IT-Systeme, die direkt an der Erstellung der Endkundenprodukte beteiligt sind (z.B. ein Voice Switch). Plattformen sind Systeme, die unter den Produkt-IT Systemen liegen und als gemeinsame Basis fungieren (z.B. Telco Cloud, Internetanbindung des FDA). Nicht damit gemeint sind Prozess-IT Systeme, welche die internen Prozesse des FDA unterstützen (z.B. Verrechnungssystem, Konfigurationsdatenbank). Bei FDA sind die Begriffe OSS für Produkt-IT und BSS für Prozess-IT üblich.

Aus dem Massnahmenbereich werden die meistversprechenden Massnahmen pro Netzwerk-Komponente identifiziert (grüne Markierung in Abbildung 15). Diese werden in der weiteren Analyse detaillierter betrachtet.

	1a	1b	2	3	4a	4b	5
e1	●	●	○	○ GAPS!	●	●	○
e2	●						
e3	●						
e4	●						

○ : Eignung der Massnahme, um Gefahr zu mitigieren (voller Kreis: hohe Eignung)

■ Weiter zu verfolgende Massnahmen

Abbildung 15. e. Plattform & Produkt-IT

e1: Change Management und Testing Vorgaben vom BAKOM

- **Beschreibung:** Das BAKOM erlässt Vorschriften, wie im Bereich der Plattform- / Produkt-IT das Change Management und Testing zu gestalten wäre.
- **Bewertung:** Diese Massnahme ist eingeschränkt wirksam, wobei sich die Gründe je nach Netzwerkhierarchieebene unterscheiden. Auf Ebene der Antennenstandorte besteht aufgrund der Heterogenität und sehr hohen Anzahl der Antennen nur eine eingeschränkte Anwendbarkeit von Testszenarien auf einzelne Antennen. Im Bereich der Verbindungen zu den Ortszentralen ist es unrealistisch, betriebliche Vorgaben über mehrere Sublieferanten-Stufen durchzusetzen. Bei den Ortszentralen selbst besteht eine erschwerte Umsetzbarkeit betrieblicher Vorgaben für LiegenschaftsbesitzerInnen. Auf Stufe der Rechenzentren der FDA besteht eine sehr hohe Komplexität der eingesetzten Lösungen. Zudem können Abhängigkeiten zwischen FDA kaum überblickt werden. Einzig auf Ebene der Cores wäre diese Massnahme denkbar.
- **Abgedeckte Risiken:** Ausfall Technik aufgrund von Cyber-Angriff, Ausfall Rechenzentrum oder Fehlkonfiguration
- **Betroffene Akteurinnen und Akteure:** alle FDA der Schweiz

e2: SLA für kritische Services / Strafbestimmungen



- *Beschreibung:* Analog zu Massnahme b1 für Plattformen. Es ist vorgeschrieben, Vereinbarungen zwischen den beteiligten FDA schriftlich vorzunehmen und einen branchenübergreifenden Standard in Bezug auf Resilienz zu vereinbaren. Dazu gehören Krisenvorsorge (Notstromversorgung), Rückfallebenen, Wiederherstellungszeiten und Verfügbarkeit. FDA dürfen nur auf eigenen Leitungen oder auf Leitungen, die diesen Mindest-SLA entsprechen, Fernmeldedienste anbieten. Der entsprechende Branchenstandard ist durch die FDA zu vereinbaren und vorgängig durch das BAKOM zu prüfen und für verbindlich zu erklären (analog FINMA Art. 43c, Finanzmarktaufsichtsgesetz). Nach der Einführung wird diese Massnahme dazu führen, dass FDA Produkte mit SLA einkaufen müssen, welche teilweise teurer als heutige Vorleistungsprodukte sind. Die hier erwähnten gesetzlichen Strafbestimmungen gehen weiter als die SLA: Frankreich z.B. kennt eine Haftungspflicht des CEO bei Ausfällen der Dienste.
- *Bewertung:* Diese Massnahme wäre für alle Netzwerkhierarchieebenen wirksam und umsetzbar.
- *Abgedeckte Risiken:* Ausfall Technik aufgrund von Cyber-Angriff, Ausfall Rechenzentrum oder Fehlkonfiguration.
- *Betroffene Akteurinnen und Akteure:* alle FDA der Schweiz.

e3: Meldeprozess (Förderung Fehlerkultur)

- *Beschreibung:* Mit der Einführung von internen Meldeprozessen soll die Fehlerkultur gefördert werden, damit Incidents öffentlich gemacht werden und aus ihnen gelernt werden kann. Damit soll auch verhindert werden, dass technische oder betriebliche Probleme vertuscht werden. Probleme sollen behoben werden können, bevor sie zu einem Unfall oder Ausfall führen. Vorbild ist hier der Umgang mit technischen Vorkommnissen in der Luftfahrt (Just Culture). Die Transparenz soll sowohl unternehmensintern als auch -extern gefördert werden.
- *Abgrenzung:* Art. 96 FDV sieht eine Meldepflicht vor: «Die Anbieterinnen von Fernmeldediensten müssen Störungen im Betrieb ihrer Fernmeldeanlagen und -dienste, welche potenziell mindestens 30'000 Kundinnen und Kunden betreffen, unverzüglich der Nationalen Alarmzentrale (NAZ) melden.» Die NAZ meldet die Störungen dann dem BAKOM.
- *Bewertung:* Diese Massnahme wäre für alle Netzwerkhierarchieebenen wirksam und umsetzbar.
- *Abgedeckte Risiken:* Ausfall Technik aufgrund von Cyber-Angriff, Ausfall Rechenzentrum oder Fehlkonfiguration.
- *Betroffene Akteurinnen und Akteure:* alle FDA der Schweiz.

e4: Unabhängige Untersuchungsstelle für Technologieunfälle

- *Beschreibung:* Diese Massnahme adressiert die Nachbereitung eines grösseren Ausfalls / Unfalls im Bereich der Fernmeldedienste, analog zur SUST in der Luftfahrt oder dem Untersuchungsbüro für technologische Störfälle (BARPI) in Frankreich. Während es bei Massnahme e3 um den Umgang mit Problemen generell geht, die nicht immer zu negativen Konsequenzen führen müssen (z.B. Beinahe-Unfälle), greift Massnahme e4 primär im Falle eines Ausfalls.
- *Bewertung:* Diese Massnahme wäre für alle Netzwerkhierarchieebenen wirksam und umsetzbar.



- *Abgedeckte Risiken:* Ausfall Technik aufgrund von Cyber-Angriff, Ausfall Rechenzentrum oder Fehlkonfiguration.
- *Betroffene Akteurinnen und Akteure:* alle FDA der Schweiz.

A.6.5. Massnahmen f: Übergreifende Massnahmen

Unter übergreifenden Massnahmen verstehen wir solche, welche für sich genommen nicht direkt zu einer Gefahrenminderung beitragen, jedoch andere Massnahmen nach sich ziehen können und/oder die Kosten von anderen Massnahmen senken könnten. Sie beschränken sich nicht auf vereinzelte Netzwerkhierarchieebenen, sondern sind als übergreifende Massnahmen zu betrachten.

f1: Anwendung des SKI-Leitfaden

- *Beschreibung:* Das BAKOM schreibt den FDA die Anwendung des SKI-Leitfaden des BABS vor. Das soll den FDA ermöglichen, zu evaluieren, wo die grössten Risiken auf individueller Ebene bestehen und Massnahmen zur Erreichung eines angemessenen Resilienz- bzw. Sicherheits-Niveaus festzulegen
- *Bewertung:* Diese Massnahme ist auf allen Ebenen wirksam und umsetzbar.
- *Abgedeckte Risiken:* alle.
- *Betroffene Akteure:* alle FDA der Schweiz.

Grundsätzlich haben alle drei MobilfunknetzbetreiberInnen in der Schweiz eine sehr hohe Netzabdeckung. Dies führt zu einer gewissen Redundanz. Decken mehrere Antennen von verschiedenen NetzbetreiberInnen das gleiche Gebiet ab, so müsste in einer Krisensituation nur eine der Antennen mit Notstrom versorgt werden. Dabei gibt es zwei Optionen:

f2: National Roaming

- *Beschreibung:* Analog zu wie es heute bereits mit dem Notruf 112 funktioniert.[77] Im Krisenfall könnte sich ein Mobiltelefon mit einer beliebigen Antenne unabhängig vom Anbieter verbinden. Dies bedeutet aber, dass in einem Krisenfall eine gewisse Rekonfiguration notwendig ist, oder ein virtueller FDA (MVNO) national bei allen Providern aufgeschaltet wird, welcher nur im Krisenfall nutzbar ist.
- *Bewertung:* Diese Massnahme ist auf Ebene Antennenstandorte wirksam und umsetzbar.
- *Abgedeckte Risiken:* alle
- *Betroffene Akteurinnen und Akteure:* alle Netzbetreiberinnen der Schweiz



f3: Virtuelles Notnetz

- *Beschreibung:* Ein Mobile Virtual Network Operator (MVNO) wird gegründet. Dieser hat Verträge mit allen Schweizer NetzbetreiberInnen, wird allerdings nur auf Frequenzen mit reduzierter Kapazität, aber hoher Reichweite (z.B. 800 MHz) angeboten. Das Notnetz ist immer aktiv und jede Mobilfunkendkundin und jeder -kunde erhält eine SIM oder eSIM für dieses Notnetz. Die Benutzung ist zwar gratis, aber in normaler Lage kann man z.B. nur die Behörden anrufen oder die admin.ch Webseite aufrufen. In Krisenzeiten wird dann je nach Kapazität eine gewisse Anzahl Minuten zum Telefonieren und Datendienste wie Messaging oder VoIP freigeschaltet. Laut BAKOM bestehen folgende Herausforderungen: Das Notnetz bräuchte in jedem Fall auch eine Notstromversorgung. Man kann sich zudem nicht darauf verlassen, dass die Endkundin resp. der Endkunde im Krisenfall das Richtige tut.
- *Bewertung:* Dieses Konzept ist eine Erweiterung der bestehenden Umsetzung bei Notrufen. Es ist prinzipiell machbar, aber bisher im internationalen Kontext nicht üblich. In Singapur und Belgien werden aktuell entsprechende Ansätze geprüft.
- *Abgedeckte Risiken:* alle
- *Betroffene Akteurinnen und Akteure:* alle NetzbetreiberInnen der Schweiz



B. Schriftliche Erhebung bei den FDA

B.1. Erhebungsdesign

Im Rahmen dieses Berichts wurde eine schriftliche Befragung der betroffenen FDA durchgeführt. Der Fragebogen wurde dem BAKOM als separates Dokument zur Verfügung gestellt.

Die zu befragenden FDA wurden anhand folgender Kriterien ausgewählt:

1. Ca. 5 FDA aus den Kategorien «klein», «mittel», «gross»
2. Mitglieder von Suisse digital und Partner von Swiss Fibre Net.
3. FDA, die sich bereits an der Umfrage des BAKOM zum Thema Cyber Security beteiligt haben.
4. FDA, welche in erheblichem Ausmass eigene Netzelemente besitzen und nicht überwiegend auf Netzelemente anderer FDA zugreifen

Auf Basis dieser Kriterien wurde die folgende Liste für die Befragung der FDA zusammengestellt:

Grosse FDA (Teil der Arbeitsgruppe Strommangellage):

- Swisscom
- Sunrise/UPC
- Salt

Mittlere FDA:

- Quickline AG
- TB WIL
- SASAG Kabelkommunikation AG, Schaffhausen
- ewb/Swiss Fibre Net
- iWay
- IWB Net AG
- Colt

Kleine FDA:

- EWL
- Gemeinde Widnau (Rii Seez Net)
- SAK
- LKW Glattfelden
- Init7
- Green.ch



Darüber hinaus wurde der Fragebogen dem Verband der Telekommunikationsbranche asut zur Information zur Kenntnisnahme zugestellt.

Bis zum 21. Januar 2022 sind zehn Antworten eingegangen, davon von 3 grossen FDA (mit Mobilfunkantennen), 4 mittleren FDA und 3 kleinen FDA. Die Umsätze der drei grossen FDA machen total 88% des gesamten in der Schweiz mit Fernmeldediensten erzielten Umsatzes aus. Die 3 kleinen und 4 mittleren FDA kommen zusammen jeweils nur auf knapp 1% Marktanteil. Damit decken die Antworten einerseits umsatzmässig den Grossteil des Markts ab, berücksichtigen aber auch die Einschätzungen der Zahlreichen mittleren und kleinen FDA.

Tabelle 42. Umsatzanteil der FDA, die den Fragebogen retourniert haben, gemessen am Umsatz aus dem Jahre 2020. Der Gesamtumsatz im Bereich Telekommunikation im Jahr 2020 belief sich auf 1'300 Mio. CHF [33].

	Grosse FDA	Mittlere FDA	Kleine FDA
Anzahl	3	4	3
Anteil am Gesamtumsatz	88 %	1 %	1 %

B.2. Fragebogen

Siehe separate Dokumente (Word- und Excel-Datei).

Der Fragebogen enthielt Fragen dazu, inwiefern die FDA die vorgeschlagenen Massnahmen bereits umsetzen, wie sie zu diesen stehen und welche etwaigen Kosten zu erwarten sind. Den FDA wurde im Fragebogen grob vorgegeben, welche Vorgaben oder Zielsetzungen mit den Massnahmen erfüllt werden sollten.

Die FDA wurden gebeten ihre Kosten in einmalige und wiederkehrend Kosten aufzuteilen. Die Kosten wurden nicht weiter gegliedert (Sach-, Personalkosten etc.), um die Komplexität nicht weiter zu erhöhen.

B.3. Auswertung

B.3.1. Qualität und Vergleichbarkeit der Daten

Die Fragebögen waren sehr umfangreich und versuchten ein detailliertes Bild der aktuellen Situation abzufragen. Aus den eingegangenen Fragebögen wurde ersichtlich:

- Den FDA war es aus verschiedenen Gründen nicht möglich, alle gewünschten Informationen zu liefern, u.a. weil aufwendige Abklärungen bei Herstellern nötig gewesen wären.
- Indirekte Kosten: Gewisse Massnahmen ziehen weitere Kosten nach sich. So kann beispielsweise die Einführung von verpflichtenden SLA je nach Umfang weitere Massnahmen nach sich ziehen, wie z.B. ein redundanter Anschluss von Knotenpunkten, um die SLA erreichen zu können. Solche Kosten sind schwierig abzuschätzen. Die FDA wurden in ihrer schriftlichen Befragung nach solchen Kosten befragt, konnten aber häufig keine Angaben machen.



- Sowiesokosten: Bei Sowiesokosten handelt es sich um Kosten, die unabhängig von der Regulierung entstehen. Ein Teil der Massnahmen wird von gewissen FDA bereits heute vollständig oder teilweise angewendet. Würden diese Massnahmen verpflichtend, entstünden diesen FDA keine zusätzlichen Kosten. In der schriftlichen Befragung haben die FDA diese Kosten unterschiedlich ausgewiesen. Zum Teil wurden diese mit 0 CHF angegeben, zum Teil mit einem Geldbetrag.
- Einige Angaben der FDA erschienen uns eher hoch. Wir haben sie mit eigenen Erfahrungswerten und den Angaben der anderen FDA plausibilisiert und wo nötig angepasst.

Die Qualität und Vergleichbarkeit der erhobenen Daten sind daher eingeschränkt. Die basierend auf den Angaben der FDA ermittelten und plausibilisierten Kosten im Abschnitt 4.3 sind deshalb als Grössenordnungen zu verstehen.

Die Auswertung erfolgte getrennt für die kleinen, mittleren und grossen FDA.



C. Qualitative Befragung

C.1. Befragte Personen

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die befragten InterviewpartnerInnen. Zusätzlich zu den unten aufgeführten Personen haben wir auch zwei unabhängige ExpertInnen für ein Gespräch angefragt. Beide haben ein Gespräch abgelehnt.

Tabelle 43. InterviewpartnerInnen

Akteurgruppe	Name	Funktion	Organisation/Institution, Unternehmen
Behörden	Bonny, Lucas	Chef de projet - Ingénieur Télécom.	Police cantonale vaudoise
	Bär, Peter	Kommissionsekretär	Eidgenössische Kommunikationskommission (ComCom)
	Gehrig, Matthias	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Eidgenössisches Büro für Konsumentenfragen (BFK)
	Hirschi, Markus	Projektleiter	Bundesamt für Zoll und Grenzsicherheit (BAZG)
	Pfister, Simon	Fachbereichsleiter Energie, Post, Telekom	Preisüberwacher (PUE)
	Söhner-Bührer, Carole	Dienstleiterin Infrastruktur	Wettbewerbskommission (WEKO)
	Schäfer, Marc	Sachbearbeiter Telekommunikationsinfrastruktur, Dienst Infrastruktur	
	Wenger, Nick	Leiter Geschäftsfeld Kritische Infrastrukturen	Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS)
Telekombranche	Grasser, Christian	Geschäftsführer	asut
	Schläpfer, Christian	Mitglied Geschäftsleitung, Leiter Produkte	Swiss Fibre Net
	Zumoberhaus, Reto	Mitglied Geschäftsführung, Leiter Strategie & Content Management	Suisse Digital
	Ghermi, Martin	Senior Regulatory Manager	Swisscom
	Isenschmid, Daniel	Senior Projektleiter	
	Meier, Andreas	Senior Director Security & Continuity	Sunrise/UPC
	Feuchter, Ralph	Senior Engineer Network Optimization	



Akteurgruppe	Name	Funktion	Organisation/Institution, Unternehmen
Wirtschaft	Weber, Felix	Regulatory Affairs Manager	Salt
	Federer, Lukas	Projektleiter Infrastruktur, Energie & Umwelt	economiesuisse
Ausland	Latzenhofer, Ulrich Reichinger, Kurt Weber, Ja.	Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH (RTR-GmbH)	Österreich
	Masy, Tim Vandehaute, Pierre-François	BIPT	Belgien
	Kaplas, Mikko Kotilainen, Marko	Senior specialist Senior specialist Finnish Transport and Communications Agency Traficom National Cyber Security Centre	Finnland
	Rønholt, Hege Haneborg Iversen, Alexander	Senior Adviser Chief Advisor Security, Norwegian Communications Authority (NKOM)	Norwegen
	Tapella, Luc	Directeur de l'Institut Luxembourgeois de Régulation (ILR.LU)	Luxemburg

C.2. Gesprächsleitfaden

Hintergrund

Der Bundesrat soll zur Sicherheit und Verfügbarkeit von Fernmeldeinfrastrukturen und -diensten Bestimmungen erlassen können. Zu diesem Zweck wurde im FMG per 2021 der Artikel 48a «Sicherheit» eingeführt. Die Umsetzung von Art. 48a erfolgt in der Verordnung des Bundesrates über Fernmeldedienste (FDV) sowie in den technischen und administrativen Vorschriften des BAKOM (TAV). Um die Auswirkungen der Umsetzung abschätzen zu können, hat das BAKOM uns von AWK und INFRAS mit einer Regulatorfolgenabschätzung (RFA) beauftragt. Die RFA soll die Kosten und Nutzen möglicher Umsetzungsvarianten untersuchen. Dazu führen wir u.a. eine Umfrage bei ausgewählten FernmeldediensteanbieterInnen durch, um die Kosten für die Umsetzung zu erheben. Dabei geht es u.a. um die Kosten von baulichen Sicherheitsmassnahmen, Massnahmen gegen Cyber-Angriffe, Massnahmen, um Stromausfälle zu überbrücken etc. Zudem führen wir mit Behörden, Branchenverbänden und unabhängigen Expert/innen Gespräche, um das Bild abzurunden.

Fragen

Nachfolgend haben wir eine Reihe von Fragen zusammengestellt, die wir mit Ihnen besprechen möchten. Allenfalls sind einzelne Fragen für Sie nicht relevant, fühlen Sie sich frei, diejenigen Fragen zu beantworten, die Sie beantworten können/wollen.



Falls es für Sie in Ordnung ist, würden wir das Gespräch gerne aufzeichnen. Der Mitschnitt dient nur zu Protokollzwecken und wird nicht an Dritte weitergegeben. Die Auswertung der Gespräche erfolgt in anonymisierter und aggregierter Form.

Funktion:

- Könnten Sie einleitend kurz etwas zu Ihrer Funktion und Ihren Aufgaben im Zusammenhang mit Telekom sagen?

Bedeutung:

- Wie problematisch stufen Sie die Sicherheit und Verfügbarkeit von Telekommunikationsinfrastrukturen ein?
- Inwieweit sind die Kantone und speziell Polycom davon betroffen?
- Welches sind Ihrer Ansicht nach in einem Schadensfall die am stärksten betroffenen Gruppen/Konsumentinnen?
- Gegen welche Risiken sind die Fernmeldediensteanbieterinnen aus Ihrer Sicht heute am besten gerüstet? Wo besteht bei den Fernmeldediensteanbieterinnen aus Ihrer Sicht heute die grösste Gefahr, dass sie Schadensfälle verursachen?
- Inwieweit erachten Sie eine Regulierung als notwendig, um die Sicherheit und Verfügbarkeit von Fernmeldeinfrastrukturen und -diensten zu verbessern.

Wirkungen:

- Um die Sicherheit und Verfügbarkeit von Fernmeldeinfrastrukturen und -diensten zu verbessern sind bauliche Sicherheitsmassnahmen vorgesehen, Massnahmen gegen Cyber-Angriffe und Massnahmen, um Strommangellagen und Stromausfälle zu vermeiden bzw. zu überbrücken. Wie beurteilen Sie die Wirksamkeit dieser Massnahmen?
- Welche Erfahrungen gibt es aus der Härtung der Polycom?
- Sehen Sie weitere Massnahmen, um die Sicherheit und Verfügbarkeit von Fernmeldeinfrastrukturen und -diensten zu verbessern?
- Könnten alle Fernmeldediensteanbieterinnen massgeblich dazu beitragen, namhafte Schäden zu vermeiden? Sollten alle Fernmeldediensteanbieterinnen Massnahmen ergreifen müssen? Oder nur bestimmte? Welche Gründe könnten dafürsprechen, dass nur bestimmte Fernmeldediensteanbieterinnen zusätzliche Massnahmen ergreifen müssten und andere nicht?
- Sollten alle Fernmeldediensteanbieterinnen Massnahmen ergreifen müssen? Oder nur bestimmte, z.B. nur grössere?
- Welche erwünschten und unerwünschten Wirkungen sehen Sie auf Seiten der Fernmeldediensteanbieterinnen?
- Würden Sie erwarten, dass den Fernmeldediensteanbieterinnen relevante Zusatzkosten anfallen würden, um die Vorschriften zu erfüllen? Wie begründen Sie Ihre Einschätzung?



- Welche Fernmeldediensteanbieterinnen wären am stärksten betroffen? Welche hätten am meisten Aufwand?
- Inwieweit werden die Massnahmen von den Fernmeldediensteanbieterinnen heute schon umgesetzt?
- Die Umsetzung von Art. 48a könnte dazu führen, dass den Fernmeldediensteanbieterinnen relevante Kosten entstehen, wenn es darum geht, die Anforderungen gemäss FDV und TAV zu erfüllen. Würden Sie erwarten, dass die Fernmeldediensteanbieterinnen allfällige Kosten für die Umsetzung auf die KonsumentInnen (Unternehmen, Privatkundschaft) überwälzen könnten? Wie begründen Sie Ihre Einschätzung?
- Welche Auswirkungen auf die Telekompreise würden Sie erwarten?
- Wie würden die KonsumentInnen auf eine Preiserhöhung reagieren? Können Sie da allenfalls aus der Vergangenheit auf das Verhalten der KonsumentInnen schliessen?
- Wie würden Sie eine allfällige Erhöhung der Telekompreise infolge der Umsetzung von Art. 48a FMG beurteilen?
- Wie sollten die Massnahmen finanziert werden?
- Wer bzw. welche Gruppen würden am meisten von den Massnahmen bzw. den vermiedenen Schäden profitieren?
- Welche verteilungspolitischen, sozialen und regionalpolitischen Auswirkungen sehen Sie als Folge einer allfälligen Preiserhöhung?
- Gibt es Akteure, die übermässig belastet würden?
- Welche Auswirkungen infolge der Umsetzung der Massnahmen sehen Sie auf gesamtwirtschaftliche Aspekte wie Arbeitsmarkt, Innovation, Wachstum, Wettbewerb, Wirtschaftsstandort?
- Welchen Nutzen für die Gesamtwirtschaft erwarten Sie infolge der Umsetzung?
- Welche Gruppen würden am meisten profitieren?
- Sehen Sie eine Möglichkeit den Nutzen zu quantifizieren?
- Sehen Sie unerwünschte Wirkungen?
- Gibt es aus Ihrer Sicht im Zusammenhang mit einer Umsetzung von Art. 48a weitere relevante Aspekte?
- Haben Sie Erfahrungen mit Entwicklungen im Ausland zu diesem Thema?

Alternativen:

- Wie beurteilen Sie die wettbewerbliche Situation, wenn nur die grossen Fernmeldediensteanbieterinnen zusätzliche Massnahmen ergreifen müssten und die kleineren und mittleren nicht?
- Welche Alternativen sehen Sie, um die Sicherheit und Verfügbarkeit von Telekominfrastrukturen sicherzustellen? Wie beurteilen Sie folgende Varianten:
- Konzessionsverträge: Anforderungen an Fernmeldediensteanbieterinnen werden in Konzessionsverträgen festgehalten.



- Haftung: Fernmeldediensteanbieterinnen werden für Schäden haftbar gemacht.
- Sehen Sie weitere Alternativen, wie die Sicherheit/Verfügbarkeit gewährleistet werden könnte?

Ausland:

- Inwieweit wird in Ihrem Land die Sicherheit und Verfügbarkeit von Telekommunikationsinfrastrukturen reguliert? Welches sind die wichtigsten Regulierungen bzw. welches sind die wichtigsten Massnahmen, die sich aus diesen Regulierungen ergeben?
- Welche Erfahrungen haben Sie in den letzten Jahren mit diesen Regulierungen gemacht? Inwieweit haben sich die Regulierungen bewährt?
- Kennen Sie Studien, welche die Wirksamkeit der Regulierungen untersucht haben?
- Welche Alternativen sehen Sie, um die Sicherheit und Verfügbarkeit von Telekommunikationsinfrastrukturen sicherzustellen?

Dokumente:

- Gibt es allenfalls Dokumente, die für unsere Untersuchung relevant wären und auf die Sie uns hinweisen möchten?



D. Schäden

Die Nutzen einer funktionierenden Fernmeldeinfrastruktur entsprechen den vermiedenen Schäden. Die folgenden Abschnitte zeigen, welche Schäden als Grundlagen für die Nutzenangaben im Kapitel 5.1 verwendet wurden.

D.1. Schäden durch Strommangellage / Stromausfall

Die Schäden, die durch eine Strommangellage oder einen Stromausfall entstehen, wurden in den Szenarios des BABS [3] mit 184 Mrd. CHF bzw. 3.3 Mrd. CHF berechnet. Es wird angenommen (Schätzung aus [1]), dass ein funktionierender Mobilfunk die Schäden infolge einer Strommangellage um 5 bis 16 Mrd. CHF⁶⁶ und die Schäden infolge eines Stromausfalls um 90 bis 280 Mio. CHF⁶⁷ reduzieren kann. Und zwar je nachdem, welche Dienste (z.B. nur Notruf oder Daten) noch angeboten werden können. Der Nutzen ergibt sich aus der Schadensreduktion durch die Verfügbarkeit der Fernmeldedienste (siehe Abschnitt 5.1.1).

Tabelle 44. Nutzen für jeweils 100% Abdeckung der Fläche. Für alle anderen Abdeckungsszenarien wird der Nutzen mit dem jeweiligen Nutzenfaktor multipliziert (80% [Faktor 0.9] und 50% [Faktor 0.5] der Fläche bzw. 100% [Faktor 1], 80% [Faktor 0.8] und 50% [Faktor 0.5] der Bevölkerung). [1]

	Schaden (CHF)	Nutzen durch Dienst (CHF)			
		Nur Notruf	Voice (+ Notruf)	Data (+ Notruf, Voice)	TV & Radio (+ Notruf, Voice, Data)
Strommangellage	184 Mrd.	4.7 Mrd.	5.2 Mrd.	16.1 Mrd.	16.1 Mrd.
Stromausfall	3.3 Mrd.	90 Mio.	120 Mio.	250 Mio.	280 Mio.

Der Nutzenunterschied zwischen den Versorgungsszenarios Data und TV & Radio ist nur 80 Mio. resp. 27 Mio. CHF in einer Strommangellage bzw. während eines Stromausfalls. Der zusätzliche Nutzen von Radio und/oder Fernsehen ist daher gering.

Die Risikoanalyse «Katastrophen und Notlagen Schweiz» (KNS) des BABS geht davon aus das eine Strommangellage alle 30 Jahre und ein Stromausfall alle 29 Jahre eintritt.

⁶⁶ Ein funktionierender Notruf kann Todesopfer und Verletzte verhindern und dadurch den Schaden um 300 Mio. verringern. Je nach angebotenen Diensten kann der Verringerung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit zwischen 0 CHF (Nur Notruf) und 4.3 Mrd. CHF (Data, Voice und Notruf) entgegengewirkt werden. Die Einschränkungen von Ordnung und innerer Sicherheit kann um 4.3 Mrd. (Nur Notruf) bis 8.7 Mrd. CHF (Data, Voice und Notruf) reduziert werden. Daneben können Versorgungsunterbrüche um 0 CHF (Nur Notruf) bis 2.2 Mrd. CHF (Data, Voice und Notruf) reduziert werden.

⁶⁷ Ein funktionierender Notruf kann Todesopfer und Verletzte verhindern und dadurch den Schaden um 35 Mio. verringern. Je nach angebotenen Diensten kann der Verringerung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit zwischen 0 CHF (Nur Notruf) und 80 Mio. CHF (Data, Voice und Notruf) entgegengewirkt werden. Die Einschränkungen von Ordnung und innerer Sicherheit kann um 25 Mio. (Nur Notruf) bis 38 Mio. CHF (Data, Voice und Notruf) reduziert werden. Daneben können Versorgungsunterbrüche um 0 CHF (Nur Notruf) bis 43 Mio. CHF (Data, Voice und Notruf) reduziert werden.



D.2. Schäden durch Ausfall Technik / Cyber-Angriffe

Für die Schäden durch Ausfall Technik und Cyber-Angriffe liegen keine Schätzungen vor. Wir haben deshalb eigene Schätzungen vorgenommen. Die Schäden setzen sich zusammen aus Personenschäden und den Einbussen bei der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit. Die Ermittlung dieser Schäden ist in den folgenden Abschnitten genauer beschrieben.

D.2.1. Personenschäden (Tote/Verletzte) wegen Ausfall Telekommunikationsdienstleistungen

Pro Jahr gehen über 3 Mio. Notrufe (2019, [35]) auf die Notrufnummern 112, 117, 118 und 144 ein. Davon werden fast $\frac{3}{4}$ aus dem Mobilfunknetz abgesetzt. Dies unterstreicht die Wichtigkeit der Mobilfunknetze für die Alarmierung in Notfällen (siehe Tabelle 45).

Tabelle 45. Notrufe im Jahr 2019 [35]

Notrufe im Jahr 2019	Festnetz und Mobilfunknetz	Mobilfunknetz
112 (Notruf)	700'506	620'470
117 (Polizei)	1'597'425	1'248'804
118 (Feuerwehr)	196'998	132'341
144 (Sanitätsnotruf)	679'846	402'093
Total Notrufe pro Jahr	3'174'775	2'403'708
∅ Notrufe pro Stunde	362	274

Todesopfer

Im Gefährdungsdossier «Ausfall Mobilfunk» des BABS [38] wird davon ausgegangen, dass nur jeder 5. Notruf auf die Nummern 118 und 144 ein kritischer Primäreinsatz ist, der zu Todesopfern führt, wenn die Notrufnummern nicht erreicht werden können. Diese Annahme wurde für diesen Bericht übernommen und ist vergleichbar mit den Notrufstatistiken der Stadt Basel, wo ca. für jeden 5. Notruf ein Notfalleinsatz resultierte [40]. Im Bericht «Methode zur nationalen Risikoanalyse» [39] werden die Grenzkosten für ein Todesopfer mit 6 Mio. CHF angegeben. Die Berechnung des Schadens basierend auf diesen Annahmen ist in Tabelle 46 dargestellt. Demnach entsteht pro Stunde Ausfall der Telefonie (Festnetz und Mobilfunknetz) ein durchschnittlicher Schaden von 120 Mio. CHF und beim Ausfall Mobilfunk von 72 Mio. CHF (siehe Tabelle 46). Notrufe sind jedoch nicht gleichmässig über die 24 Stunden eines Tages verteilt. So wird ein Unterbruch der Telekommunikationsdienstleistungen in der Nacht einen geringeren Schaden verursachen als ein Ausfall tagsüber. Es sind zwar keine Statistiken zur zeitlichen Verteilung der Notrufe im Tagesverlauf verfügbar, aber vorsichtig geschätzt gehen in der Nacht sehr wenige Notrufe ein, die meisten gehen tagsüber ein. Eine Verdoppelung der Anzahl der Notrufe pro Stunde erscheint tagsüber durchaus plausibel, womit sich auch der Schaden verdoppeln würde (Zeile Hoher Schaden pro Stunde in Tabelle 46).

Tabelle 46. Nur Feuerwehr und Sanitätsnotruf im Jahr 2019 [35]

Notrufe im Jahr 2019	Festnetz und Mobilfunknetz	Mobilfunknetz
118 (Feuerwehr)	196'998	132'341
144 (Sanitätsnotruf)	679'846	402'093



Total Notrufe pro Jahr	876'844	534'434
∅ Notrufe pro Stunde	100	61
Jeder 5. Notruf pro Stunde (= Todesopfer pro Stunde)	20	12
∅ Schaden pro Stunde	120 Mio. CHF	72 Mio. CHF
Hoher Schaden pro Stunde	240 Mio. CHF	144 Mio. CHF

Die Grenzkosten für Verletzte werden auf 10% der Grenzkosten für ein Todesopfer (ohne Anteil Reduktion der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit) geschätzt und betragen CHF 500 000 [39].

Im Gefährdungsdossier «Ausfall Mobilfunk» des BABS [38] wird davon ausgegangen, dass 3 Tage Ausfall des Mobilfunknetz etwa 100 bis 300 Verletzte verursachen könnte. Umgerechnet auf die Anzahl Verletzte pro Stunde ergibt dies zwischen 1.5 und 4 Verletzte pro Stunde (zählt man noch das Festnetz hinzu kommt man auf 2 bis 5.5 Verletzte pro Stunde). Die Schäden sind demnach zwischen 0.75 Mio. und 2.75 Mio. CHF (siehe Tabelle 47). Wobei hier davon auszugehen ist, dass je länger ein Unterbruch der Telekommunikationsdienstleistungen andauert, die Zahl der Verletzten überproportional ansteigen wird.

Tabelle 47. Verletzte pro Stunde Notrufausfall

	Verletzte	Schaden / Stunde
∅ pro Stunde Ausfall Notruf (Total)	2 bis 5.5	1 Mio. bis 2.75 Mio. CHF
∅ pro Stunde Ausfall Notruf (nur Mobilfunk)	1.5 bis 4	0.75 Mio. bis 2 Mio. CHF
Hoher Schaden pro Stunde	3 bis 8	1.5 Mio. bis 4 Mio. CHF

D.2.2. Bewältigungskosten

Die Bewältigungskosten für das Wiederherstellen der Telekommunikationsdienstleistungen fallen hauptsächlich bei den betroffenen FDA an. Im Gegensatz zu physischen Schäden an der Telekominfrastruktur (z.B. Erdbeben, Feuer) dürften die Kosten für die Wiederherstellung grösstenteils durch das bestehende (Service)-Budget der FDA gedeckt sein.

D.2.3. Reduktion der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit

Ein Grossteil der Wirtschaft ist direkt oder indirekt von funktionierenden Telekommunikationsdienstleistungen abhängig. Die Grösse des Schadens nimmt überproportional mit der Dauer und dem Ausmass eines Ausfalls zu. Kürzere Unterbrüche (weniger als eine Stunde) können geringe, bis keine Auswirkungen haben: Einkäufe bspw. können zu einem späteren Zeitpunkt nachgeholt werden, Mitarbeitende können sich um Aufgaben



kümmern, für welche keine Telekommunikationsdienstleistungen benötigt werden, oder sie können vorzeitig in den Feierabend gehen. Längere Unterbrüche (bis mehrere Tage) hingegen können massive Auswirkungen haben, da

- Betriebe ihre Produktion einstellen müssen (z.B. fehlende Logistik, Fernsteuerungen),
- Dienstleistungen nicht mehr angeboten werden können (z.B. Online-Shops, E-Banking),
- es zu Versorgungsengpässen, -unterbrüchen kommen kann oder
- Lieferketten und Logistik zusammenbrechen.

Je länger die Krise bzw. ein Unterbruch andauert, desto komplexer wird die Wiederherstellung der wirtschaftlichen Tätigkeiten.

Laut einer Untersuchung im Jahr 2016 [37] wird der Ausfall der Internetverbindung einen Impact auf das BIP bis zu 18.71 Mio. CHF pro Tag haben (entspricht knapp 1% vom BIP). Eine Reduktion der Internetgeschwindigkeit um die Hälfte kann das BIP bis 0.15 % beeinträchtigen, während eine Einschränkung um 30% das BIP um bis zu 0.09 % reduzieren kann. Zwischenzeitlich dürften diese Zahlen aber weitaus grösser sein, da die Abhängigkeit der Wirtschaft von Internetverbindungen angestiegen ist.

Gemäss der Nationalen Risikoanalyse [3] zum Szenario Ausfall Mobilfunk, ist bei einem Ausfall eines grossen Mobilfunkbetreiber während 3 Tagen mit einem Vermögensschaden und Bewältigungskosten von rund 150 Mio. CHF zu rechnen. Die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit wird um rund 350 Mio. CHF reduziert (= 7 Mio. CHF/h). Im Szenario Ausfall Rechenzentrum, welcher 2 Tage dauert, werden die Vermögensschäden und Bewältigungskosten auf 1 Mrd. CHF geschätzt, und das Ereignis verringert die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit um ca. 350 Mio. CHF (= 18.75 Mio. CHF/h). Der Ausfall eines grossen FDA (Festnetz und Mobilefunk) dürfte mindesten ähnlich hohe Kosten verursachen.

D.2.4. Gesellschaft

Einschränkung der Telekommunikation

Der Bevölkerung entsteht kein direkter monetärer Schaden, aber sie ist in ihrer Kommunikation eingeschränkt. Desweiteren ist u.a. der Konsum von elektronischen Medien eingeschränkt.

Elektronische Zahlungen funktionieren nicht

Der Anteil von elektronischen Zahlungen hat im Verlauf der letzten Jahre massiv zugenommen und das Bargeld als Zahlungsmittel verdrängt. Da aber auch Geldautomaten und Bankschalter nicht funktionsfähig sind und somit kein Bargeld bezogen werden kann, ist die Bevölkerung stark eingeschränkt in ihrem Handeln. Der monetäre Schaden lässt sich schwer beziffern.

D.2.5. Eintretenswahrscheinlichkeit

Seit Juli 2014 gilt eine technische und administrative Vorschrift, nach welcher FDA gewisse Störungen ihrer Netze oder Dienste dem BAKOM melden müssen. Meldepflichtig sind Störungen, welche länger als 1 Stunden dauern und mehr als 30 Tsd. Kundinnen und Kunden oder mehr als 25 Antennenstandorte betreffen. Pro Jahr (nur die vollständig erfassten Jahre 2015 bis 2019) gingen durchschnittlich 14.2 Meldungen ein (siehe Abbildung 16). Die Störungen können auch bedeutend länger (mehrere Stunden) und weit mehr Kundinnen und Kunden betreffen (Beispiel [36]) und somit auch weitreichende



Schäden zur Folge haben. Aus diesen Zahlen lassen sich nicht direkt Eintretenswahrscheinlichkeiten für verschiedene Schadensszenarien ableiten. Es war deshalb nicht möglich, die Nutzen zu annualisieren.

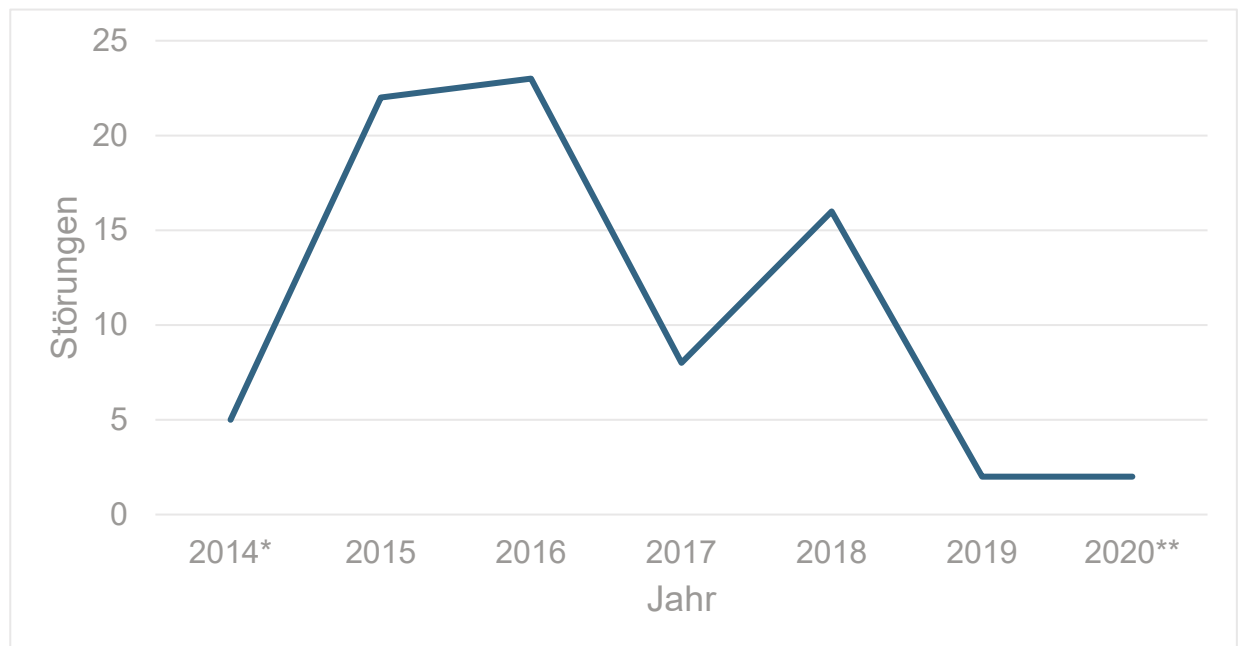


Abbildung 16. Meldungspflichtige Störung pro Jahr. *Ab Juli 2014 **Nur bis Februar 2020 (Quelle BAKOM).

D.2.6. Fazit

Der maximal mögliche Nutzen ist der verhinderte Schaden, der durch Ausfall der Fernmeldedienste entstehen könnte (siehe Tabelle 48). Die Höhe der Schäden ist abhängig von der Dauer, dem Ausmass, aber auch dem Zeitpunkt (am Tag/in der Nacht, an einem Werktag/Wochenende) des Ausfalls. Beispielsweise:

- Praktisch keine Schäden: kurzer Ausfall bei einem kleinen FDA in der Nacht
- Maximaler Schaden: Telekommunikationsdienstleistungen der grössten Schweizer FDA sind mehrere Tage nicht verfügbar.

Die Schäden hängen überproportional von der Länge und dem Ausmass eines Schadens ab. (Siehe Abbildung 17). Im Vergleich zu einem Ausfall von kurzer Dauer (weniger als 1 Stunde) steigen bei einem längeren Ausfall von mehreren Tagen die Schäden nicht einfach proportional zur Dauer, sondern überproportional. Dies lässt sich damit begründen, dass die Aktivitäten bei einem kurzen Ausfall nachgeholt werden können (z.B. Einkäufe). Je länger die Ausfälle dauern, desto schwieriger wird es, die Ausfälle zu überbrücken. Das Ausmass des Ausfalls spielt ebenfalls eine Rolle: ein regionaler Ausfall von nur einzelnen Diensten (z.B. nur Sprachtelefonie) hat geringere Auswirkung als der schweizweite Ausfall einer der grössten FDA mit all ihren Datendiensten.

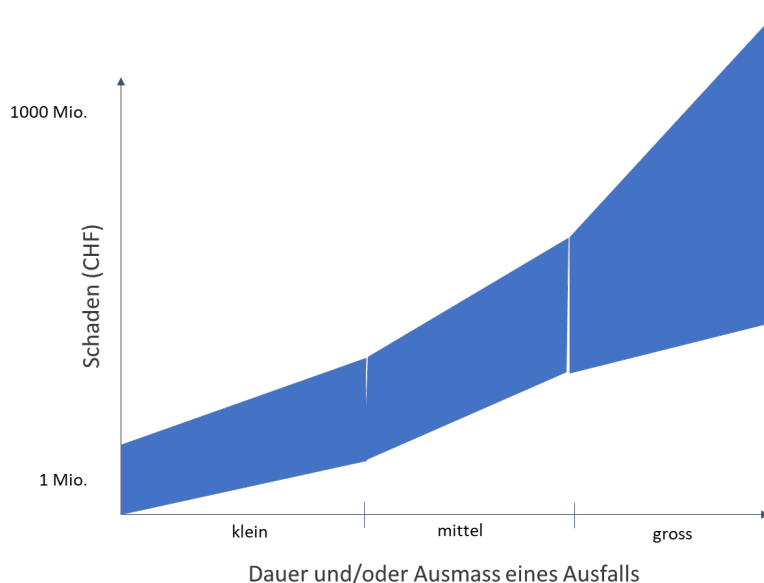


Abbildung 17. Schäden, die durch den Ausfall von Telekommunikationsdienstleistungen entstehen können. Die Höhe des Schadens ist überproportional abhängig von der Dauer und/oder Ausmass eines Ausfalls.

Basierend auf den Angaben und Überlegungen in den vorangehenden Abschnitten haben wir die zu erwartenden Schäden für verschiedene Ausfall-Szenarien geschätzt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle 48 dargestellt. Dabei wurden nur die Schäden berücksichtigt, welche sich monetarisieren lassen. Im Minimum ist der Fall eines Best-Case-Szenarios dargestellt. Der Fall *hoch* ist hingegen nicht als Worst-Case-Szenario zu verstehen. In einem Credible Worst-Case-Szenario könnten die Schäden durchaus noch höher sein, werden hier aber nicht genauer betrachtet, da die Schäden Extremwerte darstellen und daher schwierig zu beziffern sind.

Für jedes Szenario ist eine Bandbreite angegeben: Das Minimum geht davon aus, dass der Ausfall in der Zeit mit der geringsten Auswirkung stattfindet (z.B. in der Nacht am Wochenende). Im Fall *hoch* findet der Ausfall in der Zeit mit der grössten Auswirkung statt (z.B. unter der Woche kurz vor Mittag).

Tabelle 48. Erwartende Schäden für verschiedene Ausfall-Szenarien

Kosten pro Stunde	Kleiner Ausfall < 1 h		Mittlerer Ausfall < 0.5 Tage		Grosser Ausfall > 0.5 Tage	
	Minimum	hoch	Minimum	hoch	Minimum	hoch
Todesopfer	0 CHF/h	200 Mio. CHF/h	> 1 Mio. CHF/h	200 Mio. CHF/h	> 1 Mio. CHF/h	200 Mio. CHF/h
Verletzte	0 CHF/h	50 Mio. CHF/h	> 1 Mio. CHF/h	50 Mio. CHF/h	> 1 Mio. CHF/h	50 Mio. CHF/h
Wirtschaftliche Schäden	0 CHF/h	> 1 Mio. CHF/h	> 1 Mio. CHF/h	> 1 Mio. CHF/h	> 1 Mio. CHF/h	50 Mio. CHF/h
Total	0 CHF/h	250 Mio. CHF/h	> 1 Mio. CHF/h	250 Mio. CHF/h	> 1 Mio. CHF/h	300 Mio. CHF/h



E. Verzeichnisse

E.1. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Kosten-Wirksamkeit der Massnahmen grün Quadrate: Massnahmen lohnen sich, gelbe Quadrate: diskussionswürdige Massnahmen, rote Quadrate: Massnahmen lohnen sich nicht	14
Abbildung 2. Abgrenzung der im Rahmen der RFA untersuchten Massnahmen. Legende: Die in dieser RFA betrachteten Fernmeldeinfrastrukturen sind mit grünen Kreisen markiert, alle weitere Fernmeldeinfrastrukturen sind mit orangen Kreisen markiert.	28
Abbildung 3. Grafisches Wirkungsmodell	39
Abbildung 4. Der Nutzen ergibt sich aus der Schadensreduktion durch die Verfügbarkeit der Fernmeldedienste.	65
Abbildung 5. Der Nutzen ergibt sich aus dem vermiedenen Schaden.	66
Abbildung 6. Kosten-Wirksamkeit der Massnahmen. Kosten basierend auf plausibilisierten Angaben der FDA. (grün: lohnt sich, gelb: diskussionswürdig, rot: lohnt sich nicht)	70
Abbildung 7: Scope der Analyse	85
Abbildung 8. Risikodiagramm für nicht mutwillig herbeigeführte Ereignisse aus dem Bericht Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020 [3] des Bundesamts für Bevölkerungsschutz BABS. ...	86
Abbildung 9. Risikodiagramm für mutwillig herbeigeführte Ereignisse aus dem Bericht Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020 [3] des Bundesamts für Bevölkerungsschutz BABS. ...	87
Abbildung 10. Ursachen-und-Wirkung Diagramm mit auf Gefahrenquellen gematchte Risiken.....	89
Abbildung 11. Massnahmen a: Strom («Härtung der Mobilfunknetze»).....	92
Abbildung 12. b. Verbindung.....	95
Abbildung 13. c. Physische Integrität	98
Abbildung 14. d. Software & Firmware Integrität	100
Abbildung 15. e. Plattform & Produkt-IT	102
Abbildung 16. Meldungspflichtige Störung pro Jahr. *Ab Juli 2014 **Nur bis Februar 2020 (Quelle BAKOM).	118
Abbildung 17. Schäden, die durch den Ausfall von Telekommunikationsdienstleistungen entstehen können. Die Höhe des Schadens ist überproportional abhängig von der Dauer und/oder Ausmass eines Ausfalls.....	119

E.2. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. In der RFA untersuchte Massnahmen	10
Tabelle 2. Vollzugsoptimierungen	17
Tabelle 3. RFA-Prüfpunkt.....	20
Tabelle 4. Etappen.....	25
Tabelle 5. Massnahmen a: Strom	29
Tabelle 6. Massnahmen b: Verbindung.....	30
Tabelle 7. Massnahmen c: Physische Integrität	30
Tabelle 8. Massnahmen d: Software-Integrität	31
Tabelle 9. Massnahmen e: Plattform & Produkt-IT	32
Tabelle 10. Massnahmen f: Übergreifende Massnahmen	33
Tabelle 11. Alternative Regelungen	34
Tabelle 12. Vollzugaufwand öffentliche Hand für Massnahmen a: Härtung der Mobilfunknetze n.a. = Mangels Angaben nicht quantifizierbar.	40
Tabelle 13. Vollzugaufwand öffentliche Hand für Massnahmen b: Verbindung.....	40
Tabelle 14. Vollzugaufwand öffentliche Hand für Massnahmen c: Physische Integrität n.a. = Mangels Angaben nicht quantifizierbar.	41
Tabelle 15. Vollzugaufwand öffentliche Hand für Massnahmen d: Software-Integrität.....	42



Tabelle 16. Vollzugsaufwand öffentliche Hand für Massnahmen e: Plattform & Produkt-IT n.a. = Mangels Angaben nicht quantifizierbar.	43
Tabelle 17. Vollzugsaufwand öffentliche Hand für Massnahmen f: Übergreifende Massnahmen ..	43
Tabelle 18. Kostenaufstellung Strommangellage	45
Tabelle 19. Kostenaufstellung Stromausfall	47
Tabelle 20. Kosten für Massnahmen b: Verbindung.....	49
Tabelle 21. Kosten für Massnahmen c: Physische Integrität	50
Tabelle 22. Kosten für Massnahmen d: Software-Integrität	50
Tabelle 23. Kosten für Massnahmen e: Plattform & Produkt-IT.....	51
Tabelle 24. Kosten für Massnahmen f: Übergreifende Massnahmen	51
Tabelle 25. Bewertung der Massnahmen auf ihre Wirksamkeit.	53
Tabelle 26. Bewertung der Massnahmen durch die FDA (t: Total, g: Gross (mit Mobilfunk), m: Mittel, k: klein, a2, a3 und f2 betrifft nur g: grosse FDA mit Mobilfunkantennen). Jede FDA hat eine Stimme, die sie auf eine oder mehrere Antworten verteilen konnte. Die Zahl in der Tabelle ist die Anzahl wie oft eine Massnahme als unproblematisch, eher unproblematisch, eher problematisch oder problematisch eingeschätzt wurde. Dunkelgrün markierte Felder sind von vielen FDA genannt worden, hellgrün von wenigen, weiss von keinen.....	58
Tabelle 27. Schwellenwerte für Abschätzung.....	61
Tabelle 28. Umlagerung der Kosten für die Umsetzung der Massnahmen auf die Preise pro Abonnement	61
Tabelle 29. Nutzen annualisiert für jeweils 100% Abdeckung der Fläche (und somit auch 100% der Bevölkerung) Für alle anderen Abdeckungsszenarien wird der Nutzen mit dem jeweiligen Nutzenfaktor multipliziert (80% [Faktor 0.9] und 50% [Faktor 0.5] der Fläche bzw. 100% [Faktor 1], 80% [Faktor 0.8] und 50% [Faktor 0.5] der Bevölkerung). [1] (Angaben gerundet).....	65
Tabelle 30. Erwartete Schäden für verschiedene Ausfall Szenarien (minimal = Ausfall in der Nacht am Wochenende, hoch: Ausfall unter der Woche kurz vor Mittag)	67
Tabelle 31. Argumente der FDA und Branchenverbände	71
Tabelle 32. Massnahmen Strom: Kosten 100% PopCov = Abdeckung aller mit Mobilfunk versorgten Gebieten, Data = Nutzung von Datendiensten (inkl. Notruf und Voice).....	73
Tabelle 33. Zusammenfassende Beurteilung	77
Tabelle 34. Massnahme a: Strom	81
Tabelle 35. Massnahmen b: Verbindung.....	81
Tabelle 36. Massnahmen c: Physische Integrität	82
Tabelle 37. Massnahmen d: Software-Integrität	82
Tabelle 38. Massnahmen e. Plattform & Produkt-IT	83
Tabelle 39. Beschreibung Netzwerkhierarchiestufen.....	84
Tabelle 40. Übersicht Gefahrenquellen	89
Tabelle 41. Gefahrenpotential: Welche Risiken bestehen an welchen Standorten?	90
Tabelle 42. Umsatzanteil der FDA, die den Fragebogen retourniert haben, gemessen am Umsatz aus dem Jahre 2020. Der Gesamtumsatz im Bereich Telekommunikation im Jahr 2020 belief sich auf 1'300 Mio. CHF [33].	107
Tabelle 43. InterviewpartnerInnen.....	109
Tabelle 44. Nutzen für jeweils 100% Abdeckung der Fläche. Für alle anderen Abdeckungsszenarien wird der Nutzen mit dem jeweiligen Nutzenfaktor multipliziert (80% [Faktor 0.9] und 50% [Faktor 0.5] der Fläche bzw. 100% [Faktor 1], 80% [Faktor 0.8] und 50% [Faktor 0.5] der Bevölkerung). [1].....	114
Tabelle 45. Notrufe im Jahr 2019 [35]	115
Tabelle 46. Nur Feuerwehr und Sanitätsnotruf im Jahr 2019 [35].....	115
Tabelle 47. Verletzte pro Stunde Notrufausfall	116
Tabelle 48. Erwartende Schäden für verschiedene Ausfall-Szenarien	119

E.3. Referenzierte Dokumente

In der folgenden Tabelle sind alle referenzierten Dokumente, sowie die wichtigsten im Projekt erstellten Dokumente aufgeführt.



Titel	Autor / Herausgeber	Datum (Stand)	Link / Datei
[1] Strommangellage Härtung der Mobilfunknetze	Bundesamt für Kommunikation BAKOM	Nov. 2020	Link
[2] (Vertraulich) Beilage 1a_Kosten-Nutzen-Analyse (KNA).xlsx	Bundesamt für Kommunikation BAKOM	Nov. 2020	
[3] Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020 – Risikobericht	Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS	Nov. 2020	Link
[4] Umsetzung von Art. 48a FMG – Erläuternder Bericht	Bundesamt für Kommunikation BAKOM	3.12.2021	Link
[5] Pflichtenheft Einladungsverfahren Regulierungsfolgenabschätzung Sicherheit von Informationen und von Fernmeldinfrastrukturen und -diensten (Konkretisierung Art. 48a FMG)	Bundesamt für Kommunikation BAKOM	01.01.2021	
[6] (Vertraulich) Beilage 1b_Nutzen.xlsx	Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS	-	
[7] Botschaft zur Änderung des Fernmeldegesetzes (FMG)	Schweizer Bundesrat	12.11.2003	
[8] Besserer Schutz der Mobilfunknetze vor Stromausfällen	Peter Grütter, Präsident asut	04.02.2021	
[9] Systemführerschaft für die Abwicklung von Notrufen	Kommission für Verkehr und Fernmeldewesen SR	11.01.2021	Link
[10] SRF-Interview mit Direktor BAKOM	Mirjam Spreiter, SRF, und Bernard Maissen, BAKOM	09.07.2021	Link
[11] Basisstationsantennen: Situation in der Schweiz	Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation FSM	(18.10.2021)	Link
[12] Cyberangriffe auf Schweizer Spitäler drastisch gestiegen	Jens Stark, Computerworld.ch	05.01.2021	Link
[13] Digitalisierung, Homeoffice und Cybersicherheit in Schweizer KMU	ICT Switzerland	(09.12.2020)	Link
[14] Cyberrisiken in Schweizer KMUs	Karin Mändli Lerch und Aleksandar Repic, gfs-zürich	12.12.2017	Link
[15] Aktuelle Zahlen zu Cybervorfällen	Nationales Zentrum für Cybersicherheit NCSC	(05.08.2021)	Link
[16] Telekommunikationsgesetz	Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz	23.06.2021	Link
[17] Gesetz zur Sicherstellung von Postdienstleistungen und Telekommunikationsdiensten in besonderen Fällen	Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz	(18.10.2021)	Link
[18] Code de la Defense	Légifrance	(18.10.2021)	Link
[19] Sicherheit von Netz- und Informationssystemen	Belgisches Institut für Postdienste und Telekommunikation BIPT	13.06.2005	Link
[20] Parlamentarische Anfragen: Massnahmen zur Blackout-Vorsorge in Österreich	Herbert Saurugg, saurugg.net	12.02.2021	Link



[21] EX-RRG Resilience Guidelines for Providers of Critical National Telecommunications Infrastructure	Electronic Communications Resilience and Response Group	Aug. 2018	Link
[22] AB-2421 Land use: permitting: wireless communications: emergency standby generators	California Legislative Information	30.09.2020	Link
[23] Verordnung über Fernmeldedienste (FDV)	-	-	
[24] IKT Infrastruktur in den Unternehmen	Konjunkturforschungsstelle	06.07.2021	Link
[25] 120'000 Franken für eine Antenne auf dem Dach	Daniel Mennig, SRF	26.03.2019	Link
[26] MOBILFUNK: Entgehen den Landbesitzern Millionen?	Maurizio Minetti, Luzerner Zeitung	14.10.2016	Link
[27] Swisscom baut an einem zweiten Kernnetz	René Jaun, netzwoche	08.02.2022	Link
[28] Persönliche Kommunikation mit BABS	-	17.02.2022	
[29] Fatal Accidents Per Million Flights 1977-2017	ASN Safety Database	(16.03.2022)	Link
[30] Nationale Risikoanalyse Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020 -Zusammenfassung	Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS	26.11.2020	Link
[31] Vom Leben und Sterben der 0days	Jürgen Schmidt, Heise Magazin	Aug. 2017	Link
[32] Measures for Incidents, Problems, and Changes	Gartner	25.08.2016	Link
[33] Umsatz im Bereich Telekommunikation in der Schweiz bis 2020	Anna-Sofie Turulski, statista	21.01.2022	Link
[34] Zahlen und Fakten	Bundesamt für Kommunikation BAKOM	(17.02.2021)	Link
[35] Festnetzdienste über Kurznummern über Festnetz- und Mobilfunkanschlüsse	Bundesamt für Kommunikation BAKOM	(16.07.2021)	Link
[36] Schweizer Telefonnetz: Swisscom nach erneutem Ausfall unter Druck	Tom Sperlich, heise online	09.07.2021	Link
[37] The economic impact of disruptions to Internet connectivity	Deloitte	Okt. 2016	Link
[38] Gefährdungsdossier - Ausfall Mobilfunk	Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS	Nov. 2020	Link
[39] Methode zur nationalen Risikoanalyse	Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS	Dez. 2020	Link
[40] Einsatzstatistik 2020	Rettung Basel-Stadt	(16.03.2022)	Link
[41] Report erstellt durch LINK für SUISSE-DIGITAL	LINK für SUISSEDIGITAL	Apr. 2021	210188_Suisse-Digital_Report_11052021.pptx
[42] Cybersecurity of 5G networks - EU Toolbox of risk mitigating measures	European Commission	8.03.2021	Link
[43] Nationale Strategie zum Schutz der Schweiz vor Cyber-Risiken (NCS) für die Jahre 2018-2022	Nationales Zentrum für Cybersicherheit NCSC	19.04.2018	Link
[44] Sicherheitsverbandsübung 2014: Erkenntnisse und weiteres Vorgehen	Generalsekretariat VBS	28.05.2015	Link



[45] Vernehmlassung über Massnahmen zur Verbesserung der Sicherheit von Informationen und von Fernmeldeinfrastrukturen und -diensten	Bundesamt für Kommunikation BAKOM	(03.12.2021)	Link
[46] Verordnung über die Überwachung des Post- und Fernmeldeverkehrs	-	(3.12.2019)	Link
[47] Technische und administrative Vorschriften	Bundesamt für Kommunikation BAKOM	(14.01.2021)	Link
[48] Liste der registrierten Fernmeldediensteanbieterinnen	Bundesamt für Kommunikation BAKOM	25.02.2021	Link
[49] Vollzugspraxis	Bundesamt für Kommunikation BAKOM	(06.04.2022)	Link
[50] Jahresberichte	Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST	(07.07.2021)	Link
[51] SKI-Strategie 2018–2022	Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS	(14.04.2022)	Link
[52] EU coordinated risk assessment of the cybersecurity of 5G networks	NIS Cooperation Group	09.10.2019	Link
[53] Power grid recovery after natural hazard impact	European Commission, Joint Research Centre, Krausmann, E., Karagiannis, G., Turksezer, Z., et al.	05.12.2017	Link
[54] Versorgungssicherheit: Bundesrat richtet ab dem nächsten Winter eine Wasserkraftreserve ein und plant Reservekraftwerke	Der Bundesrat	17.02.2022	Link
[55] Technische und administrative Vorschriften betreffend die Meldung von Netzstörungen	Bundesamt für Kommunikation BAKOM	01.07.2014	Link
[56] Vernehmlassung über Massnahmen zur Verbesserung der Sicherheit von Informationen und von Fernmeldeinfrastrukturen und -diensten	Bundesamt für Kommunikation BAKOM	28.03.2022	Link
[57] Regulierungsfolgenabschätzung – Checkliste	Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF	März 2013	Link
[58] Replay-TV kostet bei Init7 extra - andere Anbieter sollen folgen	Marcel Wüthrich, Swiss IT Magazine	11.02.2022	Link
[59] Salt führt eine Zusatzgebühr ein	Christian Beck, AWP Finanznachrichte, SDA, persönlich Verlags AG	13.04.2022	Link
[60] Gemeinsamer Tarif 12	SUISSIMAGE	26.05.2021	Link
[61] Vernehmlassung zur Einführung einer Meldepflicht für Cyberangriffe eröffnet	Der Bundesrat	12.01.2022	Link
[62] Gefährdungsdossier - Strommangellage	Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS	November 2020	Link
[63] Gefährdungsdossier - Stromausfall	Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS	November 2020	Link
[64] Frankreich: Unbekannte durchtrennen Glasfaser-Backbones	Monika Ermert und Volker Briegleb, heise online	28.04.2022	Link



[65] Solarpanels als besseres Backup für Mobilfunkantennen	Achim Sawall, golem.de	28.04.2022	Link
[66] Verkehrsmittel Österreich	Umweltbundesamt GmbH (Österreich)	2020	Link
[67] Fernmeldegesetz	-	30.04.1997	Link
[68] Leitfaden Schutz kritischer Infrastrukturen	Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS	17.12.2018	Link
[69] Breitbandinfrastruktur	Bundesamt für Kommunikation BAKOM	01.04.2022	Link
[70] Heiße Steine sind effizienter als Brennstoffzellen	Frank Wunderlich-Pfeiffer, golem.de	19.07.2019	Link
[71] Regeringens proposition 2021/22:136	-	24.02.2022	Link
[72] Guideline on Security Measures under the EECC	European Union Agency for Cybersecurity (ENISA)	07.07.2021	Link
[73] Regulation on resilience of communications networks and services and of synchronisation of communications networks	Finnish Transport and Communications Agency Traficom	01.07.2021	Link
[74] Huawei appeals Sweden's ban on company for selling 5G gear	Reuters	01.10.2021	Link
[75] Bundesgesetz über die Enteignung	-	01.01.2022	Link
[76] Facts & Figures	Swisscom	31.03.2022	Link
[77] Technische und administrative Vorschriften betreffend die Leitweglenkung und die Standortidentifikation der Notruf	Bundesamt für Kommunikation BAKOM	23.02.2022	Link
[78] Sunshine-Regulierung	Eidgenössische Elektrizitätskommission ElCom	(19.05.2022)	Link
[79] Verordnung über den Schutz vor Störfällen	-	01.08.2019	Link