



MASTER THESIS

Titel der Master Thesis / Title of the Master's Thesis

„Auswirkungen eines längerdauernden großflächigen
Stromausfalls auf kritische Infrastrukturen, mit
Berücksichtigung der Stromeigenerzeugung der ÖBB“

verfasst von / submitted by

Wolfgang Blaschke

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree
of

Master of Science (MSc)

Wien, 2017 / Vienna 2017

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
Postgraduate programme code as it appears on
the student record sheet:

A 992 242

Universitätslehrgang lt. Studienblatt /
Postgraduate programme as it appears on
the student record sheet:

Risikoprävention und Katastrophenmanagement

Betreut von / Supervisor:

o. Univ. Prof. Dr. Thomas GLADE

EIGENSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich diese Arbeit selber verfasst habe und keine anderen Quellen, als die im Literaturverzeichnis angeführten, verwendet habe.

DANKSAGUNG

Am Beginn dieser Arbeit möchte ich mich bei allen Wegbegleiterinnen und Wegbegleitern für deren Unterstützung und Zusammenarbeit in den letzten Jahren sehr herzlich bedanken.

Mein ganz besonderer Dank gilt meiner Partnerin, die durch viele Monate hindurch die intensive Konfrontation mit der Thematik erduldet und mich unterstützt hat.

Ebenfalls möchte ich mich bei meinem fachlichen Mentor, Herrn Herbert Saurugg, MSc, sehr herzlich für die erbauenden Gespräche und thematischen Inputs, sowie seine Unterstützung beim Layout, bedanken. Gleichmaßen danke ich allen Gesprächspartnern, die mich mit fachlichen Informationen zu den eisenbahnspezifischen Fragen tatkräftig unterstützt haben. Auch für die Beiträge des Bundesministeriums für Inneres bedanke ich mich an dieser Stelle.

Ein weiteres, herzliches Dankeschön möchte ich meinem Betreuer Univ. Prof. Dr. Thomas Glade aussprechen, der mich durch seine hilfreichen Rückmeldungen und in persönlichen Gesprächen auf viele Punkte hingewiesen hat, durch die diese Arbeit entstehen konnte.

Durch die starke Präsenz von Strom in allen Lebensbereichen kann man sich eine funktionierende Stromversorgung aus dem Alltag nicht mehr wegdenken. Welche Verflechtungen durch den elektrischen Strom entstanden sind und welche Auswirkungen ein länger andauernde und flächendeckender Stromausfall auf kritische Infrastrukturen haben kann und welche Eigenheiten im Bereich der Österreichischen Bundesbahnen durch den Anteil der Eigenproduktion von Strom entstehen, ist der Gegenstand dieser Arbeit. Diese Arbeit befasst sich mit kritischen Infrastrukturen, deren Zusammenspiel untereinander und die Zusammenhänge mit der Stromversorgung in Österreich, mit den Besonderheiten des Bahnstromnetzes.

Seit Entdeckung und Nutzung der Elektrizität hat sich ein fundamentaler Gesellschaftswandel vollzogen. Die gegenwärtige Gesellschaftsform ist die einer Netzwerkgesellschaft geworden. Dieser Wandel schreitet weiter voran. Parallel zum Wandel der Gesellschaftsform fanden auch in der Technik große Fortschritte statt. Und auch hier ist die Weiterentwicklung immer noch nicht abgeschlossen. Betrachtet man den gesellschaftlichen und technischen Lebensbereich aus der Vogelperspektive, so sieht man, dass die Technik und die Gesellschaft strukturell eng miteinander verbunden sind. Netzwerke haben mittlerweile in allen Lebensbereichen Einzug gehalten. Waren vor rund einhundert Jahren große Landstriche Österreichs entweder nur zu Fuß oder mit Pferde- und Ochsenfuhrwerken zu erreichen, und verfügten nur die städtischen Bereiche über elektrische Beleuchtung, so hat sich dieses Bild vollkommen verändert. Der gegenwärtige Wohlstand beruht zum größten Teil auf der ständigen Verfügbarkeit von elektrischer Energie.

Durch eine stärkere technische Vernetzung werden Prozesse beschleunigt und optimiert, wodurch eine Zunahme des Wohlstandes bewirkt wird. Der Wohlstandspegel lässt sich am Energiebedarf einer Gesellschaft erkennen, denn je höher der Energieverbrauch ist, desto höher ist dieser. In weiterer Folge entsteht eine hohe, globale Abhängigkeit von Ressourcen jeder Art. Steigt der Grad der Vernetzung von Einzelstrukturen in einem System, so steigt auch die Zahl der möglichen Interaktionen in diesem System. Je höher aber die Zahl Handlungsmöglichkeiten wird, umso höher wird auch das Risiko, dass es zu Fehlern in den Handlungsabläufen kommen kann. Anders ausgedrückt beutet die Zunahme an Handlungsmöglichkeiten eine Steigerung der Komplexität.

Eine essentielle Rolle in komplexen Gesellschaftsstrukturen hat zweifelsohne die Versorgung mit elektrischer Energie übernommen. Bricht die Stromversorgung großflächig und für längere Zeit zusammen, so droht ein Kollaps ungeahnten Ausmaßes.

Dieser Umstand erfordert ein Umdenken im nationalen Krisenmanagement, um die Resilienz zu steigern. Die derzeit vorliegenden Bundesgesetze und Landesgesetze verfügen zwar über allgemein formulierte Postulate, die leider kaum jemanden bekannt sind. Unabhängig der Aussage „Unwissenheit schützt vor Strafe nicht“, geht es im Krisen- und Katastrophenmanagement doch um eine Vielzahl von Betroffenen.

The intense presence of electricity in every area of life make absence of power supply unthinkable. Which interdependences originated by electricity and which consequences a blackout cause to critical infrastructure is topic of this paper. Mannerism of Austrian Federal Railways in power production by ownpower plants is also content of this paper.

Since discovery and utilization of electricity a fundamental change in community took place. This change is ongoing. In the same way community changed, a change of technology took place. It is also an ongoing process. Bird's eye view of social and technical areas of life, you could see, that community and technique are closely connected. Meanwhile networks find one's way into all areas of life. Beginning of the 20th century wide areas in Austria could be reached by foot, horse buggy or ox-vehicle. Electric lighting was a privilege of big cities. Economic wealth based on permanent availability of electricity.

More technical integration accelerates and optimizes processes, so economic wealth will increase. Economic wealth could be read by energy consumption, in case of more consumption the economic wealth will be higher. In future a high addiction will be originated to every type of resources. If the rate of networks increases the rate of dynamic interactions will also increase. But at the point of no return increases only the risk that operational failures will happen. In another way it means that more options increase complexity.

Electricity doubtless took over an essential part in complex communities. If a blackout arrives a collapse threat with unimagined magnitude.

This circumstance needs a rethinking in national crisis management to raise resilience. At the time national law and district law includes general postulate, but less people are acquainted with them. Autonomously statement „Ignorance is no excuse“ we should look after because there are many people involved by these crises.

INHALTSVERZEICHNIS

EIGENSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG.....	III
DANKSAGUNG.....	V
KURZFASSUNG	VII
ABSTRACT	IX
INHALTSVERZEICHNIS.....	X
TABELLENVERZEICHNIS.....	XII
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	XIII
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	XIV
1 EINLEITUNG	1
1.1 Aufbau der Arbeit	4
1.2 Hypothese	6
2 Staatliches Krisen- und Katastrophenmanagement	8
2.1 Grundlagen	8
2.2 Kritische Infrastrukturen und deren Entstehung	14
2.3 Vulnerabilität der Gesellschaft im 21. Jahrhundert	16
2.4 Auslöser einer nationalen Katastrophe.....	18
2.5 Engagement und Reaktion	23
2.6 Das System des Krisen- und Katastrophenmanagements in Österreich.....	25
3 Methodik.....	27
3.1 Suche	27
3.2 Faktensammlung	29
3.3 Gegenüberstellung	30
3.4 Erkenntnisse	30
3.5 Zukunftsperspektiven und Handlungsspielräume.....	31
4 Kritische Infrastruktur	32
4.1 Kritischer Infrastrukturen und deren Schutz	32
4.2 Kritische Infrastrukturen in Österreich.....	37
4.3 Detailbeschreibung ausgewählter kritischer Infrastrukturen	39
4.3.1 Informations- und Kommunikationstechnologie	39
4.3.2 Finanzdienstleistungen.....	41
4.3.3 Verwaltung und öffentliche Sicherheit	42
4.3.4 Versorgung der Bevölkerung mit Gütern des täglichen Bedarfs.....	44
4.3.5 Gesundheitsdienstleistungen	49
4.4 Trinkwasserversorgung, Abwasserentsorgung, Abfallwirtschaft.....	51

4.5	Energieversorgung	67
4.6	Auswirkungen auf die kritischen Infrastrukturen	102
4.6.1	Auswirkungen auf die Informations- und Kommunikationstechnologie	103
4.6.2	Auswirkungen auf die Finanzdienstleistungen.....	104
4.6.3	Auswirkungen auf die Verwaltung und öffentliche Sicherheit.....	105
4.6.4	Auswirkungen auf die Versorgung der Bevölkerung mit Gütern des täglichen Bedarfs 106	
4.6.5	Auswirkungen auf das Gesundheitswesen.....	108
4.6.6	Auswirkungen auf die Energieversorgung.....	109
5	Erkenntnisse	117
6	Zusammenfassung	120
7	Aussichten und Handlungsfelder	124
8	LITERATURVERZEICHNIS	126

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Auflistung großer Stromausfälle

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

APCIP	Austrian Program for Critical Infrastructure Protection
EPCIP	European Program for Critical Infrastructure Protection
BMFWF	Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft
GW	Gigawatt
GWh	Gigawattstunde(n)
JVA	Justizvollzugsanstalt
kV	Kilovolt
MW	Megawatt
ÖBB	Österreichische Bundesbahn
SKKM	Staatliches Krisen- und Katastrophenmanagement
TAB	Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

- Abbildung 1: Regelkreis des Katastrophenmanagements (Önorm 2011)
- Abbildung 2: Dreisäulenprinzip im staatlichen Katastrophenmanagement
- Abbildung 3: Die Mannschaftsstärke der Niederösterreichischen Feuerwehren
- Abbildung 4: Die erste elektrische Lokomotive (Interfoto München, o.J.)
- Abbildung 5: Sektoren und Interaktionen kritischer Infrastrukturen
- Abbildung 6: Verhältnis von Schadensausmaß zu Einsatz von Kräften und Mitteln (Önorm 2011)
- Abbildung 7: Auslöser für große Stromausfälle
- Abbildung 8: Bedürfnispyramide nach Abraham Harold Maslow (1908 – 1970)
- Abbildung 9: a) und b) Kommunikation einst und jetzt
- Abbildung 10: Beispiel einer automatischen Stallreinigung (Bing 2017)
- Abbildung 11: Großkläranlage Wien Simmering (Stadt Wien 2017)
- Abbildung 12: Schema einer Abwasserbehandlungsanlage (Autonome Provinz Bozen 2017)
- Abbildung 13: Eisenbahninfrastruktur
- Abbildung 14: a) Lichtsignal zur Sicherung einer Eisenbahnkreuzung, b) Streckensignal der ÖBB
- Abbildung 15: Flughafen Wien Schwechat
- Abbildung 16: Außenlandung in der JVA Gerasdorf
- Abbildung 17: Gasdruckregelstation von Hochdruck auf Mitteldruck (Wikipedia 2017a)
- Abbildung 18: 1000-Schillingschein mit der Abbildung von Viktor Kaplan und dem Donau-Kraftwerk Ybbs-Persenbeug (Wikimedia 2017)
- Abbildung 19: Schema der Malta Kraftwerke
- Abbildung 20: Kölnbrein-Sperre: a) talseitige Ansicht, b) bergseitige Ansicht
- Abbildung 21: Kraftwerk Theiß (Wikipedia 2017b)
- Abbildung 22: Dampfturbine im KKW-Zwentendorf
- Abbildung 23: galvanischer Trennschalter

- Abbildung 24: Foto zu den APG-Angaben
- Abbildung 25: Schema der Stromversorgung (ÖBB)
- Abbildung 26: Bahnstromsysteme in Europa, (Wikipedia 2017c)
- Abbildung 27: Standorte der Bahnstromkraftwerke und Umformer (ÖBB)
- Abbildung 28: Schema der ÖBB-Kraftwerke Stubachtal
- Abbildung 29: Kraftwerk Uttendorf
- Abbildung 30: Kraftwerk Uttendorf: a) Druckleitung Uttendorf, b) Turbinensatz Uttendorf
- Abbildung 31: geöffneter Grundablass des Tauernmoos Staubeckens (ÖBB: Friedrich Lechthaler)
- Abbildung 32: Bahnstromverbrauch 2000 bis 2016 (Datenquelle: ÖBB)
- Abbildung 33: Bahnstromerzeugung und Bahnstromverbrauch 2010 (ÖBB-Bahnssysteme)
- Abbildung 34: statischer Umformer a) Frontansicht, b) Seitenansicht
- Abbildung 35: a) und b) Laufräder von Pelton-Turbinen
- Abbildung 36: Bahnstromnetz (ÖBB)
- Abbildung 37: Hochspannungsmast: a) 50-Hz-Netz, b) 16,7-Hz-Netz
- Abbildung 38: Mastfußkennzeichnung im 50-Hz-Netz
- Abbildung 39: Mastfußkennzeichnung im 16,7-Hz-Netz
- Abbildung 40: a) Bahnstromtransformatoren, b) Stromabnehmer
- Abbildung 41: Stützbatterien im Krafthaus Uttendorf

Obwohl der Wissensstand hinsichtlich Natur, Naturgefahren und Schutzmaßnahmen so hoch wie niemals zuvor ist, scheinen Ausmaß und Häufigkeit von Schäden anzusteigen. Betrachtet man diesen Umstand mit etwas Abstand, so ist zu erkennen, dass hochtechnisierte Gesellschaften andere Auswirkungen als „ärmerer“ Gesellschaften zeigen. Die sogenannten reichen Nationen zeigen einen hohen Verlust an Sachwerten, wohingegen die armen Nationen eine hohe Zahl an Menschenleben zu beklagen haben. (vgl. Felgentreff u. Glade, 2008, S.1)

Tritt nun ein Ereignis auf, das eine große Medienwirksamkeit verspricht, so wird in den Medien sofort von einer Katastrophe gesprochen. Um aber das Verständnis für Katastrophen zu steigern, sollte der Begriff näher erläutert werden.

Der Begriff „Katastrophe“ wird im heutigen Sprachgebrauch für beinahe alle außergewöhnlichen Ereignisse angewendet.

Die Wahrnehmung von Unglücksfällen und Katastrophen hat sich verändert. Durch das Vorhandensein modernster Technologien hat der Informationsaustausch eine Geschwindigkeit erreicht die ihresgleichen sucht. Dadurch nimmt die Bevölkerung Ereignisse von katastrophalem Ausmaß anders wahr als zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts. Es erscheint, als ob die Häufigkeit von regionalen und überregionalen Katastrophen zunimmt. Ein weiterer Aspekt dieser Vernetzung durch die Informationstechnologie ist, dass die Einzelindividuen einer staatlichen Population Teil eines gigantischen, globalen Netzwerkes werden. Gleichgültig, in welcher Region der Erde sich heute Katastrophales ereignet, sei es eine Hungersnot, das Massensterben infolge von Infektionskrankheiten oder eine Wirtschaftskrise handelt, so werden Nachrichten darüber praktisch in Echtzeit in Bild und Ton, leider oft ungeprüft und unreflektiert verbreitet. Auf einen pietätvollen Umgang mit den Betroffenen wird vergessen. So gelangen nicht nur Informationen zu Ursachen und Begleitumständen in die Öffentlichkeit, sondern auch Bilder von Auswirkungen, die in Medien keinen Platz haben sollten.

Bei der Verwendung des Begriffs „Katastrophe“ ist es vollkommen egal, ob es sich um einen tragischen Verkehrsunfall oder um persönliche Verluste handelt. Medial werden solche Situationen mit Schlagzeilen überschrieben, in denen die Worte „Katastrophe“ oder „katastrophal“ tagtäglich enthalten sind. Im Alltagsgebrauch wird sehr rasch von einer Katastrophe gesprochen. Menschen bezeichnen sehr gerne Umstände, welche für sie persönlich, auf politischen, finanziellen oder technischen Ursachen beruhenden Situationen als (persönliche) Katastrophe. Ebenso haben auch die verschiedenen Bereiche aus Forschung, Rechtswissenschaft oder Technik unterschiedliche Auffassungen, was eine Katastrophe ist. Den Juristen einer Bezirkshauptmannschaft wird primär interessieren, wie genau die rechtlichen

Bestimmungen den Aufgabenbereich der Behörde beschreiben. Den Einsatzleiter einer Hilfsorganisation interessiert in erster Linie, welche Kräfte er wo und am effizientesten zum Einsatz bringen kann. Den leitenden Notarzt wird die Frage beschäftigen, wie er durch eine rasche und korrekte Triagierung, das ist die Einteilung von Verletzten nach dem Grad der Verletzung, möglichst viele Menschenleben retten kann. Die sozialwissenschaftliche Fakultät wird an der Katastrophe weniger das aktuelle Schadensausmaß beschäftigen. Soziologen betrachten die Langzeitwirkung der Geschehnisse, sie übernehmen dabei die Rolle der Betroffenen. Wie soeben beschrieben, sind zwei Sichtweisen zu erkennen. Die eine Sichtweise ist die der Hilfsorganisationen, also die Helferperspektive. Die andere Sichtweise ist die der Betroffenen, der Opfer, also die Opferperspektive.

Was aber eine Katastrophe im legistischen Sinn tatsächlich ist, darauf wird im folgenden Kapitel 2.4 näher eingegangen. Mit einer Katastrophe untrennbar verbunden ist aber ein Prozess des Wandels, es kommt immer zu einer Verhaltensänderung. In welche Richtung diese Verhaltensanpassung geht, wäre für die Abschätzung des kollektiven Verhaltens in Katastrophenlagen von großer Bedeutung. Dadurch könnte abgeschätzt werden, ob es zu einem bestimmten Verhalten einer bestimmten Bevölkerungsgruppe, beispielsweise Plünderungen im Gefolge von Stromausfällen, kommen wird. Leider fehlen hierzu noch Untersuchungen, um genauere Vorhersagen treffen zu können.

Es ist völlig gleichgültig, ob über natürliche Ereignisse oder über technische Ereignisse gesprochen wird, es können über den Zeitpunkt des Eintritts keine exakten Vorhersagen getroffen werden. Auch hinsichtlich des Kernthemas dieser Arbeit, einem längerdauernden großflächigen Stromausfall, können keine Vorhersagen gemacht werden.

Die immer wieder kolportierte Knappheit von fossilen Rohstoffen wie Erdöl, Erdgas und Kohle hat dem Thema Energieversorgung einen hohen Grad an Aktualität gesichert. Auch die Risiken der atomaren Energiequellen sowie deren Endlagerungsprobleme werden immer wieder aufgegriffen. Energie, gleichgültig ob es sich um Treibstoffe, Holz, Kohle, Gas oder Strom handelt, hat seit der industriellen Revolution immer mehr Bereiche des täglichen Lebens durchdrungen. Das Ziel unserer Gesellschaftsform, die auch als Industriegesellschaft tituliert wird, ist möglichst viel Wohlstand für Alle zu generieren und jeder Einzelnen und jedem Einzelnen zuteilwerden zu lassen. Das Streben nach Wohlstand nimmt aber kein Ende, es führt zu immer weiter fortschreitenden Bestrebungen die Wohlstandsmaschinerie am Laufen zu halten, ungeachtet der Folgen für Mensch und Umwelt. Durch dieses Streben nach noch mehr Wohlstand entstanden und entstehen immer wieder neue Risiken für die Gesellschaft. Auch die Gesellschaft hat sich zu einer Risikogesellschaft weiterentwickelt, wie Beck postuliert. Er vertritt die Ansicht, dass in der Risikogesellschaft, aufgrund des Fortschritts laufend neue Risiken entstehen und es daher nicht mehr um die Wohlstandsverteilung sondern um die Verteilung der Risiken auf die Gesellschaft geht. (Beck , 2015)

Die Reaktorunglücke 1986 in Tschernobyl und 2011 in Fukushima führten in einigen Staaten zum Umdenken und zur Abkehr von dieser Technologie. So wurde im Gefolge der Reaktorexlosion in Fukushima der Ausstieg aus der Atomkraft gefordert und in einigen Staaten sogar eingeleitet. In der Bundesrepublik Deutschland erklärte die Regierung den sofortigen Ausstieg aus der Kernenergie. In weiterer Folge wurde auch ein Wandel in der Energiegewinnung initiiert. Durch diese Bestrebungen eine Energiewende herbeizuführen ist das Thema Energieversorgung, Stromversorgung und Versorgungssicherheit aber aktueller denn je. Die Bestrebungen hin zu Technologien, die zu Einsparungen von Treibhausgasen führen, werden durch normative Regelungen unterstützt und getrieben.

In Österreich stellt die Nutzung von Energie aus erneuerbaren Ressourcen ein zentrales Element der Stromversorgung dar, wobei der größte Anteil der Wasserkraft zuzurechnen ist. Die steigende Anwendung von erneuerbaren Energiequellen für die Stromproduktion stellt aber eine große Aufgabenstellung sowohl an das Gemeinwesen, die Wirtschaft, die Politik, Forschung als auch an das Energieversorgungssystem dar. Durch viele dezentrale Windkraftanlagen und Photovoltaikanlagen werden zunehmend die großen konventionellen Kraftwerke ersetzt. Ebenso wird durch diese Windparks und Photovoltaikanlagen das Stromverteilnetz, das für ganz andere Voraussetzungen geplant und bisher betrieben wurde, zunehmend instabiler. Dieser Umstand zeigt sich an der zunehmenden Zahl von Eingriffen zur Regelung der Netzstabilität. Das Problem besteht in der Volatilität von erneuerbaren Energien wie Windkraft oder Photovoltaik. Das bedeutet anders ausgedrückt, dass diese Energieträger nicht permanent zur Verfügung stehen und dadurch laufend regelnde Eingriffe in den Produktionsprozess erforderlich machen. Strom kann nicht gespeichert werden. Dadurch erfolgt eine Speicherung von Strom durch Umwandlung der elektrischen Energie in den Pumpspeicherkraftwerken in potentielle Energie des hochgepumpten Wassers. Diese kann dann erneut durch seine kinetische Energie die Laufräder der Turbinen antreiben und für die Stromproduktion genutzt werden.

Ein weiterer Aspekt, der Risikosteigerung liegt in der Grundstruktur von elektrischen Leitungsnetzen. Ursprünglich wurden diese für den Transport des Stroms von den Kraftwerken zu den Kundinnen und Kunden, praktisch als Einbahnstraße konzipiert, gebaut und betrieben. Die Stromeinspeisung erfolgte in die Einspeiseebene. Heute wird elektrische Energie in das Verteilnetz eingespeist, wodurch aus einem Abgabernetz ein Einspeisenetz entsteht und es faktisch zu gegenläufigen Stromrichtungen kommt. Solange sich der Stromverbrauch und die Stromproduktion die Waage halten, kommt es zu keinen Frequenzschwankungen im Stromnetz. Da aber, in Abhängigkeit von Wetter und Tageszeit nicht die gleiche Menge Strom verbraucht wie eingespeist wird, kommt es zu einem Ungleichgewicht. Dieses Ungleichgewicht zeigt sich in Form von Frequenzschwankungen auf europäischer Ebene oder in lokalen Netzbereichen als Spannungsschwankungen. Diese Spannungsschwankungen

sind auch im später beschriebenen Bahnstromnetz zu bemerken, wenn eine elektrisch betriebene Lok losfährt. Die Frequenz des öffentlichen Stromnetzes beträgt 50 Hertz (Hz). Die Einhaltung dieser Frequenz ist für die Sicherheit von Verbrauchseinrichtungen von grundlegender Bedeutung, da es sonst zu Schäden an Anlagen und Betriebsmitteln kommen kann. Aus diesem Grund sind alle Stromnetzbetreiberinnen und Stromnetzbetreiber verpflichtet Strom mit dieser Frequenz zu liefern. Kommt es zur Überschreitung der Toleranzgrenze von mehr als 1%, kann es aus Sicherheitsgründen zu Lastflussverschiebungen bis hin zu Lastabwürfen und Netzabschaltungen kommen. Wie aus diesen Erläuterungen zu erkennen ist, kann es durch unregelmäßige Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Quellen genau zu diesen Sicherheitsmaßnahmen kommen. Darüber hinaus nimmt durch diese Einspeisungen die Komplexität im Stromsystem laufend zu.

Um die Lastflüsse entsprechend regeln zu können, bedarf es einer perfekten Kommunikation aller Beteiligten, wofür leistungsfähige Datenleitungen erforderlich sind. Aber, wie bereits erwähnt wurde steigt die Störanfälligkeit, wenn die Strukturen einen gewissen Grad an Verflechtung erreicht haben. In komplexen Systemen wird aber eine katastrophale Causalverkettung niemals zur Gänze auszuschließen sein. Dies bedeutet nach Murphys-Gesetz, dass alles was schief gehen kann auch irgendwann schief gehen wird.

1.1 Aufbau der Arbeit

Kapitel 1 gibt einführende Informationen zur Thematik des Katastrophenmanagement und beschäftigt sich auch im Überblick mit dem Schutz der Bevölkerung.

In weiterer Folge wird der Aufbau der vorliegenden Arbeit vorgestellt und die erwarteten Auswirkungen in den Hypothesen, im Kapitel 1.2 dargelegt.

Im **Kapitel 2** wird das staatliche Krisen- und Katastrophenmanagement dargestellt. In diesem Kapitel erfolgt die Präsentation der Grundlagen des österreichischen Krisen- und Katastrophenmanagements. Darüber hinaus wird auf die Verletzlichkeit der Gesellschaft, bedingt durch eine immer stärker werdende Vernetzung einzelner gesellschaftlicher Strukturen eingegangen. Es wird auf den Auslöser nationaler Katastrophen, einen länger andauernden flächendeckenden Stromausfall eingegangen und die Definition der Katastrophe vorgestellt. Zum Abschluss des Kapitels wird das System des Staatlichen Krisen- und Katastrophenmanagement (SKKM) in Österreich behandelt.

Im **Kapitel 3** erfolgt die schrittweise Beschreibung der Methodik, ausgehend von den Überlegungen, welche Ursachen für einen längerdauernden flächendeckenden Stromausfall in Frage kommen. Die einzelnen Schritte umfassen die Recherche, Daten und Faktensammlung daran anschließend die Gegenüberstellung der Fakten. Aus den Gegenüberstellungen erfolgt in einem weiteren Schritt die Bewertung der Auswirkungen, woraus die Erkenntnisse

gewonnen werden. Im Anschluss an die Darstellung der Erkenntnisse erfolgt eine Zusammenfassung der Inhalte. Die Darstellung möglicher Perspektiven und Handlungsräume erfolgt im letzten Kapitel.

Im **Kapitel 4** werden die kritischen Infrastrukturbereiche auf EU-Ebene mit denen in Österreich verglichen. Dieser Vergleich ist deshalb wichtig, da im gesamteuropäischen Kontext andere Infrastrukturbereiche als kritisch erachtet werden, als im Österreichischen Zusammenhang. Es wird auch der Schutz kritischer Infrastrukturen im Rahmen der Schutzprogramme erläutert.

Daran anschließend erfolgt die Aufzählung und Beleuchtung, der im Austrian Programm for Critical Infrastructure Protection (APCIP) aufgelisteten kritischen Infrastrukturen in Österreich. Die Gedankengrundlage für diese Betrachtungen stellt der Endbericht, **„Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften – am Beispiel eines großräumigen Ausfalls der Stromversorgung“** des Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB 2010) dar.

Zu den wichtigsten Infrastrukturen zählen unter anderen alle Sparten der Informationstechnologie und Telekommunikation, das Gesundheitswesen, Gütertransport, öffentlicher sowie Individualverkehr und die Versorgung aller Akteure mit Strom und Treibstoff.

Die Bereitstellung von Gütern des täglichen Bedarfs sowie von Dienstleistungen aller Art erfolgt heute über eng miteinander verbundenen Strukturen.

Bereits durch die Betrachtung der Entwicklung von Technologien seit Entdeckung der Elektrizität zeigt, dass es durch den Transport elektrischer Energie zu einem hohen Grad an Vernetzung und Komplexität des gesellschaftlichen Zusammenlebens gekommen ist.

Es wird in diesem Kapitel auch die Beziehung zwischen kritischen Infrastrukturen in Österreich und den Bedürfnissen der Bevölkerung hergestellt.

Dem Hauptthema der Arbeit ist das **Kapitel 4.5** gewidmet, in dem die Energieversorgung genauer betrachtet wird. Wie die Verflechtungen und gegenseitigen Abhängigkeiten zu einer hoch vulnerablen Struktur führen können, wird hier skizziert. Die Interdependenzen, die durch andere kritische Infrastrukturen gegeben sind, werden beispielhaft angeführt und sollen die Wichtigkeit der Stromversorgung hervorheben.

Dieses Kapitel beschäftigt sich in einem eigenen Abschnitt mit der Präzisierung der Elektrizität für den Bereich der Bahnstromherstellung und Weiterleitung. Hier werden Unterschiede zum öffentlichen Stromnetz herausgearbeitet und gemeinsame Aspekte betont. Darüber hinaus werden auch einzelne Komponenten des Bahnstromnetzes näher erklärt.

Kapitel 4.6 beschäftigt sich mit dem Ausfall der Stromversorgung und den Auswirkungen auf die Kritische Infrastruktur. Es wird versucht für alle kritischen Infrastrukturelemente möglichst

genaue Beschreibungen der Folgen zu geben. Das Hauptaugenmerk liegt jedoch auf dem Eisenbahnsektor. Hier werden die Fakten eines Blackout für die ausgewählten Bereiche dargestellt.

Als Blackout ist ein plötzlicher überregionaler bzw. weite Teile Europas betreffender und länger andauernder Strom- und Infrastrukturausfall definiert. Länger andauernd wird hier mit über 24 Stunden angenommen. (Saurugg 2012)

Einführend kann an dieser Stelle schon gesagt werden, dass jede Lebenssituation stromabhängig ist. Betrachtet man die Lebensbereiche und Arbeitsumwelt genauer, so ist eindeutig zu erkennen, dass wir überall auf elektrisch betriebene Arbeitsmittel und Kommunikationsmittel treffen. Dieses Faktum führt dazu, dass bei einem Ausfall der Versorgung mit elektrischer Energie alle kritischen Infrastrukturen und somit die gesamte Gesellschaft beinahe schlagartig davon betroffen ist.

Durch die intensive Studie zahlreicher Publikationen zum Thema „Blackout“, wurde die Betrachtung eines Blackout im Zusammenhang mit der Österreichischen Bundesbahn (ÖBB) zum Kernthema der Nachforschungen. Interessant ist hierbei der Unterschied zwischen dem öffentlichen Stromnetz und dem Bahnstromnetz.

Im **Kapitel 5** wird auf die gewonnen Schlussfolgerungen und die Verletzlichkeit der einzelnen kritischen Infrastrukturen eingegangen.

Kapitel 6 stellt die Zusammenfassung aller Themenkreise in komprimierter Form dar. Hier werden nochmals alle Grundlagen in Erinnerung gerufen und in verkürzter Form angeführt.

Kapitel 7 stellt weitere Ausblicke und Forschungsbereiche sowie die Anwendungen der Erkenntnisse für die Steigerung der Resilienz des Infrastrukturbereiches der ÖBB dar.

1.2 Hypothese

In der Hypothese 1 wird nachfolgende Ansicht vertreten.

Ein Blackout im angeführten Ausmaß hat katastrophale Auswirkungen auf alle kritischen Infrastrukturen.

Um dieses Thema bearbeiten zu können, sind verschiedene Forschungsfragen zu klären.

Forschungsfrage 1 lautet: Sind alle kritischen Infrastrukturen von einer funktionierenden Stromversorgung abhängig?

Forschungsfrage 2 lautet: Gibt es Teile von kritischen Infrastrukturen, die keine Abhängigkeit vom öffentlichen Stromnetz aufweisen?

Forschungsfrage 3 lautet: Kann die Versorgung der Bevölkerung mit lebensnotwendigen Gütern aufrechterhalten werden?

In Hypothese 2 wird nachfolgende Meinung vertreten:

Durch die hohe Stromabhängigkeit kommt der Schienenverkehr der ÖBB zeitgleich mit einem Blackout zum Erliegen.

Hierzu sind nachfolgende Forschungsfragen zu beantworten.

Forschungsfrage 4 lautet: Welchen Strombedarf weist die ÖBB an einem normalen Reisetag auf?

Forschungsfrage 5 lautet: Kann durch den Eigenstromanteil von 30% aus den eigenen Kraftwerke ein regulärer Personen- und Güterverkehr sichergestellt werden?

Forschungsfrage 6 lautet: Kann auf nicht elektrifizierten Bahnstrecken ein Schienenverkehr aufrechterhalten werden?

2 Staatliches Krisen- und Katastrophenmanagement

2.1 Grundlagen

Ereignisse sowohl im Inland als auch im Ausland haben gezeigt, dass für eine effiziente Bewältigung von Großschadensereignissen und ganz besonders für Katastrophenszenarien, unabhängig deren Genese, eine enge Zusammenarbeit zwischen den Behörden und Einsatzorganisationen dringend erforderlich ist. Die Erkenntnisse aus dem Hochwasserereignis 2002 führten zur Reorganisation des Staatlichen Krisen- und Katastrophenschutzmanagements, kurz SKKM, im Jahre 2004. In Österreich wurde, unter der damaligen Bundesministerin Dr. Maria Fekter, der Grundstein für die Modernisierung des SKKM gelegt. Die zu verfolgenden Ziele wurden in der SKKM-Strategie niedergeschrieben. Durch eine Expertengruppe, in die Expertinnen und Experten aus den Bundesministerien entsandt wurden, entstand unter der Koordination des Bundesministeriums für Inneres (BMI) die SKKM-Strategie 2020. Diese wurde im Ministerrat am 28. Juli 2009 genehmigt und stellt die nachfolgend zitierten Aussagen in den Vordergrund. (BMI 2009)

„Der Schutz des Menschen ist in unserem demokratischen Gemeinwesen ein vorrangiges Ziel der staatlichen Politik. Mit dem Zivilschutz möchte der Staat seine Bürgerinnen und Bürger in Notsituationen vor drohenden Gefahren schützen.“ (BMI, o.J.)

Dieses Strategiepapier beinhaltet sämtliche Herausforderungen, denen durch die koordinierte Interoperation der Katastrophenschutzbehörden und Einsatzorganisationen begegnet werden soll. Dabei darf aber nicht vergessen werden, dass die Bevölkerung einen wesentlichen Beitrag leisten muss und auch leistet. Um die kontinuierliche Weiterentwicklung der strategischen Überlegungen sicher zu stellen, beruht die SKKM-Strategie auf dem, in der Önorm S2304 abgebildeten Regelkreis, der in abgewandelter Form nachfolgend dargestellt ist.

In dieser Darstellung steht die Evaluierung nicht im Zentrum, sondern wurde direkt in den zyklischen Ablauf eingebunden. Diese Einbindung erfolgte aus der Überlegung heraus, dass am Anfang jedes Managementkreislaufs eine möglichst konkrete und allumfassende Evaluierung steht, bei der ein All-Gefahrenansatz verfolgt werden sollte. Die Überprüfung der Maßnahmen auf deren Umsetzungserfolge erfolgt am Ende des Zyklus, wobei diese Nachevaluierung bereits wieder den ersten Schritt des neuen Zyklus darstellt. Im Managementkreislauf wird dies in der Abfolge von „Planen-Handeln-Prüfen-Agieren“ oder im angelsächsischen „Plan-Do-Check-Act“ beschrieben.

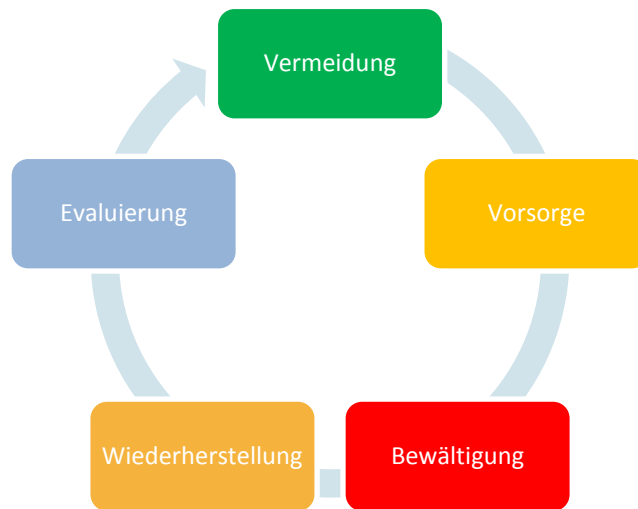


Abb.1: Regelkreis des Katastrophenmanagements, abgewandelt nach Önorm S2304

Betrachtet man den Zyklus genauer, so lässt sich erkennen, dass es drei Hauptakteurinnen und Hauptakteure gibt. Diese stellen sich als Behörde(n), Bevölkerung und Einsatzorganisationen dar. Wobei im Falle eines Blackouts die Hauptlast auf der Bevölkerung liegen wird, da auch die Hilfs- und Rettungsorganisationen betroffen sein werden.

Die Überlegungen in der SKKM-Strategie zum Schutze der Bevölkerung in Österreich beruhen auf einem Mehrsäulenprinzip wie unten dargestellt.

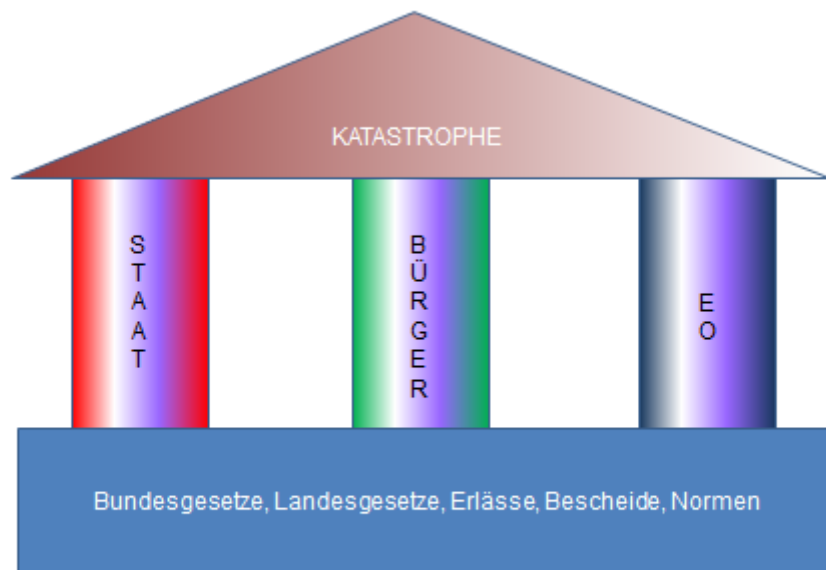


Abb. 2: Dreisäulenprinzip im staatlichen Katastrophenmanagement

Die tragenden Elemente im Katastrophenfall ruhen auf den gesetzlichen Rahmenbedingungen von Bund und Ländern. Die Stützen sind primär die staatliche Vorsorge und die Einsatzorganisationen (EO). Da durch diese beiden Eckpfeiler in manchen Situationen kein allumfassender Schutz gewährleistet werden kann, wird die Bevölkerung als Element der Krisenvorsorge mit einbezogen. In der SKKM-Strategie 2020 wird im Punkt 5.10 die Aussage getätigt, dass die Betreiberinnen und Betreiber von kritischen Infrastrukturen verstärkt einzubinden sind. Diese Einbindung der Bevölkerung ist von eminenter Bedeutung, besonders in den Sektoren der Vorsorge und Vermeidung, und erfolgt im Rahmen des Schulungsangebotes des Österreichischen Zivilschutzverbandes.

Bei dieser Betrachtung darf nicht vergessen werden, dass die Funktion des Hilffsystems auf dem Gedanken der „Nachbarschaftshilfe“ basiert. Für diese Nachbarschaftshilfe sind die bei den ehrenamtlich tätigen Freiwilligen Feuerwehren und den Rettungsorganisationen laufend durchgeführten Schulungen, Übungen und Leistungstests unerlässlich. Um auch ein Pendant für die zivile Bevölkerung zu schaffen, bietet der Österreichische Zivilschutzverband entsprechende Informationsveranstaltungen, Schulungen und Informationsbroschüren an.

Darüber hinaus ist geplant aus dem 3-Säulenmodell durch Einbeziehung von Wirtschaft und Wissenschaft ein 5-Säulenmodell zu schaffen.

In seinem Buch „Einführung in das Katastrophenmanagement“ geht Jachs auf das Organisationsverhalten ein. Er beschreibt dort, dass es vier verschiedenen Organisationstypen gibt. Organisationstyp 1 sind die Einsatzorganisationen mit der Hauptaufgabe der Katastrophenbe-

wältigung. Der Organisationstyp 2 ist mit Regelaufgaben verbunden, beschäftigt sich aber nicht ausschließlich mit diesem Themenkreis, hierzu werden alle Einrichtungen zur Bewältigung im Sinne von Spendensammlung und den Non Governmental Organisations (NGO) gezählt. Der Typ 3 ist nur in außergewöhnlichen Situationen mit der Katastrophenbewältigung betraut, ist aber dennoch planmäßig in das Katastrophenmanagement eingebunden. Hierunter fallen die Infrastrukturbetreiberinnen und Infrastrukturbetreiber. Zum Typ 4 zählen alle Organisationen, die erst entstehen und nach der Katastrophe auch wieder verschwinden.

Bedeutend ist auch, dass mit zunehmendem Umfang einer Katastrophe mehr und mehr Organisationen vom Typ 2, 3 und 4 in das Management einzubinden sind. Ein ähnlicher Vorgang ist bei der Entwicklung eines Führungsstabes anzutreffen. (Jachs, 2011)

Die nachfolgende Statistik des Niederösterreichischen Landesfeuerwehrverbandes gibt einen Überblick über die Mannschaftsstärke der Feuerwehren in Niederösterreich. Diese Anzahl von Frauen und Männern stehen für die Bewältigung von Ereignissen im örtlichen Einsatzgebiet sowie Teile davon für überregionale Einsätze zur Verfügung. Hier sei die steigende Zahl der weiblichen Feuerwehrmitglieder besonders hervorgehoben. Die steigende Mitgliederzahl insgesamt und des Frauenanteils zeigt bereits einen Ansatz zu Änderungen im Katastrophenmanagement. Durch sinkende Zahlen bei den Grundwehrdienern, die bei Katastrophenszenarien, im Rahmen eines Assistenzeinsatzes des Österreichischen Bundesheeres, zum Einsatz kommen, geraten die Kommunen zunehmend unter Druck.

Ex post betrachtet haben die Ereignisse von 9/11 in New York (2001) und in Madrid (2004) zu einem Wendepunkt für den Katastrophenschutz werden lassen.

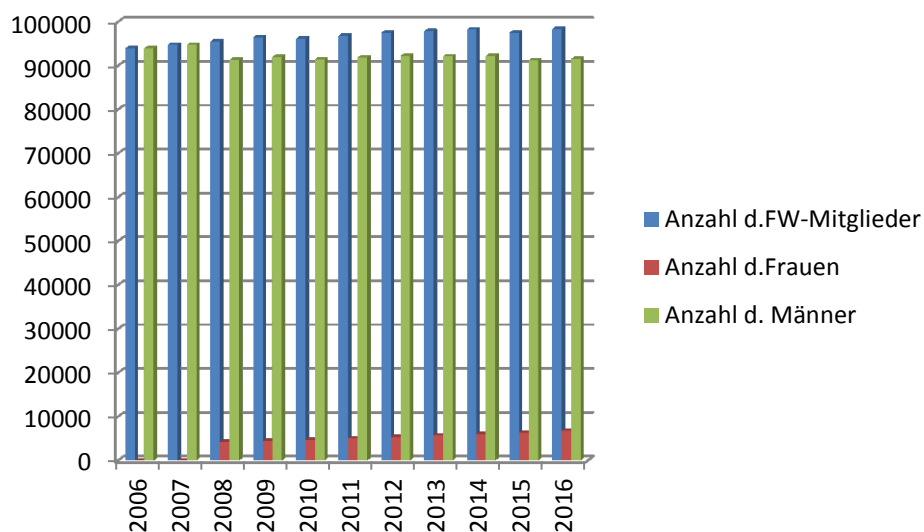


Abb. 3: Die Mannschaftsstärke der Niederösterreichischen Feuerwehren

Ungeachtet aller präventiven Maßnahmen ändert sich die Landschaft der Bedrohungsszenarien permanent, wie die Ereignisse seit 2001 zeigen. War das 20. Jahrhundert in Europa durch die kriegerischen Auseinandersetzungen der beiden Weltkriege geprägt, so hat sich das Bedrohungsbild im ausgehenden Jahrhundert in Richtung technische Gefahren und zunehmende Naturkatastrophen gewandelt. Seit den terroristischen Anschlägen in New York 2001 stehen die Menschen heute vor ganz anderen Bedrohungen. Die Bedrohungslandschaft zeigt einerseits die Gefahr auf, Opfer eines Anschlags zu werden, andererseits bleiben die natürlich-technischen Bedrohungen weiter bestehen. Heutige Risiken stellen sich als umfassendes Ergebnis des industriellen Fortschritts dar und werden systematisch mit der technischen Weiterentwicklung verschärft. Der Wandel der Risiken oder besser gesagt der Risikowahrnehmung hat sich genauso rasant verändert, wie die Verbreitung von Meldungen über Katastrophen. Dauerte die Übermittlung von Medienberichten zu Beginn des vergangenen Jahrhunderts noch viele Stunden, so sind heute die Berichte beinahe zeitgleich in diversen Medien verfügbar. Dieses Faktum ist in der Risiko- und Krisenkommunikation ganz wesentlich.

Insgesamt muss aber gesagt werden, dass das gesamte Katastrophenmanagement nur dann erfolgreich sein kann, wenn alle Stakeholder zusammenarbeiten, wobei der Bevölkerung eine wesentliche Rolle zukommt. Es muss eine permanente, sich weiterentwickelnde Kooperation zwischen den Regierungsbehörden, der Bevölkerung, den Hilfsorganisationen, den Wissenschaften und Privatunternehmen geben, um im Fall der Fälle rasch und effizient agieren zu können. Es bedarf umfangreicher Präventionsmaßnahmen auf mehreren Ebenen. Das Hyogo Framework for Action 2005-2015 sah hierfür fünf Handlungsfelder, die es zu fördern gilt. Dazu zählen die Sicherstellung der Katastrophenvorsorge auf staatlicher und lokaler Ebene, die Evaluierung von Katastrophenrisiken in Verbindung mit besseren Frühwarnsystemen und die Schaffung einer Sicherheitskultur und Widerstandsfähigkeit aller Ebenen. Weiters wurde die Reduktion wesentlicher Risikofaktoren und die Stärkung der Vorsorge in allen Bereichen als Handlungsfelder definiert.

Bei allen Überlegungen und Diskussionen zum Thema Katastrophen und Katastrophenmanagement darf ein ganz entscheidender Aspekt nicht außer Acht gelassen werden. Gleichgültig wodurch die Katastrophe ausgelöst wurde und welche Bewältigungsstrategien zur Anwendung kommen, es geht in allen Fällen um Menschen und deren individuelle Betroffenheit. Es wurde bereits angeführt, dass die Reaktion auf die Katastrophe von den einzelnen Betroffenen, aber auch vom Kollektiv, also der gesamten Bevölkerung abhängt und einen grundlegenden Gesichtspunkt im Katastrophenmanagement darstellt. Die Reaktionsmuster im Einzelnen stellen in der Bewältigungsphase sowohl für die Katastrophenmanagerinnen und Katastrophenmanager als auch für alle Mitglieder der Einsatzorganisationen eine große

Herausforderung dar. Im Vorfeld über Reaktionen, wie Panik, Stress, Hilflosigkeit und alle anderen möglichen Reaktionsformen Bescheid zu wissen, wäre eine hilfreiche Grundlage für die Planung.

Gustave Le Bon beschäftigte sich in dem Werk „Psychologie der Massen“ mit den Ausprägungen von kollektivem Verhalten. Le Bon definiert die Masse so, dass diese im Wortsinn ein Zusammenschluss einzelner ohne auf Nationalität, Beruf oder Geschlecht einzugehen aus einem beliebigen Anlass ist. Aus der Perspektive des Psychologen Gustave Le Bon gibt es zwei Definitionen der Masse.

Im gewöhnlichen Wortsinn bedeutet Masse eine Vereinigung irgendwelcher einzelner von beliebiger Nationalität, beliebigem Beruf und Geschlecht und beliebigem Anlass der Vereinigung.

Vom psychologischen Gesichtspunkt bedeutet der Ausdruck „Masse“ etwas ganz anderes. Unter bestimmten Umständen, und nur unter diesen Umständen, besitzt eine Versammlung von Menschen neue, von den Eigenschaften der einzelnen, die diese Gesellschaft bilden, ganz verschiedene Eigentümlichkeiten. Die bewusste Persönlichkeit schwindet, die Gefühle und Gedanken aller einzelnen sind nach derselben Richtung orientiert. (Le Bon 1895, S. 29)

Wenn diese Erkenntnisse Le Bons auch nicht auf jeden Alltagsbereich umgelegt werden können und in den bisher bekannten Katastrophensituationen durchaus andere Verhaltensmuster auftraten, so fehlen Forschungsergebnisse zur Frage, wie sich Menschen in Situationen verhalten, wenn ihr eigenes Überleben und das ihrer nächsten Anverwandten bedroht ist.

Die Vergangenheit hat gezeigt, dass praktisch alle Ausformungen menschlichen Verhaltens möglich sind.

Der staatliche Aktionsanteil im Katastrophenmanagement umfasst unter anderen das Gewaltmonopol, wodurch direkt in die Persönlichkeitsrechte der Staatsbürgerinnen und Staatsbürger eingegriffen werden kann.

Darüber hinaus stehen andere Bereiche unter staatlicher Hoheit, wie etwa das Vorhalten von meteorologischen Messstellen und Warndiensten oder das Strahlenfrühwarnsystem auf Österreichischem Hoheitsgebiet.

Sonstige Leistungen des Staates umfassen die Schadensbedeckung nach Katastrophen aus dem Katastrophenfond, durch den bis zu 60% der Schadenssumme ersetzt werden können.

2.2 Kritische Infrastrukturen und deren Entstehung

Als kritische Infrastruktur wird ein System, eine Anlage, ein Prozess und Netzwerk bezeichnet, das einen wesentlichen Beitrag zur Aufrechterhaltung der Gesellschaftsordnung beiträgt. Die genaue Definition der kritischen Infrastrukturen erfolgt in Kapitel 4.1.

Betrachtet man unter diesen Voraussetzungen nun die Elektrizität und deren Anwendungen, so zeigt sich, dass Strom in jedem Augenblick eine wesentliche Rolle spielt. Elektrizität und deren Anwendungen haben in allen, nur denkbaren Lebensbereichen Einzug gehalten und gestalten das Leben einfacher und bequemer. Elektrizität als Lieferant des elektrischen Stroms ist aus unserem Leben nicht mehr wegzudenken. Ohne Strom gäbe es keine Möglichkeit auf sehr angenehme Art Speisen zuzubereiten, Getränke zu kühlen, an heißen Sommertagen mittels Klimaanlage die Raumtemperatur abzusenken, per Computer oder anderen modernsten Kommunikationsmittel mit der Umwelt in Kontakt zu treten. Strom ist für die Produktion von Gütern erforderlich, ohne ihn wäre ein Verkehr in der heutigen Ausformung nicht möglich, da es Tankstellen nicht gäbe bzw. dort keine Fahrzeuge betankt werden könnten. Der Individualverkehr würde noch immer mit Ochsenkarren oder Pferdekutschen stattfinden. Lichtsignalanlagen stünden funktionslos an Kreuzungen und elektrische Beleuchtungsmasten könnten die Verkehrsflächen nicht erhellen. Straßenbahnen, U-Bahnen und Züge kämen zum Stillstand, Fahrtreppen und Aufzüge blieben stecken.

Strom sorgt unzweifelhaft für mehr Bequemlichkeit und die hohe Mobilität der Menschen.

Die erste bahnbrechende Entdeckung und gleichzeitiger Anstoß für die weitere Forschung auf dem Gebiet der elektrischen Energie, gelang dem Bürgermeister von Magdeburg. Otto von Guericke (1602 – 1686) entdeckte, dass durch Reiben zweier unterschiedlicher Stoffe eine elektrostatische Aufladung erfolgt. Stephen Gray, ein Assistent Isaac Newtons, erkannte die Fernwirkung der Elektrizität, die heute unter dem Begriff Influenz bekannt ist und über elektrische Felder beschrieben wird. Er erkannte, dass es sich bestimmte Stoffe durch elektrische Felder beeinflussen lassen und bezeichnete diese als Leiter. Stoffe, die sich nicht beeinflussen lassen, bezeichnete er als Nichtleiter oder Isolatoren. Im Rahmen seiner Forschungstätigkeit gelang es Gray bereits elektrische Signale zwischen zwei Punkten zu übertragen und legte damit den Grundstein für die Telegrafie.

In der Epoche der Romantik, von 1770 bis 1830, steigt die Geschwindigkeit der Forschungstätigkeiten und auch die Betrachtungsweise ändert sich grundlegend. Mit Beginn des 19. Jahrhunderts beginnt die Elektrizität in Bewegung zu kommen. Durch elektrische Energie wird es möglich mechanische Bewegungen auszuführen, Wärme und Licht zu generieren. So gelang es Alessandro Guiseppe Volta (1745 – 1827) aus den Beobachtungen des Arztes Luigi Galvani (1737 – 1798), das sogenannte galvanische Element zu bauen. Diese Erfindung ist heute unter dem Begriff Batterie weltweit bekannt. Volta erkannte auch, dass bei

Kombination unterschiedlicher Metalle diese unterschiedliche Spannungen lieferten. Er baute auf seinen Erkenntnissen basierend die „Volta-Säule“, womit der Menschheit die erste brauchbare Stromquelle zur Verfügung stand.

Die Weiterführung der Forschungstätigkeiten und von Versuchen führten schließlich zur Entdeckung der Telegrafie. Mit der Telegrafie ist der Name Hertz untrennbar verknüpft, er verlieh der Schwingungsfrequenz ihren Namen. Bei dieser Entdeckung kommt die Korrelation von Elektrizität und Magnetismus zur Anwendung. Diese Wechselwirkung wiederum führte zur Entdeckung der Induktion. Diese führte wiederum, als elektromagnetische Erscheinung 1833 zum Bau des ersten Wechselstromerzeugers. Mit diesen Entdeckungen und daraus resultierenden Anwendungen ist Werner von Siemens (1816 – 1892) eng verbunden. Siemens baute bereits 1847 erste nachrichtentechnische Apparate. 1848 erbaute er die telegrafische Verbindung zwischen Berlin und Frankfurt. Gleichzeitig setzte er damit einen wesentlichen Schritt zur Vernetzung der Gesellschaften. Siemens gelang es unter Mitwirkung seiner Mitarbeiter einen Dynamo zu bauen und erkannte gleichzeitig das Potential dieser Errungenschaft. Der Dynamo ermöglichte es Siemens 1879 die erste Elektrolokomotive, die auf der Abbildung 2 zu sehen ist, der Öffentlichkeit zu präsentieren. Im Vergleich hierzu wurde die erste Dampflokomotive 1813 von Hedley gebaut.

Wie rasch die weiteren Entwicklungen stattfanden, lässt sich daran erkennen, dass bereits im Jahr 1880 der erste Aufzug und 1881 die erste Straßenbahn in Betrieb gingen.

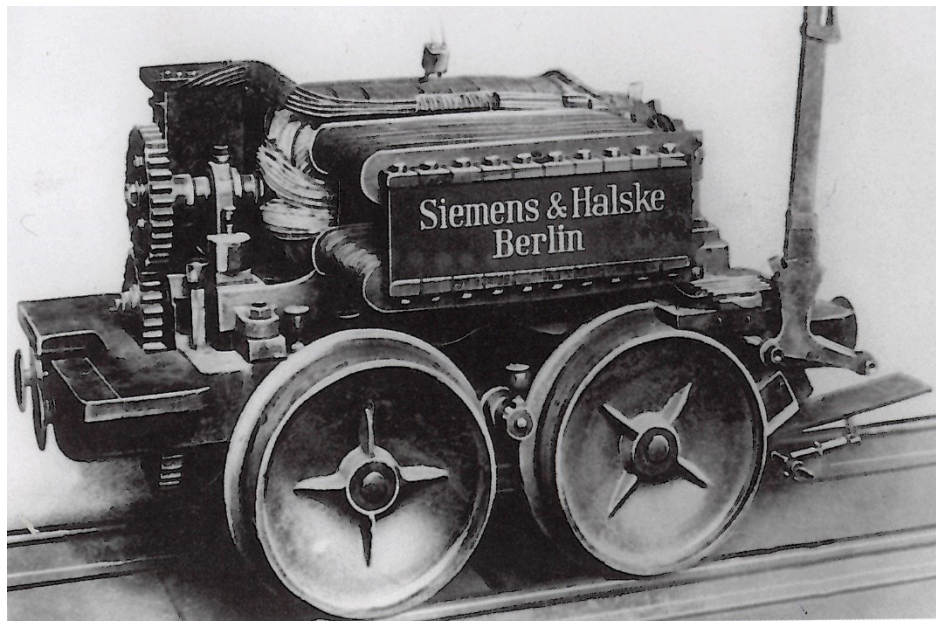


Abb. 4: Die erste Elektrolokomotive, Quelle: Interfoto München

Durch die Erfindung des Dynamos wurde es möglich kostengünstig elektrischen Strom zu erzeugen und in weitere Bereiche des täglichen Lebens einfließen zu lassen. Bereits im 19. Jahrhundert begann die Nachfrage nach elektrischem Strom zu wachsen. Dadurch wurde es erforderlich die entsprechende Infrastruktur aufzubauen, um den stetig wachsenden Bedarf an elektrischem Strom befriedigen zu können. Waren bis zum Zeitpunkt der Entdeckung des elektrodynamischen Effektes einfache Batterien die Ursprungsquellen für elektrische Energie, so konnten ab nun die ersten Kraftwerksanlagen geplant und gebaut werden, in denen Primärenergie in elektrischen Strom umgewandelt wird. (Fischer, o.J.)

Heute werden für die Produktion von elektrischem Strom zahlreiche Kraftwerke unterschiedlichster Bauarten sowie ein dichtes Netz von Stromleitungen benötigt. Diese Verteilernetze durchziehen das gesamte Bundesgebiet von Österreich und den gesamten europäischen Raum wie ein feinmaschiges Nervenetz. Die größte Dichte an Wasserkraftwerken, in Österreich, ist in den wasserreichen westlichen Bundesländern gegeben und nimmt bis hin zur Bundeshauptstadt stark ab. Die kalorischen Kraftwerke sind dagegen in der Nähe oder direkt in den großen Ballungszentren errichtet worden, wo ursprünglich die Nutzung der Wasserkraft nicht geplant war. Von den Kraftwerken ausgehend erfolgt der Transport des elektrischen Stroms über die Leitungen der verschiedenen Leitungsebenen zu allen Verbraucherinnen und Verbrauchern der elektrischen Energie. In den Haushalten und Industriebetrieben treibt der elektrische Strom die unterschiedlichsten elektrischen Betriebsmittel, von der elektrischen Zahnbürste bis hin zu elektrischen Haushaltsgeräten und Produktionsanlagen, an. Die Versorgung großer Teile des öffentlichen Personennahverkehrs mit Strom erfolgt ebenfalls aus den genannten Stromnetzen.

2.3 Vulnerabilität der Gesellschaft im 21. Jahrhundert

Der Begriff Vulnerabilität beruht auf dem lateinischen „vulnerare“, was übersetzt „verwunden“ bedeutet. Es wird somit die Verletzlichkeit der Gesellschaft und von Systemen mit dem Begriff Vulnerabilität bezeichnet.

Diskussionen über Ursachen von Katastrophen beziehen immer stärker auch den Faktor Mensch mit ein. Es wird, in dieser Diskussion, immer öfter die Umschreibung „von Menschen ausgelöst oder verursacht“ verwendet, auch spricht man von „man made“ Katastrophen. Wie bereits erwähnt wurde, haben neben den Naturgefahren auch technische Gefahren in allen Gesellschaftsbereichen Einzug gehalten. Welche Vulnerabilität aus dem Ausfall der Stromversorgung spiegelt der Endbericht BlackÖ2 wider.

Nahezu alle gesellschaftlichen Grundfunktionen und sicherheitsrelevanten Infrastruktureinrichtungen beruhen auf einer unterbrechungsfreien Stromversorgung. BlackÖ.1 hat gezeigt, dass das Risiko von großflächigen

gen Ausfällen im österreichischen Stromnetz in Folge der gegenwärtigen Zunahme der Netzbelastung mittelfristig signifikant ansteigt. BlackÖ.2 untersucht daher Maßnahmen zur Erneuerung oder Verbesserung der Elektrizitätsinfrastruktur, um das Stromnetz rechtzeitig auf die anstehenden Herausforderungen vorbereiten zu können. (BlackÖ2, 2015)

Für eine technisch hochentwickelte Gesellschaft sind perfekt funktionierende und aufeinander abgestimmte Strukturen von höchster Bedeutung. Zu diesen Strukturen zählen heute alle Infrastrukturelemente wie Wasserversorgung, Individualverkehr, Versorgungssicherheit mit allen lebensnotwendigen Gütern und Dienstleistungen. Gemeinsam mit den Bereichen der öffentlichen Verwaltung, dem Gesundheitswesen und den Behörden sprechen wir von den „Kritischen Infrastrukturen“. Wie bereits im vorangegangenen Kapitel 2.2 erläutert wurde, handelt es sich bei kritischen Infrastrukturen um Systeme, Anlagen, Prozesse und Netzwerke mit hoher Gesellschaftsrelevanz. Die genaue Definition der kritischen Infrastrukturen wird in Kapitel 4.1 gegeben.

Diese kritischen Infrastrukturen sorgen jedoch nicht nur für die Versorgung der Staatsbürgerinnen und Staatsbürger, sondern stellen ein Grundelement für den Wirtschaftsstandort Österreichs und dessen internationalen Wettbewerbsfähigkeit dar. Wie eng die einzelnen Bereiche miteinander verwoben sind und welche Wechselwirkungen auftreten können, ist anhand der folgenden Abbildung abzulesen. Es sind in dieser Aufstellung die Grundelemente einer funktionierenden Gesellschaft, in Gruppen zusammengefasst, sowie die wichtigsten Gruppenelemente aufgelistet. Auf die einzelnen kritischen Infrastrukturen wird im Laufe dieser Arbeit genauer eingegangen.



Abb. 5: Sektoren und Interferenzen kritischer Infrastrukturen

Diese Abhängigkeit besteht nicht nur im nationalen Bereich, sondern ist auch in vielen Bereichen europaweit bzw. weltweit gegeben.

Als Beispiel sei an dieser Stelle das Netz der Stromversorgungsleitungen am europäischen Kontinent angeführt, das wegen seiner engmaschigen Verflechtung präzise gesteuert werden muss. Dies bedeutet, dass die Eingriffe zur Steuerung zunehmen. Dafür ist eine gut funktionierende Kommunikation unter den Netzbetreiberinnen und Netzbetreibern erforderlich. Die Stromnetzbereiche sind in Regelzonen eingeteilt, die von Regelzonenführer überwacht und gesteuert werden.

Da der Aufbau der kritischen Infrastrukturen multidimensional ist, ist sie in hohem Maße fehleranfällig; bereits geringfügige Abweichungen vom Normzustand stellen eine Gefahr für den ordnungsgemäßen Ablauf der Interaktionen dar. Dadurch erhöht sich die Vulnerabilität gegenüber Störeinflüssen aus der Systemumgebung. Basierend auf den Systemvernetzungen im Gesamten können Systemfehler oder Systemausfälle das gesellschaftliche Gemeinwesen an die Grenzen der Belastbarkeit bringen oder gänzlich kollabieren lassen. Dies wurde durch die terroristischen Anschläge in New York oder in Madrid bereits deutlich. Kritische Infrastrukturen sind aber auch durch Naturgefahren, Unglücksfälle oder Betriebsstörungen gefährdet. Als Folgen von Naturkatastrophen zeigte sich die Vulnerabilität österreichischer Infrastruktur nach dem Ausbruch des isländischen Vulkans Eyjafjallajökull, der zu einer exorbitanten Einschränkung des Luftfahrtverkehrs führte.

Andere Beeinträchtigungen können durch hochansteckende Krankheitserreger, Terroranschläge, Ereignisse mit chemischen, biologischen oder nuklearen Substanzen erwachsen.

Diese Faktoren gepaart mit unzureichendem Risikobewusstsein legen den Schluss nahe, dass die Gesellschaft einen hohen Vulnerabilitätsgrad aufweist.

Somit stellt sich als vordringliches Ziel der Schutz kritischer Infrastrukturen dar, wobei die Stromversorgung unter diesen eine Schlüsselrolle darstellt. Bedenklich ist jedoch, dass das Risikobewusstsein bei den handelnden Personen fehlt und ein einheitliches Risiko- und Krisenmanagement entweder nicht vorhanden, oder erst im Entstehen begriffen ist. Als weiterer Unsicherheitsfaktor muss die Selbsthilfefähigkeit der Bevölkerung hinterfragt werden.

2.4 Auslöser einer nationalen Katastrophe

Die ursprüngliche Bedeutung des Begriffs Katastrophe leitet sich aus dem Altgriechischen her und bedeutete ursprünglich eine Wendung oder Umsturz. Erst im 18. Jahrhundert erhielt das Wort die negative Besetzung, die noch heute damit verbunden wird. (Jachs 2011)

Betrachtet man den Begriff der Naturkatastrophe so wird eigentlich die Verantwortung der Gesellschaft ausgeblendet und auch als Rechtfertigung benutzt. Die Verwendung des Terminus „Sozialkatastrophe“ mag zwar auch keinen höheren Grad von Wissenschaftlichkeit darstellen oder ideologisch unbedenklicher sein. Der Begriff „Sozialkatastrophe“ verdeutlicht aber die Betroffenheit der Menschen sowohl während, als auch nach Katastrophenereignissen. Jedes katastrophale Ereignis, gleichgültig ob es auf natürliche Prozesse zurückzuführen ist oder ob es im Gefolge menschlicher Eingriffe erfolgt, führt immer zu menschlicher Betroffenheit. Im Ereignisfall führt die Diskussion, ob es sich um eine Naturkatastrophe oder um ein, von Menschen ausgelöstes Ereignis handelt nicht zum Ziel. Im Ereignisfall muss den Betroffenen Hilfe geleistet werden. (Felgentreff, Glade, 2008)

Der Begriff der Sozialkatastrophe umfasst Auswirkungen aller Ereignisarten unabhängig derer Genese. Jede Bevölkerungsschicht ist von den Auswirkungen katastrophaler Geschehnisse betroffen. Die Gesellschaftssysteme stehen in einem direkten, interagierenden Zusammenhang zwischen Umwelt, Technik und den Menschen. Diese Interaktion der Einzelsysteme ist sehr komplex, da die Einzelparameter unterschiedlich sind, oder sich laufend an neue Gegebenheiten anpassen. Dieser Entwicklungs- und Anpassungsprozess ist auch in der Interpretation des Katastrophenbegriffs zu erkennen. Wurde im Mittelalter unter einer Katastrophe ein von Gott gesendetes Übel als Strafe für Ungehorsam verstanden, so ist durch Entkopplung von Natur und Wissenschaft während der Aufklärung eine gänzlich andere Auffassung entstanden. Heute werden Katastrophen als Folge von Fehlhandlungen im Kontext Mensch und Umwelt verstanden. Aber auch heute finden noch Termini Verwendung, die an frühchristliche Epochen erinnern, wie beispielsweise „die Natur rächt sich“ oder „durch höhere Gewalt“.

Grundsätzlich sollte aber der gesamte Mechanismus des Katastrophenmanagements als komplexes Zusammenspiel mehrerer Einzelsysteme betrachtet werden, bei dem der Mensch im Mittelpunkt steht. Das Zusammenwirken von Umwelt, technischen Errungenschaften, der Gesellschaft mit den Einzelindividuen ergibt, ob das Resultat daraus mit einem Wohlfahrtsgewinn oder einem Wohlfahrtsverlust verbunden ist. Wann wird von einem Wohlfahrtsgewinn gesprochen? Ein Wohlfahrtsgewinn für ein Individuum entsteht dann, wenn sein persönlicher Nutzen steigt. Für den Wohlfahrtsverlust ist die Verringerung des persönlichen Nutzens kennzeichnend. Durch Erforschung der Katastrophengnese in den vergangenen fünfzig Jahren, wurde festgestellt, dass mehrere Faktoren zum Entstehen einer Katastrophe notwendig sind. Zu diesen Größen zählen die Sozialstruktur der Gesellschaft, die wirtschaftlichen Strukturen und Handelsbeziehungen, die Nutzung natürlicher Ressourcen, die Siedlungsdichte und das Bildungsniveau der betrachteten Gesellschaft auf der einen Seite. Auf der zweiten Seite ist von Bedeutung, welche Erfahrungen mit Risiken, Schadenslagen und den dafür erforderlichen Hilfseinrichtungen die betrachtete Population hat. Dies bedeutet, dass für die

Risikowahrnehmung das Weltbild jedes Einzelindividuums entscheidend ist, das durch persönliche Erfahrungswerte die Herangehensweise an die Problemstellung prägen. Mit anderen Worten beschrieben heißt dies, dass jeder Mensch auf externe Einflüsse anders reagieren wird und somit die Bedrohungen anders einschätzt. Somit sind die Handlungsentscheidungen, unabhängig davon, was Experten dazu aussagen, ein rein subjektives, auf Überzeugungen beruhendes, Handeln. Somit ist der Begriff Katastrophe für jede Einzelne und jeden Einzelnen anders besetzt. Um aber eine einheitliche Terminologie in das Katastrophenmanagements einzuführen, wurden Definitionen in den österreichischen Landesgesetzen eingeführt.

Als Beispiele für diese Definitionen der Katastrophe im österreichischen Kontext werden die Landesgesetze von Niederösterreich und Tirol herangezogen, wobei sich in diesen Definitionen eine starke Anlehnung an die Definition der Önorm S2304 zeigt.

Tiroler Katastrophenmanagementgesetz:

Katastrophen sind durch elementare oder technische Vorgänge oder von Menschen ausgelöste Ereignisse, die in großem Umfang das Leben oder die Gesundheit von Menschen, die Umwelt, das Eigentum oder die lebensnotwendige Versorgung der Bevölkerung gefährden oder schädigen. (Tiroler Katastrophenmanagementgesetz 2006)

NÖ Katastrophenhilfegesetz 2016

Katastrophe ist ein Ereignis, bei dem Leben oder Gesundheit einer Vielzahl von Menschen, die Umwelt oder bedeutende Sachwerte in außergewöhnlichem Ausmaß unmittelbar gefährdet oder geschädigt werden und die Abwehr oder Bekämpfung der Gefahr oder des Schadens einen durch eine Behörde koordinierten Einsatz der dafür notwendigen Kräfte und Mittel erfordert. (NÖ KHG 2016)

Die Definition in der Önorm S 2304, Punkt 2.49 lautet:

Katastrophe ist ein Ereignis, bei dem Leben oder Gesundheit einer Vielzahl von Menschen, die Umwelt oder bedeutende Sachwerte in außergewöhnlichem Ausmaß gefährdet oder geschädigt werden und die Abwehr oder Bekämpfung der Gefahr oder des Schadens einen durch Behörden koordinierten Einsatz der dafür notwendigen Kräfte und Mittel erfordert.

Aus diesen Definitionen lässt sich der Zusammenhang zwischen Umfang der Katastrophe und den aufgewendeten Ressourcen herauslesen, wie in der nachfolgenden Abbildung grafisch veranschaulicht wird.

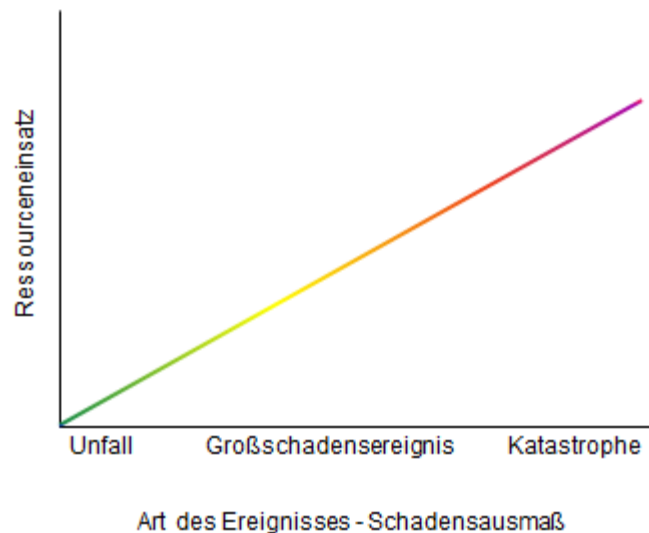


Abb. 6: Verhältnis von Schadensausmaß zum Ressourceneinsatz,
nach Önorm S2304

Wie bereits weiter oben dargestellt wurde, ist das gesamte gesellschaftliche Leben und Arbeitsumfeld mit elektrisch betriebenen Geräten und elektronischen Hilfsmitteln stark durchwachsen. Außerdem ist eine enge Vernetzung aller Kritischer Infrastrukturen mit der Strominfrastruktur gegeben. Kommt es, aus welchem Grund auch immer, zu einer länger andauernden und flächendeckenden Beeinträchtigung der Stromversorgung, so ist von einer starken Funktionsstörung der Gesellschaftsstruktur, großen monetären Einbußen und einer erheblichen Störung der öffentlichen Ordnung und Sicherheit auszugehen. Fällt die Stromversorgung für einen längeren Zeitraum großflächig aus, so ist mit schwerwiegenden Folgen für das gesamte Gesellschaftsgefüge Österreichs zu rechnen. Anhand eines Stromausfalls können Kaskadeneffekte ersichtlich gemacht werden, da die Stromversorgung mit allen lebenswichtigen Bereichen in direkter Verbindung steht.

Die bisherigen Untersuchungen ergaben, dass weder der Staat noch Unternehmen, noch die Bevölkerung wirklich auf einen länger andauernden flächendeckenden Ausfall der Stromversorgung vorbereitet sind, woraus im Ernstfall eine nationale Notstandssituation resultiert.

Eine Übersicht über große Stromausfälle gibt Tabelle 2, in der in chronologischer Reihenfolge ab 1977 bis in die unmittelbare Vergangenheit die wichtigsten Blackouts aufgeführt sind.

Tabelle 1: Auflistung großer Stromausfälle

Beispiele für große Stromausfälle:	
09.11.1977	Nordosten der USA und Teilen Kanadas, 30 Millionen Betroffene
13.11.1977	New York City und Teile Westchester County, 9 Millionen Betroffene
14.08.2003	Nordosten der USA und Teilen Kanadas, 30 Millionen Betroffene
24.09.2003	Schweden, 3,5 Millionen Betroffene
28.09.2003	Italien, 57 Millionen Betroffene
22.06.2005	Schweiz, 200.000 Betroffene (Pendlers)
25.11.2005	Münsterland, 250.000 Betroffene
04.11.2006	Europa, mehrere Millionen Betroffene
31.07.2012	Indien, über 600 Millionen Betroffene
01.11.2014	Bangladesch, 100 Millionen Betroffene
10.01.2015	Nyon, über 12.000 Haushalte
26.01.2015	Pakistan, 140 Millionen Betroffene
09.12.2015	Zürich, über 20.000 Haushalte
10.04.2017	Wien, drei Gemeindebezirke
18.08.2017	Oberösterreich, 150.000 Haushalte ohne Strom

Doch auch im Bundesgebiet von Österreich gibt es immer wieder Stromausfälle größeren Ausmaßes. In den Wintermonaten November und Dezember 2014 kam es im niederösterreichischen Waldviertel auf Grund einer Inversionswetterlage zu extremen Eisbildungen. Im Zeitraum vom 28. November bis 6. Dezember wurden weite Teile der Bezirke Gmünd, Waidhofen a.d. Thaya, Zwettl, Horn, Hollabrunn, Melk und Krems mit einer dicken Eisschicht überzogen. Durch das Gewicht des Eises knickten Bäume um und beschädigten Stromleitungen. Folge dieser Wettersituation waren der Ausfall der Stromversorgung in zahlreichen Gemeinden, Verkehrsunfälle und auch Brände. Auch der Bezirk Wiener Neustadt war von Stromausfällen betroffen, hier traf es die Gemeinden am Fuße der Hohen Wand. In Summe waren mehrere tausend Haushalte von Stromausfällen betroffen.

Wenngleich laut Austrian Power Grid AG (APG) die Versorgungssicherheit mit elektrischem Strom in Österreich bei 99,99% liegt, ist dies keine Garantie dafür, dass ein Blackout nie eintreten kann. Der hohe Grad der Versorgungssicherheit bedeutet, dass praktisch zu jeder Zeit der Strom fließt und führt so zur Ausblendung des Risikos eines länger andauernden flächendeckenden Stromausfalls. Kleinere und vor allem lokale Ausfälle oder Netzwischer werden von der Bevölkerung rasch vergessen. So fand ein Stromausfall, der durch Bauarbeiten verursacht wurde, zwar kurz den Weg in die Printmedien. War aber bereits am folgenden Tag vergessen. Betroffen waren in diesem Fall Teile Wiens, einige Wienerwaldgemeinden

und das Einkaufszentrum SCS. Als Folge schwerer Unwetter im Burgenland, Niederösterreich, der Steiermark und Wien war die niederösterreichische Stadtgemeinde Traiskirchen in der Nacht vom 10. auf den 11. August 2017 von der Stromversorgung abgeschnitten. Davon hat die Bevölkerung höchstwahrscheinlich kaum Notiz genommen, da der Stromausfall in den Nachtstunden stattfand. Ein anderer wesentlicher Aspekt, der aus dem raschen Vergessen resultiert, ist, dass sich die Bevölkerung in Sicherheit wiegt und einen länger andauernden flächendeckenden Stromausfall nicht in Betracht zieht. Die Gesellschaft des 21. Jahrhunderts baut auf die Verlässlichkeit der Stromversorgung in allen Lebensbereichen, wodurch die Verletzlichkeit aber ansteigt.

Dieses Verletzlichkeitsparadox bedeutet, dass, wenn Versorgungsleistungen zunehmend weniger stör anfällig organisiert werden, sich jede Störung von Produktion, Vertrieb und Konsum der Versorgungsleistung umso stärker auswirkt. Ein gesellschaftliches Bewusstsein dieses Risikopotentials ist aber allenfalls in Ansätzen vorhanden. Nach wie vor gilt, was bereits 1994 eine niederländische Studie herausgearbeitet hat: Bürger, Unternehmen und öffentliche Instanzen begreifen einen Stromausfall nicht als ernsthaftes Risiko, obwohl sich ein solcher Vorfall bereits innerhalb von 24 Stunden zu einer katastrophenähnlichen Situation auswachsen kann. (TAB 2010, S. 32)

Die heutige Gesellschaft entwickelt sich, nach Beck (1986), immer stärker von der Industriegesellschaft hin zur Risikogesellschaft. Der Wohlstand, den die heutige Gesellschaft erreicht hat, beruht auf immer höherem Konsum und risikobehafteten Technologien die einen Anstieg der sozialen Vulnerabilität zur Folge haben.

2.5 Engagement und Reaktion

Doch auch im Bundesgebiet von Österreich gibt es immer wieder Stromausfälle größeren Ausmaßes. In den Wintermonaten November und Dezember 2014 kam es im niederösterreichischen Waldviertel auf Grund einer Inversionswetterlage zu extremen Eisbildungen. Im Zeitraum vom 28. November bis 6. Dezember wurden weite Teile der Bezirke Gmünd, Waidhofen a.d. Thaya, Zwettl, Horn, Hollabrunn, Melk und Krems mit einer dicken Eisschicht überzogen. Durch das Gewicht des Eises knickten Bäume um und beschädigten Stromleitungen. Folge dieser Wettersituation waren der Ausfall der Stromversorgung in zahlreichen Gemeinden, Verkehrsunfälle und auch Brände. Auch der Bezirk Wiener Neustadt war von Stromausfällen betroffen, hier traf es die Gemeinden am Fuße der Hohen Wand. In Summe waren mehrere tausend Haushalte von Stromausfällen betroffen.

Wenngleich laut Austrian Power Grid AG (APG) die Versorgungssicherheit mit elektrischem Strom in Österreich bei 99,99% liegt, ist dies keine Garantie dafür, dass ein Blackout nie eintreten kann. Der hohe Grad der Versorgungssicherheit bedeutet, dass praktisch zu jeder Zeit der Strom fließt und führt so zur Ausblendung des Risikos eines länger andauernden flächendeckenden Stromausfalls. Kleinere und vor allem lokale Ausfälle oder Netzwischer werden von der Bevölkerung rasch vergessen. So fand ein Stromausfall, der durch Bauarbeiten verursacht wurde, zwar kurz den Weg in die Printmedien. War aber bereits am folgenden Tag vergessen. Betroffen waren in diesem Fall Teile Wiens, einige Wienerwaldgemeinden und das Einkaufszentrum SCS. Als Folge schwerer Unwetter im Burgenland, Niederösterreich, der Steiermark und Wien war die niederösterreichische Stadtgemeinde Traiskirchen in der Nacht vom 10. auf den 11. August 2017 von der Stromversorgung abgeschnitten. Davon hat die Bevölkerung höchstwahrscheinlich kaum Notiz genommen, da der Stromausfall in den Nachtstunden stattfand. Ein anderer wesentlicher Aspekt, der aus dem raschen Vergessen resultiert, ist, dass sich die Bevölkerung in Sicherheit wiegt und einen länger andauernden flächendeckenden Stromausfall nicht in Betracht zieht. Die Gesellschaft des 21. Jahrhunderts baut auf die Verlässlichkeit der Stromversorgung in allen Lebensbereichen, wodurch die Verletzlichkeit aber ansteigt.

Dieses Verletzlichkeitsparadox bedeutet, dass, wenn Versorgungsleistungen zunehmend weniger stör anfällig organisiert werden, sich jede Störung von Produktion, Vertrieb und Konsum der Versorgungsleistung umso stärker auswirkt. Ein gesellschaftliches Bewusstsein dieses Risikopotentials ist aber allenfalls in Ansätzen vorhanden. Nach wie vor gilt, was bereits 1994 eine niederländische Studie herausgearbeitet hat: Bürger, Unternehmen und öffentliche Instanzen begreifen einen Stromausfall nicht als ernsthaftes Risiko, obwohl sich ein solcher Vorfall bereits innerhalb von 24 Stunden zu einer katastrophenähnlichen Situation auswachsen kann. (TAB 2010, S. 32)

Die heutige Gesellschaft entwickelt sich, nach Beck (1986), immer stärker von der Industriegesellschaft hin zur Risikogesellschaft. Der Wohlstand, den die heutige Gesellschaft erreicht hat, beruht auf immer höherem Konsum und risikobehafteten Technologien die einen Anstieg der sozialen Vulnerabilität zur Folge haben.

2.6 Das System des Krisen- und Katastrophenmanagements in Österreich

Das österreichische Bewältigungssystem umfasst neben den staatlichen Akteurinnen und Akteuren bestens etablierte ehrenamtliche Institutionen wie die Freiwilligen Feuerwehren und Rettungsdienste.

Dank des flächendeckenden Systemen an vorbeugenden und abwehrenden Katastrophenschutzeinrichtungen, mit der besonders hohen Dichte an Hilfsorganisationen, ist in Österreich die rasche Hilfe in solchen Situationen gewährleistet.

Als wesentlicher Bestandteil des Katastrophenschutzes sind die Freiwilligen Feuerwehren und Rettungsdienste zu nennen. Für die Bewältigung von Katastrophenszenarien stehen als organisierte Katastrophenhilfeinheiten, die sogenannten KHD-Bereitschaften der Bezirksfeuerwehrkommanden, zur Verfügung. So versehen bei den rund 4.500 Freiwilligen Feuerwehren österreichweit mehr als 300.000 Frauen und Männer ihren Dienst, wobei der Frauenanteil bei ca. 6% liegt.

Das Feuerwehrwesen geht auf sportliche Vereinigungen im 19. Jahrhundert zurück, die Turner Vereine. Aus diesen Vereinen erwuchsen die ersten Freiwilligen Feuerwehren. Heute verfügt fast jede Gemeinde über eine eigene Feuerwehr. Insgesamt wird eine Unterscheidung in Berufsfeuerwehren, Freiwillige Feuerwehren und Betriebsfeuerwehren getroffen. Berufsfeuerwehren sind in Österreich in der Bundeshauptstadt Wien sowie den Landeshauptstädten Graz, Klagenfurt, Salzburg und Innsbruck etabliert.

Die Organisation der Katastrophenhilfeinheiten im Bereich des Rettungsdienstes, insbesondere dem Österreichischen Roten Kreuz, erfolgt in Rotkreuz-Hilfeinheiten (RK-HE), wobei jede dieser Rotkreuz-Hilfeinheiten Sonderfunktionen erfüllen. Ähnliche oder gleiche Strukturen sind auch bei den anderen anerkannten Rettungsorganisationen ausgeprägt.

Das Feuerwehr- und Rettungswesen ist Aufgabe der Gemeinden und beruht rechtlich auf dem Bundesverfassungsgesetz von 1930.

Gemäß Artikel 118 Abs. 3 Bundesverfassungsgesetz 1930 (B-VG 1930) in der gültigen Fassung sind den Gemeinden zur Besorgung die Aufgaben der örtlichen Sicherheitspolizei, des örtlichen Gesundheitswesens sowie das Hilfs- und Rettungswesen berufen. Das bedeutet, dass die Ortsfeuerwehren als Hilfsorgane der Bürgermeisterin oder des Bürgermeisters gemäß den feuerwehrspezifischen Gesetzen für den örtlichen Einsatzbereich als Bewältigungskapazität zur Verfügung stehen.

Nimmt eine Katastrophe Ausmaße an, die den eigenen Wirkungsbereich der Gemeinde überschreiten, so geht die Zuständigkeit und Einsatzleitung an die Bezirkshauptmannschaft über. In diesem Fall werden aus den Ortsfeuerwehren, unter Bedachtnahme auf die Einsatzfähigkeit der Ortsfeuerwehren, Katastrophenhilfsdienst-Bereitschaften herausgezogen und

sind dann der Bezirkshauptfrau als Einsatzleiterin oder dem Bezirkshauptmann als Einsatzleiter unterstellt und an deren bzw. dessen Weisungen gebunden.

Für die Bearbeitung der aufgestellten Hypothesen sind die im Kapitel 1.2 angeführten Forschungsfragen die Grundlage.

Wie genau vorgegangen wurde, wird nachfolgend Schritt für Schritt dargestellt und erläutert.

3.1 Suche

Der erste Schritt zur Bearbeitung dieser Arbeit bestand in Überlegungen zu den Auslösefaktoren eines längerdauernden flächendeckenden Stromausfalls in Form eines Mindmap, welche Abbildung 6 zeigt. Die einzelnen Auslöser, welche Auswirkungen auf kritische Infrastrukturen haben können, sind darauf zu erkennen.

Die Kenntnis der möglichen Auslöser ist deshalb von Bedeutung, da durch unterschiedliche Auslösemechanismen deutliche Unterschiede in der Dauer und räumlichen Erstreckung eines Stromausfalls resultieren können. Im Fall einer Beschädigung einer systemrelevanten Komponente wie einem Transformator, wird sich dieser Schaden nicht innerhalb weniger Stunden beheben lassen.

Ausgehend von diesen Auslösern wurde mit der Internetrecherche und Recherche auf der Suchplattform Scopus mit den Suchworten kritische Infrastruktur, Blackout, Eisenbahn, Schieneninfrastruktur begonnen. Die Suchplattform lieferte leider keine Ergebnisse für die Bearbeitung des Themas.

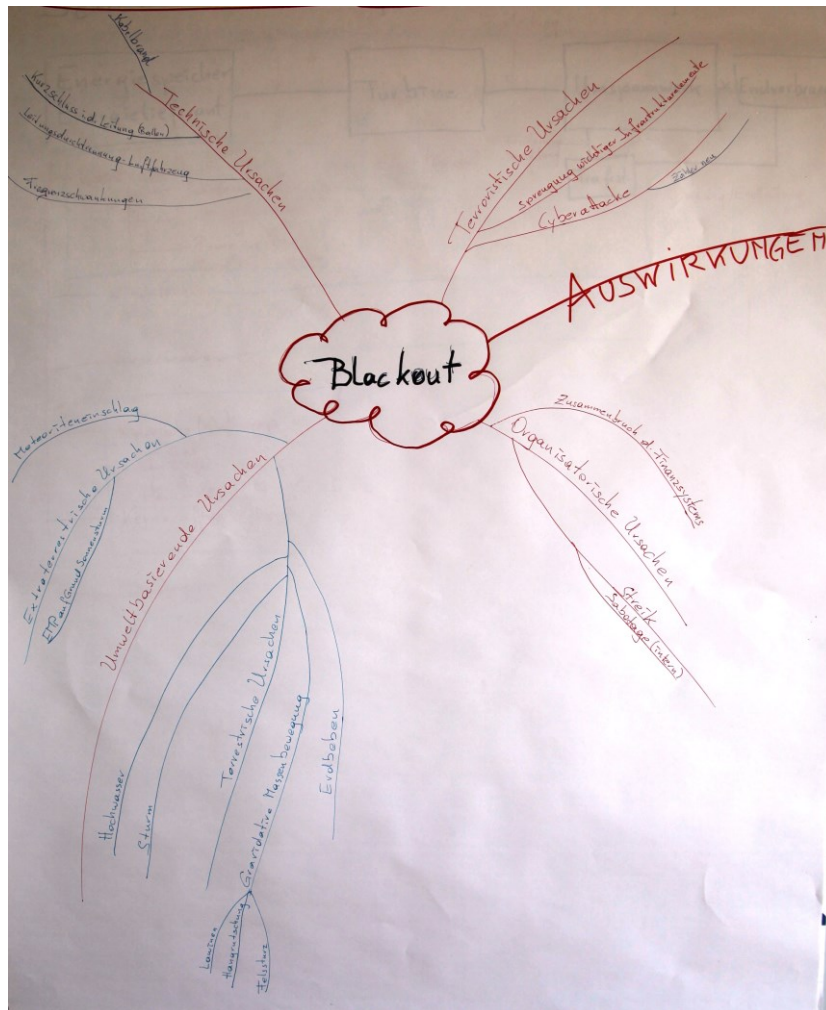


Abb. 7: Auslöser eines Blackouts

Parallel zur Internetrecherche wurde eine umfangreiche Literaturrecherche durchgeführt. Grundlage für diese Literaturrecherche war das Studium einer Vielzahl von Publikationen zu den Themen Stromausfall, kritische Infrastruktur, Komplexität und Vernetzung. In die Literaturrecherche wurden auch Fachliteraturen für Elektrotechnik und Eisenbahnwesen einbezogen.

Darüber hinaus wurden Gespräche mit Technikern des Geschäftsbereiches ÖBB-Bahnsysteme geführt, um die erforderlichen technischen Angaben zu erheben. Die ersten informativen Gespräche führten zu einer Zusammenstellung von weiterführenden Fragen, die in Form einer Fragenliste an alle Teilbereiche des Geschäftsbereiches ÖBB-Bahnsysteme übermittelt wurde. Die erhobenen technischen Angaben stellen die Basis für den gesamten Infrastrukturbereich des Eisenbahnwesens und der Bahnstromversorgung dar. Die Beantwortung der Fragen erfolgte in Themenkreisen, in welche die Unterbereiche der ÖBB-Bahnsysteme aufgegliedert sind. Diese reichen von der Energieerzeugung bis hin zu den Sicherungseinrichtungen.

Parallel zu den Expertenbefragungen wurden auch Gespräche mit einem Vertreter des BMI geführt, woraus weitere Fakten resultierten.

Weitere Informationen konnten im Rahmen von Gesprächen mit dem Experten für die Vorbereitung auf den Ausfall lebenswichtiger Infrastrukturen, Herbert Saurugg, MSc., in Erfahrung gebracht werden.

3.2 Faktensammlung

Der nächste Schritt war die Zusammenführung der allgemeinen Fakten für den Bereich kritischer Infrastrukturen.

Wie aus Gesprächen mit einem Mitarbeiter des BMI, der nicht namentlich angeführt werden möchte, hervorgeht, besteht für die kritischen Infrastrukturen Österreichs bislang keine systematisch wissenschaftliche Studie, in welcher die im Kapitel 4 angeführten kritischen Infrastrukturen genau untersucht wurden. Auch konnte in Erfahrung gebracht werden, dass Angaben zu Verfügbarkeiten von IKT-Strukturen mit Vorsicht zu betrachten sind, da dazu keine präzisen Angaben von Seite der Telekommunikationsanbieterinnen und Telekommunikationsanbieter vorliegen.

Aufgrund des Fehlens einer österreichischen Studie, wurde als Grundlage zu kritischen Infrastrukturen der Endbericht, **„Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften – am Beispiel eines großräumigen Ausfalls der Stromversorgung“** des Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB 2010) herangezogen und auf die innerstaatlichen Grundlagen Österreichs übertragen. Dies bot sich an, da im direkten Vergleich zwischen der Bundesrepublik Deutschland und Österreich große Ähnlichkeiten sowohl im geografischen Aufbau, als auch in der Gesellschaftsstruktur gegeben sind.

Zur Verifizierung der erhobenen Angaben und um die Wirkungsweise und Vernetzungen der Elektrizitätsnetze besser verstehen zu können, wurden auch Einrichtungen der Austrian Power Grid AG sowie der ÖBB aufgesucht und besichtigt.

Unter den oben genannten Einrichtungen befindet sich die Kolnbrein-Sperre und das unmittelbar angeschlossene Kraftwerk Galgenbichl. Weiter Einrichtungen, welche aufgesucht wurden waren die Kraftstationen Möllbrücke, und Feistritz-Ludmannsdorf. Hier konnte in direktem Gespräch mit einem Verbundmitarbeiter eine Vielzahl an technischen Fragen beantwortet und Grundlagen erhoben werden. Darüber hinaus konnten umfassende Erkenntnisse anhand von Präsentationen und Gesprächen mit Personal der Einrichtungen gewonnen und zusätzliche technische Angaben in Erfahrung gebracht werden.

Um einen Vergleich zum Bahnstromsektor herstellen zu können, wurden entsprechende Anlagen der Österreichischen Bundesbahnen besucht. Zu den besichtigten Einrichtungen der

ÖBB zählten die Kraftwerksanlagen im Stubachtal und in Obervellach, das statische Umformerwerk Uttendorf sowie die Energieleitzentrale in Wien. Die technischen Angaben wurden in Gesprächen mit Technikern vor Ort erhoben. Statistische Daten über Stromproduktion und Stromverbrauch wurden durch den Geschäftsbereich ÖBB-Bahnsysteme beige stellt.

Für diese Arbeit wurden alle kritischen Infrastrukturen betrachtet, wobei der Bahnstrombereich im Vergleich mit dem öffentlichen Stromnetz im Zentrum der Betrachtungen stand.

3.3 Gegenüberstellung

Nachdem die Grundlagenenerhebung abgeschlossen war, wurden im nächsten Schritt die erhobenen Angaben in Gruppen zusammengefasst, die in direktem Zusammenhang stehen.

Dies führte zur Gruppenbildung der kritischen Infrastrukturen, die im Kapitel 4 angewendet wird.

Wie bereits im vorangegangenen Kapitel beschrieben, liegt für Österreich keine systematische Untersuchung der kritischen Infrastrukturen vor. Aus diesem Grund wurde für die Bearbeitung der Frage, welche Auswirkungen ein länger andauernder flächendeckender Stromausfall auf kritische Infrastrukturen in Österreich haben könnte, der Endbericht, **„Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften – am Beispiel eines großräumigen Ausfalls der Stromversorgung“** des Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB 2010) zu Grunde gelegt. Diese Wahl wurde deswegen getroffen, da nach Durchsicht der, im TAB 2010 genannten kritischen Infrastrukturen, sich eine annähernd gleiche Faktenlage für Österreich darbot. Auch dies führte zur Grundlage für den österreichischen Bereich der im 4. Kapitel dargestellten kritischen Infrastrukturen.

3.4 Erkenntnisse

Aus den gesammelten Angaben, deren Gegenüberstellung und anschließenden Betrachtung der Auswirkungen ergab sich, dass praktisch jeder einzelne Lebensbereich von einer funktionierenden Stromversorgung abhängig ist. Dieser Umstand wird in Kapitel 5 näher beleuchtet. Durch die hohe Abhängigkeit aller kritischen Infrastrukturen von einer funktionierenden Stromversorgung sind diese von einem Blackout unmittelbar stark betroffen. Da die Eisenbahninfrastruktur aber über eine getrennte Stromversorgung verfügt, wurde die Erforschung der Frage, ob diese Eigenversorgung für einen normalen Eisenbahnbetrieb ausreicht, zur zentralen Überlegung.

3.5 Zusammenfassung

In Kapitel 6 werden alle Fakten und Erkenntnisse in komprimierter Form zusammengefasst und somit für die weiteren Betrachtungen ins Gedächtnis gerufen.

Diese Zusammenfassung bildet die Basis für die Definition der primären Handlungsfelder und Aussichten für den Infrastrukturbereich der ÖBB.

3.6 Zukunftsperspektiven und Handlungsspielräume

Basierend auf den Erkenntnissen werden weitere Aussichten dargestellt und entsprechende Handlungsoptionen aufgezeigt. Diese sollen den Verantwortlichen als Grundlage für weitere Entscheidungen dienen, um die Reaktionsfähigkeit der Eisenbahninfrastruktur zu stärken.

Es werden ebenso Themengebiete aufgezeigt, die einer weiterführenden Untersuchung bedürfen.

4.1 Kritischer Infrastrukturen und deren Schutz

Als kritische Infrastrukturen werden all jene Systeme, Anlagen, Prozesse und Netzwerke angesehen, die einen wesentlichen Beitrag zur Aufrechterhaltung der Gesellschaftsordnung beitragen. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass deren Beeinträchtigung oder Zerstörung schwerwiegende Folgen für den Wirtschaftsstandort Österreich, sowie der Bevölkerung haben könnte, wie nachfolgend in der EU-Richtlinie beschrieben steht.

RICHTLINIE 2008/114/EG DES RATES

vom 8. Dezember 2008

über die Ermittlung und Ausweisung europäischer kritischer Infrastrukturen und die Bewertung der Notwendigkeit, ihren Schutz zu verbessern

Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieser Richtlinie bezeichnet der Ausdruck

a) „kritische Infrastruktur“ die in einem Mitgliedstaat gelegene Anlage, ein System oder ein Teil davon, die von wesentlicher Bedeutung für die Aufrechterhaltung wichtiger gesellschaftlicher Funktionen, der Gesundheit, der Sicherheit und des wirtschaftlichen oder sozialen Wohlergehens der Bevölkerung sind und deren Störung oder Zerstörung erhebliche Auswirkungen auf einen Mitgliedstaat hätte, da diese Funktionen nicht aufrechterhalten werden könnten;

b) „europäische kritische Infrastruktur“ oder „EKI“ eine in einem Mitgliedstaat gelegene kritische Infrastruktur, deren Störung oder Zerstörung erhebliche Auswirkungen in mindestens zwei Mitgliedstaaten hätte. Die Tragweite dieser Auswirkungen wird anhand sektorübergreifender Kriterien bewertet.

Dies schließt die Auswirkungen sektorübergreifender Abhängigkeiten auf andere Arten von Infrastrukturen ein; (Richtlinie 2008/114/EG aus 2008)

Am 2. April 2008 wurde durch die österreichische Bundesregierung das Programm zum Schutz kritischer Strukturen beschlossen.

Im Jahre 2014 wurde der Masterplan APCIP 2014 (APCIP = Austrian Programm for Critical Infrastructure Protection) von der Bundesregierung angenommen. In diesem Masterplan

werden die Bundesländer eingeladen eigene Programme zum Schutz kritischer Infrastrukturen zu erstellen. Die grundlegenden Zielsetzungen sind dabei:

- ❖ Unternehmensbezogener Ansatz
- ❖ Subsidiarität und Selbstverpflichtung der Unternehmen
- ❖ Komplementarität
- ❖ Vertraulichkeit
- ❖ Kooperation
- ❖ Verhältnismäßigkeit
- ❖ Umfassender Risikoansatz

Diese Zielsetzung bedeutet, dass sich Österreich bei der Identifikation der kritischen Infrastrukturen an Unternehmen orientiert, wobei die Eigentümerinnen und Eigentümer bzw. Betreiberinnen und Betreiber dieser strategischen Unternehmen selbst für die Aufrechterhaltung der Produktivität und den Anlagenschutz Sorge zu tragen haben. Bereits existierende Maßnahmenpakete und Pläne kommen weiter zur Anwendung, werden aber gegebenenfalls an neue Umstände und Bedrohungslagen angepasst.

Der Informationsfluss erfolgt auf Grundlage der Vertraulichkeit, das heißt, dass die Informationsqualität an die Bedürfnisse angepasst ist. Alle Akteurinnen und Akteure haben zur Weiterentwicklung des APCIP einen entsprechenden Beitrag zu leisten. Investitionen, die der Ertüchtigung und Hebung des Schutzniveaus dienen, sind unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu tätigen und müssen dem Risiko entsprechen. Die Bedrohungsszenarien für kritische Infrastrukturen sind vielfältig und müssen daher gegen das bekannte Spektrum geschützt werden (All-hazards approach).

Aus den oben genannten Gründen liegt die Zielsetzung des APCIP in der Unterstützung strategischer Unternehmen, um eine umfassende Sicherheitsarchitektur zu implementieren. Hierfür sind eine umfassende Risikoanalyse und ein adäquates Risikomanagement unumgänglich. Die, für die Evaluation herangezogenen Kriterien sind:

- ❖ Anzahl der betroffenen Bürgerinnen und Bürger (insbesondere hinsichtlich der gesundheitlichen und sozialen Auswirkungen)
- ❖ Wirtschaftliche Auswirkungen
- ❖ Auswirkungen auf die Umwelt
- ❖ Psychologische Auswirkungen
- ❖ Räumliche Ausdehnung
- ❖ Zeitliche Dauer
- ❖ Mangelnde Substitutionsmöglichkeiten
- ❖ Interdependenzen

Mit Hilfe dieser Kriterien wurde eine Liste kritischer Infrastrukturen für Österreich erstellt, die in ihrer Gesamtheit jedoch unter Verschluss steht.

Der Handlungsspielraum beinhaltet neben den Bundesländern und den Landespolizeidirektionen auch, in beratender Funktion, die Bereiche des Gesundheitswesens, der Energieversorgung oder des Verkehrs, um nur einige zu nennen. Eine besondere Stellung kommt dem Österreichischen Bundesheer (ÖBH) zu, da in speziellen Fällen durch entsprechend geschulte Soldatinnen und Soldaten sicherheitspolizeiliche Agenden, beispielsweise die Bewachung von extritorialen Einrichtungen, erfüllt werden. Ein weiterer ganz wesentlicher Aspekt ist, dass das ÖBH im Rahmen eines Assistenzeinsatzes im Katastrophenfall zur Hilfeleistung herangezogen werden kann.

Österreich weist durch eine ähnliche landschaftliche und gesellschaftliche Erscheinungsform wie in Deutschland auch annähernd die gleichen kritischen Infrastrukturen auf, welche im Anschluss näher definiert werden. Nachfolgend werden die, für die Europäische Union im Rahmen des EPCIP als wichtig erachteten kritischen Infrastrukturen tabellarisch aufgelistet.

Auf europäischer Ebene werden elf Bereiche den kritischen Infrastrukturen zugerechnet.

Für Österreich sind jedoch nicht alle Bereiche von der Bedeutung wie für die EU.

Im European Program for Critical Infrastructure Protection (EPCIP) sind die nachfolgenden Bereiche als kritische Infrastrukturen definiert:

- ❖ Energie
- ❖ Nuklearindustrie
- ❖ IKT
- ❖ Wasser
- ❖ Lebensmittel
- ❖ Gesundheit
- ❖ Finanzen
- ❖ Transport
- ❖ Chemische Industrie
- ❖ Raumfahrt
- ❖ Forschungseinrichtungen

Die Bereiche der Nuklearindustrie oder der Raumfahrt sind für Österreich von keiner nationalen Bedeutung, wohingegen der Schutz der verfassungsmäßigen Einrichtungen sehr wohl als strategische Infrastruktur definiert ist. Der Schutz der verfassungsmäßigen Einrichtungen obliegt auf Grund des Sicherheitspolizeigesetzes ausschließlich den Sicherheitsbehörden.

Die Definition im APCIP lautet:

Kritische Infrastrukturen sind jene Infrastrukturen oder Teile davon, die Eine wesentliche Bedeutung für die Aufrechterhaltung wichtiger gesellschaftlicher Funktionen haben und deren Störung oder Zerstörung schwerwiegende Auswirkungen auf die Gesundheit, Sicherheit oder das wirtschaftliche und soziale Wohl der Bevölkerung oder die effektive Funktionsweise von Regierungen haben würde. (APCIP, 2014)

Betrachtet man hierzu die Bedürfnispyramide nach Maslow, weiter unten, so ist eindeutig zu erkennen, dass die Befriedigung der physiologischen Bedürfnisse wie Durst, Hunger, Sexualität und Schutz vor den Elementen als Basis des Vorsorgebereiches anzusehen ist. Die Befriedigung der körperlichen Bedürfnisse ist für das Überleben der Spezies Mensch von höchster Priorität. Sind diese Grundbedürfnisse befriedigt, erlangt die nächsthöhere Stufe Bedeutung für das Individuum. In der zweiten Stufe strebt der Mensch nach dem Schutz vor Krankheiten, Arbeitsplatzverlust und nach einem eigenen Wohnbereich. Zu den Sozialbedürfnissen zählt Maslow das Bedürfnis nach Gesellschaft, sozialen Kontakten, Liebe und Freundschaft. Sind auch diese Bedürfnisse befriedigt, so strebt der Mensch nach Höherem. Auf der nächsten Stufe der Pyramide steht das Bedürfnis nach Geltung. Auf der obersten Stufe stehen die Selbstverwirklichungsbedürfnisse. Maslow vertrat die Meinung, dass erst nach Befriedigung der jeweils niedrigeren Stufe die nächsthöhere Stufe für den Menschen an Bedeutung gewinnt. Er ging so weit, dass er eine zusätzliche Differenzierung in Defizitbedürfnisse und Wachstumsbedürfnisse vornahm. Da sich jedes Einzelindividuum von anderen Individuen unterscheidet, kann nicht in allen Fällen von der Gültigkeit dieses Konzepts ausgegangen werden. Dieses gilt nur für die statistische Betrachtung des Verhaltens einer größeren Population.

Bedürfnis-Pyramide von Maslow

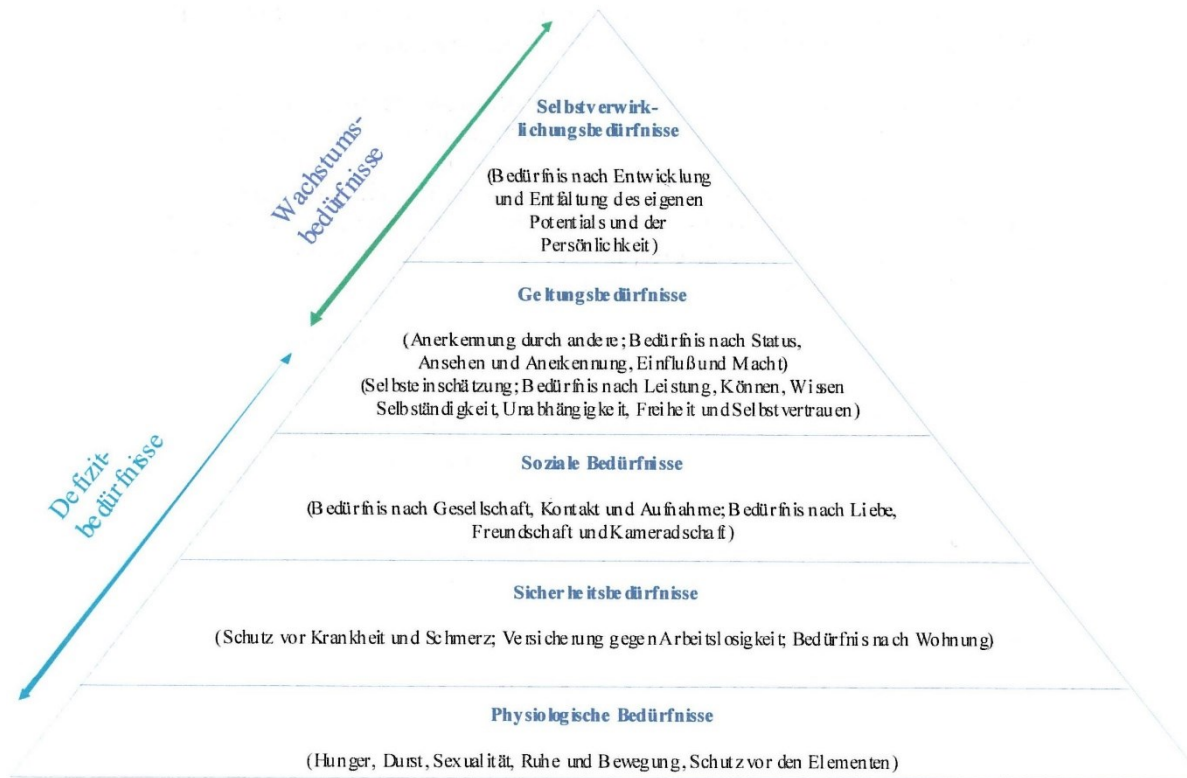


Abb. 8: Bedürfnispyramide nach Abraham Harold Maslow (1908 – 1970)

Grundbedürfnisse: Bereiche der kritischen Infrastrukturen, welche in den Bereich der Grundbedürfnisse fallen sind

- ❖ Versorgung mit Lebensmitteln
- ❖ Aufrechterhaltung der Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung

Sicherheitsbedürfnisse: zu den Sicherheitsbedürfnissen gehören

- ❖ Sicherstellung der medizinischen Grundversorgung
- ❖ Funktionalität der Finanzdienstleistungen
- ❖ Sicherstellung der öffentlichen Sicherheit

Sozialen Bedürfnisse: Zum Bereich der sozialen Bedürfnisse werden gerechnet:

- ❖ Gewährleistung der Mobilität und von Transportkapazitäten
- ❖ Aufrechterhaltung bzw. Wiederaufbau der Kommunikationswege

Geltungsbedürfnisse: Unter den Geltungsbedürfnissen sind zu verstehen

- ❖ Streben nach Anerkennung oder einer machtvolleren Position,
- ❖ Unabhängigkeit und Selbstbestimmtheit als Resultat

Selbstverwirklichung: Zum Bereich der Selbstverwirklichung werden gerechnet:

- ❖ Das Bedürfnis sich weiter zu entwickeln
- ❖ Das Bedürfnis nach Bildung
- ❖ Die Persönlichkeitsentfaltung

Aus Sicht der Bevölkerung erscheint die Deckung der täglichen Grundbedürfnisse, der Schutz für Gesundheit und Leben sowie die Pflege gewisser sozialer Kontakte als essentielle Voraussetzung, um die Tragfähigkeit der Gesellschaft sicher zu stellen.

4.2 Kritische Infrastrukturen in Österreich

Österreich weist durch eine ähnliche landschaftliche und gesellschaftliche Erscheinungsform wie in Deutschland auch annähernd die gleichen kritischen Infrastrukturen auf.

Wie bereits im Kapitel 4.1 angeführt wurde, handelst es sich bei kritischen Infrastrukturen um jene Infrastrukturen oder Teile davon, die eine essentielle Bedeutung für die Aufrechterhaltung wichtiger gesellschaftlicher Funktionen haben und deren Störung oder Zerstörung schwerwiegende Auswirkungen auf die Gesundheit, Sicherheit oder das wirtschaftliche und soziale Wohl der Bevölkerung oder die effektive Funktionsweise der Regierung haben würde. (APCIP 2014)

Auf europäischer Ebene wurden elf Bereiche den kritischen Infrastrukturen zugerechnet.

Im European Program for Critical Infrastructure Protection (EPCIP) sind die nachfolgenden Bereiche als kritische Infrastrukturen definiert:

- ❖ Energie
- ❖ Nuklearindustrie
- ❖ IKT
- ❖ Wasser
- ❖ Lebensmittel
- ❖ Gesundheit
- ❖ Finanzen
- ❖ Transport
- ❖ Chemische Industrie
- ❖ Raumfahrt
- ❖ Forschungseinrichtungen

Für Österreich sind jedoch nicht alle Bereiche von gleicher Bedeutung wie für die EU.

Die Bereiche der Nuklearindustrie oder der Raumfahrt sind für Österreich von keiner nationalen Bedeutung, wohingegen der Schutz der verfassungsmäßigen Einrichtungen sehr wohl als strategische Infrastruktur definiert ist. Der Schutz der verfassungsmäßigen Einrichtungen obliegt auf Grund des Sicherheitspolizeigesetzes ausschließlich den Sicherheitsbehörden.

Im Folgenden wird eine Übersicht der möglichen kritischen Infrastrukturen in Österreich dargestellt.

❖ Informationstechnologie und Kommunikationstechnologie (IKT)

- Festnetztelefonie
- Mobiltelefonie
- Internet
- Rechenzentren
- Tetra-Funk/Bündelfunk (Vorarlberg)
- Printmedien
- Rundfunk
- Fernsehen

❖ Finanzdienstleistungen

- Börsenhandel
- Bankenverkehr
- Zahlungs- und Datenverkehr
- Bargeldloses Bezahlen

❖ Verwaltungsdienstleistungen

- Öffentliche Sicherheit
- Passwesen
- Fremdenwesen
- Zivil- und Katastrophenschutz
- Etc.

❖ Versorgung der Bevölkerung mit Gütern des täglichen Bedarfs

- Wasser und Abwasser
- Lebensmittel
- Gesundheitsdienstleistung
- Abfallwirtschaft
- Energie

- ❖ Transport und Verkehr
 - Sektor Straße
 - Sektor Schiene
 - Sektor Luftfahrt
 - Sektor Gewässer

Betrachtet man diese Auflistung, so ist in groben Umrissen bereits hier eine Verflechtung einzelner Teilbereiche zu erkennen.

4.3 Detailbeschreibung ausgewählter kritischer Infrastrukturen

4.3.1 Informations- und Kommunikationstechnologie

Zu diesem Bereich werden alle Infrastrukturen und Prozesse der Informationstechnologien und die (Tele)Kommunikation (IKT) gezählt.

Beide zählen in Österreich zur kritischen Infrastruktur-Landschaft und bilden auch eine Querschnittsstruktur. Die Vernetzung besteht darin, dass der Informations- und Datentransfer über gemeinsame Leitungsstrukturen erfolgt. Diese Leitungsstrukturen können Glasfaserverbindungen oder herkömmliche Kupferkabel sein. Der Unterschied liegt in der Geschwindigkeit und Datenmenge. Durch die technische Weiterentwicklung stehen heute viele Übertragungswege zur Verfügung. So stehen der Bevölkerung heute Festnetztelefonie, Rundfunk und Fernsehen, Mobiltelefonie und Internetverbindungen zur Verfügung. Die Struktur der Sendemasten und Repeater ermöglicht in Verbindung mit anderen Komponenten eine ortsunabhängige Kommunikation der Menschen.

Welche Formen diese Entwicklung angenommen hat, ist aus den folgenden Bildern ersichtlich.



Abb. 9a und 9b: Kommunikation einst und jetzt

Strukturell lässt sich der Bereich Kommunikation in Hard- und Software oder nach Art der verwendeten Übertragungsart, einteilen.

Das Grundgerüst der Kommunikation besteht aus technischen Apparaturen, einer Sendeeinrichtung und einer Empfangseinrichtung und den dazugehörigen Softwareprodukten. Weitere Bausteine sind die Rechneinheit oder Computer, Speichermedien, Netzwerkkomponenten, Peripheriegeräte und eine Spannungsversorgung. Die Übertragung der elektromagnetischen Impulse kann nun kabellos oder kabelgebunden erfolgen.

Die grundsätzliche Regelung für die Versorgung der Staatsbürgerinnen und Staatsbürger mit einer adäquaten Kommunikationsinfrastruktur ist durch den Artikel 10 Abs. 1 Ziffer 9 des österreichischen Bundesverfassungsgesetzes geregelt. Auf dieser Bestimmung beruht das Telekommunikationsgesetz, das zum Ziel hat,

durch Förderung des Wettbewerbes im Bereich der elektronischen Kommunikation die Versorgung der Bevölkerung und der Wirtschaft mit zuverlässigen, preiswerten, hochwertigen und innovativen Kommunikationsdienstleistungen zu gewährleisten. (TKG 2003)

Da es sich im gegenständlichen Fall um eine unmittelbare bundesstaatliche Aufgabe handelt, so kann daraus die Verpflichtung des Staates für den Schutz dieser kritischen Infrastruktur Sorge zu tragen, abgeleitet werden. Im Telekommunikationsgesetz ist darüber hinaus auch die Netzsicherheit festgeschrieben. Nach dieser Bestimmung haben alle Betreiberinnen und Betreiber entsprechende technische Maßnahmen zu setzen, damit die zu erbringende Dienstleistung weder durch äußere Eingriffe noch durch Naturereignisse gestört wird.

Die wichtigsten Merkmale der kritischen Infrastruktur „IKT“ sind eine beinahe vollständige Stromabhängigkeit, die hohe Verflechtung mit anderen kritischen Infrastrukturen und die hohe Kritikalität. Mit der Kritikalität wird die Wichtigkeit in Bezug auf Betriebszustände, welche vom Normzustand abweichen, und somit zu einer Beeinträchtigung der Sicherheit der Bevölkerung beschrieben.

Stromabhängigkeit und Wechselbeziehungen

Die Informationstechniken und Telekommunikation sind ohne Strom nicht vorstellbar.

Die elektronische Verarbeitung von Informationen und die Verbreitung von Informationen über Rundfunk, Internet, Fernsehen oder Mobiltelefone sind ohne Strom nur für extrem kurze Zeiträume möglich. Die Informationsweitergabe an die Bevölkerung wird sich auf alternative Kommunikationsmittel beschränken.

Die Stromabhängigkeit ist jedoch nicht einseitig, sondern es besteht auch eine Abhängigkeit der anderen kritischen Infrastrukturen von den Kommunikationstechnologien.

4.3.2 Finanzdienstleistungen

Für die moderne Volkswirtschaft ist die zeitnahe und sichere Erledigung von Finanzdienstleistungen unumgänglich. So sind bargeldlose Transaktionen, die Verwaltung von Spareinlagen und Krediten, die Wertpapiergeschäfte und der Handel mit diesen an den internationalen Börsen aus dem Alltagsleben nicht mehr weg zu denken.

Alle Bereiche des Finanzdienstleistungsbereiches sind in hohem Umfang von einer unterbrechungsfreien Stromversorgung abhängig, die auf dem hohen Datentransfer und damit verbundenen Kommunikation innerhalb des Banken- und Börsennetzwerkes begründet sind. Die Existenzgrundlage für den Finanzdienstleistungssektor sind die Kommunikation und die Stromversorgung. Störungen oder Ausfälle einer der Infrastrukturen hätten somit unabsehbare Folgen auf die Volkswirtschaft Österreichs und die Gesellschaft.

Börse

Die Finanzdienstleistung der Börse beinhaltet primär den Handel mit Wertpapieren aller Arten. Darüber hinaus wird auch mit anderen Handelswaren gehandelt. Zu diesen Waren zählen unter anderen auch Primärenergieträger und Strom.

Für den Börsensektor sind als handelnde Elemente der Auftraggeber, die ausführende Bank, die Börsen, die Gironetze, die Nationalbank und die EZB zu nennen.

Banken

Finanzdienstleistungen werden auch von verschiedenen Dienstleistungsanbieterinnen und Dienstleistungsanbietern, wie Banken, Versicherungsgesellschaften, Postbanken, Kreditkartenanbieterinnen und Kreditkartenanbietern, der Nationalbank, der Europäischen Zentralbank (EZB) und anderen, erbracht. Zu den Geschäftsfeldern der Banken zählen das Einlagengeschäft, das Girogeschäft, das Kreditgeschäft, das Diskontgeschäft, das Depotgeschäft, die Ausgabe und Verwaltung von Kreditkarten, Bankschecks und Reiseschecks sowie das Devisengeschäft.

Wie stark die Vernetzung mit anderen Lebensbereichen ist, zeigt die Auflistung der handelnden Personen im Bereich des Kontoführungswesens. Die Arbeitgeberin oder der Arbeitgeber transferieren den Arbeitslohn per elektronischer Anweisung an die Banken der Erwerbstätigen. Eine ähnliche Struktur zeigt das Zahlungsverkehrssystem. Hier sind die Akteure die Zahlungsleistenden, die Zahlungsempfängerinnen und Zahlungsempfänger, die Banken, die Gironetze, die Nationalbank und die EZB. Neben diesen Geschäftsfeldern bedienen die Banken auch das Devisengeschäft.

Stromabhängigkeit und Wechselbeziehungen

Für die Erfüllung der Aufgaben ist eine unterbrechungsfreie Stromversorgung zwingend erforderlich, um Datenverlusten vorzubeugen. Als wesentliche Elemente des Finanzdienstleistungssektors sind die Geldausgabeautomaten (Bankomaten), sowie das Internetbanking zu nennen, da diese die hochgradige Vernetzung in der Gesellschaft widerspiegeln.

Der Bereich der Börsen ist durch unabhängige Spannungsversorgungseinrichtungen für einen längeren Zeitraum abgesichert, um Datenverluste zu verhindern.

4.3.3 Verwaltung und öffentliche Sicherheit

Auch Verwaltungsdienstleistungen sind von einem Stromausfall betroffen und hier zeigt sich ebenfalls eine Beeinflussung durch die Abhängigkeiten zur Kommunikation und Stromversorgung. Die Verwaltungsdienstleistung hat extreme Aufgaben zu bewältigen, auf die die Akteurinnen und Akteure schlecht vorbereitet sind. Öffentliche Gebäude wie Schulen, Universitäten, verfügen in der Regel über keine Notstromversorgungsanlage, sanitäre Einrichtungen fallen aus, die Wasser steht nur mehr in geringem Umfang zur Verfügung, Aufzüge, Klimaanlage, Lüftung und die Kommunikationsstrukturen fallen aus. Besondere Problemstellungen ergeben sich in mehrstöckigen Gebäuden, da durch fehlende Aufzüge die Nutzbarkeit stark eingeschränkt ist. Im universitären Bereich sind Forschungsprojekte gefährdet, welche unter standardisierten Bedingung durchgeführt werden müssen, oder werden sogar gänzlich unbrauchbar. In der Nationalbibliothek und anderen Museen sind Exponate, die unter speziellen Umgebungsbedingung gelagert werden müssen gefährdet.

In Bereichen der allgemeinen Verwaltungstätigkeiten wie Pass-, Melde- und Vereinswesen, wird durch USV-Anlagen das gesicherte Herunterfahren der Rechner ermöglicht und zumindest der Verlust von Daten verhindert.

Der Ausfall der Kommunikationsinstrumente hat einen enormen Einfluss auf die Qualität der Aufgabenerfüllung durch die Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS).

Notrufeinrichtungen werden aufgrund überbordender Anrufzahlen ihre Funktion nicht mehr erfüllen können, auch bei mit Notstromversorgungsanlagen (NSA) abgesicherten Notrufstellen funktionieren diese entweder nicht oder solange, bis der Tank leer ist.

Die Feuerwehren müssen eine große Anzahl von Personen aus steckengebliebenen Aufzügen befreien. Alleine in Wien gibt es ca. 15.000 Aufzüge.

Durch den Ausfall von Übertragungseinrichtungen wird die Brandfrüherkennung in der Weise erschwert, dass automatisch detektierte Brände nicht an die Einsatzzentralen weitergeleitet werden können. Durch die Überlastung der Notrufzentralen verzögern sich die Alarmierung und das Eintreffen der Einsatzkräfte. Dadurch wird die Brandbekämpfung erschwert und,

sollte die Löschwasserversorgung ausfallen, so können sich Brände zu großen Gefahrenquellen entwickeln. Durch nicht beseitigte Brandherde können rasch Häuserzeilen oder ganze Straßenzüge in Flammen stehen.

Zusätzliche Herausforderungen, mit denen sich die Beamtinnen und Beamten der Exekutive konfrontiert sehen, sind Fahrverbote einzurichten und diese kontrollieren zu müssen. Auch wird es die Notwendigkeit von Evakuierungsmaßnahmen geben und diese gegen den Willen der Betroffenen durchzuführen.

Die Straßenbeleuchtung, Überwachungskameras, Verkehrsleiteinrichtungen sowie Alarmanlagen fallen aus. Durch den Ausfall zahlreicher Sicherheitssysteme sehen sich die Beamtinnen und Beamten der Polizei mit einem erhöhten Risiko von Eigentumsdelikten, besonders während der Nachtstunden, konfrontiert. Das Risiko von Einbrüchen, Plünderungen und Delikten gegen Leib und Leben steigt. Die Polizistinnen und Polizisten stehen aber nicht nur vor der Aufgabenstellung die Straftaten zu verhindern, sondern sind bei der vorläufigen Festnahme und Verwahrung von Verdächtigen behindert.

Die Problematik liegt nicht im Bereich der Wachzimmer und Kommissariate, wo der Verschluss der Zellen manuell erfolgt, sondern in den Justizstrafanstalten (JVA). In den Strafvollzugsanstalten fallen Sicherungssysteme und Überwachungssysteme aus.

Als Demonstrationsbeispiel wird ein Polizeigefangenenhaus im Vergleich zu einer JVA dargestellt. In der ersteren, dieser Einrichtung werden festgenommene Personen registriert und Gegenstände, die eine Gefahr für das Aufsichtspersonal oder die festgenommene Person selbst darstellen könnten, abgenommen. Hier ist bereits zu erkennen, dass die Registrierung und Datenerfassung mit Hilfe elektronischer Datenverarbeitung erfolgt. Nach der Registrierung erfolgt die Überstellung in den Zellentrakt. Dieser befindet sich in der Regel in einem Polizeigefangenenhaus wie beispielsweise auf der Rossauer Lände. Diese Einrichtungen sind gegenüber der Außenwelt nicht so abgesichert, wie die JVAs. Grund dafür ist, dass die angehaltenen Personen sich weder in Untersuchungshaft noch in Vollzugshaft befinden. Bei den meisten Angehaltenen handelt es sich um Verwaltungsstraftäterinnen und Verwaltungsstraftäter, welche ihre Ersatzfreiheitsstrafe absitzen. Auch treten hier oftmals Platzprobleme auf, da hier Menschen unterschiedlichster Herkunft auf sehr engem Raum untergebracht sind. Die Sanitäreinrichtungen müssen von einer großen Anzahl von Personen benutzt werden.

Stromabhängigkeit und Wechselbeziehungen

Der gesamte Notrufsektor ist von einer funktionierenden Stromversorgung abhängig.

Feuerwehrhäuser verfügen über Not-Entriegelungen für die Tore und Anschlüsse für die Einspeisung von Notstrom. Die Ladestationen für Handscheinwerfer oder Funkgeräte benötigen

Strom. Teilweise sind Ladestationen in den Fahrzeugen verbaut, die aber über eine externe Stromversorgung in den Depots mit Strom versorgt werden.

Der Einschluss Inhaftierter in die Zellen erfolgt in den Polizeigefangenenhäusern von Hand, das heißt es sind keine elektrisch betriebenen Zellentüren oder elektronische Überwachungssysteme vorhanden.

In den JVAs erfolgt der Strafvollzug, das bedeutet, dass sich die Inhaftierten innerhalb eines abgegrenzten Areals befinden, in dem die Zellenkomplexe als bauliche Einheiten untergebracht sind. Im Außenbereich erfolgt der tägliche Rundgang. Im Bereich der JVAs erfolgt die Sicherung meist durch elektronische Einrichtungen. So werden hier die Einfahrtsschleusen und die gesamte Außenhülle zusätzlich mit elektronischen Kameras und Bewegungsmeldern überwacht. Im Zellenbereich kommen ebenfalls elektronische Sicherungseinrichtungen zum Einsatz. Die Einfahrtstore werden von elektrischen Motoren geöffnet und geschlossen.

Die Versorgung der Inhaftierten erfolgt durch eigene Küchen, diese verfügen über Kühlhäuser, elektrisch betriebene Kochgeräte und die Reinigung des Geschirrs erfolgt in Geschirrspülmaschinen. Sofern kein Trinkwasserbrunnen mit notstromversorgten Pumpen am Gelände vorhanden ist, so kommt es auch zum Ausfall der Wasserversorgung

4.3.4 Versorgung der Bevölkerung mit Gütern des täglichen Bedarfs

Zu den Gütern des täglichen Bedarfs zählen primär Lebensmittel. Es ist aber noch eine Vielzahl an Gegenständen für den Alltagsbedarf erforderlich. Dazu gehören Hygieneartikel, Getränke, Genussmittel, etc.

Die Versorgung der Bevölkerung beruht auf einem perfekt abgestimmten System von Dienstleistungen und Versorgungsprozessen. Wie vernetzt die einzelnen Teilbereiche sind, wird im Folgenden näher beleuchtet.

Lebensmittelversorgung

Wie bereits in der Übersicht angedeutet, treffen wir hier auf die produzierenden Unternehmen, die verarbeitenden Unternehmen, auf die Lagerbetriebe und den Verkauf.

Auf Seite der Produzentinnen und Produzenten sind als erstes Glied der Kette die landwirtschaftlichen Betriebe zu nennen, denn diese erzeugen die Grundstoffe wie Getreide, Gemüse, Milch und dergleichen. An diese schließen die Verarbeitungsbetriebe, wie Mühlen, Schlachtereien, Molkereien und andere an. Aus den hier erzeugten Produkten werden in Veredelungsbetrieben die handelsfertigen Waren, beispielsweise Wurstwaren, Käse und Milchprodukte oder Konserven, um nur einige aufzuzählen, hergestellt.

Diese handelsfertigen Waren und Produkte werden dann in großen Lagereinheiten unter den erforderlichen Bedingungen, z.B. Kühlung, bis zum Abruf durch den Handel, gelagert. Von den Lagern erfolgt der Transport auf Zuruf, Just in Time, direkt an den Einzelhandel oder Großkunden wie Supermarktketten. An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass in Österreich, laut Bundesministerium für Inneres, keine staatlichen Lebensmittelreserven bestehen. Das BMI setzt auf die Verteilung aus den Lagern der Handelsketten.

Es bestehen jedoch noch andere Bereiche mit denen die Lebensmittelproduktion vernetzt ist. So bestehen Beziehungen zu Saatgutherstellerinnen und Saatgutherstellern, zur Agrartechnik, der Düngemittelindustrie und zur Pflanzenschutzmittelindustrie. Ebenso besteht eine enge Vernetzung mit den Bereichen Kommunikation und (Trink)Wasserversorgung. Wie bedeutend die Versorgung landwirtschaftlicher Betriebe mit Wasser ist, zeigt sich bei länger andauernden Trockenperioden, in denen die Grundwasserpegel durch laufende Entnahme von Grundwasser für die Bewässerung der Felder um mehrere Meter absinken. Von diesem Phänomen sind besonders die Landwirtinnen und Landwirte in den Ebenen des Marchfeldes, des südlichen Wiener Beckens sowie den intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen im oberösterreichischen Raum betroffen. Das Absinken des Grundwasserspiegels führt in den Sommermonaten, durch den Klimawandel verstärkt, zu Überlegungen Wasser aus dem Gerinne der Donau für Bewässerungszwecke zu entnehmen.

Der Bereich der Nutztierhaltung kann in die Sektoren der Mutterkuhhaltung, der Milchwirtschaft, der Schweinehaltung, der Schafzucht, der Ziegenhaltung und der Geflügelzucht unterteilt werden.

Auch in den Formen der Tierhaltung gibt es regionale Unterschiede, wie Haltung auf Almen oder im Freigelände der Niederungen. Schweinemast wird, wie Geflügelzucht in Form der Massentierhaltung durchgeführt. Bei in der Geflügelzucht unterscheidet man noch in Käfighaltung, Bodenhaltung und Freilandhaltung. Der Unterschied hierbei ist, dass Geflügel der Kategorie Käfighaltung in kleinen Käfigen gehalten wird. Bei der Bodenhaltung befindet sich das Geflügel lediglich am Boden. Nur die Freilandhaltung entspricht den natürlichen Anforderungen.

Stromabhängigkeit und Wechselbeziehungen

Strom wird in der Landwirtschaft für die Melkmaschinen, die Milchkühlung, für Bewegungsapparate für die Tiere oder die automatische Stallreinigung benötigt. In der Jungtieraufzucht, von Ferkeln und Küken, werden Wärmelampen eingesetzt. Pumpen zur Bewässerung werden teilweise mit Strom betrieben.



Abb. 10: Beispiel einer automatischen Stallreinigung (Bing 2017)

Gemüsebauerinnen und Gemüsebauern verwenden für die Aufzucht von Tomaten und anderer Gemüsepflanzen starke Lampen, um das Tageslicht zu simulieren. Die Waagen und Verpackungsmaschinen werden mit Strom betrieben. Darüber hinaus werden große Mengen an Wasser benötigt. Elektronische Systeme steuern Temperatur, Luftfeuchte und die Beregnung, auch die Lagerhaltung erfolgt über EDV-Anlagen.

Molkereien benötigen für alle Produktionsschritte, Beginnend bei der Anlieferung der Rohmilch, über die Kühlung, die Ultrahocherhitzung bis hin zur Verpackung der Fertigprodukte und deren Lagerung, elektrischen Strom.

Weiters sind alle Betriebe der Lebensmittelversorgung durch Kommunikationsstrukturen miteinander vernetzt, über die das Bestellwesen, Lagerhaltung, etc. abgewickelt werden.

Die Lagerung der Lebensmittel erfolgt auf Paletten in Hochregallagern, die teilweise vollautomatisiert sind, hier werden die Lagerwaren mittels elektrischer Gabelstapleranlagen eingelagert und bei Bedarf ausgelagert. Der Transport aus den Kommissionierzonen zu den Transportfahrzeugen erfolgt mittels elektrischer Flurfördermittel. Die Rolltore sind mit elektrisch betriebenen Schnellauftoren ausgestattet, um die Passage der Fördermittel zu beschleunigen.

Die gesamte Lagerhaltung erfolgt mittels Computersystemen.

In den Einzelhandelsgeschäften werden Kühlvitрины und Tiefkühlschränke für die Bevorratung bis zum Verkauf der Waren eingesetzt. Die Rücknahme der Leergebinde erfolgt mittels elektrisch betriebener Rückgabeautomaten. Die Verrechnung der Waren erfolgt an Computerkassen und die Bezahlung derselben an Bankomatterminals, sofern nicht genügend Bar-

geld vorhanden ist. Die Schiebetüren der Geschäftslokale werden mittels elektronisch gesteuerter Abstandssensoren geöffnet bzw. geschlossen. Die Warenwirtschaft, also Lagerstände und Bestellwesen werden teilweise über die Computerkassen automatisch abgewickelt.

Wie die Bevorratung der Bevölkerung aussehen sollte, ist in den Empfehlungen des Österreichischen Zivilschutzverbandes und seinen Landesorganisationen wie folgt empfohlen:

Der Zivilschutzverband empfiehlt die Bevorratung folgender Lebensmittel, berechnet für eine Person und die Versorgungsdauer von zwei Wochen.

Mehl	1000 Gramm
Reis	1000 Gramm
Teigwaren	500 Gramm
Zucker	1000 Gramm
Brot (vakuumverpackt)	1000 Gramm
Knäckebrot	500 Gramm
Semmelwürfel	1 Packung
Kartoffelpüree	1 Packung
Packerlsuppe	2 Packungen
Dosensuppe (Dose)	2x500 Gramm
Gemüsekonserven (Dose)	3x500 Gramm
Hülsenfrüchte (Dose)	1x500 Gramm
Fertiggericht (Dose)	10x500 Gramm
Champignons	1 Dose
Dosenaufstrich	2 Dosen
Fischkonserven	2 Dosen
Kartoffel	2 Dosen
Salat	2 Gläser
Kondensmilch	1 Tube
Haltbarmilch	2x0,5 Liter
Streichfett	250 Gramm
Speiseöl	0,5 Liter
Schmelzkäse	1 Packung mit 6 Stück
Eier	10 Stück
Marmelade/Honig	1 Glas
Fruchtsaftkonzentrat	0,5 Liter
Trinkwasser	21 Liter

Sonstige Lebensmittel wie Tee, Kaffee, Kakao oder Gewürze nach persönlichem Bedarf.

Es sind auch spezielle Ernährungsbedürfnisse wie Diätahrung, Baby und Kindernahrung sowie Tiernahrung zu berücksichtigen.

Wie die Bevorratungslandschaft vergleichsweise in Deutschland aussieht, darüber gibt die nachfolgende deutsche Studie Auskunft. Für Österreich kann nur spekuliert werden, wobei im städtischen Bereich von keiner Bevorratung oder für höchstens zwei Tage ausgegangen werden muss.

Nach Rasche et al. (2001, S. 38) wurden in den befragten Haushalten folgende Lebensmittel vorrätig gehalten:

<i>Nudeln</i>	49,3%
<i>Zucker</i>	41,8%
<i>Mehl</i>	38,8%
<i>Reis</i>	38,1%
<i>Konserven/Eingemachtes</i>	35,1%
<i>Gemüse</i>	28,4%
<i>Obst</i>	19,4%
<i>Fertiggerichte</i>	18,0%
<i>Kartoffeln</i>	23,9%
<i>Tiefkühlware (v.a. Fleisch)</i>	18,7%
<i>Mineralwasser</i>	18,0%
<i>H-Milch</i>	15,7%
<i>Säfte</i>	15,7%

Die Reichweite von bevorrateten Lebensmitteln (das BMELV empfiehlt einen Notvorrat für 14 Tage) hat eine nichtrepräsentative Umfrage in fünf Orten des Münsterlands im Jahr 2006 erhoben (Gardemann/Menski 2008, S. 6 u. 10)

<i>Über 8 Tage</i>	5,4%
<i>6 bis 8 Tage</i>	9,9%
<i>3 bis 5 Tage</i>	34,7%
<i>Über 2 Tage</i>	15,6%
<i>2 Tage</i>	27,4%
<i>1 Tag</i>	6,1%

Quelle: Gardemann/Menski 2008, S. 47 f. (TAB 2010, S. 143f)

Die Ernährungsangelegenheiten sind in Österreich im Gesundheits- und Ernährungssicherheitsgesetz (GESG), BGBl. Nr. I Nr. 63/2002, geregelt. Zusätzliche gesetzliche Regelungen finden sich im Düngemittelgesetz, Futtermittelgesetz, Pflanzenschutzgesetz, Pflanzenschutzmittelgesetz und anderen Gesetzen.

4.3.5 Gesundheitsdienstleistungen

Ärztliche Versorgung, Rettungs- und Krankentransportdienst

Die Infrastruktur des Gesundheitssektors umfasst die gesamten heilkundlichen Leistungen.

Diese beginnen mit der Erste Hilfe-Leistung und reichen bis zur hochtechnischen Rehabilitationseinrichtung. In der Regel wird das Gesundheitssystem in der Bevölkerung in der Form wahrgenommen, dass zuerst die hausärztliche Praxis konsultiert wird. In den überwiegenden Fällen werden die Patientinnen und Patienten von der behandelnden Hausärztin oder Hausarzt zur Verifizierung von Diagnosen in Laboratorien, Facharztpraxen oder Krankenhäuser überwiesen. Kurz gefasst bedeutet Gesundheitsdienstleistung die Sicherstellung der ärztlichen und pharmazeutischen Leistungen für die Bevölkerung. Das Gesundheitswesen zeichnet sich durch eine hochgradige Spezialisierung aus, die wiederum eine weitverzweigte Landschaft von ärztlichen Einrichtungen besitzt.

Die Praxislandschaft der ärztlichen Infrastruktur umfasst neben den bereits genannten Einheiten auch Dialysezentren, Pflegeheime, Geriatriezentren und Apotheken.

In Österreich obliegen die Gesetzgebung und die Vollziehung des Gesundheitswesens mit Ausnahme des Bestattungswesens sowie des Gemeindesanitätsdienstes dem Bund. (B-VG 1930)

Die Ausführungsbestimmungen finden sich unter anderen im Ärztegesetz, Apothekengesetz oder Arzneimittelgesetz.

In der Hausarztpraxis wird die Erfassung der Patientinnen und Patienten per Computer durchgeführt, da für die Inanspruchnahme ärztlicher Dienstleistungen die E-Card erforderlich ist, die über ein Kartenlesegerät ausgewertet wird. Die meisten Arztpraxen sind jedoch nicht in den untersten Geschossen von Häusern situiert, wodurch die Erreichbarkeit über einen Aufzug, auf Grund der Barrierefreiheit öffentlicher Einrichtungen gegeben sein muss.

Eine Stütze von eminenter Bedeutung sowie ein Verbindungsglied im Gesundheitswesen zwischen den Arztpraxen, den Patientinnen und Patienten stellen die Rettungsorganisationen dar. Sie sind Teil des Gemeindesanitätsdienstes und sorgen für den fachgerechten

Transport von erkrankten oder verunfallten Personen. Es wird hier zwischen dem örtlichen Sanitätsdienst und dem überörtlichen Sanitätsdienst, sowie dem Notarztrettungssystem unterschieden.

Krankenanstalten

Die wichtigsten Einrichtungen im Gesundheitswesen sind zweifelsohne die Krankenhäuser mit ihren hochspezialisierten Abteilungen, wobei den Intensivstationen, Dialysestationen sowie den Anstaltsapotheken eine immens wichtige Rolle zukommt.

Krankenhäuser sind durch ihre Vielfalt an Abteilungen als Herzstück des Gesundheitswesens in Österreich zu betrachten. Die bauliche Infrastruktur erstreckt sich über mehrere Geschosse, die untereinander mit Personen und Bettenaufzügen verbunden sind. Intensivstationen und radiologische Abteilungen sowie die Labordiagnostik sind die Eckpfeiler einer effizienten Diagnosestellung. Auf den Intensivstationen sind die verschiedensten elektronischen Überwachungsmonitore, Perfusorpumpen oder Spezialbetten im Einsatz. Auch ist das EKG-Monitoring oder der Defibrillator aus diesem Krankenhausbereich nicht mehr weg zu denken.

Die Radiologie fertigt mit Hilfe von Röntgengeräten, Computertomographen (CT), Magnetresonanztomographen (MRT) oder Ultraschallgeräten Bilder von Geweben an.

Die krankenhaus eigene Blutbank sorgt für die Bevorratung und Kühlung der notwendigen Blutkonserven. Die Blutbanken stehen mit den Blutspendezentralen in engem Kontakt, um jederzeit über die erforderlichen Mengen und Blutgruppen zu verfügen.

Die Krankenhausapotheke bestellt, verwaltet, lagert und liefert die Pharmazeutika an die bestellenden Abteilungen.

In den Operationseinheiten wird für die Sterilisation der Instrumente mittels Autoklaven gesorgt, die Beleuchtung des Operationsfeldes wird mit OP-Scheinwerfer gewährleistet und auch hier sind die gleichen Apparaturen, wie auf der Intensivstation im Einsatz.

Auf den Dialysestationen erfolgt die Blutwäsche der Patientinnen und Patienten.

Die oft unbeachtete Krankenhausinfrastruktur beinhaltet aber auch die Haustechnik. Zu einer der wichtigsten Aufgaben zählen die Heizung und Klimatisierung der Krankenzimmer. Durch die haustechnischen Einrichtungen werden auch Medien transportiert, wie Sauerstoff oder Vakuum für Absaugeinrichtungen.

Eine nicht minder wichtige Einrichtung stellt die Küche dar, da hier die Verpflegung der Patientinnen und Patienten mit Essen, Spezialnahrungsmitteln und Diätspeisen hergestellt und verteilt wird.

Für den Transport von Speisen, Medikamenten, Wäsche und dergleichen werden Transportmittel benötigt. Im Sozialmedizinischen Zentrum Ost erfolgt dieser Transport vollautomatisch durch ferngelenkte Containereinheiten.

Die Anstaltswäscherei besorgt die Reinigung und Desinfektion von Bettwäsche und Patientenwäsche. Hier ist in den letzten Jahren zunehmend der Trend entstanden diese Dienstleistung außer Haus zu vergeben, auch Outsourcing genannt.

Stromabhängigkeit und Wechselbeziehungen

In den Arztpraxen kommen Computer für die Patientendatenverwaltung zum Einsatz.

In den Krankenhäusern kommt eine Vielzahl von elektrischen und elektronischen Gerätschaften zum Einsatz.

Für die Aufbahrung Verstorbener, bis zu deren Abholung durch die Bestattungsunternehmen werden Kühleinrichtungen benötigt.

Der Personentransport zwischen den Gebäudeebenen erfolgt mit Aufzügen.

Weiters besteht eine enge Vernetzung aller Bereiche des Gesundheitswesens über die Datenleitungen. Diese Datenleitungen verbinden die Arztpraxen mit den Krankenkassen und auch innerhalb der Krankenanstalten erfolgt auf elektronischem Wege der Datentransfer. Es ist in den heutigen Krankenanstalten durchaus üblich geworden, dass Röntgenaufnahmen in elektronischer Form dem Ambulanzteam zur Verfügung stehen, oder Laborwerte direkt an die behandelnden Stationen gesendet werden.

Die Koordination der Rettungs- und Krankentransporte erfolgt über zentrale Leitstellen, von denen die Notrufe entgegengenommen werden und gemäß Abfrageschema, das nächstgelegene adäquate Rettungsmittel zur Einsatzadresse entsandt wird.

Die Kommunikation zwischen den Anruferinnen und Anrufern sowie den Leitstellendisponentinnen und Leitstellendisponenten erfolgt über Festnetztelefone oder Mobiltelefone. Die Alarmierung der Rettungsmittel erfolgt zeitnah über Funk. Die Sprachkommunikation zwischen der Leitstelle und dem Rettungsmittel, sowie von Rettungsmittel zu Rettungsmittel erfolgt ebenfalls über Funk.

4.4 Trinkwasserversorgung, Abwasserentsorgung, Abfallwirtschaft

Trinkwasserversorgung

Die Versorgung der Bevölkerung in Österreich ist dank des Wasserreichtums sehr gut.

Betrachtet man die Bundeshauptstadt Wien, so verfügt deren Wasserversorgung über drei Zuleitungen aus dem Schneeberg- und Rax-Gebiet, sowie aus dem Hochschwab-Gebiet. Es führen zwei „Wiener Hochquellenwasserleitungen“ zu den Sammelbehältern in Wien.

Am Rudolfshügel, im zehnten Wiener Gemeindebezirk, steht als weithin sichtbares Zeichen der Wiener Wasserversorgung der „Wiener Wasserturm“ (Bilder unter: <https://www.wien.gv.at/wienwasser/bildung/wasserturm/>).

Der wesentlichste Aspekt der Hochquellenleitungen ist, dass im gesamten Verlauf bis zu den Wasserreservoiren keine Pumpen erforderlich sind. Dies bedeutet, dass das Wasser durch den Höhenunterschied zwischen der Quellenfassung und den Hochbehältern im freien „Fall“ nach Wien läuft. Neben den Hochquellenwasserleitungen erfolgt auch eine Einspeisung von Grundwasser aus der Lobau. Für den Transport des Grundwassers sowie für die Versorgung in Hochhausanlagen sind elektrische Pumpenanlagen verbaut. Die Pumpen in den Hochhäusern sind für die Druckerhöhung erforderlich da durch den Druckverlust in den Rohrleitungen eine Versorgung in höher gelegenen Stockwerken nicht mehr gegeben ist. Das gleiche Bild bietet sich in Gemeinden mit höher gelegenen Wasserreservoirs.

Im Bereich des Alpenvorlandes, im Marchfeld und den Gemeinden des Wiener Beckens erfolgt die Wasserversorgung ausschließlich über Grundwasserbrunnen. In diesen Bereichen sind elektrische Pumpen für die Beförderung des Wassers sowie Entkeimungsanlagen sowie Anlagen für die Aufbereitung auf Trinkwasserqualität situiert. So wird beispielsweise in der Gemeinde Reisenberg Wasser aus der Mitterndorfer Senke gewonnen und aufbereitet, danach erfolgt der Transport durch Rohrleitungen nach Biedermannsdorf, wo die Wasserparameter geprüft und erforderlichenfalls korrigiert werden. Andere Bereiche verfügen über Wasserverbände, die ebenfalls die Versorgung der Bevölkerung in deren Einzugsgebieten, mit einwandfreiem Trinkwasser sicherstellen.

Die Wichtigkeit der Versorgung mit sauberem Trinkwasser zeigt sich in der Tatsache, dass der menschliche Organismus zu rund 90% aus Wasser besteht und es zu massiven Erkrankungen des Magen- und Darmtraktes kommt, wenn das Trinkwasser mit pathogenen Keimen kontaminiert ist. Dieser Umstand tritt im Zuge von Katastrophenereignissen, bei denen die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser gestört ist, immer wieder auf. Ein aktuelles Beispiel ist das Erdbeben in Haiti 2010, in Folge dessen eine Choleraepidemie ausbrach und tausende Menschen starben.

Wie wichtig dieses Thema ist, zeigt sich auch in der Übereinkunft der europäischen Staaten sowie den Staaten bis in den zentralasiatischen Raum. Dieses Übereinkommen stellt global gesehen das einzige völkerrechtlich verbindliche Instrument zum Thema Wasserversorgung und der, damit verbundenen Hygiene und dem Wohlergehen der Menschen dar.

***Protokoll über Wasser und Gesundheit
zu dem Übereinkommen von 1992 zum Schutz und zur Nutzung
grenzüberschreitender Wasserläufe und internationaler Seen***

Artikel 2

BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

Im Sinne dieses Protokolls

- 1. bedeutet "wasserbedingte Krankheit" alle beträchtlichen schädlichen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit wie Tod, Behinderung, Krankheit oder Störungen, die unmittelbar oder mittelbar durch den Zustand oder durch Veränderungen in der Menge oder Qualität von Gewässern verursacht werden;***
- 2. bedeutet "Trinkwasser" Wasser, das von Menschen zum Trinken, zum Kochen, für die Nahrungszubereitung, die persönliche Hygiene oder ähnliche Zwecke genutzt wird oder für diese Nutzung zur Verfügung stehen soll;***
- 3. bedeutet "Grundwasser" alles unterirdische Wasser in der Sättigungszone, das in unmittelbarer Berührung mit dem Boden oder dem Untergrund steht;***
- 4. bedeutet "gefasstes Wasser" künstlich geschaffene, von oberirdischem Süßwasser oder Küstengewässern getrennte Wasserkörper innerhalb oder außerhalb von Gebäuden;...***
- 8. bedeutet "Abwasserbeseitigung" die Sammlung, den Transport, die Aufbereitung und die Entsorgung oder Wiederverwendung menschlicher Ausscheidungen oder häuslichen Abwassers entweder durch kollektive Systeme oder durch Anlagen, die einen Einzelhaushalt oder ein Einzelunternehmen versorgen;... (WHO 1992)***

Im täglichen Leben wird Wasser außer als Lebensmittel und Medikament auch anderweitig eingesetzt. Wasser wird in vielen Industriebetrieben als Bestandteil von Herstellungsabläufen

benötigt oder als Kühlmittel genutzt. Dieser Kühleffekt des Wassers wird auch von den Feuerwehren ausgenutzt und so kommt Wasser als Löschmittel zum Einsatz. Auch bei der täglichen Körperpflege kommt das kostbare Nass zum Einsatz.

Abwasserentsorgung

Betrachtet man die Wasserversorgungsarchitektur und die Entsorgungsanlagen für Schmutzwasser, die Kläranlagen, so erkennen wir, dass es sich in beiden Fällen um komplizierte technische Systeme handelt. Wasser wird mittels elektronisch gesteuerter Desinfektionsanlagen, durch Ozonisierung oder UV-Entkeimung, trinkbar gemacht.

Zur Reinigung der Abwässer werden in den Kläranlagen verschiedenste Abläufe angewendet. Nach der Entfernung der Grobstoffe wird das Wasser mechanisch und chemisch gereinigt. Der schematische Ablauf der Abwasserreinigung ist auf den Abbildungen 10 und 11 ersichtlich.

Wasser selbst ist als Transportmittel im Kanalsystem von größter Bedeutung, da es die Feststoffe weiter zur Kläranlage transportiert. Das System der heutigen Kanalnetze ist das von Schwemmkanälen, in denen die Schmutzfracht durch das eingeleitete Schmutzwasser weiter transportiert wird.



Abb. 11: Großkläranlage Wien Simmering (Stadt Wien 2017)

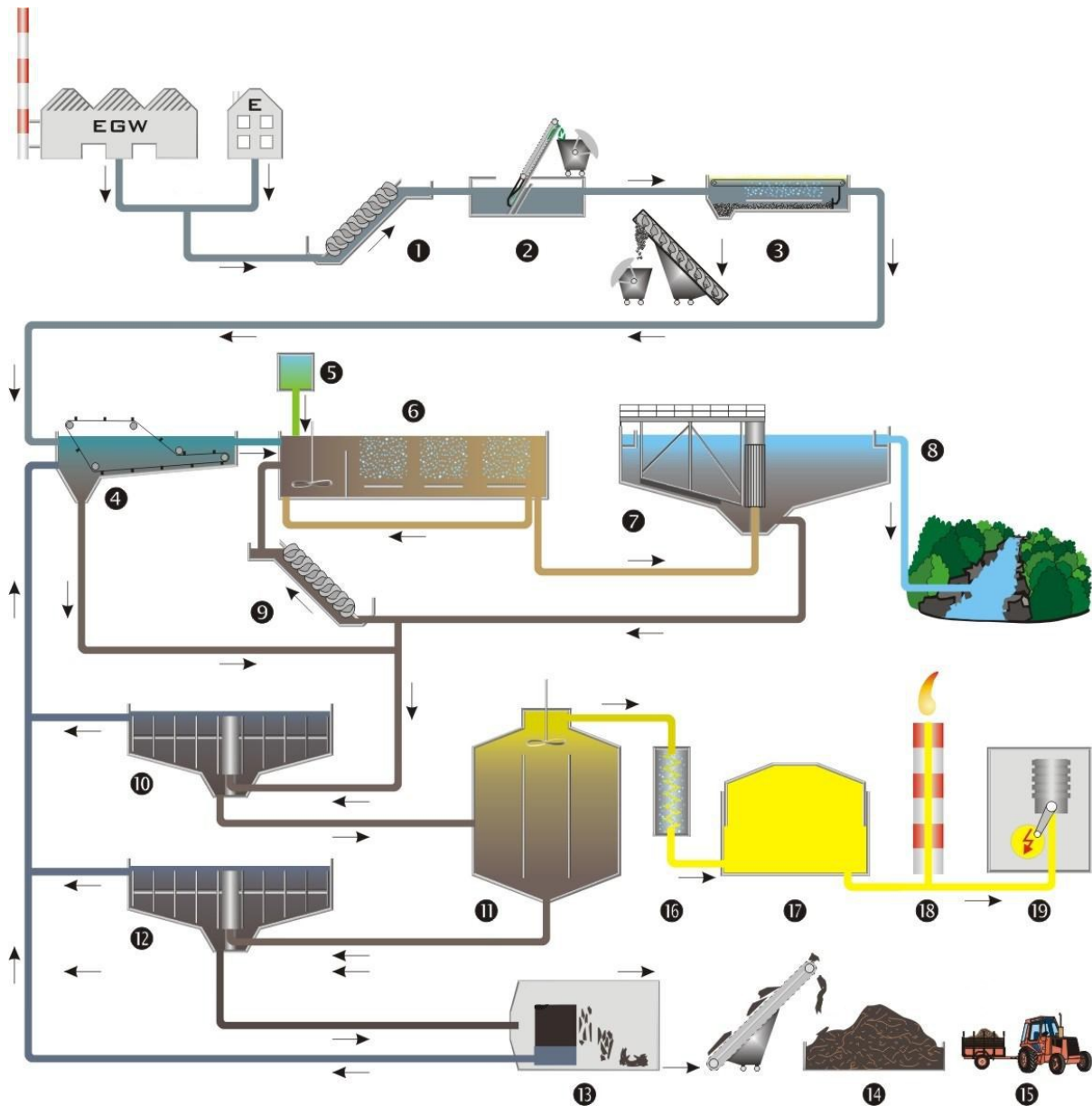


Abb. 12: Schema einer Abwasserbehandlungsanlage (Autonome Provinz Bozen 2017)

Abfallwirtschaft - Abfallsammlung

Auch die Abfallentsorgung stellt eine kritische Infrastruktur dar, da bei Ausfall oder Störung der Abfallsammlung, Abholung und weiteren Verwertung massive Probleme auftreten können. Durch umherliegende Abfälle, in denen auch fressbare Bestandteile enthalten sind, kann es zur raschen Vermehrung von Nagetieren, allen voran Ratten kommen. Die Gefahr, welche von diesen Tieren ausgeht, hat die Pestepidemie des Mittelalters gezeigt.

Wie wichtig die Abfallentsorgung für Krankenhäuser ist, lässt sich an den sehr eng bemessenen Lagermöglichkeiten für Krankenhausabfälle ersehen. Krankenhausabfall stellt eine sehr problematische Fraktion dar, da Abfälle aus den Operationssälen und mit Körperflüssig-

keiten kontaminierter Abfall als infektiös eingestuft wird. Die Sammlung erfolgt in speziellen Behältern, sogenannte schwarze Tonnen, die nach dem Verschließen nicht mehr geöffnet werden können.

Die Sammlung von wiederverwertbaren Abfällen erfolgt in Wien auf den Müllsammelplätzen. In den Bundesländern bestehen Unterschiede hinsichtlich der Sammlung von wiederverwertbaren Abfällen. So wird in manchen Gemeinden die Sammlung bei Sammelinseln durchgeführt, in anderen erfolgt die Sammlung in den Haushalten in Sammelsäcken. Kartonen und Sperrmüll wird am Bauhof entgegengenommen.

Die Sammlung von Hausmüll oder ähnlichen Abfällen erfolgt in Sammelbehältern von 120 Litern bis zu Großbehältern mit einem Fassungsvermögen von 1100 Litern.

Abfalltransporte

Der gesammelte Abfall wird durch, von den Kommunen beauftragten, Entsorgungsunternehmen abgeholt und zu den Müllverbrennungsanlagen transportiert.

Gefährliche Abfälle aus den Krankenanstalten oder aus Schlachtbetrieben werden in besonderen Fahrzeugen zu den Verwertungsanlagen gebracht.

Abfall aus Krankenanstalten wird mittels Gefahrguttransporten zu genehmigten Entsorgungsbetrieben befördert.

Der Transport von Abfällen erfolgt in sogenannten Kommunalfahrzeugen. Da es unterschiedlichste Ausformungen von Abfallsammelbehältern gibt, ist auch das Aussehen der Transportfahrzeuge unterschiedlich. Die üblichsten Fahrzeuge sind Pressmüllcontainer und Rotationspressfahrzeuge.

Abfallentsorgung

Die Abfälle aus den Haushalten werden in Müllverbrennungsanlagen thermisch verwertet und in Fernwärme, Fernkälte und auch in Strom umgewandelt.

Das Prozedere der Deponierung kommt in Österreich kaum mehr zur Anwendung.

Die schwarzen Tonnen aus den Krankenanstalten werden zum Entsorgungsbetrieb in Simmering gebracht, wo diese in einem Drehrohrofen bei sehr hohen Temperaturen verbrannt werden.

Die bei der Müllverbrennung anfallenden Schlacken werden deponiert. Dadurch hat sich das Volumen der zu deponierenden Abfälle extrem verringert.

Wiederverwertbare Stoffe werden in Spezialbetrieben weiter aufgeschlossen und dem Produktionskreislauf erneut zugeführt.

Stromabhängigkeit und Wechselbeziehungen

In den Drucksteigerungsanlagen der Hochhäusern und Grundwasserbrunnen sind elektrische Pumpen im Einsatz.

Für die Wasserentkeimung werden Ozon-Desinfektionsanlagen und UV-Bestrahlungslampen verwendet, die mit elektrischem Strom angetrieben werden.

In Wasseraufbereitungsanlagen werden elektromagnetische Ventile für Dosiereinrichtungen benötigt.

Die Erfassung, Regelung und Steuerung erfolgt vollautomatisch über Regel- und Steuercomputer.

Im Bereich des Kanalnetzes wird mittels elektrischer Pumpen, den Hebewerken das Schmutzwasser angehoben, damit dieses im anschließenden Kanalabschnitt, dem Gefälle folgend, weiterfließen kann. In der Kläranlage befinden sich Hebeschnecken, Rundräumer, Schneckenpumpen, Schlammfördereinrichtungen und Filteranlagen, die elektrischen Strom für ihre Funktion benötigen. Die Überwachung der, für den Klärprozess erforderlichen Wasserwerte erfolgt durch elektronische Messstationen.

Im Bereich der Abfallwirtschaft befinden sich an strombetriebenen Einrichtungen Förderbänder, Überwachungseinrichtungen für die Abgaswerte, elektrische Abscheidefilter und Abgaswaschanlagen, Krananlagen zum Beschicken der Verbrennungsöfen, Leitwarten, Aufzüge, etc.

Transport und Verkehr

Die genauere Darstellung des Transport- und Verkehrssektors erfolgt getrennt in die nachfolgenden Bereiche Straße, Schiene, Luftfahrt und Wasser. Da auch in diesen Bereichen die Vernetzung über moderne Informationstechnologien und Kommunikationswege mit Entwicklung dieser Technologien zunimmt, resultiert aus dieser Tatsache eine steigende Abhängigkeit von der Stromversorgung. So werden auf den Autobahnen optische Leitsystem, an Tunnelportalen Ampelanlagen und Sicherheitseinrichtungen sowie Beleuchtungskörper installiert. Diese Entwicklung ist aber nicht nur auf die Straßen begrenzt, sondern hält auch in den Fahrzeugen immer mehr und mehr Einzug. So sind bereits Fahrzeuge mit modernster Technologie wie Abstandshalter oder Fahrspurassistenten ausgerüstet.

Auf den nachfolgend genannten Verkehrsträgern bewegen sich der Individualverkehr, der Güterverkehr und der öffentliche Personennahverkehr. Zum Individualverkehr sowie zum Güterverkehr sind der innerstädtische Verkehr und der Fernverkehr zu zählen.

Dem öffentlichen Personennahverkehr werden Buslinien, Straßenbahnen und U-Bahnen zugerechnet.

Alle Verkehrsträger stellen auch für den Tourismus in Österreich eine essentielle Säule dar, durch den der Wirtschaftsstandort gestärkt wird.

Straßenverkehr

Das Straßennetz in Österreich gliedert sich in Autobahnen und Schnellstraßen, Bundes und Landesstraßen und das innerstädtische Straßennetz. Das gesamte Straßennetz Österreichs wächst permanent, durch den Ausbau des Autobahn- und Schnellstraßennetzes sowie in den Siedlungsräumen durch deren Erweiterungen. Für den Ausbau sind Bund, Länder und Gemeinden verantwortlich.

Auf den Straßen bewegt sich sowohl der ruhende, als auch der bewegte Verkehr. Dadurch durch das gesamte Straßennetz Österreichs ein wesentlicher Beitrag zur Wohlfahrt, dem freien Warenverkehr, dem Pendlerverkehr und der Notfallrettung geleistet.

An rechtlichen Bestimmungen sind die Straßenverkehrsordnung und das Kraftfahrzeuggesetz vorrangig zu nennen.

Autobahnen und Schnellstraßen

In Österreich wird von den Errichter- und Betreibergesellschaften ASFINAG Service GmbH und der ASFINAG Alpenstraßen GmbH ein über 2000 Kilometer umfassendes Autobahn- und Schnellstraßennetz betreut. Die wichtigsten zu bewältigenden Aufgaben umfassen die Wartung und Instandhaltung der Verkehrsleiteinrichtungen, die Reinigung der Verkehrsflächen, die Grünpflege und den Winterdienst. Der Verkehrsfluss wird über optische Überkopf-leiteinrichtungen gesteuert, wofür diese Verkehrsleiteinrichtungen, wie die Überwachungskameras mittels Datenleitungen mit der Zentrale vernetzt sind. Die Kontrolle des Verkehrsaufkommens erfolgt mittels Überwachungskameras. Die elektronische LKW-Maut wird durch Übertragungseinrichtungen eingehoben.

Bundes- und Landstraßen

Das untergeordnete Straßennetz wird durch die Straßenmeistereien instandgehalten.

Auch hier sind die gleichen Tätigkeiten zu erledigen wie bei den Autobahnen und Schnellstraßen. Der Unterschied liegt hier in der Verantwortlichkeit.

Bundes- und Landesstraßen durchziehen das gesamte Bundesgebiet bis in die kleinsten Ortschaften Österreichs.

Wie bereits im allgemeinen Teil dargestellt wurde, ist die Straßenverkehrsordnung 1960 in der geltenden Fassung die gesetzliche Basis für das Zusammenwirken aller Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer. Da in vielen Städten eine Parkraumbewirtschaftung

erfolgt, ist die Kurzparkzonen-Überwachungsverordnung zu einer wesentlichen Bestimmung für den ruhenden Fahrzeugverkehr geworden.

Schienenverkehr

Auf der Eisenbahninfrastruktur wird die Beförderung von Personen und Gütern von Eisenbahnverkehrsunternehmen durchgeführt. So wurden im Jahr 2016 insgesamt 145,5 Millionen Zugkilometer gefahren. Für den Transport von ca. 460 Mio. Fahrgästen und Gütern werden jährlich rund 2,3 Mio. Zugfahrten durchgeführt.

Insgesamt sind Österreich derzeit 50 Dienstleistungsanbieterinnen und Dienstleistungsanbieter im Bereich des Personen- und Gütertransports tätig.

Zur Eisenbahninfrastruktur zählen der Gleisunterbau, der Gleisoberbau, die Signale, die Weichen, die Weichenheizungen und die Weichenantriebe.

Weitere wichtige Komponenten sind die Fahrdienstleitungen, Stellwerke und Betriebsführungszentralen, der Zugfunk oder auch die gesamte Infrastruktur der Verkehrsstationen und Bahnhöfe.

Ohne Bahnhöfe wäre ein Transport von Fahrgästen undenkbar oder ohne Güterterminals wäre der Güterumschlag von der Schiene auf die Straße bzw. auch umgekehrt nicht möglich.

Wie diese Eisenbahninfrastruktur aussieht, wird am nachfolgenden Foto gezeigt.

Das Eisenbahngesetz 1957 in der gültigen Fassung regelt Rechte und Pflichten von Eisenbahninfrastrukturunternehmen sowie von Eisenbahnverkehrsunternehmen.



Abb. 13: Eisenbahninfrastruktur im Bahnhofsbereich Wien-Matzleinsdorf

Eisenbahnen

Bei Eisenbahnen wird zwischen öffentlichen Eisenbahnen und Nicht-öffentlichen Eisenbahnen unterschieden. Zu den öffentlichen Eisenbahnen zählen Hauptbahnen, Nebenbahnen und Straßenbahnen. Zu den Nicht-öffentlichen Eisenbahnen werden Anschlussbahnen und Materialbahnen gerechnet.

Das Schienennetz der Österreichischen Bundesbahnen, kurz ÖBB, umfasst 4.846 Kilometer Streckengleise. Die gesamte Gleisstrecke inklusive aller Weichen ergibt eine Länge von 9.646 Kilometern. Davon sind 2.759 Kilometer eingleisig und hiervon wiederum 1.430 Kilometer elektrifiziert. Die Länge der zweigleisigen Strecken beträgt 2.087 Kilometer, die vollständig elektrifiziert sind.

An Sicherungseinrichtungen sind 25.361 Signale errichtet worden, wovon 22.460 Lichtsignale sind. Das Aussehen der Lichtsignale und Sicherungseinrichtungen zeigen die folgenden Aufnahmen.

Für den Spurwechsel und Abzweigungen sind 13.760 Weichen, von denen 10.910 elektrisch beheizt sind, im Gleisnetz verbaut. Zu den eisenbahntechnischen Sicherungsanlagen kommen noch über 3.000 Eisenbahnkreuzungen hinzu. Als Eisenbahninfrastrukturunternehmen

sind der ÖBB Infrastruktur AG 1.095 Bahnhöfe, mit einer Bahnsteigslänge von insgesamt 420 Kilometern, und Haltestellen in Österreich zur Betreuung und Verwaltung anvertraut.

Um die Forderung nach Barrierefreiheit zu erfüllen sind 644 Aufzüge und 194 Fahrtreppen auf den Bahnhöfen und Haltestellen eingebaut. Diese Zahlen erhöhen sich laufend, da durch Ausbau- und Modernisierungsmaßnahmen laufend neue Einrichtungen hinzukommen.

Es werden laufend Strecken ausgebaut und modernisiert. Die aktuellsten Bauprojekte sind der Bau des Brenner-Basistunnels, des Koralm-Tunnels sowie des Semmering-Basistunnels.

Die Ausbaumaßnahmen dienen der steigenden Zahl von Pendlerinnen und Pendler zeitgerecht an ihre Zielorte zu befördern. Aber auch der Gütertransport auf der Schiene fordert vermehrte Trassenzahlen.

Straßenbahnen und U-Bahnen

In einigen Landeshauptstädten sind Straßenbahnen für die Personenbeförderung zuständig, so in Graz, Innsbruck, Linz und Wien.

In den Landeshauptstädten Bregenz, Eisenstadt, Klagenfurt, Salzburg und St. Pölten wird der öffentliche Personennahverkehr durch Busunternehmen erledigt.

In einigen Städten Österreichs werden für die Personenbeförderung auch O-Busse eingesetzt, die über eine Oberleitung mit Strom versorgt werden.

Die Nahverkehrsmittel der Städte stehen im überwiegenden Teil im Eigentum der Kommunen.

Als Antriebsenergie wird Strom mit einer Nennspannung unter 1000 Volt eingesetzt.

U-Bahnen sind eine Sonderform der Straßenbahn und haben ihren Namen auf Grund der ursprünglichen Gleislage im Untergrund erhalten. Dies gilt in Wien für U-Bahnlinien nur mehr bedingt, da durch den Ausbau der Strecken und die Erweiterung des Streckennetzes bereits weite Streckenabschnitte über Tag geführt werden.

In der Bundeshauptstadt Wien wird das gesamte Wiener Straßenbahnnetz von den Wiener Linien betreut, die aus den ehemaligen Wiener Stadtwerken Verkehrsbetrieben hervorgegangen sind. Zum Bereich der Wiener Linien gehören auch die innerstädtischen Buslinien, durch die auch entlegene Stadtteile erschlossen sind.

Die Wiener U-Bahnen werden durch Strom mit einer Spannung von 750 Volt angetrieben.

Stromabhängigkeit und Wechselbeziehungen

Wie ersichtlich ist, wird im gesamten Schienennetz Strom benötigt, sei dies zum Antrieb der Triebfahrzeuge oder für die Sicherungseinrichtungen. Alle Weichen der Straßenbahnnetze werden elektrisch fernbedient umgestellt. Im Eisenbahnbereich werden neben den elektrisch

angetriebenen Weichen auch noch Weichen von Hand umgestellt. Die Sicherung von Eisenbahnkreuzungen erfolgt entweder mittels technischer oder durch nichttechnische Einrichtungen. Elektrische Lichtsignalanlagen und Schrankenanlagen stellen technische Sicherungseinrichtungen dar. Mit Verkehrszeichen alleine gesichert sind nichttechnisch gesicherte Eisenbahnkreuzungen. Auf nicht elektrifizierten Streckenabschnitten der ÖBB erfolgt die Versorgung der Sicherungstechnik vollkommen aus dem öffentlichen Stromnetz der Anliegergemeinden.

Der Schienenverkehr wird über Signale geregelt und gesichert, wie die folgenden Aufnahmen zeigen.



Abb. 14a: Lichtsignal zur Sicherung einer Eisenbahnkreuzung,



Abb. 14b: Streckensignal der ÖBB

Luftfahrt

In Österreich werden die Luftfahrtsektoren in den zivilen und den militärischen Bereich getrennt. Militärflugplätze sind unter anderen in Aigen im Ennstal, in Langenlebarn und Horsching positioniert.

Die zivile Luftfahrt dient zur Beförderung von Personen und deren Gepäcksstücken, Waren und Postsendungen. Die militärische Luftfahrt erfüllt die Aufgaben der Sicherung des Luftraumes über Österreich und der Landesverteidigung.

Der Luftraum über österreichischem Staatsgebiet wird durch eine zivil-militärische Kooperation gesichert.

Flugplätze

Die Luftraumüberwachung und die Lenkung des zivilen Luftfahrtverkehrs obliegen der Austro Control GmbH. Für die Sicherung und Überwachung werden in Österreich rund einhundert Flugsicherungsanlagen, wie Radar-, Kommunikationseinrichtungen und Navigationsanlagen von der Austro Control GmbH betrieben. Auf diese Weise wird ein reibungsloser und sicherer Ablauf der an die 4000 Flugbewegungen sichergestellt. Das Unternehmen Austro Control GmbH ist 1993 aus dem Bundesamt für Luftfahrt hervorgegangen. Das Zentralgebäude befindet sich im 3. Wiener Gemeindebezirk.

Verkehrsflugplätze sind für den ständigen Verkehr mit Luftfahrzeugen bestimmt und von der Behörde als Zivilflugplatz genehmigt. Auf den Flugplätzen Graz, Innsbruck, Klagenfurt, Linz, Salzburg und Wien erfolgen tagtäglich tausende Starts und Landungen. Die Ausstattung der Flughäfen ist in den Standards der International Civil Aviation Organization (ICAO) festgelegt.



Abb. 15: Flughafen Wien-Schwechat

Sportflugplätze

Für den Flugverkehr auf Privat- und Sportflugplätzen ist ebenfalls eine behördliche Genehmigung erforderlich. Hier werden Starts und Landungen von Kleinluftfahrzeugen und zivilen Hubschraubern durchgeführt. Im Gegensatz zu den großen Flughäfen werden hier die Anflüge als Instrumentenflug oder Sichtflug abgewickelt.

Der geschichtsträchtigste Flugplatz dieser Kategorie ist zweifelsohne der Flughafen im niederösterreichischen Bad Vöslau, denn dort landete 1955 die Delegation der Bundesregierung mit dem unterschriebenen Staatsvertrag.

Die Sportflugplätze dienen zur Ausbildung von Flächenpilotinnen und Flächenpiloten sowie von Hubschrauberpilotinnen und Hubschrauberpiloten.

Die Sportflugplätze werden von Segelfliegern, Motorflugzeugen sowie Hubschraubern genutzt.

Landeplattformen der Krankenhäuser

Grundsätzlich dürfen Starts und Landungen nur auf behördlich genehmigten Flugplätzen durchgeführt werden. Bei Einsätzen der Rettungshubschrauber handelt es sich um sogenannte Außenstarts und Außenlandungen, für die durch die Landeshauptfrau oder den Lan-

deshauptmann eine allgemeine Bewilligung zu erteilen ist. Wie eine Außenlandung aussieht, zeigt die Folgende Aufnahme.

Hinsichtlich der Ausstattungen gelten dieselben Regelungen wie bei Zivilflugplätzen. Hier erfolgen die Landung und der Start als reines Sichtflugmanöver.

Diese Landeplattformen dienen den Rettungshubschraubern als Landemöglichkeit auf den Krankenanstalten. Diese Landeplattformen müssen rund um die Uhr mit Positionslichtern gekennzeichnet sein.

Von der Plattform wird die Patientin oder der Patient direkt in den Schockraum gebracht und im Zielkrankenhaus intensivmedizinisch betreut.



Abb. 16: Außenlandung in der JVA Gerasdorf

Durch die Luftrettung können Verunfallte oder Erkrankte rasch und sehr schonend vom Einsatzort direkt in die Krankenhäuser geflogen werden, wodurch für die Wiederherstellung der Betroffenen oftmals wertvolle Zeit gewonnen wird.

Schifffahrt

Österreich verfügt mit der Donau über eine Anbindung zu größeren Seehäfen. Sie ist mit einer Länge von 2857 Kilometern der zweitlängste Fluss Europas.

Auf ihrem Weg vom Zusammenfluss der Quellflüsse Breg und Brigach im deutschen Schwarzwald, durchquert die Donau die Länder Deutschland Österreich, Slowakei, Ungarn,

Kroatien, Serbien, Bulgarien, Rumänien, Moldawien und die Ukraine, auf ihrem Weg zum Mündungsdelta am Schwarzen Meer.

Weitere Gewässer, auf denen Schifffahrt betrieben wird sind neben der Drau auch der Neusiedler See und der Bodensee. Auf den Binnenseen Österreich werden nur Personen befördert.

Der Warenumsschlag erfolgt primär in Wien und Linz.

Donau

Der österreichische Anteil an der Donau beläuft sich auf 349 Kilometer und ist ebenfalls eine wichtige Transitstrecke. Im gesamten Verlauf erfolgt Binnenschifffahrt mit Lastkähnen, Ausflugsschiffen und Motorbooten. Im Abschnitt zwischen Wien und Bratislava ist der der Twin City Liner das mittlerweile wohl bekannteste Ausflugsschiff. Der Donau-Abschnitt zwischen Krems und Emmersdorf, die Wachau ist ein beliebtes Ziel für Donau-Rundfahrten.

An Waren werden in erster Linie Erz und Erdöl auf Zug- bzw. Schubverbänden transportiert. Das Löschen der Ladungen und die Beladung der Schiffe erfolgt in Wien, im Hafen Freudenau oder im Hafen von Linz. Die Donauhäfen liegen an Verkehrsschnittpunkten mit Bahnlinien und guter Straßenanbindung. Neben der Funktion als Umschlagplatz sind in den Hafenanlagen Lagerhäuser und Stützpunkte des österreichischen Zolls untergebracht.

Die wichtigsten Hafenanlagen liegen in Wien, Krems, Enns und Linz.

Seen und Flüsse

Die Schifffahrt auf den Binnenseen dient hauptsächlich dem Personenverkehr und Ausflugsverkehr. Der Bodensee nimmt eine ganz besondere Stellung unter den österreichischen Seen ein, da er auf Grund seiner Eigenschaften den Erwerb eines eigenen Schifffahrtspatents erfordert. Der Bodensee ist der westlichste See Österreichs.

Der Neusiedlersee hingegen ist der östlichste See.

Weitere nennenswerte Seen sind der Traunsee, der Attersee, Wolfgangsee, der Wörthersee und der Ossiachersee, auf denen Ausflugs- bzw. Personenverkehrsschifffahrt betrieben wird.

Güterverkehr

Güterverkehr erfolgt in Österreich durch alle Verkehrsträger.

So werden Waren aus Übersee in den Großhäfen Rotterdam oder Hamburg auf andere oder kleinere Transportmittel umgeschlagen und danach auf dem Landweg oder Wasserweg weiter befördert.

Ein Teil des Güterverkehrs aus dem Mittelmeerraum wird auch über die Donau abgewickelt, wobei in erster Linie unverderbliche Waren, wie Kohle und Erz verschifft werden.

Warensendungen mit hoher Priorität oder von großer Dringlichkeit werden mit Frachtflugzeugen transportiert.

Die Weiterbeförderung von Gütern innerhalb Österreichs erfolgt zum wesentlichsten Teil mit Lastkraftfahrzeugen zu den Zielorten. Über Schienen erfolgen vorrangig Schwersttransporte

aus den Produktionsstätten, die über eine Anschlussbahn mit dem Schienennetz verbunden sind, zu den Empfängerinnen und Empfängern.

Da Österreich ein Wirtschaftsstandort von hoher Qualität ist, ist Österreich für den Transitverkehr von Waren und Gütern von höchster Bedeutung. Auf Österreichs Straßen werden Güter aller Art befördert. Die Versorgung der Bevölkerung mit Treibstoffen, Lebensmittel und Gütern des täglichen Bedarfs erfolgt größtenteils durch Lastkraftwagen.

4.5 Energieversorgung

Die heimische Energieversorgung beruht seit vielen Jahren auf einer Mischung von herkömmlichen Energieträgern sowie auf erneuerbaren Energieträgern in Verbindung mit einem gut ausgebauten Strom- und Gasnetz. Für die Versorgung der Bevölkerung ist Österreich auf Rohölimporte und Erdgasimporte angewiesen. Die Versorgung mit Energie durchdringt das gesamte Wirtschaftsleben, alle alltäglichen Handlungen und nimmt immer mehr Raum im Bewusstsein der Bevölkerung ein. Die Menschen sehen sich jeden Tag mit der Thematik von erneuerbaren Energien, Effizienzsteigerung, Senkung des CO₂-Ausstosses und dergleichen konfrontiert.

Die Versorgungslandschaft Österreichs mit Strom ist dezentral organisiert und basiert auf dem erneuerbaren Hauptprimärenergieträger, der „Wasserkraft“.

Bei all diesen Überlegungen und Diskussionen wird oft nicht überlegt, dass Energieträger wie Öl oder Gas erst nutzbar gemacht werden müssen. Dies geschieht im ersten Schritt in den Aufbereitungsanlagen, wo die Reinigung und Raffination erfolgt. Danach werden diese Primärenergieträger sehr oft in Sekundärenergie umgewandelt, wobei ein gewisser Prozentsatz an Energie nicht bzw. in eine andere Form umgewandelt wird. Gemäß den physikalischen Grundgesetzen geht in einem geschlossenen System keine Energie verloren, sie wird nur anders umgewandelt oder tritt in einer anderen Form in Erscheinung. Daher entsteht bei der Verbrennung von Kraftstoffen in den Motoren Antriebsenergie für die Fortbewegung, aber auch ein sehr hoher Anteil an Wärme. Je mehr Antriebsenergie lukriert werden kann, umso höher ist der Wirkungsgrad der Verbrennungskraftmaschine.

Auch bei der Umwandlung von fossilen Brennstoffen in den kalorischen Kraftwerken wird, je nach Wirkungsgrad, nicht alle Energie in Strom umgewandelt.

Österreich importiert rund 60% des jährlichen Energiebedarfs in Form von Erdöl, Erdgas, Kohle, Strom und Biomasse. Rund 40% des Bedarfs wird aus eigenen Quellen gedeckt. Zu den heimischen Energieträgern zählen Biomasse (16%), Wasserkraft (11%), Erdgas (5%), Erdöl (3%), brennbare Abfälle (2%) sowie Windkraft und Sonnenenergie (1%).

Der österreichische Energiebedarf wird zu einem Drittel durch heimische Produzentinnen und Produzenten aufgebracht, wobei in den letzten Jahren die Zahl der Ökostromanbieterin-

nen und Ökostromanbieter stark zugenommen hat. Der Vollständigkeit halber werden an dieser Stelle die erneuerbaren Energieträger aufgelistet. Als erneuerbare Energieträger werden Wind, Sonne, Geothermie, Deponiegas, Biomasse, Klärgas, Biogas, Wellen- und Gezeitenenergie sowie Wasserkraft angesehen.

Gleichzeitig wird ein größeres Investitionsvolumen in die Sanierung von Wohnhäusern, Industrieanlagen und den Bau von Niedrigenergiehäusern investiert.

Versorgung mit Treib- und Brennstoffen

Österreich ist zur Versorgung der Österreicherinnen und Österreicher mit Benzin, Dieseldieselfkraftstoff, Heizöl und anderen Brennstoffen auf Importe angewiesen. Der heimische Anteil an der Erdölförderung beträgt ca. 11%, an der heimischen Erdgasgewinnung ca. 13%.

Die Energiequellen in Österreich sind neben den Erdöl- und Erdgasprodukten Kohle, Holz und brennbare Abfälle, sowie Biotreibstoffe.

Importiertes Rohöl wird in der Raffinerie Schwechat zu hochwertigen Endprodukten raffiniert. Die OMV-Raffinerie Schwechat produziert aus dem Rohöl die verschiedensten Fraktionen, wobei die Produkte Benzin und Diesel die bekanntesten Fraktionen sind. Diese Produkte stehen dann entweder als Kraftstoffe für Verbrennungskraftmaschinen oder für Heizzwecke an den Tankstellen zum Verkauf bereit. Die Auftrennung der Fraktionen erfolgt in Fraktionierkolonnen. Die einzelnen Bestandteile werden für die weitere Verarbeitung oder ihren Verbrauch von der Raffinerie in Tanklagern gelagert oder weitertransportiert. Der Transport der flüssigen Bestandteile erfolgt in Rohrleitungen und Tankwagenzügen. Die Lagerung erfolgt entweder am Gelände der Raffinerie in Großtankanlagen oder in den Tanklagern Lobau und St. Valentin.

St. Valentin und das Tanklager Lobau sind über die Produktleitung West direkt miteinander verbunden.

Für die Gasversorgung wird das Erdgas in der Erdgasstation Aderklaa vom Schwefel befreit. Bis zur Reinigung wird das Gas auch Sauergas genannt. Von Aderklaa erfolgt der Transport in der Flüssiggasleitung über Raasdorf und Groß Enzersdorf in das Tanklager Lobau.

Der Transport der Fertigprodukte erfolgt vom Tanklager Lobau aus in Tankfahrzeugen und Kesselwaggons zu Zwischenlagern oder den Endverbraucherinnen und Endverbrauchern.

Es bestehen auch Vorratslager im Sinne des Erdölbevorratungsgesetzes bei Unternehmen im Bundesgebiet.

Die Abgabe von Treibstoffen und Schmiermitteln erfolgt an Tankstellen, die in einem dichten Netz in Ortschaften und entlang der Verkehrsrouten liegen.

Die Versorgung der österreichischen Haushalte mit Erdgas erfolgt durch die Versorgungsunternehmen der Länder. Im Rohrnetz für die Gasversorgung sind Gasregelstationen, wie nachfolgend abgebildet, eingebaut, um den Druck an die Erfordernisse der Abnehmerinnen und Abnehmer anpassen zu können.

Der Transport von Erdgas aus den Lagerstätten zu den Haushalten erfolgt über ein Rohrleitungsnetz, in dem verschiedene Drücke vorherrschen. Die regionalen Versorgungsunternehmen werden mit einem Druck zwischen 10 und 16 bar versorgt. Die Weiterleitung in den regionalen Rohrleitungen, die heute üblicherweise aus Kunststoff bestehen, erfolgt mit einem Druck von 1 bar, der für die Verbrauchseinrichtungen auf 20 mbar reduziert wird.

Die Versorgung mit anderen Brennstoffen wie beispielsweise Pellets oder Hackschnitzel erfolgt durch Brennstofflieferantinnen und Brennstofflieferanten. Hier sind Baumärkte und regionale Lagerhäuser zu nennen.

Unter dem Begriff der Tertiärenergie sind alle, durch Strom erbrachten energetischen Leistungen, wie der Betrieb von elektrischen Betriebsmitteln, beispielsweise Klimaanlage, Küchengeräte oder Telekommunikationsmittel, zu verstehen.



Abb. 17: Gasdruckregelstation von Hochdruck auf Mitteldruck,
links ist der E-Schaltkasten zu erkennen
(Wikipedia 2017a)

Elektrizität

Wie bereits in der Einleitung dargestellt wurde, hat die Elektrizität und deren Anwendung in allen nur denkbaren Lebensbereichen Einzug gehalten.

Die Entwicklung der österreichischen Stromwirtschaft wurde durch den Industriellen Arthur Krupp in der niederösterreichischen Stadt Berndorf gestartet, worauf nachfolgend noch genauer eingegangen wird.

Elektrischer Strom ist aus unserem Leben nicht mehr wegzudenken, ohne Strom gäbe es kein Licht, keine kalten Getränke keine Möglichkeit per Computer oder anderen modernsten Kommunikationsmitteln mit der Umwelt in Kontakt zu treten. Ohne Strom wären der öffentliche Verkehr und auch der Individualverkehr höchst mühsam, wir würden noch immer nicht-motorisiert von Ort zu Ort reisen. Straßenlaternen stünden funktionslos entlang der Straßen. Straßenbahnen, U-Bahnen und Züge stünden funktionslos herum, Fahrtreppen und Aufzüge würden keine Personen befördern. Strom sorgt unzweifelhaft für die fortwährende Mobilität und Wohlstand der Menschen.

Bei den Produktionsformen von elektrischem Strom wird heute bis auf den Bereich der Photovoltaik aus den Primärenergieträgern, dem Brennstoff in Form von Kohle, Öl, Gas, Kernbrennstoff, Windkraft oder Wasser elektrischer Strom erzeugt.

Bei den kalorischen Kraftwerken und den Wasserkraftwerken bestehen hinsichtlich der technischen Ausstattung Unterschiede in den eingesetzten Turbinenarten.

Bei kalorischen Kraftwerken werden Turbinen verwendet, die einer Strahl turbine von Flugzeugen ähnelt.

In Flusskraftwerken bzw. Laufkraftwerken werden hingegen in erster Linie Kaplan-Turbinen eingebaut und in den Pumpspeicherkraftwerken kommen Pelton-Turbinen und Francis-Turbinen zum Einsatz.

Der, in den Kraftwerken der Verbund AG und der anderen nationalen Stromerzeuger erzeugte Strom ist ein 3-Phasendrehstrom mit einer Frequenz von 50 Hz.

Welche Bedeutung der Stromversorgung innewohnt, darüber lässt das nachfolgende Interview mit dem Vorstandsvorsitzenden Anzengruber von der Verbund AG schließen.

„Der Anteil von Strom am Gesamtenergieverbrauch ist ein Gradmesser für den Wohlstand einer Gesellschaft. Maßgeblich zur Lebensqualität trägt die nachhaltige und CO₂-neutrale Stromversorgung bei. Mit einem Anteil von 16 Prozent an der globalen Gesamterzeugung von Strom stellt die Wasserkraft den bedeutendsten erneuerbaren Energieträger in der Elektrizitätsversorgung dar. Wasserkraft ist das Kernstück der Erneuerbaren-Familie in Österreich und Europa. Sie ist ein bedeutendes Element einer nachhaltigen und florierenden Wirtschaft – heute und in Zukunft“, sagt

Wolfgang Anzengruber, Vorsitzender des Vorstands der Verbund AG. (Anzengruber 2017)

Mit dem Thema der Energieversorgung ist der Begriff der Versorgungssicherheit untrennbar verbunden. Durch zunehmende Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energieträgern, steigt die Befürchtung, dass Frequenzschwankungen zu einem länger andauernden großflächigen Stromausfall führen könnten. Aus der KIRAS-Studie BlackÖ.1 geht hervor, dass die Wahrscheinlichkeit einer Unterbrechung der Stromversorgung mittelfristig signifikant ansteigt.

Sollte es in irgendeinem Augenblick zu einer extrem kritischen Netzsituation kommen, so kann in Österreich auch schon zum gegenwärtigen Zeitpunkt eine Zwangsabschaltung durchgeführt werden bzw. kann es zu einem automatischen Lastabwurf kommen, um das restliche Stromnetz vor einem Ausfall zu schützen. Hier wird erneut auf das n-1-Kriterium verwiesen. Weiters stellt sich die rechtliche Grundlage für Zwangsmaßnahmen als weitgehend unklar dar. (BlackÖ 2, 2015)

Energie, gleichgültig welcher Erscheinungsform, ist aus dem heutigen Gesellschaftsleben nicht mehr weg zu denken. Es beruhen beinahe alle Funktionen des täglichen Lebens und alle kritischen Infrastrukturen auf Basis einer permanenten Energieversorgung.

In Österreich erfolgt die Produktion von Strom zu ungefähr 65% aus Wasserkraft. Im langjährigen Durchschnitt werden jährlich rund 40 Terrawattstunden Strom erzeugt. Diese Produktionsmenge stellt rund ein Drittel der europäischen Stromproduktion dar.

So produzieren 2500 Kleinkraftwerke (mit einer Engpassleistung bis 10 kW) ungefähr 10% des elektrischen Stroms. Zu diesen Kleinkraftwerken kommen 352 größere Laufkraftwerke und 112 Speicherkraftwerke. Insgesamt generieren diese Kraftwerke über 24 Stunden ganzjährig kostengünstigen Strom.

Durch die fortschreitende Digitalisierung entstehen neue Chancen einerseits für die Stromproduzentinnen und Stromproduzenten, sowie andererseits für die Endverbraucherinnen und Endverbraucher. Verbunden mit der Digitalisierung ergibt sich die Möglichkeit „intelligente“ Systeme zu nutzen. Die Regelungseinrichtungen der Kraftwerke, der Produktionsmenge und Produktionszeiten können vollautomatisch erfolgen. Die Abrechnung der verbrauchten Strommenge erfolgt ebenfalls computergestützt.

Die Vernetzung der einzelnen Regelbereiche und Strukturen der Stromgewinnung steigt laufend an. Durch diese Vernetzung nehmen aber auch die Risiken zu. Durch die engmaschige Verflechtung erhöht sich auch die Anfälligkeit des Gesamtsystems „Elektrische Energie“ gegenüber Einflüssen und Handlungen von außerhalb.

Kraftwerke

Im folgenden Abschnitt erfolgt eine kurze Einführung in die Geschichte der Stromerzeugung und die Erläuterung der unterschiedlichen Kraftwerkstypen.

Nachdem Werner von Siemens den Dynamo erfunden hatte, wurden zahlreiche kleine Kraftwerke gebaut. Dafür wurden Dampfmaschinen oder Wasserräder mit einem Dynamo gekoppelt. Der so produzierte Strom diente vorerst aber nur der Eigenversorgung. Das erste Kraftwerk in Österreich wurde, wie im vorangegangenen Kapitel angedeutet, vom Industriellen Arthur Krupp im Jahr 1873 in Betrieb genommen. Krupp kann somit als Pionier der Elektrizitätswirtschaft in Österreich angesehen werden. Krupp produzierte in diesem Kraftwerk Gleichstrom, der sich für die Anwendung in der Galvanisierung hervorragend eignet. Im Werk der Berndorfer Metallwarenfabrik wurden zur damaligen Zeit hochwertige Bestecke gefertigt. Das von Krupp gegründete Unternehmen besteht heute noch und ist weit über die Landesgrenzen hinweg als „Berndorfer“ bekannt. Zum Portfolio gehören heute neben den genannten Bestecken auch Edelstahlwaren, die beispielsweise im Schwimmbadbau zum Einsatz kommen. Wenige Jahre später erhellte die erste elektrische Lichtquelle den Wiener Eislaufverein. 1883 nahm der erste 120-kW-Generator der Südbahngesellschaft seinen Betrieb auf. Der Ausbau der Kraftwerkslandschaft schritt rasch voran und beinhaltete 1914 bereits 350 Produktionsanlagen. Diese Zahl stieg unaufhaltsam, so wurden 1960 mehr als 2000 Kraftwerke gezählt. Der erste Weltkrieg hatte auf die Kraftwerksart dahingehend großen Einfluss genommen, da nach Kriegsende 1918 die Kohleminen in den ehemaligen Kronländern verloren gingen. Dadurch wurde der Ausbau der Wasserkraft in Österreich massiv gefördert und vorangetrieben. Die Weiterleitung übernahmen die Stromnetze der damaligen Zeit aus den Produktionsregionen der Steiermark und Oberösterreich nach Wien.

Die heute in Österreich verwendeten Kraftwerke sind in zwei grundsätzliche Typen zu unterscheiden. In Österreich kommen, auf Grund des hohen Wasserreichtums, viele Wasserkraftwerke zum Einsatz, die wiederum in Pumpspeicherkraftwerke und Laufkraftwerke, die im Verlauf von Wasserläufen anzutreffen sind, unterschieden werden.

Laufkraftwerke können keine Energie speichern und sind zudem schwerer zu steuern als Pumpspeicherwerke. Aus diesem Grund wird die Grundlastversorgung ganzjährig durch die Laufkraftwerke abgedeckt, womit sie eine wichtige Schlüsselrolle in der Versorgung der Bevölkerung mit elektrischer Energie, mit Strom übernehmen. Der zweite grundlegende Kraftwerkstyp sind die kalorischen Kraftwerke, in denen der Primärenergieträger in Dampf umgewandelt wird. Zum Alter der Kraftwerksanlagen muss gesagt werden, dass die Errichtungszeit in die Dezennien 1960 bis 1990 fallen

Zusätzlich erfolgt die Stromerzeugung in Photovoltaik-Anlagen, in denen das Sonnenlicht in Solarzellen direkt in elektrische Energie umgewandelt wird. Neben Photovoltaikanlagen werden Windräder, unter Ausnutzung der Windenergie, zur Stromproduktion herangezogen.

Im Bereich der Mastspitze befindet sich der Stromgenerator, der mit dem Propeller verbunden ist und den Strom erzeugt. Bei beiden Energiegewinnungsvorgängen handelt es sich um stark, von Tageszeit, Wetterlage und Windstärke abhängige Produktionsformen.

Wasserkraftwerke

Wasserkraft wurde bereits für den Antrieb von Mühlen und Hammerwerken eingesetzt. Durch die Weiterentwicklung der Technik steht die Wasserkraft nun auch für die Stromproduktion zur Verfügung.

Die von Viktor Kaplan erfundene Turbine ist eine Weiterentwicklung der Francis-Turbine. Diese ähnelt einer Schiffsschraube mit verstellbaren Schaufelblättern und wird wie die Francis-Turbinen im direkten Strömungsverlauf des Wassers eingebaut. Eines, der in Österreich bekanntesten Beispiel ist das Donau-Kraftwerk Ybbs-Persenbeug.

Die Länge der Staumauer des Kraftwerks Ybbs-Persenbeug beträgt 460 Meter. Der gesamte Kraftwerkskomplex umfasst neben der Wehranlage mit fünf Wehrfeldern das Maschinenhaus und zwei Schleusenanlagen. Da das Kraftwerk im Verlauf eines Fließgewässers, der Donau errichtet ist und somit eine ununterbrochene Versorgung der Turbinen mit der Antriebsenergie des Wassers sichergestellt ist, wird von einem schwarzstartfähigen Kraftwerk gesprochen. Die Abbildung einer ehemaligen 1000-Schillingnote zeigt das Portrait von Viktor Kaplan und daneben die von ihm erfundene Turbine. Die Rückseite des Geldscheins zeigt das Kraftwerk.

Die Leistung der heute in Österreich installierten Wasserkraftwerke beträgt 13.300 MW mit einer elektrischen Energieerbringung von 47.600 GWh.

Die Laufkraftwerke erbringen mit einer Leistung von 5.500 MW eine elektrische Energie von 31.500 GWh. Die Speicherkraftwerke erzeugen mit einer Leistung von 7.800 MW 16.100 GWh elektrische Energie. (BMFW 2017)



Abb. 18: 1000-Schillingschein mit den Abbildungen von Viktor Kaplan und dem Donau-Kraftwerk Ybbs-Persenbeug
(Wikimedia 2017)

Der zweite Wasserkraftwerkstyp sind die Pumpspeicherkraftwerke. Ein Pumpspeicherkraftwerk ist ein Kraftwerk, bei dem in einem höher gelegenen Speicher bzw. Stausee die Antriebskraft in Form von Speicherwasser vorrätig gehalten wird. Während der Nachtstunden oder bei Stromüberproduktion werden die Pumpen des Kraftwerks eingeschaltet und Wasser aus einem Fluss oder tiefer gelegenen Zwischenspeicher wieder hochgepumpt. Bei Entnahmespitzen treibt das Wasser die Turbinen an, welche dann Strom produzieren. Durch die geografischen Voraussetzungen befinden sich die meisten Pumpspeicherkraftwerke in den Bundesländern Kärnten, Salzburg, Tirol und Vorarlberg.

In Niederösterreich ist das Speicherkraftwerk Ottenstein zu erwähnen, das im Verlauf des Kamps errichtet wurde.

Die folgenden Darstellungen zeigen den schematischen Aufbau und die Funktion von Pumpspeicherkraftwerken, sowie das größte Pumpspeicherkraftwerk im Malta-Tal.

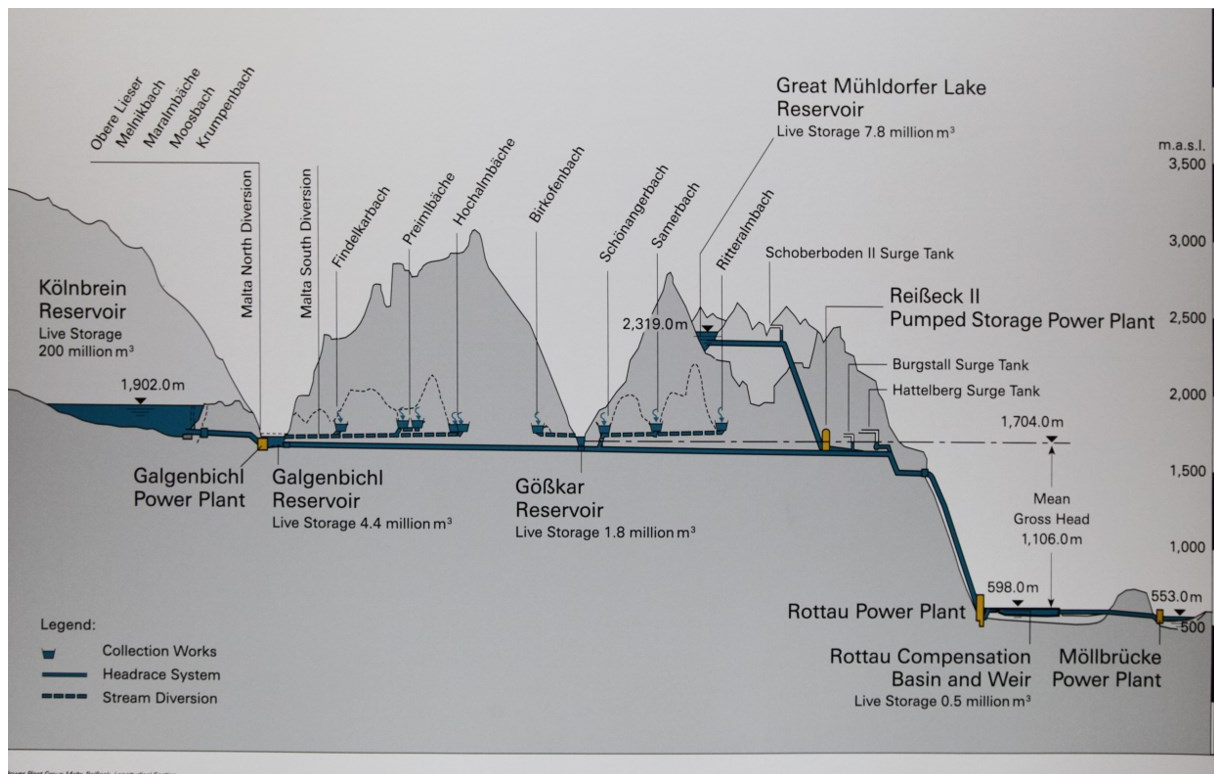


Abb. 19: Schema der Malta Kraftwerke



Abb. 20: Kölnbrein-Sperre

a) talseitige Ansicht

b) bergseitige Ansicht der

(27 Meter unter Speicher-Soll, am 07.07.2017)

Im Falle des Kraftwerksverbundes Malta-Tal wird das Wasser mindestens dreimal zur Energiegewinnung herangezogen. So treibt das gestaute Wasser der Kölnbrein-Sperre im Bereich Galgenbichl den ersten Turbinensatz an und fließt über Beipassleitungen in das Galgenbichl-Reservoir. Von dort kann es bei Stromüberschuss mittels elektrischer Pumpen wieder in den Stausee Kölnbrein zurückgepumpt werden. Besteht der Bedarf an mehr Strom-

produktion, so wird das Wasser vom Galgenbichl-Reservoir den Turbinen des Reißbeck II-Kraftwerks zugeleitet. Von hier erfolgt dann die Weiterleitung zum Kraftwerk Rottau.

Kalorische Kraftwerke

Bei der zweiten Kraftwerksart handelt es sich um sogenannte kalorische Kraftwerke, bei denen die Antriebsenergie für die Turbinen aus Verbrennung von fossilen Brennstoffen gewonnen wird. In beiden Fällen wird unter Ausnützung der kinetischen Energie eines Mediums, entweder Wasser oder Wasserdampf, der Antrieb der Turbinen sichergestellt. Diese kinetische Energie wird dann auf die Stromgeneratoren (Dynamo) übertragen und in der Regel in elektrische Energie mit einer Frequenz von 50 Hertz umgewandelt. Elektrischer Strom mit einer anderen Frequenz wird in den Kraftwerken der Österreichischen Bundesbahnen erzeugt, worauf weiter unten eingegangen wird.

Bei dem unten abgebildeten kalorischen Kraftwerk, handelt es sich um das leistungstärkste der EVN AG in Niederösterreich, dem Kraftwerk Theiß, an der Donau östlich von Krems.



Abb. 21: Kraftwerk Theiß
(Wikipedia 2017b)

Es verfügt über zwei Kraftwerksblöcke und weist eine Nennleistung von 800 Megawatt auf. Die Besonderheit dieses Kraftwerks liegt in den beiden Gasturbinen, welche für die Bundesrepublik Deutschland als Kaltreserve bereitstehen. Als Brennstoff wird grundsätzlich Erdgas zur Befeuerung verwendet. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit Heizöl als Primärenergie einzusetzen. Darüber hinaus ist am Kraftwerksgelände ein Tank mit einem Fassungsvermögen von 50.000 Kubikmetern errichtet worden, welcher für die Fernwärmeversorgung von Krems sowie den umliegenden Gemeinden dient. Bei diesem Bauwerk handelt es sich um den größten Fernwärmespeicher in Europa.

Das Aussehen der, in kalorischen Kraftwerken verbauten Turbinen zeigt die folgende Aufnahme im sichersten Atomkraftwerk der Welt, in Zwentendorf.



Abb. 22: Dampfturbine des KKW Zwentendorf

Für den Grundlastbedarf an elektrischer Energie werden Laufkraftwerke und thermische Kraftwerke herangezogen, da beide Kraftwerkstypen in der Regelung der Leistung schwerfälliger sind und dauernd bzw. über längere Zeiträume in Betrieb sein müssen, um effektiv günstigen Strom zu erzeugen.

Die Spitzenlastabdeckung erfolgt durch die Pumpspeicherkraftwerke, da diese in der Regelung wesentlich flexibler sind und rasch große Mengen an Strom in das Netz einspeisen können und so für die Abfederung von Netzfrequenzschwankungen wertvolle Dienste leisten. Bei dieser Leistung, die auch Regelleistung bezeichnet wird, handelt es sich um eine sekundengenau verfügbare Reserveleistung und gilt dadurch als sehr wertvoller Strom.

Zur Thematik der friedlichen Nutzung von Kernenergie ist folgendes anzumerken.

Nach dem Bau des Kernkraftwerks in Zwentendorf an der Donau kam es im Jahre 1978 zu einer Volksabstimmung, die zur Folge hatte, dass Österreich auf Dauer aus der Kernkraftnutzung ausstieg. Das Kraftwerk selbst dient heute als Schulungsanlage für Kraftwerkspersonal.

Photovoltaikanlagen

Eine der neuesten Errungenschaften am Sektor der Stromproduktion stellen ohne Zweifel die Solarkraftwerke oder Photovoltaikanlagen dar. Unter Photovoltaik ist die direkte Umwandlung von Sonnenlicht in Strom zu verstehen. Der, der in Solarpaneelen erzeugte Strom wird

im eigenen Bereich genutzt und der Überschuss in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Stark vereinfacht gesagt, erfolgt Umwandlung des Sonnenlichts durch einen physikalischen Prozess, bei dem Elektronen des Halbleitermaterials Silizium aus dem Atomverband herausgeschossen werden. Dadurch entsteht ein Elektronenmangel in der Hülle der Siliziumatome. Dieser wiederum erzeugt eine elektrische Ladung der Halbleiterelemente die als Solarstrom entnommen werden kann.

Verfügbar ist der Solarstrom allerdings nicht zu jeder Zeit, da ohne Sonne auch kein Strom fließt. Aus diesem Grund kann Solarstrom nicht für die Grundlastabdeckung herangezogen werden.

Windkraftanlagen

Eine weitere Energiequelle stellt die Windkraft dar. Aus Windenergie wird ebenfalls nach dem Dynamoprinzip Strom gewonnen. Windkraftanlagen werden aus Kostengründen in größeren Verbänden errichtet. Da diese Anlagen in der Bevölkerung oft auf Ablehnung stoßen, werden sie in entlegeneren Gebieten errichtet. Die Bundesrepublik Deutschland baut Offshore-Windkraftanlagen im Bereich der Nordsee und Ostsee.

Durch die großen Entfernungen zwischen den Windparks und den Verbrauchszentren werden lange Überleitungsnetze benötigt.

Die Windenergie kann wegen der Volatilität zur Grundlastabdeckung nicht permanent eingesetzt werden, außerdem kommt es durch diese im Stromnetz zu Frequenzschwankungen. Wegen der Abhängigkeit von Sonnenschein oder Wind ist eine Verfügbarkeit nicht einschätzbar und kann auch nicht geplant werden.

Elektrizitätsnetz

Die Stütze der Stromversorgung bilden leistungsfähige Stromüberleitungsnetze von den Erzeugerquellen zu den Abnehmerinnen und Abnehmern.

Dieses Überleitungsnetz besteht aus einem 380-kV-Ring, der jedoch noch lückenhaft ist.

Durch diese Ringleitung soll die Versorgungssicherheit zusätzlich gestärkt werden. Gleichzeitig erfolgt die Stromüberleitung in das Europäische über diese Leitungsebene

Auf die gesamte Struktur wird im Folgenden genauer eingegangen.

Eine besondere Herausforderung für die Übertragungs- und Verteilernetze stellt der zunehmende Ausbau von Solarstromanlagen und Windkraftanlagen dar, durch die es zu unplanbaren Netzsituationen kommen kann.

50-Hz-Elektrizitätsnetz

Im Kapitel Kraftwerke wurde ein kurzer Einblick in die historische Entwicklung der Elektrizitätslandschaft Österreichs gegeben. Im nun folgenden Kapitel sollen die Entwicklung des heutigen Stromnetzes und seiner Eigenheiten näher erläutert werden.

Ausgehend vom Jahr 1873 entwickelte sich die Stromversorgung in Österreich sehr rasch. Bereits 1886 war das erste Elektrizitätsversorgungsunternehmen gegründet und der Ausbau

von lokal ansässigen Kraftwerksbetreiberinnen und Kraftwerksbetreibern schritt zügig voran. Bereits zu dieser Zeit konnte ein markanter Trend in der Kraftwerkslandschaft festgestellt werden. Dieser zeigte, wenig überraschend, dass in den westlichen und südlichen Reichsgebieten vorwiegend Wasserkraft als Antriebskraft zum Einsatz gelangte. Die östlichen Gebiete wurden von Dampfkraftwerken ausgehend mit Strom beliefert. Die ersten Hochspannungsleitungen wurden in den Zwischenkriegsjahren von 1920 bis 1930 gebaut. Die Stromleitungen standen bis zum Ende des zweiten Weltkrieges im Eigentum der öffentlichen Hand. Durch das 2. Verstaatlichungsgesetz im Jahre 1947 wurden nunmehr alle großen Kraftwerke der Vorläufergesellschaft der heutigen Verbund AG, der Österreichischen Elektrizitätswirtschafts-AG betrieben. (Verbund AG, 2017)

Die Versorgung im untergeordneten Netzsystem übernahmen die lokalen Energieversorger wie NEWAG, BEWAG und die anderen Landesversorger.

Das österreichische Stromnetz war aber bis zur Liberalisierung ein eigenständiges Konstrukt, welches nur über sogenannte Kuppelleitungen mit den Nachbarstaaten in Verbindung stand. Über diese Leitungen wurde nur dann Strom geleitet, wenn im Nachbarland ein erhöhter Bedarf an elektrischer Energie bestand. Das heißt, ein permanenter Lastfluss wie heute fand nicht statt. Um die Übertragungsleitungen möglichst kurz zu halten, wurden die kalorischen Kraftwerksgruppen nahe an bzw. direkt in den Ballungszentren der Großstädte errichtet.

In Wien befinden sich gegenwärtig die kalorischen Großkraftwerke in Simmering und Stadlau, sowie das Donau-Kraftwerk Wien Freudenu im Betrieb. Neben diesen Kraftwerksblöcken wird in Wien aus der potentiellen Energie der II. Wiener Hochquellenleitung, aus Wind oder auch aus Sonnenlicht Strom produziert.

Für das Elektrizitätsnetz als Begriff gibt es keine juristische Definition. In Österreich wird darunter aber eine Struktur bestehend aus Übertragungsleitungen mit der Netzfrequenz von 50 Hertz, Schaltanlagen, Umspannwerken sowie Umformerwerken verstanden, über die ein Betreiber Verfügungsgewalt besitzt und für die Aufrechterhaltung des Netzbetriebes erforderlichen Maßnahmen zu treffen vermag. Somit stellt das Elektrizitätsnetz, als Übertragungsnetz oder Verteilernetz DIE Verbindung zwischen den Kraftwerken und den Endverbraucherinnen und Endverbrauchern dar. Stromnetze bestehen aus getrennten Netzebenen, auf die später noch genauer eingegangen wird. Diese Trennung erfolgt in den Umspannwerken durch Trenneinrichtungen, wie unten dargestellt. Diese Trennung wird auch galvanische Entkopplung genannt.

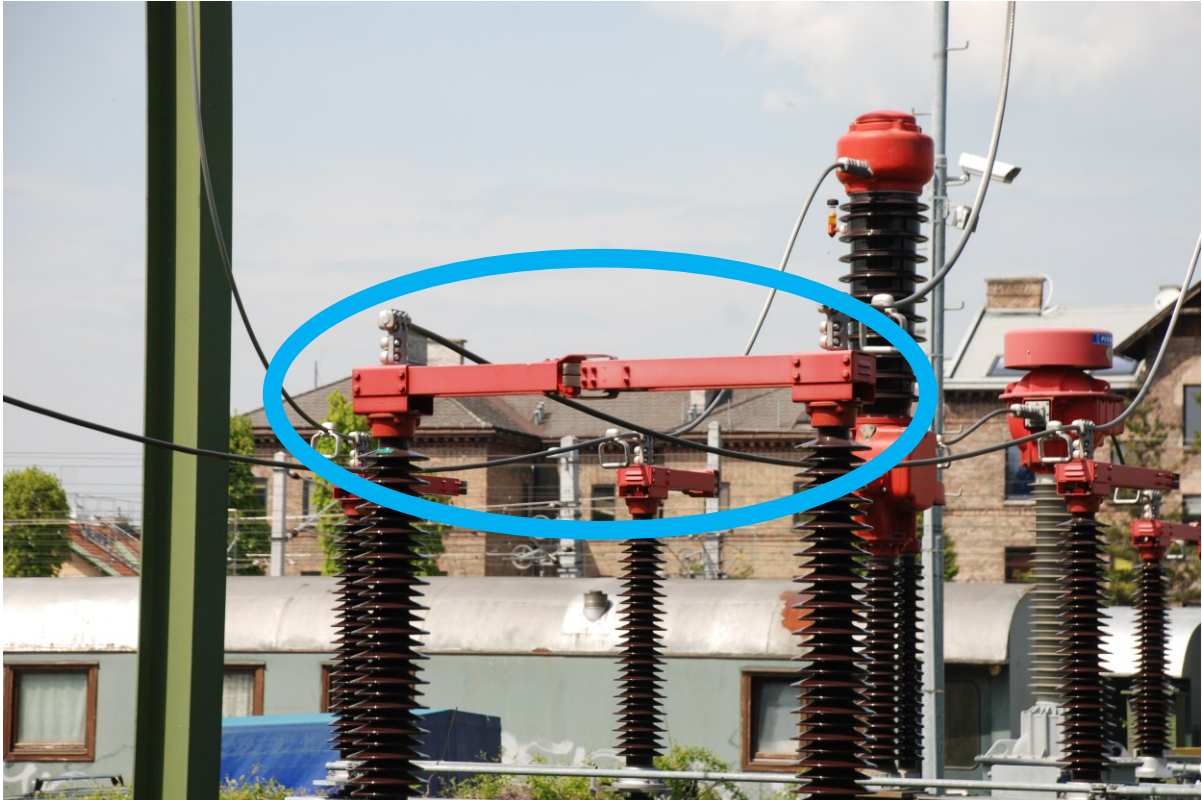


Abb. 23: galvanischer Trennschalter

Durch diese Entkopplung der Netzebenen ist jederzeit die Stromversorgung aller angeschlossenen Stromabnehmerinnen und Stromabnehmer aus der nächsthöheren Ebene, durch Zuschaltung, möglich. Diese Entkopplung wird im österreichischen Elektrizitätsnetz angewandt, um in den wasserreichen Sommermonaten die kalorischen Kraftwerke in der Leistung drosseln zu können. Ein angenehmer Nebeneffekt dieser galvanischen Trennung liegt darin, dass es in der Regel zu keinen unerlaubten Netzzuständen und somit zu keinen Frequenzschwankungen kommt.

Da der Strombedarf jahreszeitlicher und circadianer Schwankungen unterliegt, ist durch Anpassung der Produktion an den Verbrauch ein Gleichgewicht aufrecht zu erhalten. Das bedeutet, dass die ins Netz eingespeiste Strommenge stets gleich der verbrauchten Strommenge sein muss.

Für diese Agenden sind die Leitungsnetze in Regelzonen eingeteilt, für die der Regelzonenführer verantwortlich zeichnet. Das österreichische Übertragungsnetz ist im europäischen Verbund eingebettet und in drei Regelzonen aufgeteilt. Der Regelzonenbereich der Austrian Power Grid GmbH (APG), einem Tochterunternehmen der Verbund AG umfasst das gesamte Bundesgebiet von Österreich. Der Regelzonenführer hat den Standort in Wien.

Durch die Liberalisierung des Strommarktes in der EU war Österreich gezwungen diese Vorgabe auch in nationales Recht über zu führen. Die Freigabe des Handels erfolgt im ersten

Schritt 1999. Am 19. Februar 1999 trat das Bundesgesetz, mit dem die Organisation auf dem Gebiet der Elektrizitätswirtschaft neu geregelt wird, in Kraft. Durch diesen Schritt waren aber Stromkundinnen und Stromkunden mit einem Jahresverbrauch unter 40 Gigawattstunden vom liberalen Markt aber noch immer ausgeschlossen. Erst die Novellierung des Gesetzes im Jahr 2001 führte schlussendlich für alle Kundinnen und Kunden dazu, dass sie aus den vielen Stromanbieterinnen und Stromanbietern, die bzw. den für sie am besten geeigneten auswählen können. Seit diesem Zeitpunkt handelt es sich bei Strom sich um ein Produkt bzw. um eine Ware, womit gehandelt wird und dieser Handel erfolgt ähnlich den Wertpapiergeschäften an der Börse. Die elektrische Energie wird hauptsächlich an der Strom-Börse in Leipzig gehandelt, also an den Bedarf angepasst eingekauft und Überproduktionen werden ibidem verkauft. Gemäß der Regel, dass das Angebot und die Nachfrage den Preis bestimmen, werden die Preise gestaltet. Dieser Umstand führt leider immer wieder zu Eingriffen aus wirtschaftlichen Überlegungen, indem durch das Zurückhalten von Stromreserven der Preis künstlich hoch gehalten wird. Dies kann aber auch zu unerwarteten Frequenzschwankungen in den Leitungsnetzen führen.

Auch heute noch obliegt den Landesversorgungsgesellschaften die regionale Stromversorgung, wobei hier große Überschneidungsgebiete gegeben sind. Ein Beispiel dafür ist die Stromversorgung entlang der Achse Hennersdorf bis Münchendorf, wo im Versorgungsgebiet der EVN AG die Stromversorgung durch die Wienstrom GmbH erfolgt.

Die Palette der gehandelten Stromarten umfasst Strom aus Wasserkraft, sonstigen erneuerbaren Energieträgern, fossilen Brennstoffen und Nuklearenergie.

Der Strom wird in der Regel nicht unmittelbar am Erzeugungsort benötigt, sondern muss erst über ein Verteilungssystem zu den Endverbraucherinnen und Endverbrauchern befördert werden. Das heißt, die Übertragungsleitungen und die Verteilernetze übernehmen die Aufgabe des Transports der Sekundärenergie, dem elektrischen Strom, von den Kraftwerken zu den Lastschwerpunkten. Für den Transport von Strom muss die Netzinfrastruktur gewisse Grundanforderungen erfüllen. Die Leitungen müssen entsprechende Kapazitäten für hohe Übertragungsraten aufweisen und auch für den sicheren Betrieb bestehen Regeln.

Insgesamt wird das Elektrizitätssystem nach dem (n-1)-Kriterium betrieben. Dies bedeutet, dass bei Wegfall einer Komponente im System keine Beeinträchtigung bzw. Ausfall erfolgen darf. Als weitere wichtige Grundregel für einen sicheren Netzbetrieb gilt die Einhaltung der 70-Prozentregel. Das bedeutet, dass die Dauerbelastung der Leitungsseile nur 70% der Volllast betragen soll, um für die Aufnahme von Überlasten noch ausreichende Kapazitäten zur Verfügung zu haben. Ist diese Reservekapazität bereits ausgereizt, durch Umleitung von Strom aus anderen Bereichen, so führt eine weitere Störung rasch zur Überlastung und somit zum Ausfall der betroffenen Leitungstrasse. Als Beispiel hierfür ist der Stromausfall in Italien zu nennen.

Die Liberalisierung der Stromversorgungsindustrie hat auch zur Folge, dass sich die Funktionsweise der Übertragungsnetze grundlegend geändert hat. Die Übertragungsleitungen wurden zum Zeitpunkt ihrer Errichtung als reines Einbahnsystem konzipiert und auch so betrieben. Das bedeutete, dass der Strom tatsächlich nur in eine Richtung und zwar vom Kraftwerk zur Kundin oder dem Kunden floss.

Heute ist diese Einbahnregelung nicht mehr gegeben, da vielerorts kundenseitig Strom in das Netz eingespeist wird. Dies hat zur Folge, dass die kritischen Netzsituationen nur mehr durch ein adäquates Engpassmanagement beherrscht werden können.

Betrachtet man das Übertragungsnetz in Österreich, so stellt sich eine schwache Nord-Süd-Achse dar, der zudem noch der Ringschluss des 380 kV-Ringes rund um Österreich fehlt. (APG-Mitarbeiter, 2012)

Nimmt man nun die Betrachtungsposition eines Vogels ein und sieht von oben auf die Landkarte, so erkennt man sofort, dass Österreich mit acht Nachbarstaaten in einem Netzverbund steht. Dies wiederum bedeutet für die Übertragungsnetze und dem damit verbunden Stromtransit, dass es zu einer verstärkten Belastung der Leitungen kommt.

Wegen der engen Vernetzung der Stromnetze im europäischen Raum ist nun die Einhaltung der Netzfrequenz von 50 Hertz die oberste Prämisse. Mit Einhaltung der Frequenzgrenzen steht und fällt die Versorgungssicherheit. Um die Frequenz im Stromverteilnetz konstant zu halten, muss der Verbrauch immer der produzierten Strommenge entsprechen. Zur Frequenzstabilisierung sind durch die Einspeisung der volatilen Energieträger immer häufiger Regelungsmaßnahmen auszuführen, um eben diese 50 Hz im Leitungsnetz konstant zu halten. Der nächste Punkt, der zu Frequenzschwankungen führt ist der Stromtransit, durch den veränderten Lastfluss von den großen Offshore-Windparks in den Süden oder von Strom aus Kraftwerken im Süden zu den Verbrauchern im Norden. Dadurch werden die Netze zunehmend an der Grenze der Belastbarkeit betrieben.

Der gewonnene elektrische Strom wird für den Transport über weite Strecken hochtransformiert, um auf diese Weise die Verluste in den Leitungen zu minimieren.

Um den Strom für die elektrischen Anlagen und elektrischen Betriebsmittel der Endverbraucherinnen und Endverbraucher nutzbar zu machen, wird dieser vom Höchstspannungsnetz in die erforderliche Spannungstärke zurücktransformiert.

Es lassen sich vier Spannungshierarchien mit insgesamt 7 Netzebenen erkennen.

Netzebene 1: Die Höchstspannungsebenen mit einer Betriebsspannung von 220.000 Volt und 380.000 Volt.

Diese Netzebene leitet den Strom von den Kraftwerken zu den Umspannwerken in der Nähe der Energieverbrauchscentren.

Netzebene 2: Umspannebene von Höchstspannung auf Hochspannung

Netzebene 3: Die Hochspannungsebene, mit einer Spannung von 110.000 Volt, verbindet auf regionaler Ebene die Endverbraucherinnen und Endverbraucher, beispielsweise den innerstädtischen Bereich.

An diese Netzebene sind auch die Großabnehmerinnen und Großabnehmer angebunden.

Netzebene 4: Umspannebene von Hochspannung auf Mittelspannung

Netzebene 5: Über die Mittelspannungsebene von 1000 Volt bis 36.000 Volt erfolgt die Anbindung der Kleinindustrie oder der großen Gewerbekunden.

Netzebene 6: Umspannebene von Mittelspannung auf Niederspannung

Netzebene 7: Über die Niederspannungsebene erfolgt die Versorgung der Kleinverbraucherinnen und Kleinverbraucher sowie der Haushalte

Das Unternehmen Austrian Power Grid AG (APG) betreibt ein Leitungsnetz, bestehend aus

2.282 Kilometer	380 kV-Leitungen
3.219 Kilometer	220 kV-Leitungen
1.212 Kilometer	110 kV-Leitungen

mit ca. 12.000 Masten, 59 Umspannwerken und einer Trafoleistung von 21.440 MVA.

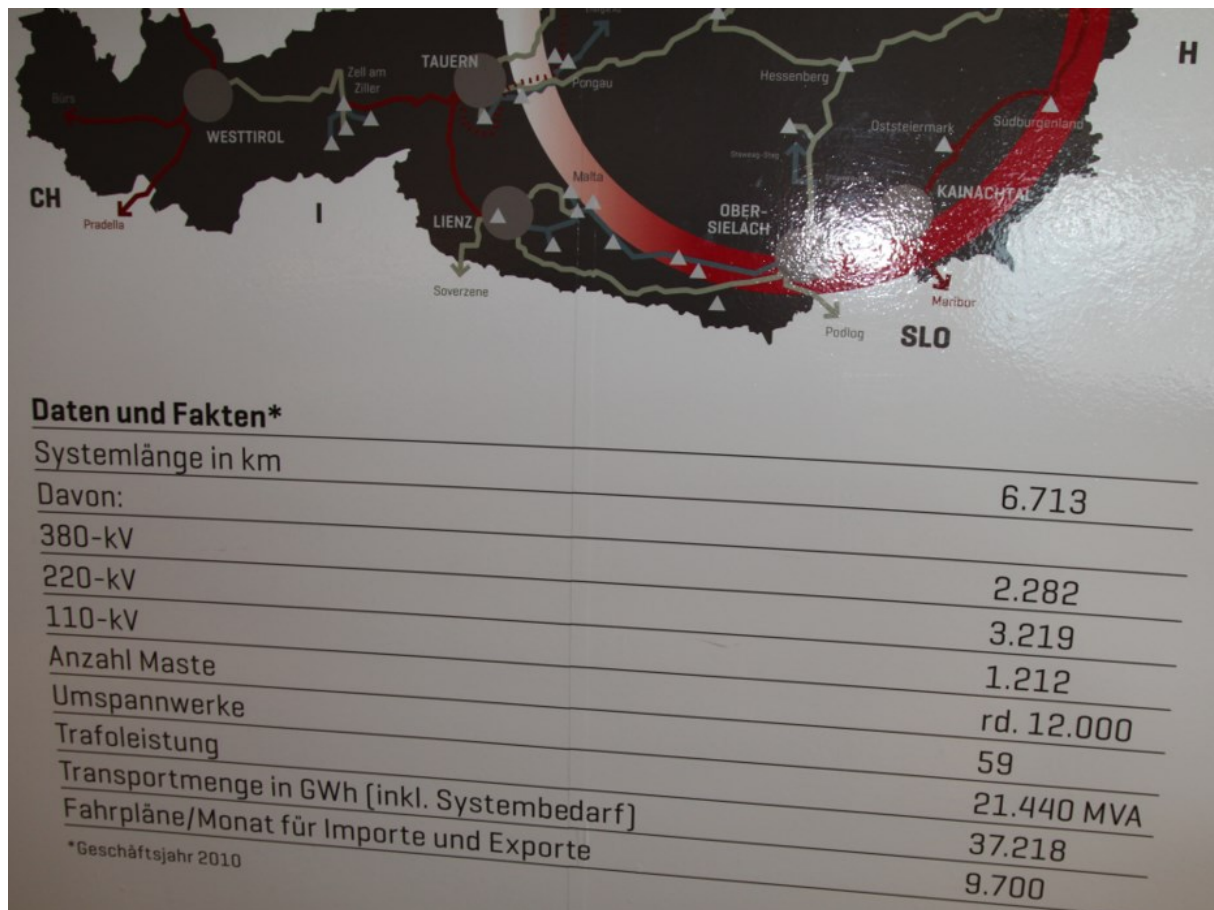


Abb. 24: Quelle der APG-Angaben

Wie soeben aufgelistet, besteht das österreichische Überleitungsnetz aus den drei Spannungsbereichen 380 kV, 220 kV und 110 kV die gemeinsam das Fundament der Elektrizitätsversorgung darstellen.

Eine weitere mögliche Risikoquelle für die Netze liegt nach Meinung mancher Expertinnen und Experten in der Smart-Meter-Technologie.

Smart-Meter sind kleine Messcomputer, die im Einflussbereich der Endkundinnen und Endkunden in das Stromnetz eingebaut werden sollen.

Wie bereits dargestellt wurde, sind die Energieträger Sonne und Wind nicht jederzeit verfügbar. Dieser Umstand macht es erforderlich, dass die Übertragungsnetze dahingehend ausgelegt werden. Um diesen Problemen zu begegnen sind Bestrebungen im Gang ein intelligentes Elektrizitätsnetz zu kreieren. Dafür sind mehrere Komponenten erforderlich. Ein grundlegender Part ist bereits vorhanden, der Regelzonenführer. Durch diese Instanz erfolgt die bedarfsgerechte Stromproduktion bzw. Umleitung zu den Pumpspeicherkraftwerken. Damit das sogenannte Smart-Grid aber wirklich smart wird, bedarf es weiterer Maßnahmen. So ist die Anwendung von intelligenten Lösungen für die Messung und Datenübertragung von den Verbrauchsstellen zu den Produktionsstätten erforderlich. Bisher kamen für die

Messung des Stromverbrauchs Ferraris-Zähler zum Einsatz. Der signifikanteste Bauteil dieser Zähler ist die sich drehende Metallscheibe im Sichtfenster. Dieser Zählertyp funktioniert grundlegend mechanisch und die Verbrauchsdaten müssen manuell ausgelesen werden.

Die neue Technologie der „Smart-Meter“ ermöglicht eine Fernauslesung des Stromverbrauchs, wofür aber eine Datenübertragung stattfinden muss. Dieser Vorgang wird als „Smart-Metering“ bezeichnet. Smart-Metering umfasst somit nicht nur die Verbrauchsanalyse, sondern den gesamten Ablauf von Messung und Datenübertragung.

Dem Smart-Meter und dem damit verbundenen Prozess wird durch die hohe Brisanz eine starke mediale Aufmerksamkeit zuteil.

Die Beschäftigung mit der Thematik Smart-Metering ist deshalb von Bedeutung, da es sich um einen computerunterstützten Ablauf handelt, wobei die sensibelsten Bauelemente im Bereich der Endkundinnen und Endkunden eingebaut werden. Wie es in diesen Bereichen mit dem Schutz solcher Bauteile aussieht, kann daraus geschlossen werden, dass in Reihenhaussiedlungen die Zählerböcke im Freien situiert sind und noch dazu nicht versperrt sind. Dieser Umstand, gepaart mit der Tatsache, dass es sich bei den Smart-Metern um Computer handelt, gibt Anlass zur Sorge. Zur Sorge deshalb, weil es keinen Schutz vor Angriffen aus dem „Cyber-Raum“ gibt. Die Pressemeldungen der vergangenen Monate hat immer wieder aufgezeigt, dass Kreditkartenfirmen, Krankenkassen, Email-Konten oder Online-Plattformen, ja sogar das Wahlsystem der USA im Zentrum von erfolgreichen kriminellen Angriffen standen.

Es stellt sich somit die berechtigte Frage, ob durch diese Technologie nicht noch zusätzliche Risiken für das Elektrizitätsnetz entstehen, wenngleich auch deutsche Experten diesen Umstand verneinen. Man kann davon ausgehen, dass der Diebstahl von Kundendaten in diesem Zusammenhang wahrscheinlich das geringere Übel darstellt, wenn man bedenkt, welche Auswirkungen ein Eingriff in die Regeltechnik der Kraftwerksanlagen oder der Überleitungsnetze haben kann.

Die Regeltechnik ist mit Regelungsvorgängen betraut, die Betriebsgrößen und deren Änderungen anhand von automatisierten Vorgängen aufrechterhalten. Die Abläufe folgen einem bestimmten Algorithmus, durch den ein ununterbrochener Vergleich zwischen einem Ist-Wert und einem Soll-Wert erfolgt. Ändert sich nun eine Regelgröße, so erfolgt automatisch eine Korrektur. Wird aber der Algorithmus von außen, in welcher Absicht auch immer, abgeändert, so erwachsen daraus massive Probleme in der Elektrizitätsversorgung.

Solcher Art verursachte Strommangellagen oder im schlimmsten Fall ein Blackout ist möglicherweise nicht in wenigen Stunden zu beheben. Eine Überprüfung des Steuerungssystems der Elektrizitätserzeugung ergab knapp 40.000 Sicherheitslücken im Script der Software.

Betrachtet man in diesem Zusammenhang die Erpressungsversuche der letzten Monate, bei denen komplette Firmendatenbanken verschlüsselt wurden und Lösegeldforderungen gestellt wurden, so ist das Betätigungsfeld solch krimineller Subjekte noch nicht ausgereizt. Was in diesem Zusammenhang aber noch viel nachdenklicher stimmen sollte, ist die Tatsache, dass in den angegriffenen Netzwerken Sicherheitslücken nicht unverzüglich geschlossen wurden. Es dauert im Durchschnitt über 100 Tage, bis die bekannten Lücken gesichert waren.

Wie die vorangegangenen Erläuterungen aufzeigen, handelt es sich bei der Elektrizitäts-Infrastruktur um ein hochkomplexes und sehr stark vernetztes Konstrukt, welches bereits durch relativ geringe Störeinflüsse aus dem Gleichgewicht zu bringen ist.

Stromabhängigkeit und Wechselbeziehungen

Worin die Stromabhängigkeit besteht soll nachfolgend erklärt werden.

Wie in den Erläuterungen zu den Kraftwerken und dem Elektrizitätsnetz ausgeführt, sind auch in den Kraftwerken und dem Überleitungs- und Verteilernetzen eine Stromabhängigkeit gegeben, welche vielleicht nicht sofort ins Auge springt.

In den Kraftwerken wird Strom für den Antrieb von Schiebern und Ventilen benötigt. Die Leitwarten in den Kraftwerken basieren auf Computeranlagen und Monitorsystemen. Von hier aus werden per Mausklick sämtliche Steuerbefehle an die Ausführungsorgane übertragen. Der Steuerzustand, die Drehzahl der Turbinen und Generatoren, praktisch der gesamte Zustand eines Kraftwerks ist an den Schalttafeln und Monitoranzeigen abzulesen.

In den thermischen Kraftwerken besteht eine wesentlich höhere Stromabhängigkeit. Dieser Kraftwerkstyp benötigt, um in Betrieb gehen zu können, Vorheizanlagen für das Heizöl und die Einspritzpumpen. Selbst ein auf Stand-by-Betrieb laufendes kalorisches Kraftwerk kann nicht von einer auf die andere Sekunde in Betrieb genommen werden, wie dies anhand des Kraftwerks Werndorf, in der Steiermark erkennbar ist. Um das Kraftwerk hochzufahren benötigte die Kraftwerksmannschaft 24 Stunden.

Kraftwerke, die ohne Stromeinspeisung von außen ihren Betrieb aufnehmen können, werden auch schwarzstartfähige Kraftwerke bezeichnet. Zu diesen zählen in Österreich die Pumpspeicherkraftwerke und Laufkraftwerke.

Noch größere Stromabhängigkeit ist bei Kernkraftwerken gegeben, da diese für die Kühlung der Brennelemente einen enorm hohen Strombedarf haben.

Die Photovoltaikanlagen benötigen die Einspeisung von Strom aus dem Netz für den Gleichrichter, ohne den kein Strom zu den Speicherelementen und ins Netz gelangen würde.

Der Bereich der Treibstoffversorgung über das dichte Tankstellennetz erfordert neben den Zapfsäulen, über deren elektrische Pumpen der Treibstoff aus den unterirdischen Tanks in den Fahrzeugtank gepumpt wird auch elektrische Förderanlagen in den Tanklagern.

Für den Transport in den Pipelines werden Hochdruckpumpen für eine Druckerhöhung auf 50 bar benötigt. Die Schieber und Überwachungseinrichtungen werden aus der Ferne kontrolliert und gesteuert. Die Tanklager für die Notfallbevorratung benötigen für den Abfüllvorgang ebenfalls elektrische Energie. Die Kontrolle der Pegelstände, das Bestellwesen und die Lagerhaltung erfolgt computergestützt. Die Raffinerien sind ebenfalls von einer funktionierenden Stromversorgung abhängig.

Im Gasverteilnetz wird der Druck eingestellt und der Weitertransport über die elektromagnetischen Ventile gesteuert.

Bahnstrom

Wurde in den vorangegangenen Kapiteln die Situation und Wirkungsweise des 50-Hz-Elektrizitätsnetzes dargestellt, so wird in den nachfolgenden Kapiteln auf die Erzeugung und Überleitung von Bahnstrom dargestellt.

Bahnstrom bezeichnet eine speziell für den Betrieb von elektrischen Triebfahrzeugen geeigneten Strom mit einer Frequenz von 16,7 Hertz. Dieser Strom steht aber nicht nur für die Versorgung der Triebfahrzeuge zur Verfügung, sondern findet auch in den Bereichen der Klimatisierung der Züge über die Zugvorheizanlagen Verwendung. Darüber hinaus wird der Zugfunk und die USV-Anlagen (unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen) oder auch die Beheizung der Weichen aus dieser Ressource sichergestellt. Im Bereich von Bahnhöfen und Verkehrsstationen wird aus dem Bahnstrom die Versorgung der Bahnhofsinfrastruktur sichergestellt.

Es sollen die Unterschiede zwischen dem öffentlichen Elektrizitätsnetz und dem Bahnstromnetz herausgearbeitet werden, die für die Bearbeitung der Hypothese erforderlich sind.

Unter Bahnstrom ist ein Strom an der Oberleitung mit einer Spannung von 15.000 Volt und einer Frequenz von 16,7 Hertz zu verstehen, der für die Versorgung der Elektrolokomotiven benötigt wird. Der Weg von der Erzeugungsstätte bis in den Motor der Elektrolokomotiven wird in Abbildung 28 gezeigt. Eine Elektrolokomotive der Baureihen 1016, 1116 und 1216, unter dem Synonym „Taurus-Lok“ bekannt, hat eine Leistungsaufnahme von 6 Megawatt, um in Bewegung zu kommen.

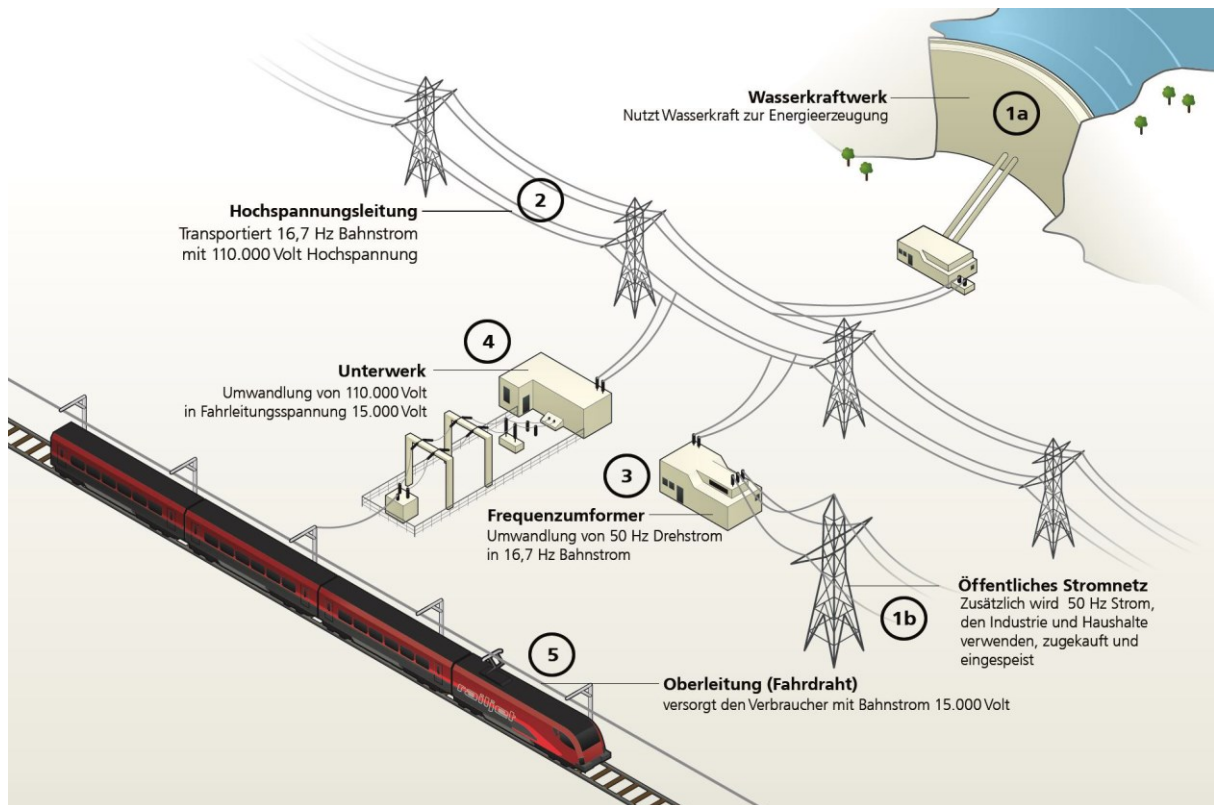


Abb. 25: Schema der Stromversorgung an den Oberleitungen (ÖBB)

Im Vergleich zum „Haushaltsstrom“, der ein 3-Phasenwechselstrom ist, handelt es sich bei Bahnstrom um einen 2-Phasendrehstrom mit einer wesentlich niederen Frequenz, eben 16,7 Hertz. Der Betrieb des Bahnstromsystems erfolgt ebenfalls nach der bereits erwähnten n-1-Regel. Es darf also auch hier kein ungeplanter zusätzlicher Ausfall einer Netzkomponente erfolgen. Wartungsarbeiten sind planbar und werden im Lastflussschema entsprechend berücksichtigt. Durch Revisionen sind durchschnittlich 50 MW davon betroffen.

Es bestehen dennoch ausreichend Ausfallsreserven, die gewährleisten, dass ein einzelner Ausfall zum Beispiel eines Transformators oder die 50-Hz-Leitung zu einem Umformerwerk abgedeckt werden kann. Die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls von 90 MW-Leistung bei höchstem Lastbedarf wird als gering eingeschätzt, die Betrachtungen erfolgen daher mit einem Wert von 70 MW.

Die verfügbare Regelleistung muss in der Lage sein Lastschwankungen abzudecken. In Summe handelt es sich dabei um ca. 200 MW, diese wird auf Frequenzumformer und die ÖBB-Speicherkraftwerke aufgeteilt, sodass jederzeit Schwankungen ausgeglichen werden können und keine Frequenzschwankungen auftreten. Es wurde bereits auf die Eigenheit der Netzfrequenz verwiesen, die 16,7 Hertz beträgt. Aus diesem Grund müssen immer ausreichend 16,7-Hz-Anlagen zur Verfügung stehen, um das Bahnstromnetz ausregeln zu können. Hier ist auch anzumerken, dass die Frequenzschwankungen im Bahnstromnetz zwischen

minus 3% und plus 2% liegen dürfen, wobei jedes einzelne Triebfahrzeug zur Frequenzstabilisierung beiträgt. Die Triebfahrzeuge der neueren Generationen sind mit Frequenzregler ausgestattet.

Das bedeutet, dass wie im 50-Hz-Netz höhere Kapazitäten bereitstehen müssen, falls Spitzenlast auftritt.

Die Überleitung erfolgt in einem, vom Verbundnetz vollständig getrennten Leitungsnetz.

Im europäischen Schienennetz werden verschiedenen Spannungen und Spannungsarten für die Versorgung der Triebfahrzeuge mit elektrischer Energie genutzt.

In Österreich, der Bundesrepublik Deutschland und der Schweiz werden die Lokomotiven und Triebwagengarnituren mit einer Spannung von 15.000 Volt und einer Frequenz von 16,7 Hertz betrieben. In Italien wird Gleichstrom mit einer Spannung von 3000 Volt verwendet. In Slowenien, der Slowakei und Tschechien werden zwei unterschiedliche Spannungen und Frequenzen eingesetzt. Hier wird entweder Gleichstrom mit einer Spannung von 3000 Volt oder mit einer Spannung von 25.000 Volt und einer Frequenz von 50 Hertz eingespeist. In Ungarn werden die elektrisch betriebenen Triebfahrzeuge mit einer Spannung von 25.000 Volt und einer Frequenz von 50 Hertz angetrieben.

Die Vielfalt der, in Europa eingesetzten Bahnstromsysteme zeigt die nachfolgende Abbildung. Bahnstrom mit einer Frequenz von 16,7 Hz kommt außerdem noch in den Skandinavischen Ländern zum Einsatz.

Die Wahl fiel auf Strom mit diesen Eigenschaften aus Gründen der guten Regelbarkeit in den Triebfahrzeugen. Gleichstrom würde sich noch besser eignen, lässt sich aber nicht über größere Distanzen ohne hohe Verlusten weiterleiten.

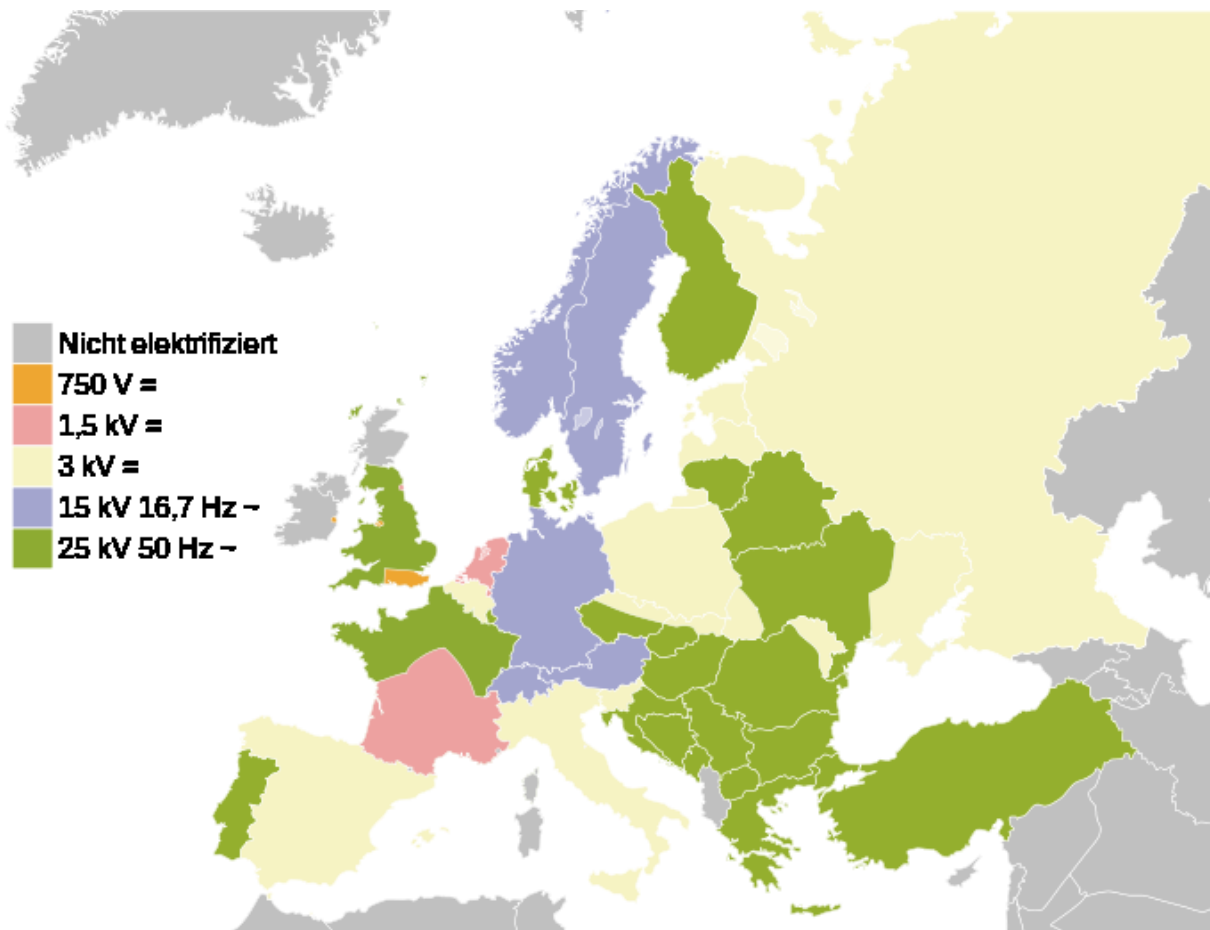


Abb. 26: Bahnstromsysteme in Europa (Wikipedia 2017c)

Bahnstromkraftwerke

Die Bahnstromkraftwerke erzeugen nach denselben physikalischen Grundlagen den Strom. Der Unterschied zum öffentlichen Stromnetz liegt in der verwendeten Netzfrequenz und der Phasenanzahl.

In der Schweiz erzeugen vergleichsweise neun SBB-eigene Wasserkraftwerke den Bahnstrom.

In der Bundesrepublik Deutschland erfolgt die Bahnstromversorgung fast zur Gänze aus dem 50 Hz-Netz und Umformerwerken.

In Österreich erfolgt die Bahnstromerzeugung in insgesamt 10 ÖBB-eigenen Kraftwerken. Wobei 8 Kraftwerke ausschließlich Strom mit der Frequenz 16,7 Hz und zwei Kraftwerke Strom mit einer Frequenz von 50 Hz produzieren.

Diese Kraftwerke werden aufgrund der geografischen Lage in die Werksgruppen West, Mitte und Ost eingeteilt.

Zur Werksgruppe West zählen die Bahnstromkraftwerke Spullersee, Braz und Fulpmes. Weiters gehört das Umformerwerk Ötztal ebenfalls zur Werksgruppe West.

Das Kraftwerk Spullersee wurde in den Jahren 1919 bis 1925 als zweites Kraftwerk der österreichischen Staatsbahnen errichtet und dient zur Stromversorgung der Arlbergstrecke.

Das Kraftwerk Braz wurde in den Jahren 1947 bis 1954 errichtet, wo seither drei Maschinensätze für die Stromproduktion sorgen.

Das Kraftwerk Fulpmes wurde in den Jahren 1977 bis 1983 nach der sogenannten „schwedischen Bauweise“ errichtet. Darunter ist zu verstehen, dass nach der Bachfassung der Kraftabstieg senkrecht in das unter Tag gelegene Krafthaus erfolgt.

Die Werksgruppe Mitte umfasst die Kraftwerke Uttendorf I und II, das Kraftwerk Schneiderau und Enzingerboden. Diese Anlagen liegen im salzburgischen Stubachtal und werden vom Stausee Moserboden über die Kraftabstiege mit Wasser für die Pelton-Turbinen versorgt. Die Kraftwerke Obervellach, Lassach (bei Malnitz) und Rosenbach liegen in Kärnten. Die Kraftwerke Lassach und Rosental dienten ursprünglich der Eigenbedarfsproduktion von 50-Hz-Strom, speisen aber seit 1955 in das KELAG-Netz ein.

Die Werksgruppe Ost umfasst die Frequenzumformer Auhof, Bergern, Kledering, St. Michael, Timelkam und die Photovoltaikanlage Wilfleinsdorf. Letztere dient aber vorerst nur Versuchszwecken. Durch die Werksgruppe West wird der Betrieb der Westbahnstrecke sowie des Wiener Nahverkehrsbereichs sichergestellt. Dieser Werksgruppenbereich wird aus den Partnerkraftwerken gespeist.

Der Strom, der in den Bahnstromkraftwerken produziert wird, wird für die Weiterleitung auf eine Spannung von 55.000 Volt (für die Ennstal-Strecke) oder 110.000 Volt hochtransformiert und im Leitungsnetz der ÖBB zu den Unterwerken geleitet, wo dieser auf eine Spannung von 15.000 Volt rücktransferiert wird und als Fahrstrom in den Oberleitungsanlagen für die elektrischen Triebfahrzeuge zur Verfügung steht. Eine Übersicht über die Standorte der Kraftwerksanlagen und Umformerwerke gibt Abbildung 27, im Anschluss.

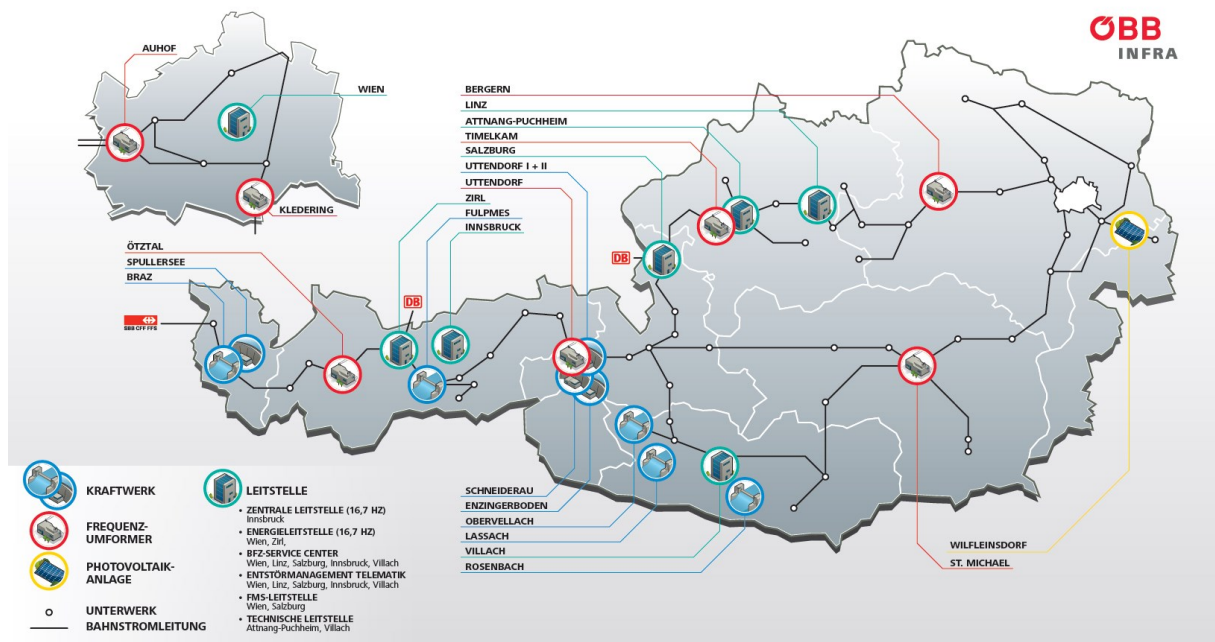


Abb. 27: Standorte der Bahnstromkraftwerke und Umformerwerke (ÖBB)

Um einen Vergleich zu den öffentlichen Speicherkraftwerken darzustellen, ist die nachfolgende Abbildung angeführt. Die Speicherkraftwerke der ÖBB sind keine Pumpspeicherkraftwerke. Im Anschluss werden Detailaufnahmen der Kraftwerksinfrastruktur gezeigt.

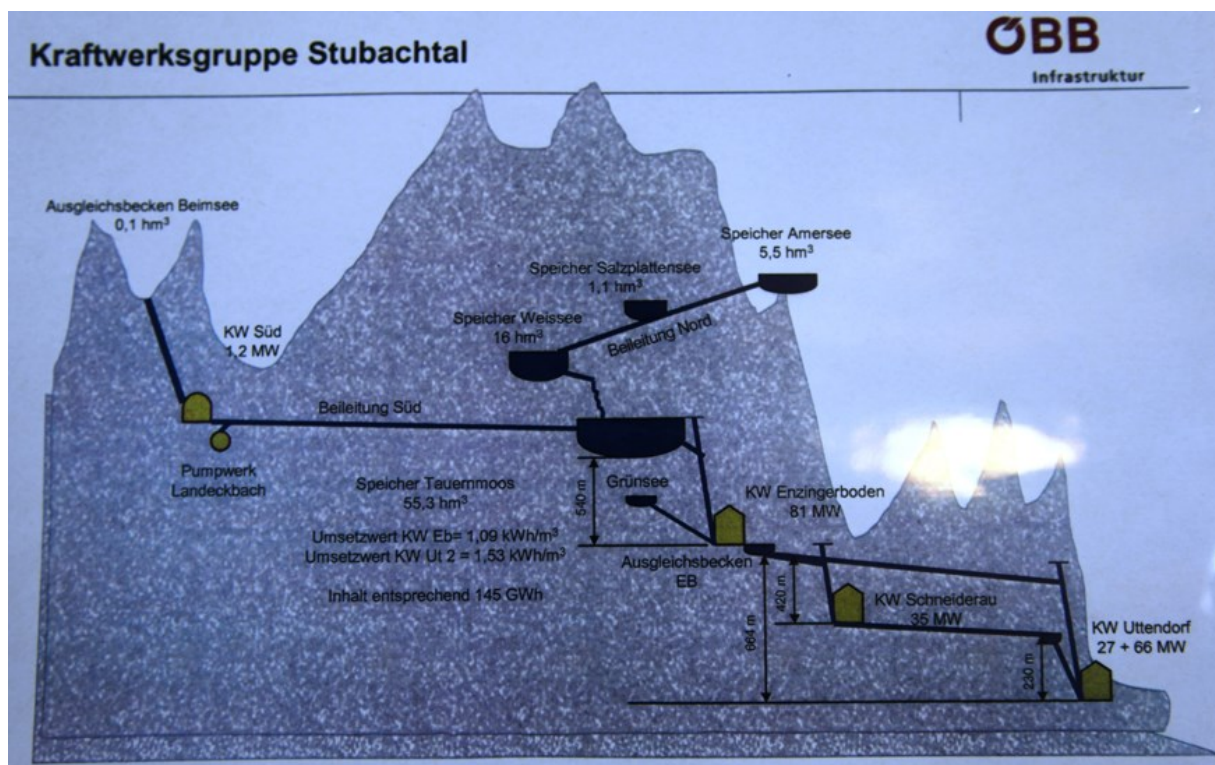


Abb. 28: Schema der ÖBB-Kraftwerke Stubachtal



Abb. 29: Kraftwerk Uttendorf, im Hintergrund das Krafthaus mit der Leitwarte



Abb. 30a: Druckleitung Uttendorf

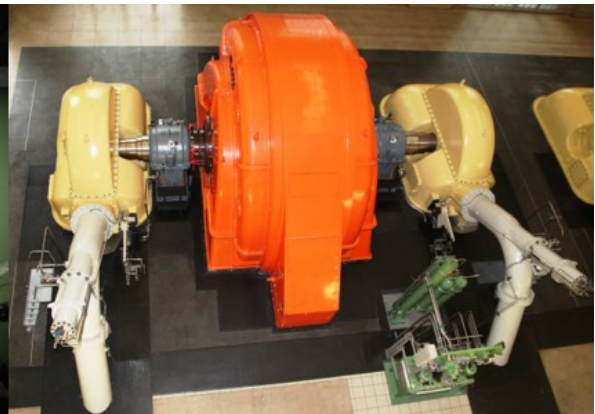


Abb. 30b: Turbinensatz Uttendorf

Es wurde bereits darauf verwiesen, dass die Wasserversorgung der Kraftwerksgruppe Stubachtal aus dem Speicher Moserboden erfolgt. Dessen Staumauer ist auf der nachfolgenden Aufnahme zu sehen.



Abb. 31: Staumauer Tauernmoos (Stubachtal) mit geöffnetem Grundablass
(ÖBB, Friedrich Lechthaler)

Die Versorgung mit Bahnstrom erfolgt in Österreich zu ca. 40 % aus den eigenen Kraftwerken, und je 30% werden in Partnerkraftwerken erzeugt bzw. aus dem 50-Hz-Netz, von den Stromanbieterinnen und Stromanbietern zugekauft.

In der Abbildung weiter unten stehen produzierte und verbrauchte Strommenge im Jahr 2010 einander gegenüber, die Differenz ergibt sich aus den Verlusten im Leitungsnetz. Anhand der Grafik in Abbildung 36 kann der jährliche Bahnstromverbrauch (in GWh) von 2000 bis 2006 abgelesen werden.

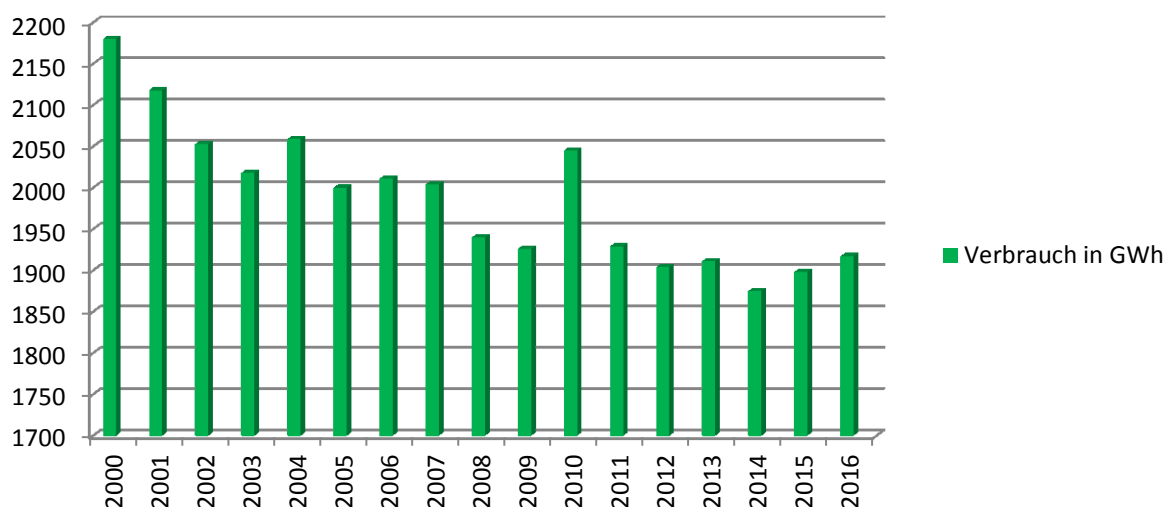
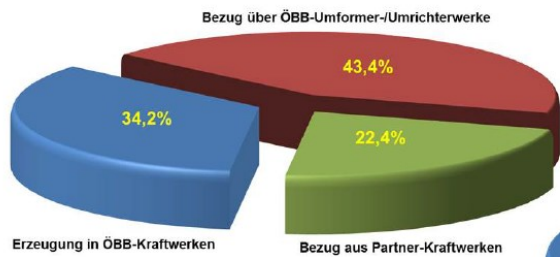


Abb. 32 Bahnstromverbrauch 2000 bis 2016 (Datenquelle: ÖBB)

16,7 Hz-BAHNSTROMVERSORGUNG - MENGEN

Bahnstromaufbringung 2010
2.042.492 MWh



Bahnstromeinsatz 2010
1.967.523 MWh



Abb. 33: Bahnstromerzeugung und Bahnstromverbrauch 2010 (Quelle: ÖBB)

Die Frequenzanpassung des zugekauften Stroms erfolgt in sieben Frequenzumformern, die dezentral in Österreich positioniert sind. Die Positionen der Umformerwerke und Umrichter kann anhand der Abbildung 36 ersehen werden. Im Großraum Wien befinden sich zwei Frequenzumformer, einer davon wurde in Wien Auhof errichtet, von wo aus die Versorgung des westlichen Teils Wien sichergestellt wird. Der östliche Wiener Raum wird von einem Frequenzumformer am südöstlichen Stadtrand, in Kledering übernommen.

Der statische Frequenzumformer in Uttendorf ist auf den Abbildungen 38 und 39 zu sehen. Von einem statischen Umformer wird dann gesprochen, wenn dieser keine beweglichen Bestandteile aufweist. Im Gegensatz dazu stehen die dynamischen Frequenzumrichter bei denen Strom zum Antrieb eines Elektromotors dient, der dann Strom mit der gewünschten Frequenz produziert.



Abb. 34: statischer Umformer Uttendorf

a) Frontansicht

b) Seitenansicht

Für die Bahnstromerzeugung kommen in den Speicherkraftwerken ebenfalls Pelton-Turbinen, wie die Abbildungen 35a und 35b zeigen, zum Einsatz. Diese sind in den beige Gehäusen, auf der Abbildung 30b zu sehen, untergebracht.



Abb. 35a und 35b: Pelton-Turbinenräder

Partnerkraftwerke und Umformerwerke

In den Partnerkraftwerken stehen entweder eigene Turbinensätze für 16,7-Hz-Strom oder Umformer, die aus dem Dreiphasenwechselstrom den erforderlichen Zweiphasenwechselstrom mit 16,7 Hz herstellen.

Solche Partnerkraftwerke sind unter anderen das kalorische Kraftwerk Timelkam bei Vöcklabruck, das Verbundkraftwerk Annabrunn an der Drau bei Gallizien und die Ennskraftwerke St. Pantaleon und Weyer.

Der hier produzierte Strom wird in das 110-kV-Leitungsnetz der ÖBB eingespeist und weitergeleitet.

Der im Partnerkraftwerk Steeg produzierte Strom wird vor Ort direkt in die Oberleitung eingespeist. Die gesicherte Leistung aus den Umformerwerken, Umrichteranlagen und den Partnerkraftwerken beträgt rund 370 MW. Die ÖBB-Kraftwerke sind in dieser Summe nicht enthalten.

Bahnstromnetz

Das Bahnstromüberleitungsnetz besteht aus einem 2065 Kilometer langen 110-kV-Leitungsnetz und im Ennstal aus einer 69 Kilometer langen 55-kV-Leitung. Diese Netze stehen im vollständigen Eigentum der Österreichischen Bundesbahnen.

Die Streckenführung der Leitungstrassen verläuft annähernd parallel zu den Bahntrassen von West nach Ost, bis in den Großraum Wien. Die Übertragungsleitung aus dem Süden endet im Unterwerk Bad Vöslau, von wo aus der Bahnstrom nur mehr in der Oberleitung weitergeleitet wird. Der genauere Trassenverlauf ist anhand der Abbildung 42 ersichtlich.

Wie bereits im vorangegangenen Kapitel ausgeführt wurde, speisen in das Überleitungsnetz neben den ÖBB-Kraftwerken auch die Partnerkraftwerke ein.

Die Standorte der ÖBB-Kraftwerke wurden im vorherigen Kapitel aufgelistet. Die Standorte der Partnerkraftwerke sind unter anderen Timelkam, Annabrunn, St. Pantaleon und Weyer. Das Partnerkraftwerk Steeg speist direkt in die Oberleitung ein. Die Übersicht über das Bahnstromnetz gibt die nachfolgende Abbildung.

Die Stromüberleitung erfolgt praktische neben den Gleistrassen entlang der Westbahnstrecke und der Südbahnstrecke, von wo aus in den Unterwerken der Strom für die Oberleitung erzeugt und eingespeist wird.

Der gravierende Unterschied zwischen dem Strom im Verbundnetz und dem Bahnstrom besteht darin, dass ersterer ein Dreiphasen-Wechselstrom mit einer Frequenz von 50 Hz und der Bahnstrom ein Zweiphasen-Wechselstrom mit einer Frequenz von 16,7 Hz ist.

Diese Eigenheiten zeigen sich auch im Erscheinungsbild der Stromleitungen. Die Stromleitungen des Dreiphasen-Wechselstroms zeigen immer drei oder sechs Leitungen. Bahnstromleitungen dagegen weisen immer zwei oder vier Leiterbahnen auf.

Dieser Unterschied wird anhand der Abbildungen 37a und 37b verdeutlicht.

Die Zuordnung des leitungsverantwortlichen Betreiberunternehmens ist am Mastfuß ersichtlich. Dazu sind am Mastfuß an zwei diametral gelegenen Seiten Hinweisschilder angebracht, auf denen die Leitungsnummer, die Spannung, das Betreiberunternehmen sowie eine Notrufnummer, für den Fall eines Leitungsrisses oder anderen unerwarteten Ereignisses, ersichtlich sind.

Über die optischen Erscheinungsbilder der Mastfußkennzeichnungen geben die Abbildungen 38 und 39 Auskunft.

Der Unterschied lässt sich bereits optisch gut erkennen, wie die nachfolgenden Abbildungen zeigen.

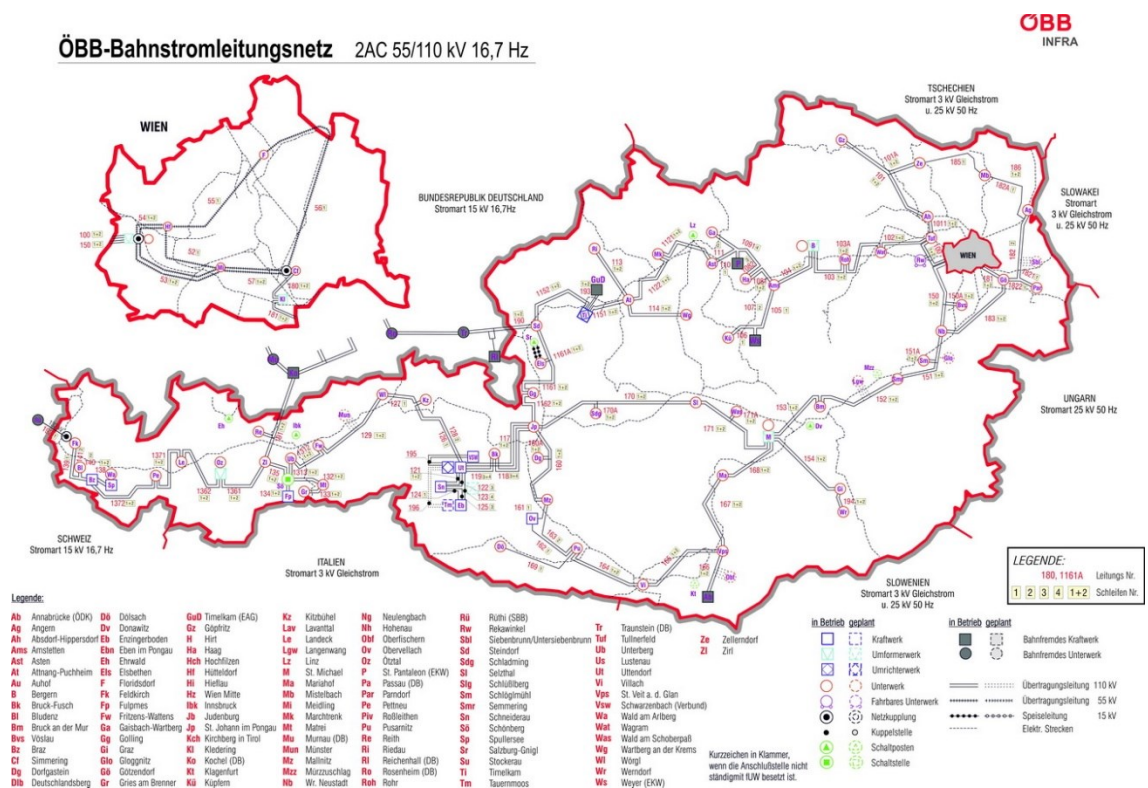


Abb. 36: Das österreichische Bahnstromnetz (ÖBB)



Abb. 37: Hochspannungsmast

a) im 50-Hz-Netz

b) im 16,7-Hz-Netz



Abb. 38: Mastfußkennzeichnung im öffentlichen Netz



Abb. 39: Mastfußkennzeichnung im ÖBB-Netz

Eingangs wurde bereits darauf verwiesen, dass das Bahnstromnetz der drei Staaten Deutschland, Österreich und Schweiz mit den gleichen Parametern betrieben wird. Dieser Umstand führt dazu, dass das österreichische 110-kV-Bahnstromleitungsnetz mit dem 110 kV 16,7 Hz Bahnstromleitungsnetz der DB AG (Deutsche Bahn AG) über direkte Leitungen galvanisch verbunden ist.

Unterwerke und Energieleitstellen

Der Begriff Unterwerk steht für kleine Transformatorstationen, an denen aus dem Überleitungsnetz die Fahrstromversorgung hergestellt wird. Der Strom wird an diesen Punkten von 110kV bzw. 55 kV auf 15.000 Volt heruntertransformiert und direkt in die Oberleitung oder Umgehungsleitungen eingespeist, über die die Triebfahrzeuge mit ihren Stromabnehmern den Strom abgreifen und den Lokomotoren zuleiten.

Aufgrund des Leitungsverlustes, der Streckengegebenheiten und in Abhängigkeit der Zugdichte sind die Unterwerke in Abständen zwischen 25 und 50 Kilometer stationiert. Insgesamt stehen entlang der Bahnstrecken 62 Unterwerke.

Wie auch im öffentlichen Elektrizitätsnetz, werden auch der Einsatz der Kraftwerke und die Lastverteilung durch Energieleitstellen koordiniert. Für die Aufrechterhaltung der Netzfrequenz ist ein Netzregulator installiert. Unter dem Begriff des Netzregulators ist ein EDV-Programm zu verstehen, welches vollautomatisch zu jedem Zeitpunkt die Stromproduktion an den Strombedarf anpasst.

Die zentrale Energieleitstelle befindet sich in Innsbruck. Alle Energieleitstellen sorgen für die bedarfsgerechte Verteilung des Stroms im 2065 Kilometer langen 110 kV-Übertragungsnetz sowie im 69 Kilometer langen 55-kV-Übertragungsnetz zu den 62 Unterwerken.

Abbildung 40a zeigt den Transformatorenpark in Uttendorf. Auf Abbildung 40b ist ein Stromabnehmer zu sehen.



Abb. 40a: Bahnstromtransformatoren
im Kraftwerk Uttendorf



Abb. 40b: Stromabnehmer

Stromabhängigkeit und Wechselbeziehungen

Da auch die ÖBB-Kraftwerke Strom produzieren, ist man auch hier zu der Annahme verleitet, dass diese keinen Strom benötigen würden. Dem ist aber nicht so, da die Leitwarten, die Schieber und andere Einrichtungen für den Betrieb Strom benötigen. Mit Ausnahme der Partnerkraftwerke sind alle ÖBB-Kraftwerke schwarzstartfähig und können rasch hochgefahren werden.

Die Stromversorgung der Leitwarten erfolgt aus Stützbatterien, wie die nachfolgende Abbildung zeigt.



Abb. 41: Stützbatterien im Krafthaus Uttendorf

4.6 Auswirkungen auf die kritischen Infrastrukturen

Im Kapitel 2 wurde das System der Katastrophenbewältigung in Österreich kurz dargestellt und anhand der historischen Entwicklungen des Elektrizitätssektors die Zunahme der Vernetzungen im Tagesablauf der Bevölkerung aufgezeigt.

In Kapitel 3 wurde die Methodik, welche für die Bearbeitung der Aufgabenstellung angewandt wurde schrittweise erklärt.

Im Kapitel 4 erfolgte bisher die Definition und Darstellung der wichtigsten kritischen Infrastrukturen in Österreich, welche für ein Funktionieren des gesellschaftlichen Alltags erforderlich sind sowie eine kurze Einschätzung hinsichtlich der Stromabhängigkeit und der Wechselbeziehungen. Aus den Wechselbeziehungen ist die Vernetzung der kritischen Infrastrukturen untereinander deutlich zu erkennen.

Im Kapitel 4.4 wurde auf die Trinkwasserversorgung vertieft eingegangen und die regionalen Unterschiede aufgezeigt.

Das Kapitel 4.5 befasst sich mit der Energieversorgung und erarbeitet die Unterschiede der Stromnetze von ÖBB und dem Verbundnetz.

Das Kapitel 4.6 geht nun auf die zu erwartenden Auswirkungen ein und hebt die Wechselbeziehungen der kritischen Infrastrukturen hervor.

Aufbauend auf die Ergebnisse des TAB 2010, wurden diese mit den Erkenntnissen aus den BlackÖ-Studien verknüpft und fanden gemeinsam mit öffentlich sowie nicht öffentlichen verfügbaren Angaben der ÖBB Infrastruktur AG in die Analysen dieser Arbeit Eingang.

4.6.1 Auswirkungen auf die Informations- und Kommunikationstechnologie

Der gesamte Sektor der Informationstechnik und Telekommunikation ist von einer durchgehenden Versorgung mit Strom abhängig. Die Analyse des Sektors ergibt, dass die Infrastruktur aus unterschiedlichen Einzelkomponenten besteht. Diese Einzelkomponenten weisen wiederum unterschiedliche Stromabhängigkeiten auf.

Die Festnetztelefonie umfasst die Sprachtelefonie, Datenübertragung per Fax und den Internetzugang über Modem. Die Festnetztelefonie, wo noch verfügbar, besitzt besonders auf Seite der Endgeräte und den Ortsvermittlungsknoten, den Wähllämtern eine hohe Abhängigkeit von der Stromversorgung. Stützbatterien, aus denen das Telefonnetz mit Spannung versorgt wird, können nur analoge Endgeräte und analoge Telefonapparate mit Spannung versorgen. Das bedeutet, dass ein Stromausfall die Festnetztelefonie in der ersten Phase nicht beeinträchtigen wird. Schnurlostelefone sind, unabhängig vom Ladezustand des Akkus, sofort vom Ausfall betroffen, da zu der Basisstation keine Verbindung aufgebaut werden kann. Durch die Modernisierung der Festnetztelefonie und der Infrastruktur im Hintergrund wurden analoge Vermittlungsstellen und Wähllämter auf digitale Anlagen umgerüstet. Diese Umrüstung hat zur Folge, dass im Blackout-Fall unabhängige Stromversorgungsanlagen (USV), die Stromversorgung für einen gewissen Zeitraum aufrechterhalten können. Wie lange diese Zeitspanne ist, hängt von der Leistungsfähigkeit der verbauten Akkumulatoren ab.

Für den Bereich der Informationstechnologien und Telekommunikation liegen keine systematischen Erhebungen von Verfügbarkeitsdaten vor. So werden unterschiedlichste Angaben zur Verfügbarkeitsdauer, die von wenigen Minuten bis zu mehreren Stunden reichen, publiziert, diese sind aber nicht wissenschaftlich verifiziert.

Das Mobilfunknetz ist als Ersatz für die Festnetztelefone nur sehr eingeschränkt anwendbar. Obwohl die mobilen Endgeräte alle über einen eingebauten Akku verfügen, der je nach Ladezustand bis zu einigen Tagen Laufzeit gewährleistet, so werden die Empfangs- und Sendeeinrichtungen nur kurz verfügbar sein. Grund dafür ist die schlagartig auftretende Anruhzahl derer sein, die im Verwandten- und Bekanntenkreis anrufen, um zu fragen ob auch dort der Strom ausgefallen ist. Hinsichtlich der Verfügbarkeitsdauer ist anzumerken, dass gewisse Stationen über eine Notstromversorgung verfügen, diese aber nur solange funktioniert, bis der Treibstoff aufgebraucht ist. Im besten Fall können diese Anlagen bis zu 48 Stunden betrieben werden. Solche Vermittlungsknotenpunkte befinden sich in der Regel in Ballungszentren. Die Überlegung dazu ist, dass im Falle eines begrenzten Stromausfalls die Mobilfunkkundinnen und Mobilfunkkunden dort ihre gewohnte Kommunikationsstruktur vorfinden, da die Endkundinnen und Endkunden ja mobil sind. Im Falle des großräumigen flächendeckenden Stromausfalls gilt diese Annahme jedoch nicht.

Die wahrscheinlich beste Vorsorge wird in den Rechenzentren der Banken und großen Firmen getroffen worden sein. Diese Vorsorgemaßnahmen erlauben wenigstens den geordneten Abschluss von Transaktionen und den gesicherten Shut down der Anlagen.

Das Funknetz der Einsatzorganisationen erscheint auf den ersten Blick eine Verschlechterung erfahren zu haben. Das BOS-Austria verfügt über die Möglichkeit der direkten Kommunikation zwischen den Endgeräten, dem sogenannten Direct Mode.

Die Kommunikation der Regierungsbehörden und der Bundesverwaltung erfolgt über abgesicherte Leitungsstrukturen. Ebenso ist die Bundesregierung in der Lage vom Regierungsbunker aus eine gesamtstaatliche Katastrophe zu lenken.

Für die Nachrichtenübermittlung werden üblicherweise Fernsehgeräte und Radios als Empfänger verwendet. Diese sind von der Stromversorgung abhängig. Da üblicherweise in einem privaten Haushalt nicht von einer Notstromversorgung ausgegangen werden kann, fällt die Information der Bevölkerung über den Fernseher auf alle Fälle aus. Wie dies bei den Radiogeräten aussieht, kommt auf die Bauart an. Hier bestehen mehrere Möglichkeiten von der Stromversorgung unabhängig zu werden. Einige Gerätetypen haben entweder einen Akku verbaut oder es besteht die Möglichkeit das Gerät mit herkömmlichen Batterien weiter zu betreiben.

Auf der Seite des staatlichen Rundfunks sollten entsprechende Vorkehrungen getroffen sein, um die Bevölkerung im Katastrophenfall mit den notwendigen Informationen versorgen zu können. Dies ist aus den Bestimmungen des ORF-Gesetzes herauszulesen. Demnach hat der österreichische Rundfunk den Bundes- und Landesbehörden für die Information der Bevölkerung in Krisen- und Katastrophenfällen zu jeder Zeit die notwendige Sendezeit zur Verfügung zu stellen.

Bei den Printmedien sind die Druckmaschinen große Stromkonsumenten, so benötigen die Rotationsdruckmaschinen die Strommenge einiger hundert Haushalte. Die Zeitspanne zwischen Redaktionsschluss, Druck und Auslieferung ist für die Herausgeberinnen und Herausgeber eine äußerst kritische. Daher verfügen die großen Zeitschriftenverlage über eine Notstromversorgung (NSA). Wie lange mit der NSA ein Betrieb aufrechterhalten werden kann, hängt von der Versorgung mit Treibstoff ab.

4.6.2 Auswirkungen auf die Finanzdienstleistungen

Die großen Bankhäuser Österreichs haben sich auf Stromausfälle vorbereitet und Notfallszenarien erarbeitet. Die Versorgung der Bevölkerung mit Bargeld erfolgt fast ausschließlich über die Bargeldautomaten, auch Bankomaten genannt. Diese Ausgabeautomaten müssen ständig mit Strom versorgt werden, um ihre Funktion erfüllen zu können. Das bedeutet, dass die Geldausgabeautomaten sofort ausfallen. Bargeldloses Bezahlen mit Bankomat-

oder Kreditkarten wird in Geschäften kaum mehr möglich sein, da für eine Transaktion auch die Datenleitungen funktionieren müssen.

Da in Österreich die Dichte der Bankfilialen im Abnehmen begriffen ist, werden die Kundinnen und Kunden weitere Wegstrecken zu einer offenen Bankfiliale in Kauf nehmen müssen, um Bargeld beheben zu können. Die Belieferung der Bankfilialen mit Bargeld erfolgt durch Sicherheitsfirmen für Werttransporte, diese sind wiederum von einer funktionierenden Treibstoffversorgung abhängig.

Das Bereitstellen von Bargeld ist die wichtigste Funktion der Finanzdienstleister im Blackout-Fall.

Die Qualität und der Umfang der Backoffice-Dienstleistungen nehmen mit Fortdauer des Stromausfalls exponentiell ab.

4.6.3 Auswirkungen auf die Verwaltung und öffentliche Sicherheit

Im Bereich der Daseinsvorsorge, zu der die allgemeine Verwaltung, Forschung und Ausbildung gerechnet werden, werden die elektrisch betriebenen Einrichtungen, wie Aufzüge, EDV-Anlagen, Klimaanlage, Heizungen und prozesskritische Einrichtungen ihren Dienst versagen. Im universitären Forschungsbereich können ohne Notstromversorgung Reinraumbedingungen nicht mehr aufrechterhalten oder erforderliche klimatische Umfeldbedingungen eingehalten werden. Im Bereich der pharmazeutischen Forschung und Produktion sind einzelne Standorte notstromversorgt. Als Beispiel sei hier der Forschungsstandort Orth an der Donau genannt, der über mehrere Notstromgeneratoren verfügt.

Im Bereich der öffentlichen Sicherheit stehen die Wachkörper vor dem Problem, dass viele elektronische Sicherungseinrichtungen nicht mehr funktionieren oder Fehlalarme auslösen.

Bedingt durch diese Ausfälle kann es zum Anstieg von Eigentumsdelikten kommen.

Personenvereinzelungsanlagen können nicht mehr genutzt werden, weil die Lesegeräte für die Zutrittskarten ausfallen.

Der Schutz der verfassungsmäßigen Einrichtungen hat zudem oberste Priorität, wodurch es zu Konflikten mit der Bevölkerung kommen kann.

Alle Verwaltungsbereiche und auch die Exekutive sind vom Ausfall der IKT betroffen. Anzeigen können nicht mehr aufgenommen werden, da keine redundanten Systeme vorhanden sind und auch die weitere Bearbeitung mangels Datenüberleitung zu anderen Stellen nicht mehr möglich ist. Der Ausfall von Ampelanlagen führt zu einem merklichen Anstieg von Verkehrsunfällen. Der Ausfall der Straßenbeleuchtung und Überwachungskameras stellt bei Nacht ein weiteres erhebliches Problem dar. Für die Polizei führt der Ausfall bzw. die Beeinträchtigung der Notrufeinrichtungen und Leitstellen zu erschwerten Bedingungen für die Aufgabenerfüllung.

Im Bereich der Haftenrichtungen sind nicht notstromversorgte Einrichtungen sofort vom Ausfall betroffen. Überwachungskameras, Schließsysteme und die Kücheninfrastruktur fallen aus. Auch hygienische Grundstandards werden nicht mehr sichergestellt werden können, weil die Wasserversorgung ausfällt.

4.6.4 Auswirkungen auf die Versorgung der Bevölkerung mit Gütern des täglichen Bedarfs

Einen überlebensnotwendigen Bereich für die Bevölkerung stellt unzweifelhaft die Versorgung mit Lebensmitteln und Trinkwasser dar, da in vielen Haushalten eine Bevorratung nicht wirklich betrieben wird. Wie wichtig diese Ressourcen für die Menschen sind, lässt sich anhand nachfolgender Aspekte sehr deutlich ablesen. Abgesehen davon ist die Versorgung mit Lebensmitteln auch eine Verpflichtung der staatlichen Institutionen, darüber gibt Artikel 10 des Bundes Verfassungsgesetz, in Ziffer 10 Auskunft. Wie bereits weiter oben beschrieben wurde, ist in Österreich keine staatliche Lebensmittelbevorratung vorgesehen, da sich die Verantwortlichen auf die bestehenden Lager der Großhandelsunternehmen verlassen. Wie weit diese durch Notstromgeneratoren abgesichert sind, lässt sich nicht sagen. Die Beeinträchtigungen, welche jedenfalls zu erwarten sein werden, sind nachfolgend aufgelistet.

Für die Landwirtschaft wird in den ersten 24 Stunden kaum eine Beeinträchtigung des Ackerbaus auftreten. Größere Herausforderungen kommen auf die Bereiche der Viehzucht und Milchproduktion zu, da die Melkmaschinen, Belüftungsanlagen in der Schweinezucht sowie die Wärmelampen in der Jungtieraufzucht sofort ausfallen. Automatisierte Mastbetriebe werden durch den Ausfall von Fördereinrichtungen betroffen sein.

Die Lebensmittelkette wird ab den Verarbeitungsbetrieben eine starke Beeinträchtigung erfahren. Sind doch die meisten Arbeitsverfahren von der Stromversorgung abhängig. Die Kühlung von Lebensmittelprodukten ist teilweise aus hygienischen Gründen unbedingt erforderlich. Schon eine Unterbrechung der Kühlkette von wenigen Stunden führt dazu, dass Lebensmittel verderben. Am stärksten davon betroffen sind Milch, Milchprodukte, Fleisch und Tiefkühlwaren, da diese Produkte aus gesundheitlichen Gründen nicht mehr verkauft werden dürfen.

Auswirkungen auf die Trinkwasserversorgung

Hinsichtlich der Trinkwasserversorgung ist in allen Gemeinden, die auf Grundwasserbrunnen zur Trinkwasserversorgung angewiesen sind, diese nicht aufrecht zu erhalten, weil die elektrischen Pumpen ausfallen. In Gemeinden mit Hochbehältern, die nach dem Gravitationsprinzip befüllt werden wird die Wasserversorgung weiter aufrecht bleiben.

Im Brandschutz und der Brandbekämpfung ergeben sich Aufgabenstellungen mit weniger Wasser als Löschmittel den gleichen Löscherfolg zu erzielen. Kleine Brandherde können sich zu großen Brandgeschehen ausweiten.

Sprinkleranlagen die gemäß den technischen Richtlinien errichtet wurden, sind vom Stromausfall nicht betroffen, da es redundante Pumpenaggregate geben muss, die stromunabhängig funktionieren. Hier stellt sich die Frage, ob es einen natürlichen Wasserzulauf gibt, der eine längerdauernde Funktion zulässt.

Auswirkungen auf die Abwasserentsorgung

Durch einen Stromausfall sind die Hebewerke der Kanalnetze sofort betroffen und können nur durch Fremdeinspeisung von Notstrom betrieben werden.

Die größte Herausforderung besteht für alle Gemeinden und Städte im Bereich der Abwasserentsorgung.

Im Kanalnetz eingebaute Hebewerke fallen aus. Ist das Kanalnetz jedoch so gebaut, dass es ohne Hebeeinrichtungen auskommt, so ergibt sich die Herausforderung in den Kläranlagen. In den Klärwerken fallen elektrisch betriebenen Komponenten sofort aus, außer es handelt sich um eine notstromversorgte Anlage. Durch fehlendes Wasser kommt es im Kanalnetz zur Eindickung der Feststofffracht, die entweder zu Verstopfungen im Kanalnetz oder im Klärkreislauf zum Kippen der Bakterienkulturen führt.

Die Abwasserreinigung wird durch die verringerte Wassermenge im Kanalnetz stark betroffen sein, da Wasser als Transportmittel für die Schmutzfracht benötigt wird. Die Kanalnetze sind größtenteils als Schwemmkanäle konzipiert. Dies bedeutet, dass für den Weitertransport der Fäkalien eine bestimmte Wassermenge unbedingt notwendig ist.

In den Kläranlagen sind komplexe Abläufe für eine ordnungsgemäße Klärung verantwortlich. Wird nun konzentrierteres Abwasser dem Klärprozess zugeleitet, kann es zum Zusammenbruch der biologischen Kaskade kommen. Dies rührt daher, dass die Bakterien bestimmte Parameter für ihr Überleben benötigen. Diese Parameter werden durch elektronisch geregelte Systeme eingestellt und aufrechterhalten. Die groben Schmutzanteile im Abwasser können wegen dem Ausfall der Klärrechen und Hebeschnecken nicht entfernt werden, was möglicherweise zu einer Verlegung im Zulauf führt. Die Pumpen und Rührwerke in den Belebungsbecken sowie den Absetzbecken werden ebenfalls ausfallen, wenn keine Notstromversorgung vorhanden ist. Folge davon ist, dass Abwässer ungeklärt in die nachgeschalteten Wasserläufe eingeleitet werden.

Auswirkungen auf die Abfallwirtschaft

Für die Abfallentsorgung sieht die Situation ähnlich aus. Die Sammlung der Abfälle in den bereitgestellten Sammelbehältern ist nicht betroffen. Aber ohne Treibstoff für den Fuhrpark der Entsorgungsfirmen werden die gesammelten Abfälle nicht mehr abgeholt werden können. Dies führt dazu, dass Abfälle neben den Sammelbehältern abgelegt werden. In weiterer Folge werden diese Abfälle von verschiedenen Tieren und Ungeziefer durchwühlt bzw. besiedelt, wodurch die Gefahr von Seuchen entsteht.

Abfälle, die noch abgeholt werden können, werden zu den Müllverbrennungsanlagen transportiert und dort in Fernwärme umgewandelt. Der Weg der Abfälle führt von den Anlieferungsbunkern über Kräne in den Beschickungsschacht und von dort in den Verbrennungsofen. In diesen Öfen werden die Abfälle über elektrisch betriebene Gitterroste weiterbefördert, um am Ende als Asche den Zyklus zu verlassen. Aus der Asche werden nun noch mittels Elektromagneten die Eisenanteile abgeschieden. Fällt der Strom aus, so kommt der gesamte Verwertungsvorgang beinahe unverzüglich zum Erliegen.

4.6.5 Auswirkungen auf das Gesundheitswesen

Wesentliche Beeinträchtigungen sind im Bereich des Gesundheitswesens und des Rettungs- und Krankentransports zu erwarten. Der Rettungs- und Krankentransportdienst wird primär durch den Ausfall der Leitstellen betroffen sein. Dadurch verzögern sich die Entgegennahme von Notrufen und die Abarbeitung derselben. Für die Rettungsmittel wird durch den Ausfall der Tankstellen das größte Problem erwachsen. Manche Rettungsdienststellen besaßen früher Haustankstellen und waren notstromversorgt. Diese Haustankstellen wurden in den letzten zehn bis zwanzig Jahren zunehmend aufgelassen. Viele Dienststellen verfügen über keine Notstromaggregate und ältere Dienststellen auch über keine Möglichkeit eine externe Noteinspeisung durchzuführen.

Der Ausfall der Wasserversorgung, gefolgt von der Abfallentsorgung, stellt für die Krankenhäuser das größte Problem dar. Die Wasserversorgung wird für die Versorgung der Patientinnen und Patienten dringend benötigt. Ohne Wasser können die Sterilisationsautomaten nicht arbeiten, was zu einer verringerten Operationsleistung führt. Sind in den Krankenhäusern noch eigene Küchen vorhanden, so sind diese ebenfalls vom Ausfall der Wasserversorgung umgehend betroffen. Kühlschränke für kühlpflichtige Medikamente fallen aus. Die Kühlflächen der Pathologie fallen ebenfalls aus. Auf den Intensivstationen fallen die intensivmedizinischen Apparaturen aus. Für die wichtigsten Bereiche der Krankenanstalten sind Notstromgeneratoren vorgesehen, die für die Stromversorgung der Operationseinheiten und die Intensivpflegeabteilungen sorgen. Die Notstromgeneratoren sind gleichzeitig auf die Versorgung mit Dieseltreibstoff angewiesen.

Dezentrale Dialysezentren sind vom Stromausfall ebenfalls sofort betroffen, da die Dialyseeinheiten stromversorgt sind und für diese Einrichtungen keine Notstromversorgung besteht.

4.6.6 Auswirkungen auf die Energieversorgung

Auswirkungen auf die Versorgung mit Treib- und Brennstoffen

Wie zuvor bereits dargelegt wurde, wird durch den Wegfall der Stromversorgung die Abgabe von Treibstoffen an den Zapfsäulen der Tankstellen nicht mehr möglich sein. Dies beruht darauf, dass aus Sicherheitsgründen die Tanks der Tankstellen unter dem Bodenniveau liegen. Aus diesen Tanks müssen mit elektrischen Pumpen die Treibstoffe zu den Zapfsäulen befördert werden. Eine Notstromversorgung von Tankstellen ist nicht vorhanden. Fällt der Strom aus, so können bereits begonnene Tankvorgänge nicht mehr abgeschlossen werden. Das Bezahlen der abgegebenen Treibstoffmenge wird durch den Ausfall der elektronischen Registrierkassen und daran angeschlossenen Kartenterminals unmöglich.

Das Bundesgesetz über die Haltung von Mindestvorräten an Erdöl und Erdölprodukten von 2012 (EBG 2012) regelt die Bevorratung von Treibstoffen für den Krisen- und Katastrophenfall. Demnach sind Vorratspflichtige definiert, die Notstandsreserven anzulegen haben. Zum Kreis der Vorratspflichtigen zählen die zentrale Bevorratungsstelle, Importunternehmen, Lagerhalterinnen und Lagerhalter sowie Vertragspartnerinnen und Vertragspartner, die Erdöl, Erdölprodukte, Biokraftstoffe und dergleichen vorrätig halten.

Für die Abgabe der gelagerten Vorräte sagt das Gesetz lediglich aus, dass die Tanklager über Abfülleinrichtungen verfügen müssen, die für eine Abfüllung der Flüssigkeiten in Transporteinrichtungen geeignet sind. Eine Notstromversorgung wird explizit nicht vorgeschrieben. Selbst wenn eine Notstromversorgungsanlage vorgesehen oder gar ein eigenes Kraftwerk, wie in der Raffinerie Schwechat, vorhanden ist, so ist dies keine Garantie dafür, dass diese im Ernstfall auch die Stromversorgung sicherstellen können. Dies hat sich im Zuge eines Brandes in einer Trafostation 2015 gezeigt, durch den die Versorgung der Raffinerie Schwechat mit Strom ausfiel und Gas aus den Produktionsanlagen über die Notfackeln verbrannt wurde. Das hauseigene Kraftwerk übernahm, aus welchem Grund auch immer, auch nicht die Stromversorgung und der Prozess des Wiederhochfahrens dauerte drei bis vier Tage. Zudem ergeben sich weitere Aufgabenstellungen hinsichtlich des Transports von den Lagerstätten zu Verteilerstationen in Tankfahrzeugen oder Kesselwagen der Eisenbahntransportunternehmen. Durch den Ausfall der IK-Technik ist die Kommunikation stark beeinträchtigt oder gar nicht möglich, somit verzögert sich die Auslieferung der Treibstoffe.

Für den Sektor der Gasversorgung stellt sich die Situation so dar, dass durch einen Stromausfall die elektromagnetischen Ventile geschlossen werden und keine Versorgung von Kochstellen oder Gasheizgeräten mehr erfolgt. In Abhängigkeit von Tageszeit und auch Jahreszeit bestehen große Unterschiede in den Auswirkungen. So werden Privathaushalte unmittelbar vom Ausfall betroffen sein. Das Wärmen bzw. Zubereiten von Speisen wird nicht mehr möglich sein, die gasbefeuelten Heizungen werden aus zweierlei Gründen ausfallen.

Für Gasheizungen ist die Versorgung mit Strom und Gas erforderlich, da die Umwälzpumpen ohne Strom keine Wärmeträger im Rohrleitungsnetz transportieren können. Es kommt zum Erliegen der Warmwasserproduktion und die Raumtemperatur sinkt kontinuierlich ab.

Auswirkungen auf die Stromerzeugung

Die unterbrechungsfreie Elektrizitätsversorgung wird von unterschiedlichsten Risiken bedroht. Damit Strom in der gewohnten Qualität bei den Endkundinnen und Endkunden eintrifft, muss jedes einzelne Glied der Stromversorgungskette einwandfrei funktionieren. Ein Stromausfall kann in jeder Ebene des Elektrizitätsnetzes ausgelöst werden. Ein Erdschluss, der in Folge zu einem Transformatorbrand führt oder Frequenzschwankungen, die nicht mehr reguliert werden können, führen zum selben Ergebnis wie eine Sprengung sensibler Knotenpunkte oder eine eingeschleuste Schadsoftware. Nämlich zu einem Stromausfall. Dieser mag im günstigsten Fall nur wenige Haushalte betreffen und bereits nach wenigen Stunden behoben sein. Der schlimmste Fall der eintreten kann, ist der totale, länger andauernde flächendeckende Blackout mit einer Grenzüberschreitung auf das gesamte europäische Stromnetz. Wie bereits in der Beschreibung des Stromnetzes erläutert wurde, erfolgt der Betrieb aller Elektrizitätsnetze nach der n-1-Regel.

Die Stromproduktion wird in Österreich, in Abhängigkeit des Auslösers eines Blackouts, durch den sehr hohen Anteil an Wasserkraftwerken weniger stark betroffen sein. Alle Pumpspeicherkraftwerke sind schwarzstartfähig, was bedeutet, dass keine Energieeinspeisung von außen her erfolgen muss. Auch die Laufkraftwerke entlang der Flüsse können aus eigener Kraft wieder ihren Betrieb aufnehmen.

Das größere Problem wird sich durch die Komplexität in den Übertragungsnetzen ergeben, welche zentralen Steuermechanismen unterliegen und im Ernstfall zu einer automatischen Abschaltung von Kraftwerken führt. War das österreichische Stromnetz bis ungefähr Mitte der 1990er Jahre in staatlicher Hand, so wurde durch die Liberalisierungsbestrebungen der Europäischen Union die Splittung dieses Sektors eingeleitet. Der Stromsektor zerfiel daraufhin in die Bereiche Produktion, Handel, Vertrieb, Transport und Verteilung. Obwohl eine Aufsplittung der nationalen Elektrizitätsnetze erfolgte, wurde eine verstärkte Vernetzung auf europäischer Ebene erforderlich. Diese Vernetzung erhöht die Komplexität und damit verbunden die Störungsanfälligkeit. Da Strom kaum speicherbar ist, muss zu jedem Zeitpunkt ein Gleichgewicht von Produktion und Verbrauch gegeben sein. Kommt es zu einer Stromüberproduktion, so steigt die Netzfrequenz, im Gegensatz dazu sinkt die Netzfrequenz bei Strommangel. Wird die Netzfrequenz von 50 Hz um mehr als 1% überschritten, so erfolgen automatische Abschaltungen von Kraftwerken. Im Gegensatz dazu müssen Kraftwerke zugeschaltet werden, wenn die Toleranzgrenze der Netzfrequenz unterschritten wird. Diese Eingriffe müssen sehr rasch erfolgen und haben in den letzten Jahren an Häufigkeit zugenommen. Da solche Situationen nicht auf einzelne Nationen beschränkt bleiben, zeigen die

Beispiele der Abschaltung einer Höchstspannungsleitung in Deutschland 2006 oder der Extremwinter 2012. Im ersteren Fall führte die Abschaltung zum Stromnetzzusammenbruch von Norddeutschland bis an die iberische Halbinsel, auch Österreich war teilweise betroffen. Im Falle des Extremwinters musste das steiermärkische Ölkraftwerk Werndorf Strom ins Netz einspeisen, um den Kollaps zu verhindern. Für den Prozess des Wiedereinschaltens benötigte die Kraftwerksmannschaft 24 Stunden.

In Österreich liegt die Versorgungssicherheit bei 99,99%. der Indikator für diese hohe Verlässlichkeit ist die durchschnittliche, ungeplante Versorgungsunterbrechung pro Kunde und Jahr. Der System Average Interruption Duration Index (SAIDI) lag 2010 in Österreich bei 32 Minuten.

Der Zusammenbruch eines Stromnetzes wird durch die automatischen Sicherheitsabschaltungen einzelner Leitungstrassen innerhalb kürzester Zeit erfolgen, um Einzelkomponenten vor Beschädigungen durch Überlastung zu schützen. Mit welcher Geschwindigkeit solche Szenarien ablaufen hat das Blackout-Szenario im September 2003 gezeigt, bei dem die Übertragungsleitungen aus der Schweiz nach Italien, durch einen Kurzschluss in *einer* Leitung, innerhalb von nur 30 Minuten zur Überlastung der zweiten Übertragungsleitung führte. Daraufhin wurde auch diese Übertragungsleitung automatisch abgeschaltet. Dies führte in weiterer Folge zu einer Überlastung des gesamten italienischen Stromversorgungsnetzes und zur Notabschaltung. Wie bereits dargestellt wurde, wird das gesamte Elektrizitätsnetz nach der (n-1)-Regel und der 70%-Regel geführt. Diese Grundregeln werden aber missachtet. Durch die Abschaltung von Kernkraftwerksanlagen, in Folge der Reaktorkatastrophe im japanischen Kernkraftwerk Fukushima Daiichi und der damit verbundenen Energiewende in der Bundesrepublik Deutschland, werden die Übertragungsnetze weit über 70% der Kapazität belastet. Dies führt zur rascheren Materialermüdung und im Überlastfall zum extrem starken Durchhängen der Leitungen, wodurch Kurzschlüsse begünstigt werden. Diese Vorgehensweise führt auch zu verstärkten Stromzukäufen aus den Nachbarländern und die Leitungen beginnen praktisch zu glühen. Kommt es nun in derart überlasteten Netzbereichen zu einem weiteren Ereignis, so setzt sich ein kaskadenartiger Prozess in Gang, der nur mehr mit sehr viel Glück und Geschick der Leitwartenoperatorinnen und Leitwartenoperatoren aufgehalten werden. Gelingt dies nicht, so sinkt die Netzfrequenz ab und die einspeisenden Kraftwerke werden nach und nach automatisch abgeschaltet. Nur durch blitzschnelles Eingreifen kann die Ausbreitung des Blackouts verhindert werden. Dazu müssen extrem rasch ganze Regionen vom Netz getrennt werden und Überkapazitäten in die Pumpspeicherkraftwerke umgeleitet werden.

Wesentlich prekärer wäre ein Stromausfall für Kernkraftwerksanlagen, da diese für die Kühlung der Brennelemente einen sehr hohen Strombedarf haben. Hierfür sind die Reaktorunfälle 1986 in Tschernobyl und 2011 in Fukushima einprägsame Beispiele.

Auch abgeschaltete Kernkraftwerke produzieren durch die weiterlaufenden Kernspaltungsprozesse große Mengen an Wärme, die sogenannte Nachzerfallswärme. Um eine Kernschmelze in den Brennelementen zu verhindern, müssen diese über Jahrzehnte hinweg gekühlt werden. Um die Kühlung aufrechterhalten zu können, werden im Normalfall diese Kraftwerke soweit heruntergefahren, dass sie den Strom für die Kühlung selber produzieren, es erfolgt aber keine Netzeinspeisung mehr.

Auswirkungen auf den Transport und Verkehr

Die Bereiche des Transports und Verkehr sind von einem Stromausfall sofort betroffen, da die Lichtsignalanlagen sofort ausfallen. Wegen der fehlenden Verkehrsregelung durch die Ampelanlagen wird die Zahl der Verkehrsunfälle sprunghaft ansteigen. Dies würde zu einem erhöhten Aufkommen von Einsatzfahrzeugen führen, wären nicht auch die Telekommunikation vom Stromausfall beeinträchtigt. Tunnelanlagen sind möglicherweise mit unabhängigen Stromversorgungsanlagen (USV) abgesichert, aber diese sind nur für einen Notbetrieb für kurze Zeit ausgelegt. Die Staukameras fallen zeitgleich mit dem Zusammenbruch der Stromversorgung aus. Die Verkehrsleitzentrale der ASFINAG Service GmbH ist mit USV ausgestattet, aber ohne Bilder der Überwachungskameras können keine Lenkungsmaßnahmen getroffen werden. Zudem werden die Signalbrücken über den Fahrbahnen der Autobahnen schwarz bleiben. Die automatische Mauteinhebung fällt ebenso aus wie die Straßenbeleuchtungskörper. Je nach Tankinhalt werden Kraftfahrzeuge aller Art über kurz oder lang liegen bleiben, weil an den Zapfsäulen keine Treibstoffe mehr abgegeben werden können. Elektrofahrzeuge werden je nach Ladezustand sehr rasch zum Stillstand kommen, weil an den Ladesäulen kein Strom ansteht. Wie bereits oben erwähnt, wird das Mobilfunknetz durch vermehrte Anrufe überlastet und nach wenigen Stunden vollständig zusammenbrechen. Ebenso werden die Straßen bedingt durch die Verkehrsunfälle zunehmend blockiert, was sich wieder auf die Eintreffzeiten der Rettungskräfte negativ auswirkt.

Im Bereich von Parkhäusern und Tiefgaragen fallen die Kassenautomaten aus, Lüftung und Beleuchtung fallen aus bzw. gehen in einen Notbetrieb über. Problematisch wird ein Stromausfall im Bereich von Garagen und Parkhäusern, die über kein Personal verfügen, welches sich vor Ort befindet, um Schranken manuell zu öffnen. Brandschutztüren und Brandschutztore, die durch Elektromagnete offen gehalten werden, schließen sich automatisch und müssen ebenfalls von Hand geöffnet werden, bleiben aber nicht geöffnet. Um ein automatisches Schließen zu verhindern werden diese Schutzeinrichtungen blockiert, wodurch im Brandfall eine ungehinderte Ausbreitung stattfinden kann. Der Verkehr auf den Autobahnen wird in der ersten Zeit relativ wenig gestört sein, da hier lediglich die Verkehrsleiteinrichtungen ausfallen. Probleme sind im Bereich der Autobahntunnels zu erwarten, da aus Sicherheitsgründen ein Einfahren nicht mehr möglich sein wird, weil die Portalampeln auf Rot springen. Im innerstädtischen öffentlichen Personennahverkehr werden Straßenbahnen und U-Bahnen sofort

vom Blackout betroffen sein. Dies hat zur Folge, dass viele Personen in den U-Bahnzügen stecken bleiben. Aufzüge in den Verkehrsstationen der öffentlichen Verkehrsmittel bleiben stecken und darin befindliche Personen. Das gleiche Schicksal widerfährt den Aufzügen in anderen Gebäuden und den darinnen befindlichen Personen. Oberleitungsbusse bleiben auf freier Strecke liegen und behindern bzw. blockieren den Fahrzeugverkehr. Straßenbahnen, die ihre Ausstiege annähernd auf Bodenniveau haben, können rasch evakuiert werden und die Fahrgäste können ihren Weg zu Fuß fortsetzen.

Der Gütertransport in den Gemeinden und Städten unterliegt den gleichen Behinderungen wie der Individualverkehr. Darüber hinaus werden durch den Stromausfall Laderampen, Rolltore und die Kühleinrichtungen an den Lieferadressen nicht mehr funktionieren. Das bedeutet für die Lieferantinnen und Lieferanten, dass sie ihre Waren wieder zum Ausgangspunkt mitnehmen müssen. Der Transitverkehr auf Österreichs Autobahnen wird nur in den Tunnelabschnitten behindert sein, da der Tankinhalt von Überlandlastkraftwagen weit über 500 Litern liegt. Mit Fortdauer des Stromausfalls werden sich die Probleme in den Städten wenn überhaupt, dann nur sehr langsam auflösen. In der ersten Phase, werden die Menschen versuchen mit ihren Angehörigen in Kontakt zu treten. Eltern werden versuchen ihre Kinder von den Kindergärten, Schulen und Horten abzuholen. In den Straßen wird weiterhin ein hohes Verkehrsaufkommen vorherrschen.

Dauert der Stromausfall mehr als 24 Stunden an, so wird der motorisierte Individualverkehr merklich abnehmen bzw. bereits zum Erliegen kommen. Viele Menschen werden, wenn sie ihre Zielorte überhaupt erreichen, wegen des Stromausfalls vor verschlossenen Türen ihrer Arbeitsstätten und Bildungseinrichtungen stehen.

Die Verkehrsunternehmen werden liegen gebliebene Straßenbahngarnituren und Busse mit Lastkraftwagen in die Garagen und Remisen abschleppen.

Der Luftfahrtverkehr wird in den ersten Stunden kaum beeinträchtigt, da die Flughäfen durch Bestimmungen der internationalen Luftfahrtbehörde über eine Notstromversorgung verfügen müssen. Das heißt, dass Starts und Landungen vorerst ohne Probleme möglich sind. Vor Probleme gestellt sehen sich die Passagiere, sobald sie den Flughafen verlassen. Hier wird sich für viele die Frage stellen, wie sie ihren Weg vom Flughafen zum Hotel oder sonstigen Zielpunkt bewerkstelligen werden.

Der Schiffsverkehr ist während der Tageszeit nicht beeinträchtigt, da Schleusen von den angeschlossenen Flusskraftwerken mit Strom versorgt werden können. Während der Nachtstunden kann es zu Beeinträchtigungen kommen, wenn die Schiffe über kein Bordradar und Navigationssysteme verfügen. Das bedeutet, dass die Lastkähne und Ausflugsschiffe vor Einbruch der Dunkelheit einen Hafen aufsuchen müssen, wo diese dann vor Anker gehen.

Auswirkungen auf die Infrastruktur der ÖBB

Wie weit die Vernetzung der einzelnen Komponenten im Eisenbahnbereich Einzug gehalten hat lässt sich daran erkennen, dass alle Betriebsführungszentralen, Energieleitwarten und elektronischen Stellwerke über Datenleitungen miteinander verbunden sind.

Mit zunehmender Modernisierung der Bahnstrecken werden herkömmliche Fahrdienstleitungen und deren Stellbereich an die großen elektronischen Stellwerke angebunden. Heute betreiben die Österreichischen Bundesbahnen 710 Stellwerke, wovon 295 elektronische Stellwerke sind und diese werden derzeit von fünf Betriebsführungszentralen gesteuert. Wurden bisher Weichen von den Fahrdienstleiterinnen und Fahrdienstleitern per Hand bedient, so erfolgt nun eine Fernsteuerung von wenigen Standorten aus. Durch die zunehmende Automatisierung steigt die Komplexität des Systems Eisenbahn kontinuierlich.

Die elektronischen Stellwerke steuern die Fahrstraßen der Züge, indem von hier die Weichen und Signale angesteuert werden. Gleichzeitig sorgen die Energieleitzentralen für die bedarfsgerechte Stromversorgung in den einzelnen Trassenabschnitten.

In den modernen Stellwerken und Betriebsführungszentralen werden die Fahrstraßen der Züge auf Monitorwänden angezeigt und über Computer gesteuert. Diese Betriebsführungszentralen sind notstromversorgt bzw. im westlichen Bereich an das bahneigene 16,7-Hz-Netz angebunden.

Zur Infrastruktur der Österreichischen Bundesbahnen zählen außer Signalen, elektrischen Weichen auch Weichenheizungen, Schaltgerüste, Fahrplananzeiger und Unterwerke. In Ostösterreich werden vorgenannte Bahnsysteme aus dem 50-Hz-Netz versorgt. Dadurch wird in der ersten Phase den Zugverkehr im Großraum Wien beeinträchtigt. Die Beeinträchtigung des Zugverkehrs wird, nach einer Zeitspanne von ungefähr 30 Minuten voll ausgeprägt sein, da die Signale über Akkumulatoren für diesen Zeitraum mit Strom versorgt werden.

Aus der Oberleitung wird abschnittsweise über Transformatoren auf den Oberleitungsmasten die Stromversorgung für Weichen und Weichenheizungen sowie Signale und Zugvorheizanlagen sichergestellt. Das bedeutet, dass Züge nicht sofort zum Stillstand gebracht werden müssen, sondern in jedem Fall noch die nächste Verkehrsstation erreichen können.

Auch die Strukturen, wie Aufzüge und Fahrtreppen, der Verkehrsstationen und Bahnhöfe benötigen für ihre Funktion Strom. Der Fahrkartenverkauf erfolgt über Fahrkartenautomaten oder in Personenkassen, die für ihre Aufgabenerfüllung von einer funktionierenden Stromversorgung abhängig sind.

Für den Fahrbetrieb kommen auf den elektrifizierten Strecken moderne Elektrolokomotiven zum Einsatz, die mit Thyristorsteuerungen ausgestattet sind und eine Leistungsaufnahmen von ca. 6 MW haben, wodurch im Blackout-Fall eine zu hohe Leistungsaufnahme erfolgt.

In den Standorten der ÖBB Produktion AG werden Triebfahrzeuge aller Arten gewartet und repariert, Hier befinden sich auch die Tankstellen für dieselbetriebene Lokomotiven und Triebfahrzeuggarnituren. Diese sind mit Tankstellen im öffentlichen Bereich vergleichbar. Sie sind ebenfalls mit elektrisch betriebenen Pumpen ausgestattet, die ebenfalls mit Strom aus dem 50-Hz-Netz angetrieben werden.

Die Container-Terminalstandorte, an denen die Container von der Schiene auf die Straße, oder umgekehrt umgeschlagen werden, sind alle auf Strom angewiesen.

Der Bahnstromverbrauch liegt im Durchschnitte zwischen 350 und 400 MW an einem normalen Reisetag. Die installierte Leistung der ÖBB-Kraftwerke beträgt 268 MW, wobei diese Leistung zum Ausregeln der Spitzenlast verwendet wird. Aus diesem Fakt erkennt man sofort, dass bei einem Wegfall der Partnerkraftwerke keine vollständige Versorgung mit Bahnstrom gegeben ist. Mit der verbleibenden Leistung der ÖBB-Kraftwerke von 268 MW wäre dann nur mehr ein Notbetrieb möglich. Ein nicht zu unterschätzendes Problem stellt die Kommunikation dar. Die Kommunikation über Zugfunk ist über weite Strecken von funktionierenden Datenleitungen abhängig. Ohne Zugfunk darf die Fahrt eines mit Zugfunk ausgerüsteten Zuges nur mehr bis zur nächsten Station erfolgen. Ein ebenso großes Problem entsteht durch den Ausfall der Signalanlagen nachdem die Stützbatterien leer sind.

Das allergrößte Problem ist, dass keine Bahnstromversorgung für Signale und Weichen der nicht elektrifizierten Nebenstrecken besteht. Die Stromversorgung von Weichen und Signal- und Sicherungseinrichtung erfolgt entlang von nicht elektrifizierten Bahnstrecken aus dem Ortsstromnetz. Hier kommt der Zugverkehr sofort zum Stillstand.

Wie sehr der Eisenbahnverkehr von einer funktionierenden Stromversorgung abhängig ist, zeigten die Ereignisse am 8. Dezember 2016, als eine 110kV-Leitung abgeschaltet werden musste, weil sich ein Paragleiter in den Leiterseilen verfangen hatte.

Am 7. April 2017, gegen vier Uhr früh sorgte ein Kabelbrand in einem Versorgungsschacht für einen kompletten Stromausfall im Bahnhofsbereich von Linz. Dadurch kam der gesamte Zugverkehr auf der Westbahnstrecke für rund zehn Stunden zum Erliegen. Der Personen-nahverkehr in der Region war noch bis in die Abendstunden sehr stark beeinträchtigt, lediglich der Durchreiseverkehr entlang der Westbahnstrecke konnte wieder aufgenommen werden. Von diesem Ereignis waren mehrere tausend Pendler und Zugreisende betroffen.

Ein ähnlicher Vorfall ereignete sich im Bahnhof Wien-Meidling am 21. Juni 2017. Die Auswirkungen waren, in diesem Fall, im Bereich der Südbahnstrecke zu spüren. Hier war der Schnellbahnverkehr bis in die späten Nachmittagsstunden beeinträchtigt.

Der Datentransfer zwischen den Energieleitwarten sowie zwischen den Betriebsführungszentralen und Stellwerken läuft über IKT-Strukturen.

Die Bahnstromversorgung des Großraumes Wien erfolgt über Partnerkraftwerke, die teilweise keine Schwarzstartfähigkeit aufweisen und nicht ohne größere Probleme wieder hochgefahren werden können.

Die Bahnstromkraftwerke sind schwarzstartfähig und können innerhalb von zwei Stunden das gesamte 16,7-Hz-Netz versorgen, wobei nur ein Notbetrieb aufrechterhalten werden kann. Die gesamte Leistung aller ÖBB-Kraftwerke beträgt, wie weiter oben bereits erläutert wurde, 268 MW. Der Spitzenlastfluss beträgt aber zwischen 350 und 400 MW, woraus ein Defizit von mindestens 82 MW resultiert.

Sinkt die Spannung auf 14,25 kV in den Oberleitungen, so ist nur mehr ein Notbetrieb möglich. Bei einem weiteren Abfall unter 11 kV ist eine elektrische Traktion nicht mehr möglich.

Ein weiteres Risikopotential steckt in den Datenverbindungen zu den Partnerkraftwerken bzw. in das Verbundnetz. Über diese könnte Schadsoftware auch in das System der ÖBB eingeschleust werden.

5 Erkenntnisse

Der englische Ausdruck „Blackout“ verkörpert mehrere Zustände. Einerseits kann sich ein Blackout einstellen, wenn es zu einer Blut- bzw. Sauerstoffmangelversorgung im Gehirn kommt und andererseits steht dieser Begriff in der Welt der Stromlieferantinnen und Stromlieferanten für den Zusammenbruch der Stromversorgung.

Für diese Arbeit wurde der Blackout als längerdauernder und flächendeckender bzw. weite Teile Europas betreffender Stromausfall beschrieben, wobei längerdauernd mit mehr als 24 Stunden definiert ist.

Es wurde in der Vergangenheit sehr viel über das Risiko eines Blackouts diskutiert. Diese Diskussion hat auch vor Fachzeitschriften nicht halt gemacht und wurde auch dort kontrovers beleuchtet.

Aufgrund der vorliegenden Erkenntnisse handelt es sich bei einem Blackout keinesfalls um ein verbales Schreckgespenst, sondern es kann durchaus von einer realen Bedrohung ausgegangen werden.

Analysiert man die Faktenlage, so kann davon ausgegangen werden, dass ein längerdauernder Ausfall der Grundversorgung der Bevölkerung mit Gütern des täglichen Bedarfs nach wenigen Tagen ein signifikantes Problem darstellt.

Selbst wenn es eine staatliche Notbevorratung geben würde, würde sich das Problem der Logistik stellen. Da es keine Tankstellen im öffentlichen Bereich gibt, die für das Betanken von Transportfahrzeugen herangezogen werden können. Somit käme die Verteilung entweder gar nicht zum Laufen, oder erliegt nach wenigen Tagen. Überlegungen für die Verteilung von Lebensmitteln das Österreichische Bundesheer einzusetzen führt auch zu keiner dauerhaften Lösung. Die Kräfte des Österreichischen Bundesheers hätten mit denselben Problemen zu kämpfen, wie alle anderen motorisierten Einheiten. Nach einem gewissen Zeitraum fehlt der Treibstoff, wobei in den Kasernen eigene Tankstellen vorhanden sind. Hier ist die Frage, wie der Nachschub gesichert ist.

Ein ebenso schwerwiegendes Problem tritt dann auf, wenn die Einsatzorganisationen ihre Einsatzfähigkeit, aufgrund der fehlenden Treibstoffversorgung einbüßen. Auch die staatliche Hoheitsverwaltung ist im Bereich der öffentlichen Sicherheit durch den Entfall der Stromversorgung massiv exponiert. Der Schutz der Bevölkerung kann nicht mehr im gewohnten Ausmaß wahrgenommen werden. Die öffentliche Sicherheit ist gefährdet und die verfassungsmäßigen Institutionen können den Schutz für Leib und Leben der Bevölkerung nicht mehr gewährleisten. Dies führt wiederum zum Verlust des Vertrauens der Bürgerinnen und Bürger in den Staat.

Obwohl die Auswirkungen katastrophale Ausmaße annehmen werden, wird Mangels Erfahrungswerten eine gegen Null gehende Eintrittswahrscheinlichkeit für einen Blackout angenommen. Das Risiko erscheint als relativ gering. Aber es besteht.

Tritt nun der Fall ein, dass ein längerdauernder flächendeckender Stromausfall erfolgt, käme diese Situation mit all ihren kaskadierenden Auswirkungen einer nationalen Katastrophe gleich. Da in einem solchen Fall aber auch davon ausgegangen werden muss, dass sich dieses Szenario nicht nur auf das Bundesgebiet Österreichs beschränkt, sondern vielmehr den gesamten Europäischen Raum betreffen würde, ist davon auszugehen, dass mit einer Hilfe aus diesen Ländern nicht zu rechnen ist.

Österreich stünde dann vor der Aufgabe diese Herausforderung alleine bewältigen zu müssen. Ob dafür aber alle verfügbaren staatlichen und ehrenamtlichen Institutionen ausreichen, ist zu bezweifeln.

Die Antwort auf die erste Forschungsfrage, ob alle kritischen Infrastrukturen von einer funktionierenden Stromversorgung abhängig sind, lautet eindeutig ja.

Auf die zweite Forschungsfrage, ob es Teile von kritischen Infrastrukturen gibt, die ohne Stromversorgung auskommen, muss eine negative Antwort gegeben werden. Auch wenn einzelne Bereiche über Notstromversorgung verfügen, kann damit kein normaler Alltagsbetrieb aufrechterhalten werden.

Auf die dritte Forschungsfrage, ob die Versorgung der Bevölkerung mit lebensnotwendigen Gütern aufrechterhalten werden kann, lautet die Antwort ebenfalls nein. Dazu wird auf den Umstand verwiesen, dass sich der Staat auf die zentralen Lager der Lebensmittelketten stützt, die selber, mit einer einzigen bekannten Ausnahme, sofort vom Blackout betroffen sein werden. Wie in den vorangegangenen Ausführungen beschrieben wurde, werden nicht nur die kritischen Infrastrukturen, sondern das gesamte Gesellschaftsleben betroffen sein.

Nachdem nun alle Forschungsfragen zur ersten Hypothese beantwortet wurden, ist davon auszugehen, dass ein Blackout im definierten Umfang zu katastrophalen Auswirkungen auf kritische Infrastrukturen führen wird. Somit ist diese Hypothese bestätigt.

Die zweite Hypothese, die aufgestellt wurde betrifft die ÖBB und lautet, dass durch die hohe Stromabhängigkeit der Schienenverkehr der ÖBB mit Eintritt des Blackout zum Erliegen kommt.

Dazu musste Forschungsfrage vier, nach dem Strombedarf für einen normalen Reiseverkehrstag beantwortet werden. Der erhobene Wert an einem normalen Reisetag liegt für die Spitzenleistung im Bereich von 350 – 400 MW. Entfällt die Grundlastabdeckung durch das 50-Hz-Netz, fallen im Großraum Wien nach ca. 30 Minuten Signalanlagen, Weichenantriebe und der Zugfunk aus. Alle anderen Einrichtungen wie Fahrkartenautomaten, Anzeigetafeln und Personenkassen fallen sofort aus, sofern keine Notstromversorgung, wie am Wiener Hauptbahnhof, besteht.

Forschungsfrage fünf korreliert direkt mit der Forschungsfrage vier. Die installierte Leistung aller Bahnstromkraftwerke beträgt in Summe 268 MW. Der Lastfluss aus den Bahnstrom-

kraftwerken könnte zwar bis in den Großraum Wien geleitet werden, reicht aber für einen Regelverkehr im Personentransport und Gütertransport nicht aus. Keine Beeinträchtigung des Zugverkehrs ist in den Regionen von Salzburg über Tirol bis Vorarlberg sowie in Kärnten und der Steiermark zu erwarten. In diesen Landesteilen erfolgt eine ausreichende Bahnstromversorgung aus der installierten Leistung von 268 MW der Bahnstromkraftwerke. In diesen Bereichen erfolgt auch die Versorgung von Weichen und Signalen aus der Oberleitung.

Wie in den Faktenaufstellungen beschrieben wurde, führt das 110-kV-Bahnstromnetz nicht vollständig bis nach Wien. Die Bahnstromerzeugung erfolgt für Wien durch Umrichten des 50-Hz-Stroms zu Bahnstrom. Die Pufferbatterien in Signalanlagen und Weichenantrieben reichen für ungefähr 20 bis 30 Minuten bzw. einen Stellvorgang. Weiters ist anzumerken, dass die Partnerkraftwerke entlang der Westbahnstrecke situiert sind, wodurch keine Einspeisung in das 110-kV-Bahnstromnetz erfolgt.

Der Großraum Wien ist von einem Ausfall des 50-Hz-Netzes praktisch sofort betroffen.

Die Betriebsführungszentrale Wien verfügt über eine ausreichende Notstromversorgung und es besteht ein aufrechter Vertrag mit einer Zulieferfirma für Treibstoff.

Die massivste Beeinträchtigung trifft die ÖBB auf den nicht elektrifizierten Nebenstrecken, da in deren gesamten Verlauf die Stromversorgung der gesamten Infrastruktur aus den öffentlichen Ortsstromnetzen erfolgt.

Somit kann gesagt werden, dass im Falle eines Blackouts der Zugverkehr dank der eigenen Stromerzeugung nicht in allen Bereichen Österreichs sofort zum Erliegen kommt.

Hypothese zwei wurde somit teilweise widerlegt.

der, zu setzenden Handlungen unerlässlich ist. Als sekundäres Risiko wurde die Gefahr eines Cyberangriffes auf die Infrastruktur der Kraftwerkssteuerung identifiziert.

6 Zusammenfassung

Im Kapitel 1 wurde der Status quo hinsichtlich des Wissensstandes über Natur, Naturgefahren und Schutzmaßnahmen beschrieben. Es scheint auch durch die Verfügbarkeit von Nachrichten und Informationen über Katastrophenereignisse in aller Welt ein Anstieg in der Häufigkeit zu geben. Betrachtet man die Auswirkungen von Katastrophen, so ist zu erkennen, dass hochtechnisierte Gesellschaften andere Auswirkungen als „ärmerer“ Gesellschaften zeigen. Erstere Gesellschaften erleiden einen höheren Verlust an Sachwerten, wohingegen arme Nationen eine große Anzahl an Toten zu beklagen haben.

Es hat sich auch die Wahrnehmung von Katastrophen verändert. So hat heute der Informationsaustausch eine Geschwindigkeit erreicht die enorm hoch ist. Dadurch nimmt die Bevölkerung Ereignisse von katastrophalem Ausmaß anders wahr als zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts. Es erscheint, als ob die Häufigkeit von regionalen und überregionalen Katastrophen zunimmt.

Im Kapitel 1.2 wurden die Hypothesen vorgestellt und die dazu erforderlichen Forschungsfragen gestellt.

Einerseits wurde die Behauptung aufgestellt, dass ein Blackout mit katastrophalen Auswirkungen auf alle kritischen Infrastrukturen verbunden ist. Diese Hypothese konnte durch die Beantwortung der Forschungsfragen bestätigt werden.

Die zweite erhobene Behauptung besagt, dass auch der Schienenverkehr der ÖBB von einem Blackout in der Weise betroffen ist, dass der Zugverkehr sofort zum Erliegen kommt.

Die Forschungsergebnisse ergaben dazu, dass nicht alle geografischen Bereiche Österreichs gleichermaßen betroffen sein werden.

Im Kapitel 2 wurde das staatliche Krisenmanagement erläutert. Es wurden die Grundlagen erörtert und der Entwicklungsprozess von kritischen Infrastrukturen beschrieben.

Das zentrale Thema des SKKM ist der Schutz der Bevölkerung sowie der verfassungsmäßigen Institutionen. In weiterer Folge wurde versucht mögliche Verhaltensmuster von Betroffenen aufzulisten.

Die Vulnerabilität der modernen Gesellschaft wurde anhand der Stromabhängigkeit dargestellt und erläutert. Aus dieser Abhängigkeit erwächst der Gesellschaft ein Risiko mit ungeahnten Auswirkungen. Die Folgen eines Blackout sind desaströs und weitgreifend.

Nach der Erklärung der Methodik im Kapitel 3 folgte die Auflistung der ausgewählten kritischen Infrastrukturen. Diese Auflistung macht deutlich, dass praktisch alles mit allem in irgendeiner Art vernetzt ist. Sei es über die Telekommunikation, Trinkwasserversorgung oder Versorgung mit lebensnotwendigen Gütern und Treibstoff. Und alle sind von einer funktionierenden Stromversorgung abhängig.

Das allerhöchste Risiko besteht in den Bereichen Trinkwasser- und Lebensmittelversorgung. Versagt die Wasserversorgung, so kann es zum Entstehen von Seuchen kommen. Grund

dafür ist, dass in den meisten Haushalten keine Bevorratung von Nutzwasser und auch keine Trinkwasser- und Lebensmittelbevorratung erfolgt. Dieses Manko bewirkt, dass bereits nach kurzer Zeit die Bevölkerung ohne Lebensmittel und Trinkwasser ist und von außen versorgt werden muss, aber wer kann diese Versorgung übernehmen. Diese Frage wäre in einer weiterführenden Untersuchung zu klären.

Fällt die Wasserversorgung gänzlich aus, stehen die Feuerwehren vor der Aufgabenstellung die Löschwasserversorgung aus alternativen Quellen sicherstellen zu müssen. Dies wird beim Fehlen von Vorratsbehältern oder offenen Fließgewässern zu einem enormen logistischen Problem, verbunden mit der Gefahr, dass sich Brände aufgrund von Wassermangel zu flächenhaften Großbränden entwickeln können.

Fällt der Strom aus, bricht die Telekommunikation entweder zeitgleich oder doch nach wenigen Stunden zusammen. Für eine koordinierte Hilfeleistung und Wiederherstellung werden aber genau diese Komponenten dringend benötigt. Die Kommunikation ist auch in allen anderen betrachteten kritischen Infrastrukturen Teil des Funktionserhalts.

Die Versorgung aller Fahrzeuge mit Treibstoff bricht sofort zusammen, da die elektrisch betriebenen Zapfsäulenpumpen nicht mehr funktionieren. In weiterer Folge bleiben immer mehr Fahrzeuge mit leeren Tanks entlang der Verkehrsrouten liegen.

In den Ballungszentren kommt es durch den Stromausfall und damit verbundenen Ausfall der Verkehrsleiteinrichtungen und Ampelanlagen zu einem sprunghaften Anstieg von Unfällen.

Diese Unfälle führen zu einer Überlastung der Notrufzentralen bei Feuerwehr, Polizei und Rettung, mit der Folge, dass die Zeit bis zum Eintreffen am Notfallort wesentlich länger wird. Außerdem müssen sich die Einsatzfahrzeuge durch teilweise verstopfte Straßenzüge kämpfen. Dies stellt schon jetzt eine große Herausforderung dar, wenn man an die Rettungsgasse denkt.

Der öffentliche Individualverkehr kommt unmittelbar mit einem Blackout zum Erliegen, da Straßenbahnen und U-Bahnen mit Strom betrieben werden. Straßenbahnen bleiben im Straßenverlauf stehen und blockieren die Weiterfahrt anderer Straßenverkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer, sowie Einsatzfahrzeuge.

Auch alle anderen Bereiche des öffentlichen Verkehrs sind mehr oder weniger stark betroffen.

Für die Kräfte der Feuerwehren wird in den ersten Stunden die Hauptaufgabe in der Personenbefreiung aus Aufzügen liegen, wodurch wichtige personelle Ressourcen gebunden sind. Im Bereich des Gesundheitswesens ist mit einem Anstieg der Mortalität von Personen zu rechnen, die von Dialysebehandlungen oder intensivmedizinischer Betreuung abhängig sind, da die gesamte Infrastruktur der Krankenanstalten auch mit Notstromversorgung rasch an die Grenzen der Belastbarkeit stößt. In geriatrischen Pflegeeinrichtungen wird es erforderlich sein, Personen mit besonderen Pflegebedürfnissen, beispielsweise Beatmungspflichtige, in

ein Krankenhaus zu transferieren. In den Krankenanstalten zeigt sich die Abhängigkeit von der Versorgung mit Treibstoff für die Notstromgeneratoren. Auch die Wasserver- und Abwasserentsorgung sowie die Abfallbeseitigung stellen die Krankenanstalten vor große Herausforderungen.

Ethische Probleme ergeben sich aus dem Ausfall von Kühleinrichtungen in den pathologischen Abteilungen und dem damit verbundenen rascheren Verwesungsprozess. Ebenso stellt ein längerdauernder flächendeckender Stromausfall das Pflegepersonal vor ethische Probleme, wenn eine weitere Versorgung von Patientinnen und Patienten, aufgrund fehlender Medikamente oder Sauerstoff, nicht mehr möglich ist.

Der Sektor der Hilfsorganisationen wird wie alle anderen kritischen Infrastrukturen von mehreren Ausfällen getroffen. Die Kommunikationsmöglichkeiten innerhalb der Feuerwehren kann über längere Zeit hinweg aufrecht erhalten werden, da in den Fahrzeugen oft Stromerzeuger eingebaut sind, über die Ladestationen für Funkgeräte oder auch das Feuerwehrhaus mit Strom versorgt werden kann. Das höchste Risiko liegt in den relativ kleinen Tankvolumina der Einsatzfahrzeuge und den fehlenden Kraftstoffreserven.

Wie in der Auflistung erwähnt, sind viele Rettungsdienststellen, die früher über eigene Haus-tankstellen verfügten heute auf die Betankung an den allgemein zugänglichen Tankstellen angewiesen. Die Tankstellen sind ihrerseits auch auf Strom angewiesen und können daher keinen Treibstoff abgeben. Notstromversorgte Tankstellen im öffentlichen Bereich sind nicht bekannt. Es gibt im Bereich der Landesfeuerwehrkommanden vereinzelt Tankcontainer für die Betankung der Hubschrauber des BMI oder von Feuerwehrfahrzeugen. Hier besteht aber die Gefahr, dass diese Tankcontainer leer sind, um einem Qualitätsverlust des Dieselmotorkraftstoffs zu begegnen. Auch wenn diese in den Tanklagern der OMV befüllt werden könnten, ist im Ernstfall fraglich, ob das Kraftwerk der Raffinerie anspringt und Strom produziert. Allgemein muss angemerkt werden, dass viele Notstromeinrichtungen im Ernstfall wegen leerer Tanks nicht den vollen Leistungsumfang erbringen können oder wegen mangelhafter Wartung gar nicht anspringen.

Die Auswirkungen auf die ÖBB ist, dank der Stromeigenproduktion, regional unterschiedlich. Im Großraum Wien wird in den ersten Stunden der Ausfall von Signalanlagen, die aus dem 50-Hz-Netz versorgt werden sowie durch den Ausfall des Zugfunks Probleme bereiten. Es ist daher auch in diesem Bereich mit einem zeitnahen Stillstand zu rechnen.

Sollte das gesamte 50-Hz-Netz ausfallen, so kann die Leistung der ÖBB-Kraftwerke bis in den Großraum Wien übertragen werden. Eine Vollversorgung des Bahnstrombedarfs ist aus dem 16,7-Hz-Bahnstromnetz nicht möglich. Ein Notfahrplan könnte dennoch aufrechterhalten werden. Ein völliger Blackout des Bahnstromnetzes ist zwar nicht zu erwarten, kann aber nicht mit 100%iger Sicherheit ausgeschlossen werden. Grund dafür sind die Datenverbin-

dungen zu den Partnerkraftwerken, über die die Regelung und der Datenaustausch erfolgen. Sie sind somit ebenfalls ein mögliches Angriffsziel für Schadprogramme. Sollte das 16,7-Hz-Bahnstromnetz wider Erwarten doch zusammenbrechen oder es zu Lastabwürfen kommen, dann ist ein Netzwiederaufbau binnen 2 Stunden möglich. (ÖBB-Bahnsysteme, 2017)

7 Aussichten und Handlungsfelder

Wie in den vorangegangenen Ausführungen erläutert wurde, bestehen für eine unterbrechungsfreie Stromversorgung Bedrohungen auf unterschiedlichen Ebenen und aus unterschiedlichen Richtungen.

In Österreich kam es bisher nur zu kleinräumigen und meist sehr kurzen Stromausfällen. Je nach Art des schädigenden Einflusses kann es jedoch zu massiven Störungen der Stromversorgung im gesamten Europäischen Raum kommen, der kaskadenartig andere Störungen der kritischen Infrastrukturen verursachen kann. Durch den raschen Einsatz von Notfallmannschaften der Energieanbieterinnen und Energieanbieter konnte bislang binnen weniger Stunden zumindest eine notdürftige Reparatur von Schäden durchgeführt werden und so die Versorgung mit Strom wieder hergestellt werden.

Aber neben den Bedrohungen aus dem natürlichen Bereich, durch Stürme, Lawinen, Steinschläge oder Eisregen steigt die Bedrohung aus dem Bereich der Cyber-Kriminalität.

Die letzten Jahre haben gezeigt, dass kein EDV-System von Hackerangriffen verschont bleibt. Kreditkartendaten, E-Mailkonten und sogar staatliche Systeme waren Ziel von direkten Angriffen. Hier stellt sich weniger die Frage des Datenschutzes, sondern vielmehr der Schutz der EDV-Netzwerke.

Als Handlungsfeld hierzu wurde die Absicherung der Steuerungssysteme der Kraftwerke erkannt.

Ein weiteres Handlungsfeld liegt in der Definition und Kommunikation von notstromversorgten Tankstellen an die Einsatzorganisationen und an das Österreichische Bundesheer.

Im Bereich der Österreichischen Bundesbahnen sind bereits viele Maßnahmen zur Ausfallsicherung getätigt worden. Grundsätzlich ist das Unternehmen gut auf einen Blackout vorbereitet, aber es gibt noch einige Dinge zu erledigen.

Es ist erforderliches Schlüsselpersonal festzulegen und es sind auch für die Familien dieser Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter entsprechende Vorsorgemaßnahmen zu treffen. Der Hintergrund zu dieser Überlegung ist, dass Personal, welches sich im Ernstfall um eigene Angehörige sorgen muss, nicht mit der erforderlichen Konzentration und Kraft an der Bewältigung der Krise mitwirken kann oder erst gar nicht am Handlungsort erscheint.

Es muss noch ein Managementhandbuch kreiert werden, in dem die zu setzenden Maßnahmen, die Örtlichkeiten und Zeithorizonte für Schlüsselpersonal genau definiert werden. Diese Pläne müssen daher nach Erstellung, an das Schlüsselpersonal kommuniziert und auch trainiert werden, sodass im Ernstfall ein Automatismus im Handlungsablauf erfolgen kann. Derzeit erfolgen Krisenübungen und Trainings für das Personal der Leitwarten in der Energieleitzentrale mit Computersimulationen.

Eine dringende Handlungsoption liegt in der Anerkennung bzw. Stärkung der Schwarzstartfähigkeit, denn ohne Schwarzstartfähigkeit würde ein 50-Hz-Netzausfall auch zu einem Blackout des 16,7-Hz-Bahnstromnetzes führen.

Wie man sieht, stellt die Stromversorgung quasi Lebensader und Achillesferse in einem dar.

Schlussendlich darf aber nicht vergessen werden, alle zuvor genannten Präventivmaßnahmen können nur dann greifen und funktionieren, wenn die gesamte Bevölkerung aktiv am Krisenmanagement teilnimmt. Wobei sich die Schaffung einer Gesetzesbasis auf nationaler Ebene, wie beispielsweise eine Mindestbevorratung, als äußerst hilfreich erweisen könnte. Es muss das Bewusstsein für Situationen geschaffen werden, die sich heute noch niemand vorstellen kann oder will. Auch das Thema Selbstbevorratung und Blackout-Vorsorge muss verstärkt aufgegriffen und kommuniziert werden. Denn auch die Krisenkommunikation ist eine wesentliche Bewältigungsstrategie. Dadurch steigt die Resilienz der österreichischen Bevölkerung.

Im Sinne von *actiopro reactio*:

**„Vorbereitet sein erhöht die Zahl der Handlungsfelder und
die Möglichkeit zielgerichtet zu reagieren.“**

Stellen wir uns vor alle Stromverbraucher Österreichs würden aus einer Steckdose versorgt und irgendjemand zieht den Stecker – die Folgen wären so weitreichend, dass sich das niemand wirklich vorstellen will. Die Worte von Max Frisch bringen es auf den Punkt.

***„Katastrophen kennt allein der Mensch, wenn er sie überlebt.
Die Natur kennt keine Katastrophen.“***

(Frisch, 1979)

8 LITERATURVERZEICHNIS

Anzengruber W.(2017): E – Energie 2017

APCIP - Masterplan 2014: Österreichisches Programm zum Schutz kritischer Infrastrukturen, http://www.kiras.at/fileadmin/migrated/content/uploads/Masterplan_APCIP_2014.pdf (zuletzt aufgerufen am 12.08.2017)

Austrian Standards Institute/Österreichisches Normungsinstitut (2011):
Önorm S2304, Integriertes Katastrophenmanagement

Autonome Provinz Bozen 2017: Schema einer Abwasserbehandlungsanlage, <http://umwelt.provinz.bz.it/wasser/wie-funktioniert-eine-klaeranlage.asp> (zuletzt aufgerufen 02.08.2017)

Beck U. (2015): Risikogesellschaft - Auf dem Weg in eine andere Moderne,
ISBN: 978-3-518-11365-3

Berger R. (2015): Blackout und die Aufgaben der Feuerwehr, Die Österreichische
Feuerwehr, Heft 7-8/2015: Seiten 24 – 27

Bing 2017: Beispiel einer automatischen Stallreinigung
<https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=8AxnnJG%2b&id=07649264BF9377061D602C8AF80A227634200D68&thid=OIP.8AxnnJG-V7aeWu3GFPS28QEsCo&q=Stall+ausmisten&simid=608012352514491986&selecte&dIndex=427&ajaxhist=0>
(zuletzt aufgerufen 01.08.2017)

BMFWF 2017 – Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft 2017,
Energiewelt Österreich

Brandaus (2014): Die Zeitschrift der Niederösterreichischen Feuerwehren,
Heft 7/8: Seiten 26 - 27

BMI - Bundesministerium für Inneres (2009): SKKM-Strategie 2020,
Abteilung II/4

BMI - Bundesministerium für Inneres (2013): SKKM - Staatliches Krisen- und
Katastrophenschutzmanagement, Rechtliche und Organisatorische
Grundlagen, , Abt. II/4

BMI - Bundesministerium für Inneres (o.J.): Zivilschutz in Österreich, Information des
Bundesministeriums für Inneres, Abteilung IV/1

Buric B., Marietheres van Veen, Kreuzer St., Gmeiner V.(o.J): Safety Ratgeber –
Blackout, Niederösterreichischer Zivilschutzverband,
http://www.noezsv.at/noe/media/0_Dokumente/Safety_Ratgeber_blackout.pdf
(zuletzt aufgerufen 30.07.2017)

B-VG 1930 - Bundes-Verfassungsgesetz 1930, BGBl. Nr. 1/1930 idF.
BGBl. I Nr. 2/2008, Artikel 10 Absatz 1, Ziffer 12
www.ris.bka.gv.at, (zuletzt aufgerufen am 30.07.2017)

Duroltd M., Klevesath J. (2015): Blackout – „Was passiert, wenn der Strom ausfällt?“. Welt
der Wunder, Heft 3: Seiten 8 - 18

- Elsberg M. (2013): Blackout – Morgen ist es zu spät, ISBN 978-3-442-38029-9
- EU (2008): Ermittlung und Ausweisung europäischer kritischer Infrastrukturen und die Bewertung der Notwendigkeit, ihren Schutz zu verbessern. –RICHTLINIE 2008/114/EG DES RATES vom 8. Dezember 2008 - http://www.kiras.at/fileadmin/migrated/content/uploads/EPCIP_RL_Amtsblatt.pdf (zuletzt aufgerufen am 03.08.2017)
- Felgentreff C., Glade T.(2008): Naturrisiken und Sozialkatastrophen ISBN:978-3-8274-1571-4
- Fischer E. P. (o. J.), Das große Buch der Elektrizität, ISBN 978-3-86941-443-0
- Gardemann/Menski (2008): in TAB 2010: S. 143 - 144
- Jachs S. (2011): Einführung in das Katastrophenmanagement, ISBN: 978-3-8424-0124-2
- Ladinig U., Saurugg H., (2012a): Blackout, Truppendienst, Heft 1: Seiten 34 - 45
- Ladinig U., Saurugg H., (2012b): Blackout, Truppendienst, Heft 2: Seiten 128 - 136
- Ladinig U., Saurugg H., (2012c): Blackout, Truppendienst, Heft 3: Seiten 224 - 234
- Ladinig U., Saurugg H., (2012d): Blackout, Truppendienst, Heft 4: Seiten 340 – 349
- Ladinig U., Saurugg H., (2014): Blackout, Truppendienst, Heft 1: Seiten 49 - 56
- Le Bon G. (1895): Psychologie der Massen, ISBN: 978-3-86820-026-3
- Lechner J.(2016): Risikowahrnehmung in der Bevölkerung. - Bevölkerungsschutz Heft 1: Seiten 6 - 10
- Meier T. (2017): Blackout. - Blaulicht, Fachzeitschrift für Brandschutz und Feuerwehrtechnik, Heft 2/2017: Seiten 10 - 13
- NÖ KHG - NÖ Katastrophenhilfegesetz 2016 (NÖ KHG 2016), LGBl. Nr 70/2016 <http://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrNO&Gesetzesnummer=20001126> (zuletzt aufgerufen am 12.08.2017)
- Niederauer W. (2017): Vorbereitung auf das Blackout, FEEURWEHR.AT, Heft 1-2: Seiten 28 - 29
- ÖBB – Österreichische Bundesbahnen: Zahlen, Daten, Fakten http://konzern.oebb.at/file_source/corporate/presse-site/Downloads/Publikationen/OEBBinZahlen_2016_de.pdf (zuletzt aufgerufen am 03.08.2017)
- Petermann T., Bradke H., Lüllmann A., Poetzsch M., Riehm U. (2010): Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften – am Beispiel eines großräumigen Ausfalls der Stromversorgung, TAB 2010 www.tab-beim-bundestag.de/de/untersuchungen/u137.html (zuletzt aufgerufen 30.07.2017)

Reichl J., Schmidthaler M., de Bruyn K., Muggenhumer G., Rebhandl L., Frank F., Mayr P., Vetö H., Rossa-Weber G., Theil G., Gererstorfer C., Nemec-Begluk S., Stukelj S., Saurugg H., (2011): Blackouts in Österreich (BlackÖ.1), Endbericht
<http://www.energyefficiency.at/web/projekte/blacko.html>
(zuletzt aufgerufen 30.07.2017)

Stadt Wien 2017: Großkläranlage Simmering,
<https://www.wien.gv.at/umwelt/kanal/geschichte/klaeranlagen.html>
(zuletzt aufgerufen 01.08.2017)

Saurugg H. (2012): Die Netzwerkgesellschaft und Krisenmanagement 2.0
https://www.cybersecurityaustria.at/images/pdf/die_netzwerkgesellschaft_und_krisenmanagement_2.0.pdf
(zuletzt aufgerufen 30.07.2017)

Saurugg H. (2015): Risikoeinschätzungen zu möglichen großflächigen und länger andauernden Strom- und Infrastrukturausfällen, Auswertung von Studien und Behördenberichten
<http://www.saurugg.net/wp/wp-content/uploads/2015/12/risikoeinschaetzungen-blackout-gefahr.pdf>
(zuletzt aufgerufen 30.07.2017)

Seitz J., Polla F. (2017): Steigende Produktivität – sinkende Resilienz, ,
Behörden Spiegel, Heft April: Seite 33

Steetskamp/van Wijk (1994): in Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften –
TAB (2010) Seite 32

TAB - Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (2010): Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften – am Beispiel eines großräumigen Ausfalls der Stromversorgung

TKG (2003) – Telekommunikationsgesetz (2003): §1 Absatz 1, BGBl. I Nr. 70/2003
www.ris.bka.gv.at, (zuletzt aufgerufen am 30.07.2017)

Tiroler Katastrophenmanagementgesetz (2006): LGBl. Nr. 33/2006,
http://www.ris.bka.gv.at/Dokument.wxe?ResultFunctionToken=66f239f2-fe45-496f-8e67-e7be14c5a55b&Position=1&Abfrage=Lgbl&Kurztitel=&Lgblnummer=&Bundesland=Tirol&BundeslandDefault=Tirol&VonDatum=&BisDatum=31.12.2013&SucheNachGesetzen=False&SucheNachKundmachungen=False&SucheNachVerordnungen=False&SucheNachSonstiges=False&ImRisSeit=Undefined&ResultPageSize=100&Suchworte=Katastrophenmanagement&Dokumentnummer=LGBL_TI_20060330_33
(zuletzt aufgerufen am 12.08.2017)

WHO – World Health Organization (1992): Protokoll über Wasser und Gesundheit
http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0007/88603/E89602.pdf
(zuletzt aufgerufen 12.08.2017)

Wikimedia 2017: 1000-Schillingschein mit der Abbildung von Viktor Kaplan und dem Donau-Kraftwerk Ybbs-Persenbeug,

[https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Kraftwerk_Ybbs-Persenbeug?uselang=de#/media/File:1000_Schilling - Kaplan-2011-17-07.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Kraftwerk_Ybbs-Persenbeug?uselang=de#/media/File:1000_Schilling_-_Kaplan-2011-17-07.jpg)
(zuletzt aufgerufen 01.08.2017)

Wikipedia 2017a: Gasdruckregelstation von Hoch- auf Mitteldruck,
<https://de.wikipedia.org/wiki/Erdgas>
(zuletzt aufgerufen 15.08.2017))

Wikipedia 2017b: Kraftwerk Theiß,
https://de.wikipedia.org/wiki/Kraftwerk_Thei%C3%9F#/media/File:Kraftwerk_Thei%C3%9F.jpg
(zuletzt aufgerufen 01.08.2017)

Wikipedia 2017c: Bahnstromsysteme in Europa,
https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Bahnstromsysteme
(zuletzt aufgerufen 12.08.2017)