

Bemessungsgrundlage für die Bevölkerungs- und Katastrophenschutzlogistik

Facharbeit gemäß § 21 VAP2.2-Feu NRW (2010) im Rahmen der Laufbahnausbildung für die 4. Qualifikationsebene in der Fachlaufbahn
Naturwissenschaft und Technik - fachlicher Schwerpunkt
feuerwehrtechnischer Dienst

Sebastian Eisenhardt

10. Dezember 2020

Aufgabenstellung Entwickeln Sie in Abhängigkeit der im Ereignisfall zu versorgenden Personenzahl und dem notwendigen Versorgungszeitraum eine skalierbare Bemessungsgrundlage für ein Bevölkerungs- und Katastrophenschutzlager. Erarbeiten Sie dieses am Beispiel eines großflächigen Stromausfalls. Welche Waren und Rohstoffe müssen in welchem Umfang mit Hinsicht auf einen Versorgungsengpass oder -ausfall eingelagert werden? Analysieren Sie den Flächenbedarf, die Lagerungsarten sowie die Umschlags- und Austauschmöglichkeiten der eingelagerten Waren (z.B. aufgrund von Mindesthaltbarkeit).

Ich versichere wahrheitsgemäß, die Arbeit selbstständig angefertigt, alle benutzten Hilfsmittel vollständig und genau angegeben und alles kenntlich gemacht zu haben, was aus Arbeiten anderer unverändert oder mit Änderungen entnommen wurde.

München, den 10.12.2020

.....

(Sebastian Eisenhardt)

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
2	Eingrenzung der Aufgabenstellung	2
3	Grundlagen	3
4	Konzeption der Waren und Rohstoffe	5
4.1	Trinkwasser	5
4.2	Lebensmittel	6
4.2.1	Einordnung der Bemessungsgrößen	6
4.2.2	Auswahl von Lebensmitteln	8
4.2.3	Zusammenstellung der Mahlzeitenpakete	9
4.2.4	Lagerung und Haltbarkeit	11
4.2.5	Alternative Systeme	11
4.3	Zubereitungsmöglichkeiten für Mahlzeiten	13
4.4	Hygienedurchführung	15
4.5	Beleuchtung	16
4.6	Zusammenfassung	16
5	Lager	18
5.1	Anforderungen an die Lagerung	18
5.2	Flächen, Umschlag und Skalierbarkeit	19
5.3	Austausch- und Verwertungsmöglichkeiten	21
6	Zusammenfassung und Ausblick	21
	Literatur	23
A	Lebensmittel Portionsmengen	26
B	Zusammenstellung der Tagesmahlzeiten	27
C	Berechnung Anzahl Aufkochvorgänge	27
D	Zusammenstellung der Pakete	28

Tabellenverzeichnis

1	Lebensmittelgruppen und ihre Bewertung nach [29]	8
2	Disaster Response Diets ("DRDs") nach [29] mit angegebenen Portionsanteilen.	9
3	Wochenration pro Person angelehnt an das milchenthaltende "DRD" nach [29]	10
4	Bewertung unterschiedlicher Brennstoffe und zugehöriger Brenner auf Grundlage von [28]	14
5	Zusammengestellte Pakete der Waren und Rohstoffe	17
6	Anzahl der zu lagernden Pakete für 1000 Personen in 500 Haushalten und 14 Tage, bei Lagerung auf Transportwagen unter Angabe des jeweiligen Gesamtgewichts und -stellflächenbedarfs	20
7	Zusammenstellung der Tagesmahlzeiten für sieben Tage mit der Lebensmittelauswahl und Portionenanzahl nach [29]	27
8	Geschätzte Massen und Volumen der einzelnen Komponenten und Lebensmittelpakete	28
9	Geschätzte Massen und Volumen der einzelnen Komponenten und Warenpakete	29

1 Einführung

Ein großflächiger Stromausfall stellt die Bevölkerung, die Wirtschaft und den Staat vor immense Herausforderungen. In ihrem Arbeitsbericht bezeichnet das Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag die Folgen eines solchen Ereignisses aufgrund des hohen Abhängigkeitsgrades in sämtlichen Sektoren der kritischen Infrastruktur und des öffentlichen Lebens als eine "Verbundkatastrophe" ([20], S. 31). Damit die Bevölkerung eine solche Situation bewältigen kann, ist es daher nötig, eine gewisse Autarkie und Resilienz herzustellen. Mit dem "Ratgeber für Notfallvorsorge und richtiges Handeln in Notsituationen" bietet das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) ferner eine Handlungshilfe unter anderem für die Einlagerung von Lebensmitteln und die persönliche Vorbereitung an, um ein Szenario wie z.B. einen länger andauernden Stromausfall für die Bevölkerung erträglich zu machen. Hierfür sollen in jedem Haushalt Vorräte für eine eigenständige Versorgung über 10 Tage hinweg gebildet werden (vgl. [1], S. 10 f). Dennoch wird die tatsächliche Widerstandsfähigkeit der Bevölkerung gegen Extremereignisse und ihre Folgen in der heutigen Zeit immer wieder infrage gestellt. Im Grünbuch des Zukunftsforums öffentliche Sicherheit werden die Fähigkeiten der Bevölkerung bzgl. der Resilienz und Vorbereitung auf einen längerfristigen Stromausfall als nicht im "nennenswerten Umfang vorhanden" ([24], S. 26) charakterisiert. Im Forschungsvorhaben "Wege zu einem Mindestversorgungskonzept - Kritische Infrastrukturen und Resilienz" der TH Köln wurde über eine nicht repräsentative Befragung von Haushalten festgestellt, dass "die durchschnittliche private Vorsorge [...] nicht den Mindestempfehlungen des BBK (entspricht)" ([22], S. 29), ferner nur rund 55% der Befragten über Konserven für fünf Mahlzeiten pro Person und lediglich rund 31% über einen Camping- oder Gaskocher im eigenen Haushalt verfügen. Weiterhin gehen die Autoren des dritten Gefahrenberichts der Schutzkommission beim Bundesminister des Innern von einer abnehmenden Risikowahrnehmung der Bevölkerung und sinkenden Bereitschaft, Verantwortung für sich selbst zu übernehmen, aus (vgl. [3], S. 88). In der jüngeren Vergangenheit haben unter dem Einfluss der Coronaviruspandemie hierbei eindruckliche Bilder von leeren Supermarktregalen über mehrere Wochen infolge der vorwiegend angewandten "just in time" Lagerhaltung und sogenannten "Hamsterkäufen" der Bevölkerung diese Einschätzung vorläufig bestätigt.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist, den Bedarf an Waren und Rohstoffen zur Versorgung der Bevölkerung während eines großflächigen Stromausfalls bei einem Versorgungsengpass oder -ausfall zu charakterisieren und die daraus resultierenden Folgen für die Lagerhaltung, ihre Rahmenbedingungen, wie Lagerfläche und Lagerungsarten, und den Umschlag, sowie Austauschmöglichkeiten zu erfassen. Die hieraus resultierenden Bemessungsgrößen sollen hinsichtlich der zu versorgenden Personenzahl und dem Versorgungszeitraum skalierbar sein.

2 Eingrenzung der Aufgabenstellung

Zur Eingrenzung der Aufgabenstellung werden im Folgenden mehrere Annahmen gemacht:

- Die vorzuhaltenden Waren und deren Menge werden für einen angenommenen Ausfall der regulären Versorgung für die Bevölkerung kalkuliert. Eine Reduzierung der Lagervorhaltung mit der Annahme, dass sich ein bestimmter Anteil der Bevölkerung selbst dauerhaft versorgen kann, ist aufgrund der fehlenden Möglichkeiten dies systematisch zu erfassen und den Erkenntnissen über die geringe Vorsorgebereitschaft aus mehreren Untersuchungen (vgl. [24], S. 26 f; [18], Kap. 4.2.5; [22], S. 29 f.), nicht angezeigt.
- Eine Eingrenzung des Begriffs der Großflächigkeit des angenommenen Stromausfalls ist schwierig. Sie kann einerseits alleinig über die Anzahl betroffener Personen, wie z.B. in urbanen Gebieten mit hoher Bevölkerungsdichte oder über die zusätzliche Angabe der betroffenen Fläche erfolgen, um ländliche und damit logistisch aufwändiger zu erschließende Strukturen zu erfassen. Ein großflächiges Ereignis impliziert u. U. auch, dass für die Bevölkerung keine geeignete Ausweich- oder eigenständige Fluchtmöglichkeit in noch versorgte Bereiche besteht bzw. aufgrund eingeschränkter Infrastruktur wie Tankstellen diese individuell nicht erreichbar sind. Für die Bearbeitung der Aufgabenstellung und damit die Bemessung der Waren und Rohstoffe wird daher vereinfachend angenommen, dass eine Zulieferung von Gütern ausgehend von nicht vom Stromausfall betroffenen Gebieten nicht wirksam möglich und somit eine weitestgehende Autarkie innerhalb des betroffenen Bereichs notwendig ist. Dies trägt einerseits ländlichen Regionen mit einer Vielzahl abgelegener, kleinerer Wohnorte Rechnung als auch großen Personenzahlen im urbanen Bereich, die aufgrund des hohen Grundbedarfs bei einer akuten Lage nicht schnell genug wirksam mit überörtlicher Hilfe versorgt werden können.
- Die Ursachen des Stromausfalls sind nicht in einer Naturkatastrophe oder schwerem Unwetter begründet. Dadurch sind Schäden, wie die flächige Zerstörung von Wohnhäusern und weiterer Infrastruktur, weitestgehend ausgeblieben. Dies bietet den Vorteil, dass die Bevölkerung größtenteils in ihren Häusern in gewohnter Umgebung verbleiben kann, Dinge des täglichen Bedarfs im direkten Zugriff hat und ggf. individuell angelegte Vorräte und verderbliche Lebensmittel noch aufbrauchen kann. Ferner ist so nur eine untergeordnete Logistik und Akquise von Übernachtungs- und Aufenthaltsräumen notwendig.
- Bei einem großflächigen Stromausfall nach o.g. Eingrenzung ist aufgrund der Komplexität im Zusammenwirken der Teilnetze im europäischen Verbundnetz nicht davon auszugehen, dass Reparaturen oder eine Stabilisierung mit gleichmäßiger Lastverteilung in kurzer Zeit möglich sind. Zwar ist die Teilversorgung einzelner Inselnetze abhängig von den genauen Umständen ggf. möglich, jedoch eine Synchronisierung der Netze bis zur Wiederherstellung der Vollversorgung ein aufwändiger Vorgang, der mehrere Tage in Anspruch nehmen kann. In Hinblick auf die Aufgabenstellung wird bzgl. der Skalierbarkeit der vorzuhaltenden

Waren daher mindestens von einer mehrtägigen Notwendigkeit für eine Versorgung ausgegangen.

- Es wird ferner angenommen, dass vor Ort Notstromkapazitäten und -fähigkeiten, wie Netzersatzanlagen und vorgerüstete Einspeisepunkte für Einrichtungen wie z.B. Supermärkte und einen Großteil der Tankstellen im nicht nennenswerten Maß zur Verfügung stehen. Die Notstromversorgung von Wohnhäusern ist nicht möglich.

3 Grundlagen

Im Fokus der folgenden Betrachtungen stehen die Herausforderungen und Einschränkungen, denen sich Einzelpersonen aufgrund eines nicht unmittelbar vorübergehenden Stromausfalls ausgesetzt sehen. Diese haben unmittelbaren Einfluss auf den Bedarf an Waren und Rohstoffen, um einen längerfristigen und großflächigen Stromausfall zu überstehen.

Direkt bemerkbar wird ein Stromausfall im eigenen Haushalt durch den Ausfall der elektrischen Geräte und der Beleuchtung. Ferner können vermehrt Heizungen und Klimageräte nicht mehr gesteuert werden und die Warmwasserbereitung eingeschränkt sein. Die Trinkwasserversorgung wird, sofern nicht örtliche Druckerhöhungsanlagen wie bspw. in Hochhäusern benötigt werden, ggf. noch vorübergehend durch den Restdruck gewährleistet, aber in der Regel langfristig ebenfalls unterbrochen. Damit fallen fast sämtliche Möglichkeiten der Hygiene, wie das Händewaschen, die Toiletten, Duschen und die Waschmaschine aus, was innerhalb weniger Stunden bereits gravierende Auswirkungen auf das persönliche Wohlbefinden und Verhalten mit sich führt.

Massive Einschränkungen bringt der Wegfall sämtlicher Informations- und Kommunikationsmittel mit sich. In kurzer Zeit sind die im heutigen Alltag stets verfügbaren Möglichkeiten zur Informationsgewinnung, wie Telefonie, Mobilfunk, Internet und Fernseher nicht mehr betreibbar oder die Restkapazitäten aufgrund massenhafter Nachfrage überlastet. So können unmittelbar zentrale Empfehlungen zur Verhaltensweise kaum abgerufen und Notrufe überhaupt nicht abgesetzt werden.

Unmittelbar nach dem Ausfall stehen kaum mehr Möglichkeiten zur kurzfristigen Selbstversorgung mit Lebensmitteln und Dingen des täglichen Bedarfs zur Verfügung. Bspw. können die meisten Supermärkte nicht ordnungsgemäß betrieben werden, da bereits die Zugangstüren und Kassensysteme von der Stromversorgung abhängig sind. Mit dem Ausfall der Aggregate verderben zusätzlich die kühlpflichtigen Lebensmittel innerhalb kurzer Zeit. Problematisch gestaltet sich ebenso die Zubereitung der Lebensmittel. Da sämtliche elektrisch betriebenen Küchengeräte ausfallen, ist das Erhitzen von Speisen im üblichen Rahmen nicht möglich, sofern keine Gasöfen oder -herde verwendet werden.

Das alltägliche Leben zeigt sich nach kürzester Zeit radikal verändert. Bereits der Weg zur Arbeit mit dem Auto oder öffentlichen Verkehrsmitteln ist aufgrund ausgefallener Ampelanlagen, Tankstellen oder Oberleitungen stark eingeschränkt. Elektrische Arbeitsmittel und Anlagen sind abhängig von einer Notstromversorgung nur noch im reduzierten Betrieb. Der Hausmüll wird nicht mehr abgeholt. Kartenzahlung im Handel und die Bargeldversorgung sind nach einem Ausfall der Infrastruktur nicht mehr

gewährleistet. Die Versorgung mit Medikamenten und ärztliche Behandlungen reduzieren sich schwerpunktmäßig auf die notstromversorgten Kliniken, da Apotheken und ärztliche Praxen nicht mehr öffnen können. Hier kommt es zu einem Engpass mit einer hohen Eintrittswahrscheinlichkeit der Überlastung der verbliebenen Ressourcen. Die Situation von schwer- oder chronisch erkrankten Personen, wie Dialysepatienten und -patientinnen sowie Diabetikern und Diabetikerinnen, wird hierdurch deutlich verschärft und wird voraussichtlich in vielen Fällen zum Tod führen.

Es lassen sich somit mehrere kritische Bedürfnisse von betroffenen Personen ableiten:

- Trinkwasser
- Lebensmittel
- Zubereitungsmöglichkeiten für Mahlzeiten
- Hygienedurchführung
- Beleuchtung
- Wärmeerhalt
- Medizinische (Notfall)-Versorgung (Rettungsdienst und Medikamente)
- Verhaltenshinweise/Informationen

Im Rahmen einer Waren- und Rohstoffvorhaltung in einem Katastrophen- und Bevölkerungsschutzlager können die Bedürfnisse nach einer medizinischen Notfallversorgung und kurzfristigen Verhaltenshinweisen nicht bedient werden. Die Einlagerung von Medikamenten ist zwar grundsätzlich möglich, jedoch stellt sich die Frage nach zu setzenden Schwerpunkten bei der Bevorratung. So sind zu kühlende Medikamente, wie Insulin, kaum sinnvoll lagerbar, da in der Regel der vor Ort benötigte Bedarf nicht bekannt ist und die Kühlaggregate die Notstromversorgung eines solchen Lagers nicht unerheblich belasten. Alle weiteren Medikamente stehen in der Regel in den örtlichen Apotheken zur Verfügung, die zwar in der Regel nicht notstromversorgt sind, jedoch zumindest noch zugänglich gemacht werden können. Hier sind organisatorische Konzepte denkbar, die eine Notfallausgabe bei gleichzeitiger Sicherstellung der Beratung durch das Apothekenpersonal gewährleisten. Für besonders verwundbare Personen, wie Dialysepatienten und Dialysepatientinnen, sind separate Versorgungskonzepte notwendig, die im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter betrachtet werden.

Kurzfristige, situationsbezogene Informationen lassen sich grundsätzlich nicht vorhalten. Sehr wohl sind jedoch allgemeine Verhaltenshinweise und Konzepte erstellbar, die im Rahmen der Warenausgabe direkt mit verteilt werden können. So lassen sich Hinweise und Anleitungen zum sparsamen Umgang mit Trinkwasser, die sichere Handhabung von Brennstoffen, Notfallregelungen für die richtige und hygienische Entsorgung von Abfall und Unrat und Anlaufstellen für Notrufe und weitergehende Fragen, wie bspw. im Projekt "Kat-Leuchttürme" in Berlin (vgl. [15]), kommunizieren. Dies bedingt jedoch einer gründlichen Vorplanung unter Kenntnis aller Rahmenbedingungen vor Ort.

Sofern, wie in Kap. 2 angenommen, Wohnhäuser weiterhin bewohnbar sind, ist es sinnvoll, die einzelnen Bewohner und Bewohnerinnen in ihren Wohnungen zu belassen. Hierdurch stehen die Dinge des täglichen Bedarfs, wie Kleidung, Sitzgelegenheiten und Schlafplatz unbeeinträchtigt zur Verfügung. Da in der Regel ebenfalls Kleidung für den Winter und kalte Witterung vorhanden ist, ergibt sich nicht die Notwendigkeit zusätzliche Hilfsmittel, wie z.B. Decken, für den Wärmeerhalt oder Übernachtungskapazitäten vorzuhalten.

Die weiteren Betrachtungen beziehen sich daher auf die verbliebenen Bedürfnisse und welche Waren und Rohstoffe geeignet sind, diese zu bedienen. Einen Schwerpunkt bildet hierbei die Versorgung mit Lebensmitteln und die Erarbeitung eines Konzepts.

4 Konzeption der Waren und Rohstoffe

Für eine zielführende Konzeption stellt sich grundsätzlich die Frage, wie die Bevölkerung die vorgehaltenen Waren und Rohstoffe erhalten soll. Denkbar sind dezentrale, durch das Lager zu beliefernde Versorgungsstellen, die den Betroffenen als Anlaufpunkte dienen, um entweder dort direkt versorgt zu werden oder alternativ die Waren selbst abzuholen. Alternativ ist die Belieferung der Bevölkerung zuhause direkt vom Lager aus denkbar. Alle Möglichkeiten bedingen, dass die Bevölkerung entsprechende Verhaltenshinweise erhält.

Eine direkte Versorgung bietet den Vorteil, dass den Personen keine weiteren Rohstoffe und Hilfsmittel für bspw. die Zubereitung von Mahlzeiten gestellt werden müssen. Aufgrund des hohen Bedarfs der zu erwartenden Personenzahlen stellt es sich jedoch als Herausforderung dar, Aufenthaltsmöglichkeiten und notstromversorgte Infrastrukturen wie Großküchen in der benötigten Anzahl zur Verfügung zu stellen und Wartezeiten bei der Ausgabe in angemessenem Rahmen zu halten. Hier kann es sich als vorteilhafter erweisen, eine reine Warenausgabe vorzusehen, bei der die Bevölkerung Waren und Rohstoffe für die eigenständige Bewältigung der Lage erhält und sich ggf. wieder nach Hause begibt. Es wären hierbei Pakete zu konzipieren, dezentrale Ausgabestellen zu definieren und Auslieferungsmöglichkeiten und -kapazitäten vorzuplanen. Dieser Ansatz soll aufgegriffen werden. Im Folgenden werden daher die benötigten Waren und Rohstoffe betrachtet und zur Ausgabe in Form von Paketen zusammengestellt.

4.1 Trinkwasser

Trinkwasser ist nicht substituierbar. Gleichzeitig ist der unmittelbare Bedarf nach einem Ausfall der Trinkwasserversorgung hoch und mit Hinblick auf den logistischen Aufwand einer Ersatzverteilung zeitkritisch. Nach ([1], S. 34) sind für eine private Bevorratung pro Person 2 l pro Tag vorzusehen, wobei 1,5 l als Getränk und 0,5 l für die Zubereitung von Lebensmitteln vorgesehen sind. Für die Zubereitung der in Kap. 4.2.3 zusammengestellten Lebensmittelportionen ist dies voraussichtlich ausreichend. Hieraus entsteht ein hoher Bedarf, der für 10.000 Personen allein an einem Tag bereits ein Lagervolumen von 20 m³ beansprucht.

Gemäß dem Wassersicherstellungsgesetz [12] sind Pflichten zur Vorsorge vorgeschrieben, um die Bevölkerung im Verteidigungsfall mit dem lebensnotwendigen Bedarf an Trinkwasser versorgen zu können. Die entsprechenden Planungen werden hierbei gem. § 4 Abs. 1 durch die jeweiligen Landkreise und kreisfreien Städte vorgenommen und können grundsätzlich auch für andere Szenarien herangezogen werden. In einem angenommenen Stromausfallszenario werden dabei, abhängig von den lokalen Gegebenheiten, unterschiedliche Anforderungen an den Vorplanungsgrad gestellt. So können über Hochbehälter und den herrschenden Restdruck in den Leitungen teilweise noch über mehrere Tage Haushalte versorgt werden, auch da die Industrie als Großabnehmer voraussichtlich wegfällt. Sofern dies nicht sichergestellt werden kann, stehen ggf. Notbrunnen zur Verfügung, die jedoch einzeln entsprechend vorbereitet, mit Personal besetzt und bedient werden müssen. Zusätzlich müssen Vorplanungen und Handlungsanweisungen für die Information der Bevölkerung über Ausgabestellen, mitzubringende Behältnisse und die Weiterbehandlung des Wassers durch ggf. Desinfektion erstellt werden.

Eine Bevorratung von Trinkwasser in einem Lager erscheint aufgrund der hohen vorzuhaltenden Menge und bei Annahme eines großflächigen Versorgungsausfalls als nicht möglich. Wie bei Notbrunnen auch, müssen zentrale Ausgabestellen beliefert werden, was einen erheblichen logistischen Aufwand mit entsprechendem Zeitverzug erzeugt. Eine aktive Aufklärung der Bevölkerung bzgl. der privaten, individuellen Vorsorge erscheint angezeigt (vgl. [3], S. 89). Eine Möglichkeit zur Selbsthilfe können bei vorhandenen und geeigneten Gewässern vor Ort jedoch Wasserfilter bieten. Das so gefilterte Wasser kann bei Bedenken bzgl. weiterer Viren- oder chemischen Belastungen unter Umständen durch Zugabe von Desinfektionsmitteln aufbereitet, in Flaschen gefüllt und transportiert werden.

4.2 Lebensmittel

Im Folgenden werden anhand ernährungswissenschaftlicher Erkenntnisse und Richtwerte für den täglichen Bedarf einer Person Vorschläge für die Zusammenstellung von geeigneten Lebensmitteln und Waren gemacht. Im Anschluss werden bestehende Empfehlungen zur privaten Bevorratung und verbreitete Ernährungskonzepte für ähnliche Situationen betrachtet und eingeordnet. Sie sind ggf. als Alternativen oder Ergänzung eines Versorgungskonzeptes denkbar.

4.2.1 Einordnung der Bemessungsgrößen

Der Ernährungsstatus eines Menschen unterliegt einer Vielzahl an Einzelfaktoren in den Bereichen seines physiologischen Zustands, der Umwelt, der Nahrungsmittel und seiner Gewohnheiten (vgl. [9], S. 102). Der individuelle Bedarf weicht daher unter Umständen erheblich von Durchschnittswerten einer Vielzahl publizierter Empfehlungen und Referenzwerte zum Energie- und Nährstoffbedarf ab.

So unterteilt die Empfehlung "D-A-Ch Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr" der Deutschen, Österreichischen und Schweizerischen Gesellschaften für Ernährung in verschiedene Alters- und Personengruppen, wie Säuglinge, Schwangere, Jugendliche und Erwachsene und nimmt dabei Rahmenbedingungen in Mitteleuropa an (vgl. [6]).

Die DGE e.V. setzt die Werte für die Energiezufuhr zusätzlich in ihren Erläuterungen zur D-A-Ch Publikation konkret für Gemeinschaftsverpflegungen in Relation zur körperlichen Aktivität (sog. PAL (physical activity level)-Wert) und gibt für die Gruppe der 19- bis 65-jährigen Erwachsenen bei einem PAL-Wert von 1,4 (vorwiegend sitzende Tätigkeit) einen Referenzwert von 2150 kcal pro Person und Tag an (vgl. [23], S. 8 u. S. 36). Ähnliche Werte finden sich unter anderem in Publikationen der WHO [19]. Diese Referenzwerte stellen dabei stets Empfehlungen dar, die auf eine langfristige Ernährung im Alltag ausgelegt sind. Es stellt sich jedoch die Frage, welche Maßstäbe und Ziele für die Bemessung von Lebensmitteln bei einem angenommenen Ausfall der regulären Versorgung anzusetzen sind. Ein Ziel wäre es, mindestens die Überlebensfähigkeit der Bevölkerung sicherzustellen. Sofern bei Eintritt des Ereignisses eine Mangelernährung nicht bereits vorlag, zeigt sich der Mensch für eine gewisse Zeit widerstandsfähig gegenüber Nahrungsentzügen und sogar Hungersnöten. Eine ausreichende Trinkwasserversorgung vorausgesetzt, sind gesunde, normalgewichtige Erwachsene fähig mit ca. 40 bis 50% des regulären Energiebedarfs dauerhaft zu überleben (vgl. [8]). Über einen kurz- bis mittelfristigen Zeitraum wäre es so möglich, die Versorgung mit Energie liefernden Makronährstoffen wie Fetten, Kohlenhydraten und Proteinen sicherzustellen, sofern eine ausreichende körpereigene Reserve an Mikronährstoffen wie unter anderem Vitaminen und Mineralstoffen angenommen wird. Für eine skalierbare und damit zeitdauerunabhängige Bemessung erscheint es jedoch notwendig die Lebensmittelauswahl ebenfalls anhand der benötigten Mikronährstoffe zu orientieren.

Die Publikation "Food selection criteria for disaster response planning in urban societies" von Michelle Wien und Joan Sabaté [29] beschäftigt sich in diesem Kontext mit den Auswahlkriterien solcher Lebensmittel für Katastrophenschutzplanungen und soll daher im Folgenden näher betrachtet werden. Anhand der Auswahlkriterien wurden sog. "Disaster Response Diets" (DRDs) zusammengestellt. Hierfür wurden elf Lebensmittelgruppen gebildet und in einem dreistufigen Prozess im Hinblick auf ihre Eignung bewertet:

- Bestimmung der Nährwertdichte anhand des "naturally nutrient rich (NNR) score" nach [7]. Ein hoher Wert stellt dabei eine hohe Nährwertdichte bzgl. 14 Schlüsselnährstoffen¹ pro 2000 kcal dar.
- Bewertung anhand einer Punkteskala (0 bis 3) und Vergleich der Lebensmittelgruppen nach Nährwertdichte, Lagerfähigkeit/Haltbarkeit, Zubereitungsaufwand, kultureller Akzeptanz/Unverträglichkeiten.
- Zusammenstellung von drei "DRDs" (Milchenthaltend, MilCHFfrei, "Grab-and-Go") mit Nährwerten zwischen 40 und 50% des täglichen Energiebedarfs und mindestens 40% des täglichen Bedarfs an 9 der 14 Schlüsselnährstoffe nach dem "NNR score". Gleichzeitig wurden überdurchschnittliche Gesamtpunktzahlen in den o. g. Bewertungskriterien gefordert.

Beachtet werden muss jedoch unter anderem dass der für die Nährwertdichte zugrundeliegende "NNR score" keine Bewertung hinsichtlich der Bioverfügbarkeit und keine

¹ Protein; Vitamine A, D, E, C, B-1, B-2 und B-12; Folat, Calcium, Eisen, Zink, einfach ungesättigte Fettsäuren und Kalium

Tabelle 1 Lebensmittelgruppen und ihre Bewertung nach [29]

Lebensmittelgruppe	Punktzahl	Besonderheiten
Trockenzerealien	12	-
Nüsse	10	teilweise Unverträglichkeiten
Früchte (getrocknet)	10	geringere Nährwertdichte
Getreide (-produkte)	9	warme Zubereitung nötig
Hülsenfrüchte	7	warme Zubereitung nötig
Fleisch/Fisch (getrocknet)	8	entspricht nicht allen Ernährungsmodellen
Milchpulver	7	kalte Zubereitung möglich, verbreitete Unverträglichkeit
Gemüse (frisch)	8	großer Platzbedarf, geringere Haltbarkeit, warme Zubereitung nötig
Früchte (frisch)	6	großer Platzbedarf, geringe Haltbarkeit
Milch (frisch)	5	großer Platzbedarf, geringe Haltbarkeit, verbreitete Unverträglichkeit
Eier	5	großer Platzbedarf, geringe Haltbarkeit, warme Zubereitung nötig
Fleisch/Fisch (frisch)	4	großer Platzbedarf, geringe Haltbarkeit, warme Zubereitung nötig, entspricht nicht allen Ernährungsmodellen

Gewichtung der einzelnen Mikronährstoffe durchführt (vgl. [7], S. 729). Die so zusammengestellten Lebensmittel bzw. ihre Gruppen müssen somit im Gesamten aus ernährungswissenschaftlicher Sicht betrachtet und eventuelle Defizite anderweitig ausgeglichen werden.

Eine solch systematische Erfassung erscheint für eine erste Auswahl und Konzeption von Lebensmitteln im Rahmen dieser Arbeit dennoch zielführend. Die wesentlichen Ergebnisse der Arbeit von Wien und Sabaté sollen im Folgenden aufgegriffen und in Bezug auf die Aufgabenstellung eingeordnet und konkretisiert werden.

4.2.2 Auswahl von Lebensmitteln

Die elf Lebensmittelgruppen, deren Gesamtpunktzahlen und Besonderheiten aufgrund der Bewertung nach [29] werden in Tabelle 1 zusammengefasst.

Als Kriterium für die Auswahl der Lebensmittelgruppen galt eine minimale Haltbarkeit von mindestens zwölf Monaten. Für eine zentrale Bevorratung stellt dies eine relativ kurze Zeit dar, die zu einem entsprechenden logistischen Mehraufwand bzgl. Einlagerung, Überprüfung, Austausch und Verwertung führen kann. Die geschätzten Haltbarkeiten der einzelnen Lebensmittelgruppen werden daher in Kap. 4.2 näher dis-

Tabelle 2 Disaster Response Diets ("DRDs") nach [29] mit angegebenen Portionsanteilen.

Milchenthaltend	Milchfrei	"Grab-and-Go"
5× Getreide/-produkte 1× Hülsenfrüchte 1× Nüsse 1× Früchte (getrocknet) 1× Milchpulver	5× Getreide/-produkte 1× Hülsenfrüchte 2× Nüsse 1× Früchte (getrocknet) -	3× Trockenzerealien - 3× Nüsse 3× Früchte (getrocknet) -

kutiert.

FrISChe Lebensmittel und Eier scheiden grundsätzlich aufgrund ihrer geringen Haltbarkeit aus. Einige Komponenten, wie Milch, sind jedoch nur bedingt substituierbar und werden als rehydrierbares Milchpulver weiter betrachtet.

Die zusammengestellten "DRDs" und ihre Bestandteile werden in Tab. 2 dargestellt. Zum Einsatz kommen jeweils einzelne Portionen, die aus verschiedenen Komponenten der jeweiligen Lebensmittelgruppe bestehen.

Auffällig ist, dass sich die Varianten "Milchenthaltend" und "Milchfrei" lediglich durch das Milchpulver und eine zusätzliche Portion Nüsse unterscheiden. Dies ermöglicht es, Pakete zur Versorgung eines Haushalts mit unterschiedlichen Ernährungsformen besser zusammenzustellen, ohne eine zu hohe Diversifizierung und damit komplexere Lagerhaltung und Logistik der vorzuhaltenden Lebensmittelgruppen zu erzeugen. Die Bezeichnung der "Grab-and-Go DRD" impliziert, dass infolge einer Katastrophe der bisherige Aufenthaltsort nicht beibehalten werden kann. Die Portionen sind daher darauf ausgelegt, ohne Zubereitung zu sich genommen zu werden. Für das angenommene Szenario erscheint die Notwendigkeit einer solchen Mahlzeit nicht zu bestehen. Jedoch kann eine Integration der Trockenzerealien ggf. eine Frühstücksalternative darstellen, die die Abwechslung der Mahlzeiten erhöht.

Alle Komponenten der "DRDs" sind pflanzenbasiert und das Fehlen eines Fleischanteils wirkt zunächst ungewöhnlich. Jedoch steht in einer Anwendungssituation der "DRDs" eine Minimalversorgung im Fokus für die Fleisch ernährungstechnisch nicht notwendig ist.

4.2.3 Zusammenstellung der Mahlzeitenpakete

Auf Basis der Portionenkonzepte der "DRDs" nach [29] werden im Folgenden die konkreten vorzuhaltenden Lebensmittel und ihre Mengen geplant. Die Ausarbeitung ist hierbei als Vorschlag anzusehen, wie ein Paket zur Versorgung einer Person zusammengestellt werden kann. Als Planungszeitraum werden sieben Tage angesetzt. Dies bietet den Vorteil, dass eine Abwechslung der Mahlzeiten an mehreren Tagen in der Woche ermöglicht wird, ohne dass die Vorhaltung von Kleinstmengen für eine tagesgenaue Versorgung notwendig wird. Problematisch bzgl. einer Zubereitung sind die angesetzten rohen Erbsen und Sojabohnen, da hier eine sehr lange Einweich- und Kochzeit notwendig ist und somit zusätzliches Wasser und Brennstoff benötigt würde. Darüber hinaus sind Sojabohnen hierzulande selten in Mahlzeiten zu finden, bieten aber eine besonders hohe Nährwertdichte und hohe Bioverfügbarkeit. Als Alternative

Tabelle 3 Wochenration pro Person angelehnt an das milchenthaltende "DRD" nach [29]

Getreide/- produkte (trocken)	Trocken- zerealien	Hülsenfrüchte (gekocht)	Nüsse	Früchte (getrock- net)	Milchpulver
Reis 275 g	Cornflakes 80 g	Erbsen 480 g	Mandeln 60 g	Aprikosen 120 g	150 g
Grieß 30 g	Granola 90 g	Sojabohnen 450 g	Walnuss 60 g	Feigen 120 g	
Salzkräcker 70 g		Kidneybohnen 130 g	Cashews 60 g	Rosinen 120 g	
Pasta 225 g		Kichererbsen 110 g	Pecans 60 g	Datteln 120 g	
		Linsen 110 g	Pistazien 90 g	Apfel 180 g	

werden diese Bestandteile im Folgenden daher im gegarten Zustand in Dosen weiter beplant. Als Umrechnungsfaktor zwischen trockenen und gekochten² Erbsen, Sojabohnen, Pasta und Reis wird ein Wert von 2,5, für Weizengrieß ein Faktor von 7 angesetzt.

In einer Statistik der Techniker Krankenkasse [30] werden zur Verbreitung von Laktoseintoleranz in der Bevölkerung altersabhängig schwankende Werte zwischen 1 und 12% angegeben, andere Quellen sprechen von bis zu 15%. Es ist daher schwierig, eine allgemeingültige Festlegung bzgl. eines Minderbedarfs an Milchpulver zu treffen, ohne weitere Untersuchungen ggf. auch nach regionalen Kriterien durchzuführen. Eine vorsichtige Abschätzung für eine Bemessung des geringeren Bedarfs an Milchpulver und den Mehrbedarf an Nüssen kann mit 5% erfolgen. Gegebenenfalls ist es jedoch sinnvoll, den Mehrbedarf an Nüssen am Maximalwert von 15% zu orientieren, um eine Minderversorgung auszuschließen. Um die Logistik zu vereinfachen, wären Milchpulver und die zusätzlichen Nussportionen separat von den Wochenrationen zu lagern und auszugeben.

Die Kompatibilität der ausgewählten Lebensmittel mit den verschiedensten Ernährungsmodellen und kulturellen Ansprüchen ermöglicht es, eine geringe Bandbreite an Lebensmitteln vorzuhalten und dennoch wesentliche ernährungstechnische Grundbedürfnisse durch hohe Nährwertdichten zu bedienen. Die Verträglichkeit der Lebensmittel für junge und ältere Personen ist im Allgemeinen gegeben. Einzig für Säuglinge sind ggf. andere Lebensmittel notwendig, die einer individuellen Vorplanung, sowie Vorratshaltung bedürfen und daher nicht weiter betrachtet werden. Sofern eine Versorgung auf einem höheren Niveau (bspw. einem Tagesbedarf von ca. 2150 kcal nach [23]) angestrebt wird, sind die vorzuhaltenden Mengen pro Person etwa zu verdoppeln.

²entspricht etwa dem Abtropfgewicht

4.2.4 Lagerung und Haltbarkeit

Die vorzuhaltenden Lebensmittel wurden in Kap. 4.2.3 kalkuliert und die Wochenrationen für eine Person in Tab. 3 dargestellt.

Zu diskutieren ist, ob eine Vorhaltung der einzelnen Lebensmittel als lose Ware oder fertig abgepackt erfolgen sollte. Ein Vorteil einer "losen" Lagerung ist, dass die Beschaffung und Anlieferung erleichtert ist. So können bspw. Schüttgüter wie Reis in Großgebinden beschafft werden oder Silos befüllt und nach dem "First in - First out" Prinzip abgegeben werden. Erhebliche Nachteile bestehen im Verpackungs- und Verteilungsaufwand an die Bevölkerung, da so zunächst Kleingebinde einzeln abgefüllt werden müssen. Eine Ausgabe der Lebensmittel am Lager selbst erscheint bei einer großflächigen Lage mit vielen betroffenen Personen aufgrund entstehender Wartezeiten als nicht praktikabel. Es muss zumindest eine unmittelbare Transportfähigkeit der einzelnen Lebensmittel (bspw. auf Transportpaletten) möglich sein, um dezentrale Ausgabestellen beliefern zu können. Denkbar wäre in diesem Zuge fertig zusammengestellte Pakete mit Wochenrationen zu beschaffen. Dadurch wird die Vorhaltung von Kleinstmengen für einzelne Tagesrationen vermieden und der Warenumschlag vereinfacht. Die Ausgabe der Pakete wäre durch Lagerung auf Transportpaletten oder -wagen auch dezentral möglich. Offen ist, ob alle Lebensmittel der Wochenration in einem Paket gelagert werden können. Bei stark unterschiedlichen Haltbarkeitsdauern ist eine Unterteilung in mehrere Pakete z.B. nach Lebensmittelgruppen sinnvoll.

Auch aufgrund unterschiedlicher Verarbeitungsmethoden (bspw. Schwefelzusätze bei Trockenfrüchten) zwischen den Herstellern, ist es schwierig eine abschließende Aussage bzgl. der Haltbarkeit der einzelnen Lebensmittelgruppen zu machen. Die von den Herstellern auf den Verpackungen angeführten Mindesthaltbarkeitsdaten bieten hierbei nur eine unzureichende Orientierung und die Angabe von Verbrauchsdaten ist für langlebige Produkte unüblich. Für die weiterführende Diskussion werden daher auf Basis von Erfahrungswerten und Abschätzungen des Autors folgende Annahmen zur Haltbarkeit getroffen und somit drei Teilpakete für eine Wochenration gebildet:

- Reis, Pasta, Salzkräcker: 10 Jahre
- Hülsenfrüchte und Milchpulver: 4 Jahre
- Trockenzerealien, Nüsse, getrocknete Früchte, Weizengrieß: 3 Jahre

4.2.5 Alternative Systeme

Autarke Versorgungsmöglichkeiten, die den Rahmenbedingungen eines Stromausfalls Rechnung tragen, sind in verschiedenen Bereichen bereits etabliert. Sie sollen im Folgenden als Alternativen oder Ergänzungen für eine Lebensmittelversorgung kurz vorgestellt und diskutiert werden.

Bspw. reduzieren sich viele Outdoorsportnahrungskonzepte oder Versorgungspakete der Armeen mit sog. "Einmannpackungen" (EPa; engl: "Meals Ready-to-Eat") darauf, bereits zubereitete und wieder gefriergetrocknete Mahlzeiten durch Zugabe von erhitztem Wasser zu rehydrieren. Ziel ist, mit einem möglichst geringen Wasser-, Brennstoffbedarf und Aufwand ein möglichst alltagsübliches Gericht herzustellen, das den Nährwertbedarf bei längerer körperlicher Aktivität im Freien deckt. Die folgenden

Informationen wurden exemplarisch durch Recherche auf zwei Onlinehandelportalen für Outdoornahrung erfasst [4],[2]. Um möglichst viele Ernährungsmodelle abzudecken, haben sich Anbieter solcher Produkte breit aufgestellt und bieten unter anderem vegetarische, vegane, gluten- und laktosefreie Alternativen an. Auch finden sich Desserts und Zwischenmahlzeiten in den meisten Angeboten. Üblicherweise werden die Hauptmahlzeiten in einzelnen Portionsbeuteln mit ca. 100 bis 250 g Trockengewicht und Kaloriengehalten zwischen ungefähr 400 und 600 kcal ausgeliefert. Die Beutel sind hierbei so konzipiert, dass das erhitzte Wasser direkt in den Beutel eingefüllt werden kann und die Mahlzeit dort über mehrere Minuten rehydriert. Die Verpflegungspakete der Armeen sehen insbesondere hier Mahlzeiten vor, die auch mit kaltem Wasser zubereitet werden können. Hersteller wie *Trek'N Eat*, *travellunch*, *Bla Band* oder *Tactical Foodpack* bieten eine Hauptmahlzeit größtenteils zwischen 5 und 10 Euro an. Vorteile dieses Konzepts liegen darin, dass die Mahlzeiten tageweise individuell zusammengestellt werden können, lediglich Besteck und Utensilien zur Wassererhitzung notwendig sind und die anschließende Reinigung des Kochgeschirrs entfällt. Dies bietet erhebliches Einsparpotential bzgl. des vorzuhaltenden Wassers, erhöht jedoch die Abfallmenge. Weitere Nachteile sind der sehr hohe Preis pro Mahlzeit und die fehlende Möglichkeit, die einzelnen Mahlzeiten nach persönlichen Bedürfnissen und Geschmack zu modifizieren. Die Haltbarkeit wird von den Herstellern zwischen 2 und 5 Jahren angegeben. Es kann zwar vermutlich von einer deutlich längeren Haltbarkeit aufgrund der Zubereitungsmethoden ausgegangen werden, dies ist aber aufgrund der Vielzahl der Zutaten nicht zuverlässig prognostizierbar.

Im Hinblick auf eine häusliche Krisenvorsorge haben sich ausgehend von den USA sogenannte "Prepper"³-Szenen auch in Europa gebildet. Das Ziel dieser Personen ist, möglichst gut auf sämtliche Notfälle und Katastrophenszenarien vorbereitet zu sein und hierfür Vorräte anzulegen. Auf die Versorgung mit sehr lang haltbaren Lebensmitteln hat sich bspw. die *Katadyn Group*, *Dosen®Bistro* und *MSI* spezialisiert. Die folgenden Informationen wurden exemplarisch durch Recherche auf drei Onlinehandelportalen für Notfallnahrung erfasst [21], [16], [5]. So bieten mehrere Hersteller Tages-, Wochen- und Monatspakete für eine Person mit Fertigmahlzeiten und Einzelkomponenten wie Milchpulver an. Dabei sind mehrere Mahlzeiten in der Regel in einer Dose abgefüllt. Teilweise müssen diese ähnlich der Outdoorsportnahrung rehydriert werden, einzelne Hersteller bieten die Mahlzeiten aber auch verzehrfertig an. Der Kaloriengehalt der zusammengestellten Mahlzeiten der einzelnen Pakete orientiert sich an einem Tagesbedarf zwischen 1500 und 2500 kcal pro Person. Die Haltbarkeit beträgt dabei zwischen 10 und 15 Jahren mit Preisen um ca. 300 Euro für ein Monatspaket für eine Person. Äußerst vorteilhaft ist, wenn Mahlzeiten auch kalt essbar sind und auch kein Wasser hinzugefügt werden muss. Die lange Haltbarkeit und die Abfüllung mehrerer Mahlzeiten in einer Dose wirken zusätzlich abfallreduzierend. Bei den verzehrfertigen Mahlzeiten benötigen die Dosen jedoch mehr Platz als die zu rehydrierenden Varianten. Auch ist der Preis aufgrund des Verarbeitungsgrades hoch. Ebenfalls in der "Prepper"-Szene verbreitet sind Notrationen. Hierbei handelt es sich um Trockenriegel auf Getreidebasis, die um Vitamine und Mineralstoffe angereichert sind. Der Kaloriengehalt pro 100 g beträgt ca. 400 bis 500 kcal. Da keine weitere Zubereitung notwendig ist, stellt dies ein sehr minimalistisches Konzept dar. Vorteile bestehen in der hohen

³abgeleitet von engl: be prepared, dt: sei vorbereitet

Haltbarkeit von bis zu 20 Jahren, dem geringen Packmaß und der Anspruchslosigkeit an die Lagerbedingungen. Nachteilig ist, dass die Riegel keine Abwechslung bieten und somit bei längerfristigen Szenarien an Akzeptanz in der Bevölkerung verlieren. Sie können jedoch als temporäre Überbrückungsmaßnahme ggf. Zeit für den Aufbau und die Ausführung der weiteren Versorgungslogistik verschaffen.

Weiterhin bieten Hersteller wie bspw. *Erasco*, *Knorr* und *Maggi* handelsübliche Fertiggerichte und Suppen in Tüten oder Dosen an, die meist unter Erhitzen oder Aufkochen über mehrere Minuten zubereitet werden. Aufgrund der hohen Produktvielfalt und unterschiedlichen Zusammenstellung ist eine Eingrenzung der Kaloriengehalte nicht möglich. Ein großer Vorteil ist die hohe Marktverfügbarkeit und Vorhaltung in verschiedenen Variationen. Nachteilig ist der höhere Energieverbrauch bei der Zubereitung aufgrund längerer Kochzeiten und die hohe Abfallmenge. Zusätzlich ist Kochgeschirr notwendig, welches im Anschluss gereinigt werden muss.

Die vorgestellten Alternativen sind, sofern bei der Zusammenstellung auf eine Erfüllung von Mindeststandards bzgl. der Nährwerte geachtet wird, ebenfalls geeignet, eine Versorgung der Bevölkerung sicherzustellen. Sie bieten eine Reihe von Vorteilen, wie lange Haltbarkeit, kompakte Lagerungsmöglichkeiten und Vielfalt. Fraglich ist jedoch, ob in der Bevölkerung eine flächendeckende Akzeptanz für den hohen Verarbeitungsgrad und die Zubereitungsart der Mahlzeiten besteht. Negativ auf eine Auswahl wirken sich die hohen Preise im Vergleich zu weniger verarbeiteten Lebensmitteln aus.

4.3 Zubereitungsmöglichkeiten für Mahlzeiten

Zur Zubereitung von Lebensmitteln, wie Pasta und Reis, ist eine Erhitzung notwendig. In einer Umfrage von Statista [26] gaben von 3011 befragten Personen lediglich 6% an, über einen Gasherd zu verfügen. Die übrigen Personen verwendeten konventionelle Kochfelder oder Induktionsherde zur Erhitzung von Lebensmitteln. Es erscheint daher alternativlos, der Bevölkerung eine Kochmöglichkeit zur Verfügung zu stellen. Die Auswahl eines geeigneten Brenners ist durch die Brennstoffauswahl bestimmt. Da sich hier bereits geeignete Konzepte im Bereich des Outdoorsports etabliert haben, wird ein Systemvergleich von [28] zu Hilfe gezogen. Die wesentlichen Anforderungen sind hier:

- Einfachheit System: Einfache und sichere Bedienung des Brennersystems, vorübergehende Verwendbarkeit in belüfteten Innenräumen möglich
- Sicherheit Brennstoff: Kontrolliertes Brennverhalten, geringe seitliche Wärmeabstrahlung, sichere Bevorratung in Innenräumen möglich
- Hoher Heizwert
- Vorhandene Kochutensilien verwendbar
- Lagerbarkeit

Die Erfüllung dieser Anforderungen der einzelnen Brennstoffe und der marktüblichen Kocher sind in Tab. 4 dargestellt.

Tabelle 4 Bewertung unterschiedlicher Brennstoffe und zugehöriger Brenner auf Grundlage von [28]

Kriterien	Gas	Spiritus	Benzin	Esbit ⁴	Holz
Einfachheit System	+	-	-	0	-
Sicherheit Brennstoff	+	-	-	0	-
Heizwert in MJ/kg	46-47	20-27	43-53	31,3	6,8-15,8
Verwendbarkeit Kochutensilien	0	0	0	-	+
Lagerbarkeit	+	+	+	0	-

Die Vorteile von Gaskochern (in der Regel ein Butan/Propan Gemisch) sind gegenüber den anderen Brennstoffen eindeutig erkennbar. Gas wird üblicherweise in Kleinkartuschen mit ca. 100 bis 500 g gelagert und verfügt über verschiedene mögliche Anschlussarten. Bzgl. der marktüblich verfügbaren Brenner haben sich so mehrere Systeme etabliert, die kurz beleuchtet werden sollen. So sind Stechkartuschenkocher sehr günstig (Brenner ca. 30 bis 40 Euro, Kartusche ca. 3 Euro) und die Kartuschen versiegelt, bis sie durch einen Dorn beim Aufschrauben des Brennerkopfes geöffnet werden. Da die Kartusche durch eine Führungshülse oder -schiene fest mit dem Brennerkopf verbunden wird, ist das Anschließen erleichtert und sicher möglich. Ein Lösen des Brennerkopfes darf erst nach Verbrauch des Gases erfolgen. Ein Nachteil besteht jedoch im großen Platzbedarf des Brennerkopfes. Schraub- und Bajonettventilkartuschenbrenner sind in der Regel kompakter, die Kartuschen jedoch teurer. Der Brennerkopf bzw. eine Schlauchverlängerung des Kopfes wird dabei auf eine Kartusche mit Gewinde aufgeschraubt bzw. gesteckt. Die wesentlichen Vorteile des geringeren Volumens und der zusätzlichen Transportsicherheit bei Wiederverwendung der Kartuschen sind allerdings für das angenommene Szenario nicht von Bedeutung. Ein Sicherheitsrisiko besteht ggf. dadurch, dass für ungeübte Personen das Aufschrauben bzw. Aufstecken erschwert ist, da das Gewinde nicht verkantet werden darf. Aufgrund der überwiegenden Vorteile bzgl. der Sicherheit und Wirtschaftlichkeit erscheinen Stechkartuschenkocher als sinnvolle Lösung. Kartuschen sind in einer Größe mit 190 g Gasinhalt weit verbreitet.

Der Brennstoffverbrauch hängt im Wesentlichen von der Ausgangstemperatur und Menge des zu erhitzenden Wassers und der anschließenden Kochzeit ab. Mit einer 190 g Kartusche können ca. 20 Aufkochvorgänge⁵ (jedoch ohne anschließende Kochzeiten) durchgeführt werden. Bei genauer Betrachtung spielen jedoch der genaue Wirkungsgrad des Brenners aufgrund erheblicher Verluste und das verwendete Kochgeschirr (abhängig z.B. von Material und Wandstärke des Topfes) eine entscheidende Rolle. Es ist daher nicht möglich, eine genaue Berechnung des zu erwartenden Brennstoffverbrauchs durchzuführen. Grob geschätzt kann davon ausgegangen werden, dass ein Haushalt auch mit mehreren Personen mit einer Kartusche sieben Tage lang auskommt. Dies erfordert eine entsprechende Planung der Nachschublogistik.

Als Zündquelle bieten sich grundsätzlich Feuerzeuge und Streichhölzer an. Feuerzeuge verkomplizieren jedoch zusätzlich den Umschlag und die Logistik, da diese wie Gaskartuschen als Gefahrstoff separat gelagert werden müssen. Daher werden im Fol-

⁴Produktbezeichnung: Erich Schumms Brennstoff in Tablettenform

⁵Berechnung s. Anhang C

genden auch im Zusammenhang mit der Warenplanung der Beleuchtung Streichhölzer weiter betrachtet.

4.4 Hygienedurchführung

Da im angenommenen Stromausfallszenario nicht davon auszugehen ist, dass flächendeckend Trink- und Brauchwasser weiterhin langfristig zur Verfügung stehen, ergeben sich erhebliche Probleme für die persönliche Hygiene. So können Toiletten nur eingeschränkt verwendet und die Händehygiene nicht durchgeführt werden. Ggf. können in einzelnen Haushalten noch Toilettenspülkästen über Behältnisse mit Regenwasser befüllt werden, flächendeckend wird dies jedoch voraussichtlich nicht möglich sein. Es bedarf somit an Handlungsanweisungen an die Bevölkerung. Da vor allem in urbanen Bereichen fragwürdig ist, ob kurzfristig zentrale Sanitärmöglichkeiten, wie Toilettenhäuser oder -container in ausreichender Zahl aufgestellt werden können, ist über eine behelfsmäßige Alternative nachzudenken.

Eine Möglichkeit bestünde darin, einfachste Campingtoiletten zur Verfügung zu stellen, die lediglich einen dichten Müllsack als Behälter haben. Dieser müsste verschlossen bspw. in zentral aufgestellten Müllcontainern oder notfalls im Restmüll entsorgt werden. Für eine Vereinfachung der Händehygiene nach Bedarf wäre der Einsatz von Einmalhandschuhen möglich, die unter anderem auch für die Nahrungszubereitung verwendet werden können, jedoch die Müllmenge erhöhen. Sie erfüllen jedoch die wesentliche Funktion, dass die Handflächen im Wesentlichen sauber bleiben. Alternativ ist Desinfektionsmittel grundsätzlich geeignet, kann jedoch größere Kontaminationen auf den Händen nicht entfernen und ist im häuslichen Bereich normalerweise nicht notwendig. Da Verschmutzungen der Hände in der Regel durch die mechanische Wirkung des Händewaschens gelöst werden, ist es vermutlich ausreichend, Seifenlösung mit hohem Wasseranteil zur Verfügung zu stellen. Das Abwaschen muss in diesem Fall mit einer minimalen Wassermenge erfolgen. Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass jeder Haushalt über geeignete Seifen zur Körperanwendung verfügt. Die bereitzustellende Menge kann somit gering gehalten werden und als Notreserve konzipiert werden.

Auf dieser Grundlage wird somit eine Hygienekomponente zusammengestellt, die aus einer Campingtoilette mit dichten Müllbeuteln, einer Packung Einmalhandschuhe und einer Flasche Seifenlösung besteht. Die Campingtoilette besitzt aufgrund der Materialanforderungen und ihrer Abmessungen jedoch voraussichtlich ein großes Lagervolumen und -gewicht. Sofern alternative Systeme, wie z.B. zentrale Toiletten, oder die Wasserversorgung der Hausanschlüsse langfristig und sicher vor Ort zur Verfügung gestellt werden können, sollte zur Einsparung von Lagerfläche und Kosten möglichst auf diese Komponente verzichtet werden. Im Sinne einer allgemeingültigen, an Bedürfnissen orientierten Konzeption des Lagers wird die Campingtoilette jedoch weiterhin betrachtet. Die Verbrauchsmaterialien sollten so bemessen sein, dass sie für mindestens 14 Tage pro Haushalt ausreichen. Schätzungsweise erfordert dies rund 30 Müllbeutel ⁶ pro Haushalt, ca. 100 ml Seifenlösung und rund 60 Einzelhandschuhe jeweils pro Person ⁷.

⁶mind. zwei Müllbeutel pro Tag

⁷vier Einzelhandschuhe pro Tag

4.5 Beleuchtung

Für eine behelfsmäßige Beleuchtung ist es notwendig, der Bevölkerung entsprechendes Material zur Verfügung zu stellen. Eine kleine Taschenlampe mit Handdynamo ermöglicht es Personen, sich zu orientieren, gezielt z.B. nach Gegenständen im Dunkeln zu suchen und in einer Notsituation auf sich aufmerksam zu machen. Kerzen sowie Streichhölzer können verwendet werden, um in den Abendstunden eine minimale Beleuchtung in Aufenthaltsräumen zu schaffen, individuelle Beschäftigung zu ermöglichen. Als Kerzen sollten möglichst solche mit langer Brenndauer und sicherer Handhabbarkeit verwendet werden. Hierfür scheinen Teelichter geeignet zu sein. Diese sind insbesondere sehr kompakt, sicher im Umgang, günstig und mit Brenndauern zwischen zwei und acht Stunden erhältlich. Der höchste Bedarf für eine Beleuchtung besteht aufgrund der geringen Tageslichtdauer im Winter. Ein Verbrauch kann mit ca. drei Kerzen mit jeweils vier Stunden Brenndauer pro Tag je Haushalt abgeschätzt werden. Ein Paket mit 50 Kerzen würde somit mindestens 14 Tage ausreichen und sollte um eine entsprechende Anzahl handelsüblicher Streichhölzer ergänzt werden.

Bei der Zusammenstellung der Pakete sind Taschenlampen mit Handdynamo einmalig und Teelichter sowie Streichhölzer vierzehntägig vorzusehen.

4.6 Zusammenfassung

Die zusammengestellten Waren und Rohstoffe werden in Paketen zusammengefasst und für die weiteren Betrachtungen bzgl. der Anforderungen an Lagerung, Umschlag und Verwertbarkeit eindeutig bezeichnet⁸ (s. Tab 5). Die Mengen der einzelnen Lebensmittel und Waren sind dem jeweiligen Unterkapitel zu entnehmen.

Eine zentrale Vorhaltung von Trinkwasser erscheint nicht möglich, eine Versorgung ist jedoch unmittelbar notwendig. Abhängig von den örtlichen Gegebenheiten und der Anfälligkeit der Trinkwasserinfrastruktur sind der Einsatz von Notbrunnen oder eine Stärkung der Selbsthilfefähigkeit durch Aufruf zur privaten Vorhaltung von Trinkwasservorräten oder ersatzweise bei vorhandenen geeigneten Gewässern die Ausgabe von Wasserfiltersystemen möglich. Letztere wären bei Bedarf ebenfalls zentral vorzuhalten und einmalig an alle Haushalte abzugeben.

Die für eine notwendige Auslieferung und Verteilungslogistik der Pakete benötigten Ressourcen, wie Lastkraftwagen und hierfür notwendige Betriebsstoffe wurden nicht näher betrachtet, da deren Bemessung und Skalierung stark von Faktoren, wie der Erschließung und Entfernung von zu versorgenden Ortsteilen und vorhandener Infrastruktur abhängen. Dies kann im Rahmen dieser Arbeit nicht näher ausgearbeitet werden und wäre Teil eines separat zu erstellenden Verteilungskonzepts, welches gezielt auf die örtlichen Verhältnisse abgestimmt werden muss.

⁸L: Lebensmittel, W: Waren - Angabe der Rationsdauer - Haltbarkeit in Jahren/Einzelware/Abgabe pro Haushalt (pH) oder Person (pP)

Tabelle 5 Zusammengestellte Pakete der Waren und Rohstoffe

Paket	Inhalt	Ration für	Abgabe pro	Haltbarkeit
L-7tag-10J	Reis, Salzkräcker, Pasta	7 Tage	Person	10 Jahre
L-7tag-4J	Erbsen, Sojabohnen, Kidneybohnen, Kichererbsen, Linsen	7 Tage	Person	4 Jahre
L-7tag-3J	Grieß, Cornflakes, Granola, Nüsse, Früchte (getrocknet)	7 Tage	Person	3 Jahre
L-7tag-Nüsse	Nüsse	7 Tage	Person	3 Jahre
L-7tag-Milch	Milchpulver	7 Tage	Person	4 Jahre
W-1×-pH	Campingtoilette, Brennerkopf, Taschenlampe	einmalige Ausgabe	Haushalt	∞
W-14tag-pH	Müllsäcke, Kerzen, Streichhölzer	14 Tage	Haushalt	∞
W-7tag-Gas-pH	Gas-Stechkartusche	7 Tage	Haushalt	∞
W-14tag-pP	Seifenlösung, Einmalhandschuhe	14 Tage	Person	∞

5 Lager

Für Katastrophenschutzlager, die eine Versorgung der Bevölkerung berücksichtigen, existieren bereits einige Konzepte. So hat der Arbeitskreis Zivil- und Katastrophenschutz der AGBF NRW eine Planungsgrundlage zur Dimensionierung des Betreuungsdienstes geschaffen, die explizit die überörtliche Hilfe für betroffene Gebiete mit einbezieht (vgl. [14]). Die Stadt Frankfurt am Main hält unter anderem für die Basisversorgung von 2300 Personen entsprechende Waren wie Feldbetten und Hygieneartikel in einem Lager zusammen mit Einsatzmaterial vor (vgl. [25], S. 42). Durch die Neufassung der "Konzeption Zivile Verteidigung" des Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat wird eine Unterbringung und Versorgung von bis zu einem Prozent der Bevölkerung in den jeweiligen Kommunen als Planungsgröße genannt (vgl. [13], S. 24). Die genannten Konzepte gehen davon aus, dass eine Evakuierung der Bevölkerung stattfindet und ein sehr geringer Anteil davon untergebracht und zentral versorgt werden muss. Das Konzept dieser Arbeit berücksichtigt dies jedoch nicht, da eine Evakuierung bei einem angenommenen reinen Stromausfallszenario nicht notwendig ist. Gleichwohl sind die konzipierten Waren und Rohstoffe auf für eine zentrale Versorgung verwendbar und müssten lediglich um Güter für eine Unterbringung ergänzt werden.

Im Folgenden werden die wesentlichen Anforderungen an das zu konzipierende Bevölkerungs- und Katastrophenschutzlager bzgl. der Haltbarkeit bzw. Sicherheit der Waren, der vorzusehenden Flächen für die zusammengestellten Pakete und Vorschläge für die Umschlags- und Austauschmöglichkeiten dargestellt. Grundsätzlich sollten dabei im Rahmen einer Qualitätsüberwachung in regelmäßigen Abständen stichprobenartig einzelne Warengruppen auf ihren Zustand kontrolliert werden.

5.1 Anforderungen an die Lagerung

Ziel der Lagerung ist, eine möglichst lange Haltbar- und Verwendbarkeit der eingelagerten Waren sicherzustellen. Während einige der eingelagerten Güter wie Einmalhandschuhe und Müllsäcke keine Ansprüche an die Lagerung stellen, wird die Haltbarkeit von Lebensmitteln besonders durch die Einhaltung der Lagerbedingungen bestimmt. Nach den Empfehlungen des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft [10] werden hierfür grobe Richtwerte angegeben: Für alle ausgewählten Lebensmittelgruppen ist eine trockene ($< 70\%$ relative Luftfeuchte) Lagerung erforderlich. Für Getreideprodukte, Trockenerealien, Nüsse, Trockenfrüchte und Milchpulver wird zusätzlich eine luftdichte, fest verschließbare Verpackung gefordert. Um Konservendosen frei von Korrosion zu halten, wird eine luftige Lagerung empfohlen. Grundsätzlich gilt dabei, dass eine kühle ($< 18^\circ\text{C}$) und dunkle Lagerung die Haltbarkeit von Lebensmitteln erhöhen kann. Brennerköpfe und Taschenlampen sollten ebenfalls vor Feuchtigkeit und Korrosion geschützt werden. Kerzen und Streichhölzer sind möglichst trocken zu lagern.

Die oben genannten Lagerbedingungen sind verschiedentlich erreichbar. Die einzelnen Lebensmittel sind durch luftdichte und lichtundurchlässige Verpackungen und in den Paketen grundsätzlich vor dem Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen. Diesbezüglich sollte zusätzlich eine Überwachung der Luftfeuchtigkeit im Lagerraum stattfinden. Die Temperaturstabilität ist durch eine unterirdische Lagerung oder eine hinrei-

chende Dämmung der Außenwände und Bedachung herstellbar. Eine Kühlung mittels Anlagentechnik erscheint mit Hinblick auf den Aufwand und Energiebedarf als nicht sinnvoll. Zum Schutz vor Lichteinstrahlung und resultierenden Wärmeentwicklungen sind möglichst wenige Fenster oder zumindest isolierende Vorhänge vorzusehen.

Besondere Ansprüche an die Lagerung stellen die Druckgaskartuschen mit Butan. Sie unterliegen dem Gefahrstoffrecht mit den H-Sätzen *H-220* und *H-280* und ihre Lagerung somit der TRGS 510 (s. [11]). Da bereits bei etwa 1000 zu versorgenden Haushalten die kritische Lagermenge von 200 kg überschritten wird, sind insbesondere die Nr. 6 (Besondere Brandschutzmaßnahmen) und Nr. 11 (Lagerung von Aerosolpackungen und Druckgaskartuschen) bei Konzeption, Errichtung und Betrieb des Lagers zu beachten. Grundlegend sind Druckgaskartuschen nach TRGS 510, Nr. 4.2 Abs. 6 vor Erwärmung ($> 50\text{ °C}$) zu schützen. Da das enthaltene Butan schwerer als Luft ist, ist ferner von einer unterirdischen Lagerung abzusehen. Aufgrund der möglichen Gefährdung der übrigen Lagergüter sollte das Druckgaskartuschenlager vom restlichen Lagerbereich so abgetrennt werden, dass eine Rauch- und Brandausbreitung zwischen den Lagerbereichen ausgeschlossen werden kann. Aufgrund des organisatorischen Aufwands und der sicherheitsrelevanten Rahmenbedingungen erscheint es sinnvoll, Standorte ähnlicher, bereits etablierter Lager für Gefahrstoffe (z.B. von Industriebetrieben) in Betracht zu ziehen, diese ggf. zu erweitern und bspw. über eine Vereinbarung durch Dritte betreiben zu lassen.

Das Lager ist ferner mit einer autarken Notstromversorgung und entsprechenden Kraftstoff- oder Energiespeicherreserven auszustatten, um die Beleuchtung und ggf. elektrische Hilfsmittel betreiben zu können. Dabei sollten die Reserven so bemessen sein, dass das Lager über den gesamten Versorgungszeitraum der vorgehaltenen Güter betrieben werden kann. Tore und Türen sollten rein mechanisch zu öffnen sein.

5.2 Flächen, Umschlag und Skalierbarkeit

Basis für die Flächenberechnungen bilden die in Kap. 4 zusammengestellten Pakete, deren Bestandteile und jeweiligen Mengen. Für Lagerung und Umschlag stehen mehrere Optionen zur Verfügung. Eine Lagerung der einzelnen Pakete in Regalen stellt einen großen Aufwand für den Umschlag dar. Stattdessen können konventionelle Transportpaletten eingesetzt werden, um eine möglichst große Paketanzahl auf einmal bewegen zu können und z.B. ein mehrstöckiges Hochregal zu bestücken. Im Lebensmitteleinzelhandel sind Transportwagen üblich, die mit Seitengittern und lenkbaren Rollen ausgestattet sind. Dies ermöglicht, dass für den Umschlag keine Hilfsmittel wie Flurförderfahrzeuge notwendig sind, sondern die Waren direkt vom Lagerplatz aus zu Beladerampen gefahren werden können. Zwar entfällt die Möglichkeit der Lagerung in einem Hochregal, jedoch ist der Platzbedarf am Boden verhältnismäßig gering. Auch ist eine Ladungssicherung auf Fahrzeugen durch Formschluss bspw. mit Sperrbalken einfacher herstellbar als bei Paletten mit Stückgut.

Im Einsatzfall kommt dem zügigen Umschlag der Waren eine kritische Bedeutung zu. Im Folgenden wird daher die Verwendung von Transportwagen mit einem Ladevolumenmaß von ca. $70\text{ cm} \times 80\text{ cm} \times 150\text{ cm}$ mit einem Stellflächenbedarf von ca. $75\text{ cm} \times 85\text{ cm}$ und einem Leergewicht von 40 kg zugrundegelegt. Um eine einfache Austauschbarkeit zu ermöglichen, sind die einzelnen Transportwagen jeweils nur mit

Tabelle 6 Anzahl der zu lagernden Pakete für 1000 Personen in 500 Haushalten und 14 Tage, bei Lagerung auf Transportwagen unter Angabe des jeweiligen Gesamtgewichts und -stellflächenbedarfs

Paketart	Anzahl Pakete		Transportwagen		
	Bedarf	max. auf Transportwagen	Anzahl	Masse [kg]	Flächenbedarf [m ²]
L-7tag-10J	2000	224	9	1600	5,74
L-7tag-4J	2000	84	24	4595	15,30
L-7tag-3J	2000	45	45	4380	28,69
L-7tag-Nüsse	300	224	2	165	1,28
L-7tag-Milch	1900	1680	2	360	1,28
W-1 × -pH	500	12	42	4480	26,78
W-14tag-pH	500	136	4	685	2,55
W-7tag-Gas-pH	1000	840	2	350	1,28
W-14tag-pP	1000	208	5	520	3,19
Summe	11200	-	135	17135	86,06

einer Paketsorte nach Kap. 4.6 bestückt.

Zur Darstellung der Skalierbarkeit werden exemplarisch 1000 zu versorgende Personen in 500 Haushalten und einem Versorgungszeitraum von 14 Tagen angenommen (s. Tab. 6). Hierzu wurde bzgl. der Pakete "L-7tag-Milch" (Milchpulver) eine Versorgung von 95% und "L-7tag-Nüsse" (Alternative bei Unverträglichkeiten von Milch) eine Versorgung von 15% der Personen kalkuliert.

Die ermittelten Werte entstammen dabei rein linearen Funktionen und sind daher durch einfache Vervielfachung der Personen-, Haushaltszahl und Zeitdauer skalierbar. Grundsätzlich ist so auch die Kalkulation vorzuhaltender Mengen für einzelne Tage möglich. Zu berücksichtigen ist dann jedoch, dass die Lebensmittelpakete bei einer Konzeption für weniger als sieben Tage ggf. neu zusammengestellt werden müssen und einen anderen Platzbedarf auf den Transportwagen erzeugen. Die einmalig auszugebenden Waren des Pakets "W-1 × -pH" sind zeitdauerunabhängig zu berücksichtigen. Da zu erwarten ist, dass die Folgen eines großflächigeren Stromausfalls bis zur Wiederherstellung der Lieferketten und regulären Versorgung länger fortauern, bietet es sich an, eine Skalierung der Waren und Rohstoffe in Schritten von sieben Tagen anzusetzen.

Die in Tab. 6 angegebenen Flächen entsprechen lediglich den Stellflächen für die Transportwagen. Abhängig von der Anordnung des Gebäudes und baulichen Rahmenbedingungen, wie bspw. der Anzahl der Beladerampen oder Tore für Fahrzeuge sind zusätzlich Verkehrs- und Rangierflächen sowie Gänge innerhalb des Lagers zu berücksichtigen. Deren Größen sind stark von der Skalierung des Lagers und dem Stellflächenkonzept (bspw. der Anordnung und Anzahl der Transportwagen in Reihen hintereinander) abhängig und nicht ausschließlich linear beschreibbar. Ein Gesamtflächenkonzept kann daher im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter vertieft werden.

5.3 Austausch- und Verwertungsmöglichkeiten

Aufgrund der begrenzten Haltbarkeit der Lebensmittel ist ein Konzept zum Austausch und zur Verwertung nötig. Eine Entsorgung solch großer Mengen an Lebensmitteln auf einmal sollte vermieden werden. Dies wäre zunächst über eine gestaffelte Beschaffung von mehreren Teilmengen zur Erstaussstattung des Lagers in Abständen von bspw. sechs Monaten möglich. Denkbar ist auch eine Verwertung in Form einer Abgabe oder eines Verkaufs zu vergünstigten Preisen an kommunale, staatliche oder mildtätige Einrichtungen, z.B. gewerbliche oder öffentliche Kantinen und Mensen oder Tafeln. Um eine ausreichende Zeit für die Verarbeitung und den Verbrauch der Lebensmittel zu gewähren, erscheint es sinnvoll, eine Resthaltbarkeit von sechs Monaten bei Abgabe vorzusehen. Um eine Planbarkeit auf beiden Seiten herzustellen, wäre dieses Verfahren durch eine verbindliche Vereinbarung zu bestätigen. Sofern die Lebensmittel nicht abschließend dem Verbrauch zugeführt werden können, ist es ggf. möglich, eine Abgabe größerer Mengen an Biogasanlagen zu vereinbaren. In einem solchen Fall können ebenfalls abgelaufene Produkte entsorgt werden.

Die restlichen, nicht verderblichen Waren und Rohstoffe sind grundsätzlich unbegrenzt haltbar. Hier sind lediglich die Lagerbedingungen zu überwachen und ggf. schadhafte Verpackungen oder Behältnisse auszutauschen. Die Entsorgung der Verpackungsmaterialien ist separat zu betrachten und zu vereinbaren, da hier verschiedene Wertstoffe wie Karton, Papier und Metall in größeren Mengen anfallen.

6 Zusammenfassung und Ausblick

In der vorliegenden Arbeit wurden ausgehend von den Grundbedürfnissen einer Person bei einem großflächigen Stromausfall Waren und Rohstoffe sowie deren benötigte Mengen identifiziert. Die Zusammenstellung der Lebensmittel erfolgte dabei auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse. Ferner wurden Pakete für die einmalige, siebentägige und vierzehntägige Ausgabe pro Person bzw. Haushalt zusammengestellt und damit skalierbare Größen für die Vorhaltung von zu beschaffenden Gütern erarbeitet. Die Haltbarkeiten wurden dabei auf Basis von Erfahrungswerten eingegrenzt und die hierfür notwendigen Lagerungsanforderungen aufgezeigt. Da der Umschlag der Pakete im Einsatzfall aufgrund der geringen Vorlaufzeit besonders zeitkritisch ist, wurde eine Lagerung der Waren auf Transportwagen vorgeschlagen und deren Stellflächenbedarf sowie Massen abgeschätzt. Abschließend wurden Austausch- und Verwertungsmöglichkeiten für die verderblichen Waren skizziert. Das ausgearbeitete Konzept ist in jedem Fall auf die jeweiligen örtlichen Verhältnisse abzustimmen, um eine unnötige Vorhaltung von Waren und Rohstoffen zu vermeiden. Es erscheint hierfür zielführend zu überprüfen, ob Grundbedürfnisse durch die vorhandenen Restkapazitäten, bspw. bei Sicherstellung der regulären Wasserversorgung auch im Ereignisfall, ausreichend befriedigt werden können.

Ein wesentliches Ziel bei der Konzeption bestand dabei darin, das eigenständige Überleben der Bevölkerung zu ermöglichen. Die herrschenden Verhältnisse werden in einer solchen Situation nicht komfortabel sein. So bilden die zusammengestellten Waren ein absolutes Minimum, um eine Durchhaltefähigkeit auch für eine nicht schnell vorübergehende Lage zu erzeugen. Eine wesentliche Lücke ergibt sich jedoch im Umgang

mit Trinkwasser. Im Rahmen der Bevorratung in einem Lager ist aufgrund der besonders großen Menge und der aktuell nicht leistbaren Verteilungslogistik bei großflächigen Lagen die zentrale Vorhaltung von Trinkwasser für die Bevölkerung nicht möglich. Hier sind alternative Konzepte für eine Versorgung nötig. Eine wesentliche Komponente kann hier die Sensibilisierung der Bevölkerung für eine individuelle Bevorratung spielen, die ggf. auch eine Reduzierung der vorgeplanten Lagermengen anderer Waren und Rohstoffen ermöglicht. Problematisch stellt sich jedoch die Motivation für eine Sensibilisierung der Bevölkerung bzgl. eigener Bevorratungen anhand eines Stromausfallszenarios dar. Die jährliche Störungs- und Verfügbarkeitsstatistik des Forums Netztechnik/Netzbetrieb des Vereins deutscher Elektroingenieure (FNN/VDE) gab im Jahr 2019 die durchschnittliche Strom-Unterbrechungsdauer pro Kunde mit 12 Minuten an. Dabei erlitten 75% aller Kunden statistisch überhaupt keine Versorgungsunterbrechung (vgl. [27]). Diese geringe Eintrittswahrscheinlichkeit eines länger andauernden Stromausfalls lässt daher das Gesamtrisiko gering erscheinen, obwohl das Schadensausmaß außergewöhnlich hoch ist, bei einem Eintritt gesellschaftlich in keinem Fall akzeptabel erscheinen würde und ohne weitere Vorbereitungen nur schwer ertragbar wäre. Die Sensibilisierung für solch ein Szenario und den Aufbau einer wirksamen Selbsthilfefähigkeit in der Bevölkerung ist daher auch grundlegend durch die geringe Anzahl und das Ausbleiben regelmäßiger Katastrophenereignisse in Deutschland erschwert. Eine rein auf Information ausgelegte Kommunikation würde vermutlich zunächst zur Verunsicherung und bei Ausbleiben des Ereignisses mit hoher Wahrscheinlichkeit zum Desinteresse in der Bevölkerung führen (vgl. [18], S. 31). Es erscheint daher sinnvoll, den Aufbau der individuellen Bevorratung aus vielen möglichen Szenarien heraus zu motivieren und der Bevölkerung klar zu machen, dass sie in vielen Fällen zumindest anfänglich auf sich allein gestellt ist. Gute Ansätze bietet der "Ratgeber für Notfallvorsorge und richtiges Handeln in Notsituationen" des BBK [1], welcher jedoch nach wie vor nicht flächendeckend im notwendigen Maß beworben bzw. bekannt gemacht wird.

Eine zentrale Komponente des Bevölkerungsschutzes besteht im Hinblick auf die beschränkte Leistungsfähigkeit der Einsatzkräfte und -mittel in der Selbsthilfefähigkeit und -willigkeit der Bevölkerung. Ein Lösungsweg könnte für die unmittelbar betroffenen Städte, Gemeinden, Landkreise und Behörden darin bestehen, offen zu kommunizieren, welche Maßnahmen sie für solche Szenarien vorsehen oder welche vorgehaltenen Güter für die Bevölkerung im Falle zur Verfügung stünden. So sind auch partizipative Verfahren durch die Beteiligung örtlicher Bürger- und Bürgerinnengruppen in der Erarbeitung von individuellen Schutzkonzepten und -niveaus denkbar (vgl. [20], S. 236 f). Ungeachtet der grundgesetzlichen Pflichten der staatlichen Einrichtungen für die Aufrechterhaltung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung sowie der Daseinsfürsorge ist allen Beteiligten klar darzustellen, dass in Extremsituationen auch Notfallkonzepte keine unendliche Wirkung entfalten können und in der Regel kaum Spielraum für die Erfüllung individueller Bedürfnisse bieten. Lohnenswert erscheint es in diesem Rahmen auch die Maßnahmen, Strukturen, Konzepte und Kommunikationsmethoden anderer Länder wie bspw. Japan oder den Vereinigten Staaten von Amerika, die regelmäßig mit katastrophenartigen Ereignissen konfrontiert sind, näher zu betrachten und auf Übertragbarkeit zu überprüfen.

Literatur

- [1] BBK. *Ratgeber für Notfallvorsorge und richtiges Handeln in Notsituationen*. ISBN 978-3-939347-54-5. Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, Juli 2019.
- [2] *Bergfreunde Onlineshop*. abgerufen am 12.10.2020. URL: <https://www.bergfreunde.de/hauptgerichte-tagesrationen/>.
- [3] Schutzkommission beim Bundesminister des Innern. *Zivilschutzforschung Band 59, Dritter Gefahrenbericht, Bericht über mögliche Gefahren für die Bevölkerung bei Großkatastrophen und im Verteidigungsfall*. Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, März 2006.
- [4] *Campz Onlineshop*. abgerufen am 12.10.2020. URL: https://www.campz.de/camping/outdoornahrung/gefriergetrocknete-lebensmittel/?prefn1=f_166_835&prefv1=gefriergetrocknete%20T%C3%BCtenmahlzeit.
- [5] *Conserva Onlineshop*. abgerufen am 14.10.2020. URL: <https://shop.conserva.de/de/87-langzeit-nahrung>.
- [6] *D-A-CH-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr*. abgerufen am 16.10.2020. 2015. URL: <http://www.sge-ssn.ch/grundlagen/lebensmittel-und-naehrstoffe/naehrstoffempfehlungen/dachreferenzwerte/>.
- [7] A. Drewnowski. „Concept of a nutritious food: toward a nutrient density score“. In: *The American Journal of Clinical Nutrition* 82.4 (Okt. 2005), S. 721–732. ISSN: 0002-9165. URL: <https://doi.org/10.1093/ajcn/82.4.721>.
- [8] M. Elia. „Effect of starvation and very low calorie diets on protein-energy interrelationships in lean and obese subjects“. In: *EJCN* (1996). URL: <http://archive.unu.edu/unupress/food2/UID07E/UID07E11.HTM>.
- [9] I. Elmadfa und C. Leitzmann. *Ernährung des Menschen*. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 2019.
- [10] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. *Empfehlungen und Richtwerte für die Lagerung von Lebensmitteln*. abgerufen am 22.10.2020. URL: <https://www.ernaehrungsvorsorge.de/private-vorsorge/empfehlungen-tipps/s-o-koennen-lebensmittel-gelagert-werden/>.
- [11] Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS). *TRGS 510*. GMBI 2013 S. 446-475 [Nr. 22] (v. 15.5.2013) geändert und ergänzt: GMBI 2014 S.1346 [Nr. 66-67] (v. 19.11.2014) berichtigt: GMBI 2015 S.1320 [Nr. 66] (v. 30.11.2015).
- [12] *Gesetz über die Sicherstellung von Leistungen auf dem Gebiet der Wasserwirtschaft für Zwecke der Verteidigung (Wassersicherstellungsgesetz)*. BGBl. I S. 1225, 1817 (v. 24.8.1965) zuletzt geändert durch Artikel 251 der Verordnung vom 19.6.2020 (BGBl. I S. 1328). Juni 2020.
- [13] Bundesministerium des Innern. *Konzeption Zivile Verteidigung*. Aug. 2016. URL: https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/themen/bevoelkerungsschutz/konzeption-zivile-verteidigung.pdf?__blob=publicationFile&v=1.

- [14] Arbeitskreis Zivil- und Katastrophenschutz der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren in Nordrhein-Westfalen. *Planungsgrundlage zur Dimensionierung des Betreuungsdienstes*. Dez. 2008. URL: https://www.vdf-nrw.de/uploads/tx_bitloftvdfnrwdownload/KATS_2008-12-03AGBFNRW-PlanungsgrundlagenzurDimensionierungBetrD.pdf.
- [15] F. Kircher, J. Wienert und S. Kaczmarek. *Kat-Leuchttürme: Katastrophenschutz-Leuchttürme als Anlaufstelle für die Bevölkerung in Krisensituationen; Teilvorhaben: Konzipierung und Demonstration von Katastrophenschutz-Leuchttürmen bei der Berliner Feuerwehr*. 2016. URL: https://www.berliner-feuerwehr.de/fileadmin/bfw/dokumente/Forschung/Katschutz-Leuchttuerme/LBD_Pro_KatLeuchttuerme_Schlussbericht_BFw.pdf.
- [16] *Krisenpakete Onlineshop*. abgerufen am 14.10.2020. URL: <https://www.krisenpakete.de/Langzeitlebensmittel>.
- [17] AVCalc LLC. *Aqua Calc Datenbank*. abgerufen am 22.10.2020. URL: <https://www.aqua-calc.com/page/density-table>.
- [18] U. Menski und J. Gardemann. *Auswirkungen des Ausfalls Kritischer Infrastrukturen auf den Ernährungssektor am Beispiel des Stromausfalls im Münsterland im Herbst 2005. Empirische Untersuchung im Auftrag der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)*. 2011.
- [19] World Health Organization, Food und Agriculture Organization of the United Nations. *Vitamin and mineral requirements in human nutrition, 2nd edition*. ISBN 92 4 154612 3. 2004. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9241546123>.
- [20] T. Petermann. *Arbeitsbericht Nr. 141, Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften – am Beispiel eines großräumigen Ausfalls der Stromversorgung*. Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag, Nov. 2010.
- [21] *Prepper Shop*. abgerufen am 14.10.2020. URL: https://prepper-shop.net/epages/5c32bc24-dcda-43c7-8ef1-221018aab311.sf/de_DE/?ObjectPath=/Shops/5c32bc24-dcda-43c7-8ef1-221018aab311/Categories/Notnahrung__Notvorrat.
- [22] S. Sandholz u. a. *Stand der Vorbereitung der Bevölkerung auf längere KRITIS-Ausfälle. In: Wege zu einem Mindestversorgungskonzept. Kritische Infrastrukturen und Resilienz*. Fekete, A. u. a., 2019.
- [23] E. Schnur. *Umsetzung der D-A-CH-Referenzwerte in die Gemeinschaftsverpflegung - Erläuterung und Tabellen*. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V., Juni 2013. URL: <https://www.dge.de/fileadmin/public/doc/gv/GV-Umsetzung-Referenzwerte-QST-2013.pdf>.
- [24] Grünbuch Zukunftsforum öffentliche Sicherheit. *Risiken und Herausforderungen für die öffentliche Sicherheit in Deutschland - Szenarien und Leitfragen*. Reichenbach et al, Sep. 2008.
- [25] C. von Spiczak-Brzezinski. „Ressourcen für den Ernstfall: Das Katastrophenschutzlager“. In: *Im Einsatz - Zeitschrift für Einsatzkräfte im Katastrophenschutz* (Apr. 2019), S. 40–43.

- [26] Statista. *Verbreitung von Herdarten in Deutschland im Jahr 2011*. abgerufen am 23.10.2020. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/260831/umfrage/verbreitung-von-herdarten-in-deutschland/>.
- [27] Internetauftritt VDE/FNN. *FNN-Störungs- und Verfügbarkeitsstatistik 2019*. abgerufen am 14.10.2020. URL: <https://www.vde.com/de/fnn/arbeitsgebiete/versorgungsqualitaet/versorgungszuverlaessigkeit/versorgungszuverlaessigkeit2019>.
- [28] T. Weingärtner. *Trekking-Kocher: Gas, Spiritus, Esbit, Holz oder Benzin?* abgerufen am 23.10.2020. 2019. URL: <https://trekkingtrails.de/trekking-kocher/>.
- [29] M. Wien und J. Sabaté. „Food selection criteria for disaster response planning in urban societies“. In: *Nutrition Journal* 14 (2015). URL: <https://doi.org/10.1186/s12937-015-0033-0>.
- [30] K. Wohlers und M. Hombrecher. *Iss was, Deutschland – TK-Ernährungsstudie 2017*. Techniker Krankenkasse, Jan. 2017.

Anhang A Lebensmittel Portionsmengen

Die Portionsmengen bilden die Basis für die Zusammenstellung der Mahlzeiten. Die angegebenen Werte wurden ausgehend von den Werten in der Maßeinheit "US-cup" bzw. "ounce" nach [29] in Milliliter bzw. Gramm ($1 \text{ cup} \cong 240 \text{ ml}$ bzw. $1 \text{ oz.} \cong 28 \text{ g}$) umgerechnet. Jede Position stellt eine Portion dar.

Getreide/Getreideprodukte

- Gekochter weißer Reis - 80 ml
- Salzkräcker - sechs Stück
- Weizengrießbrei - 120 ml
- Pasta - 120 ml (gekocht)

Hülsenfrüchte

- Rohe Erbsen, Rohe Sojabohnen - 240 ml
- Kidneybohnen (aus der Dose), gekochte Kichererbsen, gekochte Linsen - 120 ml

Nüsse

- Mandeln, Walnüsse, Cashews, Pecans, Pistazien - 28 g

Früchte (getrocknet)

- Aprikosen, Feigen, Rosinen, Äpfel, Datteln - 60 ml

Trockenzerealien

- Cornflakes, "Cheerios" (Frühstücksflocken) - 180 ml
- "Shredded Wheat" (Frühstücksflocken aus Weizenschrot) - 120 ml
- Granola - 60 ml

Die Angabe in Form des Volumens wirkt zunächst unüblich. Jedoch bietet dies den Vorteil, dass keine Waage zur Bemessung der Portionen benötigt wird, sondern einfache Gefäße, wie z.B. eine Tasse genügen. Einige der vorgeschlagenen Produkte, wie "Shredded Wheat" sind in Deutschland nicht marktüblich.

Für die in Kap. 4.2.3 aufgeführten Mengen wurden die o.g. Volumenwerte nach Wien (s. Anhang A) in Gramm anhand ermittelter Dichten gem. einer Datenbank für Dichten von Waren [17] für die jeweiligen Lebensmittel umgerechnet und auf praxisgerechte Massen für die im Lager vorzuhaltenden Waren aufgerundet.

Anhang B Zusammenstellung der Tagesmahlzeiten

Die Zusammenstellung der Tagesrationen zeigt Tab. 7. Sie bildet die Basis für die in Kap. 4.2.3 entwickelten Lebensmittelmengen der Wochenrationen. Sie basiert auf den Portionsmengen aus Anhang A.

Tabelle 7 Zusammenstellung der Tagesmahlzeiten für sieben Tage mit der Lebensmittelauswahl und Portionenanzahl nach [29]

Tag 1	4×Reis, 1×Salzkräcker	1×Erbsen	1×Nüsse	1×Früchte	1×Milchpulver
Tag 2	4×Pasta, 1×Grieß	1×Sojabohnen	1×Nüsse	1×Früchte	1×Milchpulver
Tag 3	4×Reis, 1×Salzkräcker	1×Kidneybohnen	1×Nüsse	1×Früchte	1×Milchpulver
Tag 4	4×Pasta, 1×Grieß	1×Kichererbsen	1×Nüsse	1×Früchte	1×Milchpulver
Tag 5	4×Reis, 1×Salzkräcker	1×Linsen	1×Nüsse	1×Früchte	1×Milchpulver
Tag 6	3×Cornflakes		3×Nüsse	3×Früchte	
Tag 7	3×Granola		3×Nüsse	3×Früchte	

Zu "Nüsse": bestehend aus Mandeln, Pecans, Walnüsse, Cashews und Pistazien.

Zu "Früchte": getrocknet; als einzelne Packungen mit jeweils Aprikosen, Feigen, Rosinen, Äpfel, Datteln.

Anhang C Berechnung Anzahl Aufkochvorgänge

Zur Abschätzung der Menge an benötigtem Brennstoff in Kap. 4.3 wird die mit einer Kartusche Gas maximal erzielbare Anzahl an Aufkochvorgängen berechnet.

Gem. der Definition der spezifischen Wärmekapazität gilt:

$$E = m c_p \Delta T = 177820 \text{ J}$$

Mit E als notwendiger Energie für die Erhitzung von $T_0 = 15^\circ\text{C}$ um $\Delta T = 85 \text{ K}$ von Wasser mit Masse $m = 500 \text{ g}$ und der spezifischen Wärmekapazität $c_p = 4,184 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$.

Mit dem spezifischen Heizwert von Butan $H_i = 46 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$, sowie der Gasmenge der Kartusche mit $m_{\text{Gas}} = 190 \text{ g}$ und einem geschätzten Wirkungsgrad von $\eta = 40\%$ ergibt sich die Anzahl an Aufkochvorgängen n :

$$n = \frac{\eta H_i m_{\text{Gas}}}{E} \approx 19,66$$

Anhang D Zusammenstellung der Pakete

Die geschätzten Werte für Volumen und Masse der einzelnen Komponenten und der jeweiligen Pakete zeigen Tab. 8 und 9. Sie bilden die Grundlage für die Zusammenstellung der Pakete in Kap. 4.6 und die Ermittlung der maximalen Kapazität der Transportwagen für die jeweilige Paketsorte in Kap. 5.2, Tab. 6.

Alle Massen und Maße sind inklusive Verpackung geschätzt.

Zu "Nussmischung": bestehend aus Mandeln, Pecans, Walnüsse, Cashews.

Tabelle 8 Geschätzte Massen und Volumen der einzelnen Komponenten und Lebensmittelpakete

Paket	Inhalt	Komponente		Paket	
		Masse [g]	Maße [cm]	Masse [g]	Maße [cm]
L-7tag-10J	Reis	295	20×15×5	620	15×25×10
	Salzkräcker	80	15×10×5		
	Pasta	245	5×25×5		
L-7tag-4J	2×Erbsen	2× 330	2× 10×10×10	1820	20×20×20
	2×Sojabohnen	2× 315	2× 10×10×10		
	Kidneybohnen	190	10×10×10		
	Kichererbsen	170	10×10×10		
	Linsen	170	10×10×10		
L-7tag-3J	Grieß	35	0,5×10×10	1300	30×30×20
	Cornflakes	90	10×10×5		
	Granola	100	10×10×5		
	Nussmischung	260	10×5×25		
	Pistazien	100	5×15×20		
	Aprikose	130	20×15×5		
	Feigen	130	20×15×5		
	Datteln	130	20×15×5		
	Rosinen	130	20×15×5		
	2×Äpfel	2× 97,5	2× 20×15×5		
L-7tag-Nüsse	Nussmischung	260	10×5×25	360	25×15×10
	Pistazien	100	5×15×20		
L-7tag-Milch	Milchpulver	165	10×10×5	165	10×10×5

Tabelle 9 Geschätzte Massen und Volumen der einzelnen Komponenten und Warenpakete

Paket	Komponente			Paket	
	Inhalt	Masse [g]	Maße [cm]	Masse [g]	Maße [cm]
W-1×-pH	Campingtoilette	5200	35×35×30	5620	35×35×50
	Brennerkopf	310	15×15×20		
	Taschenlampe Handdynamo	110	5×10×5		
W-14tag-pH	Müllsäcke 30 St	305	20×10×10	1070	20×20×15
	Kerzen 50×	750	20×20×5		
	Streichhölzer 60×	15	5×5×2,5		
W-7tag-Gas-pH	Gas-Steckkartusche	300	10×10×10	300	10×10×10
W-14tag-pP	Seifenlösung 100 ml	105	10×5×15	325	20×20×10
	Einmalhandschuhe 60×	220	20×15×10		