# Kriegs- und Katastrophen-bedingte Zerstörung der Infrastrukturen und Auswirkungen auf Gesundheitswesen und Hygiene

Walter Popp*[1], Jörg Spors[1,2], Dieter Oberndörfer[1,3], Martin Exner[1]

* Prof. Dr. med. Walter Popp, Hykomed GmbH, Balkenstr. 17-19, 44137 Dortmund; E-Mail: popp@hykomed.de

[1] Deutsche Gesellschaft für Allgemeine und Krankenhaus-Hygiene (DGKH); [2] Feuerwehr Stadt Essen; [3] Stabsstelle Bevölkerungsschutz, Frankfurt am Main

## Hintergrund

Angesichts des Krieges in der Ukraine und der Naturkatastrophen der letzten Jahre mit teilweise dramatischen Auswirkungen stellt sich zunehmend die Frage, inwieweit das Gesundheitswesen in Deutschland für weitere und möglicherweise größere ähnliche Szenarien aufgestellt ist. Dabei ist insbesondere auch die Hygiene gefragt, die dafür gerüstet sein sollte, das Risiko von Gesundheits- und vor allem infektionsrelevanten Gefährdungen zu reduzieren.

Die nachfolgende Stellungnahme stützt sich auf einen vorangehenden Artikel von Popp und Exner [1] und ergänzt diesen, basierend auf einer großen Zahl neuerer Publikationen. Die Stellungnahme versteht sich als Diskussionsbeitrag und die Leserinnen und Leser sind ausdrücklich aufgefordert, weitere Folgerungen und Forderungen beizutragen.

## Auswirkungen eines Krieges am Beispiel der Ukraine

Nach dem humanitären Völkerrecht sind Krankenhäuser, Feldlazarette, Sanitätspersonal und -transporte grundsätzlich zu schützen. Auch kranke und verwundete Menschen dürfen nicht angegriffen werden [2]. In der Ukraine, wie auch in anderen Kriegen (z.B. Syrien, Jemen, Äthiopien), wird dieses Völkerrecht nicht eingehalten. Die russischen Truppen greifen gezielt Sanitäter an, die in der ukrainischen Armee die höchsten Gefallenenzahlen aufweisen [3–5]. Allerdings waren auch schon im 2. Weltkrieg Luftangriffe auf die Zivilbevölkerung eine militärische Option, obwohl dies der Haager Landkriegsordnung von 1923 widersprach [6].

Von russischer Seite erfolgen explizit **Angriffe auf die medizinische Versorgung**:

- In den ersten zwei Wochen der Invasion sollen täglich vier bis fünf Angriffe auf Krankenhäuser erfolgt sein [7, 8].
- Bis Ende Dezember 2022 wurden über 700 Angriffe auf Krankenhäuser und Kliniken gezählt [7–9],
- über 200 wurden beschädigt oder zerstört, dies entspricht fast 10% der Krankenhäuser in der Ukraine [7–9].
- Ferner wurden fast 200 Angriffe auf Apotheken, Blutbanken, Zahnkliniken und Forschungseinrichtungen dokumentiert und über 60 Angriffe auf Ambulanzfahrzeuge [7, 9, 10].
- In vielen dieser Einrichtungen war oft tagelang kein Strom und fließendes Wasser verfügbar [7].
- Schwerpunkt der russischen Angriffe auf Einrichtungen des Gesundheitswesens ist vor allem der Osten der Ukraine sowie die Region um Kiew. In 10 Oblast (Provinzen) wurden 48 Krankenhäuser mehrfach angegriffen. So wurde z.B. das Severodonetsk Multiprofile Hospital in Luhanska Oblast zwischen März und Mai 2022 zehnmal getroffen [9].
- Allein in den ersten 160 Tagen des Krieges wurden Einrichtungen des Gesundheitswesens in 21 ukrainischen Städten angegriffen. Auswirkungen waren dabei auch Versorgungsprobleme mit Wasser, Gas, Elektrizität, Internet-Service und Medikamenten [11].

Im Juli 2022 wurde ein Fragebogen an 134 neurochirurgische Abteilungen in der Ukraine versandt mit einem Rücklauf von 72% [12]:

- Danach gaben 8% der Krankenhäuser an, dass sie schon einmal angegriffen wurden.
- 69% gaben an, dass bei ihnen schon einmal die Stromversorgung unterbrochen war.
- 17% berichteten Unterbrechungen in der Zentralsterilisation.
- 57% gaben an, dass sie auch Operationen außerhalb ihres Fachgebietes (Neurochirurgie) durchgeführt hätten.
- Bei 7% der Krankenhäuser gab es Verletzungen von Mitarbeitern durch den Krieg.

Im Frühjahr 2024 waren die Auswirkungen auf die Stromversorgung in der gesamten Ukraine so weitreichend, dass teilweise in der ganzen Ukraine der Strom abgeschaltet werden musste [13].

Nach neueren Daten der WHO gab es in den ersten 18 Monaten des Krieges in der Ukraine 1.500 Angriffe auf das ukrainische Gesundheitswesen, 37% davon in den ersten 6 Wochen. In der Folge kam es zu 113 Todesfällen und 211 Verletzten beim Personal und bei Patienten. Sanitätstransporte hatten im Vergleich zu anderen Bereichen des Gesundheitswesens ein dreifach höheres Risiko, Opfer von Angriffen zu werden [14].

Allein im Jahr 2023 wurden über 100 Mitarbeiter des ukrainischen Gesundheitswesens getötet. Fast 400 Mitarbeiter erfuhren Gewalt im Rahmen ihrer Tätigkeit. Dies ist aber kein alleiniges Spezifikum des Krieges in der Ukraine, sondern in vielen von Krieg betroffen Ländern der Fall. Beispielhaft seien genannt Afghanistan, Demokratische Republik Kongo, Myanmar und Sudan.

Nach einer neuesten Veröffentlichung [15] gab es bis März 2024 1.682 Angriffe auf das ukrainische Gesundheitswesen mit 128 Todesopfern und 288 Verletzten. Von fast 10.000 Einrichtungen des Gesundheitswesens wurden über 1.200 durch Angriffe teilweise oder ganz beschädigt.

Neben den direkten Auswirkungen hat dies auch **Auswirkungen auf präventive Aktionen**, z.B. Impfkampagnen oder Krebs-Screening [16]. So wurde bei einer Befragung von 74 ukrainischen Krankenhäusern 2022/23 eine Abnahme von


© mhp Verlag GmbH 2024

Labortestungen, Krebs-Screening-Untersuchungen, gynäkologischen Untersuchungen, Reha-Angeboten und Apothekenleistungen berichtet [17]. Auch andere Berichte belegen einen Mangel an bzw. Nicht-Verfügbarkeit von Medikamenten, z.B. für die Behandlung von Krebserkrankungen, Diabetes, Tuberkulose, Schilddrüsenerkrankungen, KHK und Hypertonie [7, 18].

Es kommt ferner zu einem **Mangel an medizinischem Personal**, zumal dieses teilweise geflohen ist [18]. Für 2023 wird angegeben, dass 30.000 Mitarbeiter im ukrainischen Gesundheitswesen zur Armee oder ähnlichen Institutionen einberufen wurden bzw. freiwillig dort Dienst leisteten. 2.500 seien geflohen und 4.500 seien Migranten in der Ukraine [19].

Bei einer Auswertung von **Kriegsverletzungen** zeigt sich, dass schwere Schädel-Hirn-Traumen und thorakoabdominelle Blutungen die höchste Mortalität zeigen. Auch Verletzungen des Körperstamms, des Halses und Verbrennungen gehen mit einer relevanten Mortalität einher. Entscheidend für das Überleben sind präklinische Bluttransfusionen und kurze Transportzeiten [20].

Russische Truppen setzen sog. thermobare Waffen/Bomben ein, durch die es zu großen Wunden mit häufigen Kontaminationen, z.B. Weichteil-Schäden, drittgradigen Verbrennungen und Mehrfach-Frakturen, kommt – auch verursacht, weil durch die Explosionen Soldaten durch die Luft geworfen oder von großen Objekten verschüttet werden. Dazu kommen toxische Wirkungen durch Verbrennungsprodukte [4, 21–23].

Nach Erfahrungen der deutschen Unfallchirurgen mit Patienten aus der Ukraine gibt es drei typische Verletzungsmuster:

- Große Weichteil- und Knochendefekte, kontaminiert mit multiresistenten Keimen,
- Gelenk-zerstörende, teils offene Gelenkfrakturen und
- Verletzungen nach Amputation mit offenen, teils geschlossenen Weichteilen [24].

Ein frühzeitiges Ausfliegen der Verletzten ist nicht möglich, da die Luftüberlegenheit bei den Russen liegt [4]. Für die Verletzten, die bei den vorgeschobenen chirurgischen Teams ankommen, wird geschätzt, dass rund 25% bereits im hämorrhagischen Schock sind. Weitere 15–20% der Überlebenden, die am ersten medizinischen Versorgungspunkt angelangen, benötigen Bluttransfusionen [4]. Es gibt Schätzungen, wonach 5–10% der ukrainischen Soldaten an der Front verwundet oder getötet werden [4]. Als Konsequenz wird ein frühzeitiger Einsatz von Tourniquets (Abbindesysteme) angesehen [25].

Dazu kommt, dass es in der Ukraine an einer ausreichend großen Zahl qualifizierter Chirurgen fehlt [4]. Generell ist das ukrainische Gesundheitswesen – auch schon vor dem Krieg – rückständig gegenüber westlichen Standards. Die Ausrüstung ist limitiert (z.B. Beatmungsgeräte), die Hygiene unzureichend, teilweise gibt es eine schlechte Vor-Hospital-Versorgung [26].

Daten aus Deutschland zeigen einen Anstieg NDM-1- und NDM-1/OXA-48-produzierender *Klebsiella pneumoniae* in einen präpandemischen Bereich. Dabei hielt sich ein erheblicher Anteil der betreffenden Patienten davor in der Ukraine auf [27]. In Frankfurt wurden bei 17 von 103 Patienten (16,5%) aus der Ukraine 34 **multiresistente Erreger** nachgewiesen. Bei 10 der Patienten fanden sich 21 Carbapenem-resistente Bakterien. Bei fünf von sechs Carbapenem-resistenten *Klebsiella pneumoniae* wurden Hypervirulenz-Marker nachgewiesen [28]. Weitere Veröffentlichungen stützen diese Ergebnisse [29].

Auch aus anderen Ländern (z.B. Holland, Schweden) wurde über vermehrt multiresistente Erreger bei Patienten aus der Ukraine berichtet [23, 30–35, 84]. Teilweise wurden mehrere multiresistente Keime bei einem einzigen Patienten gefunden [36].

Dies dürfte auch Folge des teilweise **unkritischen Einsatzes von Breitspektrum-Antibiotika** schon sehr früh in der Therapie sein, wohingegen als geeignete Ersttherapie eher Ceftriaxon, Metronidazol, Cefazolin oder Clindamycin genannt werden. Es gibt in der Ukraine offenbar keine generellen Empfehlungen zum Einsatz von Antibiotika, ferner sind sie in den Apotheken frei verfügbar [23, 25, 37]. Bei einer Untersuchung und Befragung von über 120 Patienten und Bewohnern in der westlichen Ukraine gaben 44% der Teilnehmer an, Antibiotika zu nehmen, 25% nahmen antiparasitäre Medikamente [38].

Insbesondere in den Kampfzonen werden durch Nahrungsmittel und Abfall auch **Schädlinge** wie Ratten und Mäuse angelockt, was auch zu Bissverletzungen und der Gefahr von Leptospirosen führt.

Es ist bekannt, dass im Krieg eine **Zunahme sexuell übertragbarer Krankheiten** festzustellen ist – durch Migration, schlechten Zugang zu Gesundheitseinrichtungen, mangelnde Kontrazeption und sexuelle Gewalt [39].

Ein besonderes Problem ist, dass die Prävalenz von Tuberkulose (auch multiresistente) und HIV in der Ukraine schon vor dem Krieg besonders hoch war. Durch den Krieg gibt es Probleme bei der Lieferung der erforderlichen Medikamente und der generellen Versorgung im Gesundheitswesen [40–42, 44].

Die **niedrige Durchimpfungsrate der Kinder** erhöht das Risiko des Ausbruchs von Kinderkrankheiten wie Polio, Masern oder Diphtherie. Beispielsweise betrug 2022 die Masern-Impfrate 69% (noch niedriger 2017–2019 mit 42%) [7, 43]. So kam es 2017–2020 zu einem großen Masernausbruch in der Ukraine mit über 115.000 Fällen [44]. Die Impfsituation in der Ukraine hat sich durch den Krieg weiter verschlechtert durch Flucht und Migration, Liefer- und Lagerschwierigkeiten (Stromausfall) und Zerstörung von Teilen der Infrastruktur des Gesundheitswesens [43].

Bei Vertriebenen und den durch den Krieg Verletzten kommt es in der Folge zu **mentalen und psychosozialen Problemen**, die auch im Nachgang eines Krieges relevant sind [45–48].

Durch den Krieg kommt es zu anhaltenden chemischen Kontaminationen von Luft, Wasser und Boden [49].

Von russischer Seite werden Antipersonen-**Minen** eingesetzt. 30% der Ukraine sind kontaminiert mit Landminen und nicht explodierter Munition [4, 49]. In der Ukraine sind bis Anfang 2024 – überwiegend über Raketenwerfer – sieben Millionen Minen verlegt worden, die hunderte Quadratkilometer zu Minenfeldern machen [3]. Dies wird ein großes Problem für die Nachkriegszeit darstellen.

Beginnend mit den 1970er Jahren nahmen weltweit die Zahlen von **Flüchtlingen** zu, in den 1990er Jahren auch in Europa (vor allem als Folge der Konflikte in der Sowjetunion und in Jugoslawien). Ab 1990 lagen sie durchschnittlich bei 3 Millionen jährlich in Europa [50].

Ende 2022 wurde geschätzt, dass es in der Ukraine, bedingt durch den Krieg, etwa 10 Millionen Flüchtlinge gab, die das Land verlassen haben. Allein nach Polen kamen bis Juli 2023 über 13 Millionen Flüchtlinge, vor allem Frauen und Kinder, von denen 12 Millionen allerdings wieder zurück gingen. Mitte 2023 lebten 3 Millionen Ukrainer in Polen [51].

© mhp Verlag GmbH 2024

Für Anfang 2023 werden für Deutschland über eine Million Flüchtlinge aus der Ukraine angegeben. 90% der Flüchtlinge sind Frauen und Kinder.

Darüber hinaus gibt es noch geschätzt 7 Millionen Binnenflüchtlinge, die geflüchtet sind, aber innerhalb der Ukraine verbleiben. Somit sind gut 40% der ukrainischen Bevölkerung zumindest zeitweise auf der Flucht (gewesen) [52–55]. 2024 wird angegeben, dass seit Kriegsbeginn 11 Millionen Menschen ihre Heimat verlassen mussten [49].

## Mögliche Folgen für Deutschland bei Ausweitung des Krieges

Das **deutsche Gesundheitswesen**, und hier vor allem die Krankenhäuser, ist derzeit in einer **kritischen Situation**. Viele Krankenhäuser sind defizitär und es gibt massive Stellenbesetzungsprobleme, vor allem im Pflegedienst [56]. Gleichzeitig wird ein Abbau der Krankenhäuser und auch der Krankenhausbetten gefordert. Im Vergleich zu anderen europäischen Ländern hat Deutschland in der Tat relativ viele Krankenhäuser und Krankenhausbetten [57]. Allerdings fand in den letzten Jahren bereits ein ungeordnetes Krankenhaussterben statt. Die von der Ampelregierung vorgesehenen Reformen berücksichtigen in der letzten Fassung nicht die Bedarfe für Katastrophen- oder den Kriegsfall.

Bereits im Winter 2021/2022 kam es zu Belegungsproblemen durch Infektionskrankheiten (vor allem bedingt durch Grippe, RSV und COVID-19) – mit verursacht durch Pflegepersonalmangel. Insofern wäre in einer kriegerischen Situation bereits der vorhandene Personalmangel das Hauptproblem. Allerdings muss hierzu angemerkt werden, dass Deutschland relativ doppelt so viel Personal im Gesundheitswesen beschäftigt wie die Ukraine vor dem Krieg [58, 59].

Eine Einbeziehung Deutschlands in einen Krieg kann unter verschiedenen Konstellationen geschehen: Verteidigungsfall, Zustimmungsfall, Spannungsfall, Bündnisfall. Deutschland wird als logistische Drehscheibe fungieren, Bündnispartner und eigene Kräfte durch das zivile Gesundheitssystem im Rahmen des Host Nation Support versorgen. Es kann zu einer hybriden Kriegsführung auf deutschem Hoheitsgebiet kommen, zur Heranziehung ziviler Kräfte nach dem Wehrpflicht- und Arbeitssicherstellungsgesetz, um nur einige Möglichkeiten zu nennen.

Je nach Umfang der Einbeziehung Deutschlands ist davon auszugehen, dass es zu einem Mangel an Versorgungskapazitäten kommen kann. Derzeit wird für den **Verteidigungsfall geschätzt, dass bis zu 1.000 Soldaten pro Tag sanitätsdienstlich versorgt werden müssen** [60].

## Katastrophen am Beispiel der Flut im Ahrtal

Bei der großen Flutkatastrophe im Juli 2021 an der Ahr wurden im Landkreis Ahrweiler

- 62 Brücken zerstört und weitere 13 schwer beschädigt,
- 19 Kindertagesstätten und 14 Schulen beschädigt,
- über 330 Menschen mussten mit bis zu 36 Hubschraubern von Dächern und Bäumen gerettet werden.
- In der Stadt Sinzig starben 12 Bewohner einer Behinderteneinrichtung und
- alle 4 Kläranlagen wurden vollständig zerstört.

Eine Bestandsaufnahme 10 Tage nach dem Hochwasser ergab:

- mindestens 17.000 Personen hatten unmittelbar Eigentum verloren,
- von über 3.000 beschädigten Gebäuden wurden mindestens 467 zerstört, darunter fast 200 Wohnhäuser,
- mehrere Kilometer Straßen wurden komplett zerstört,
- auf der Ahrtalbahn wurden mindestens 7 Eisenbahnbrücken und rund 20 Kilometer Gleis zerstört.

Gemessen an der Opferzahl war die **Flutkatastrophe die schwerste Naturkatastrophe in Deutschland seit der Sturmflut 1962**.

Der Versicherungskonzern Aon geht von einer vorläufigen Schadenshöhe von mindestens 25 Milliarden US-Dollar aus.

Als Fazit wurden sanitäre Infrastruktur, Elektroversorgung, Kommunikationsnetze, Straßen und Brücken sowie insbesondere Wohnraum zerstört. Eine zeitnahe Evakuierung gelang nicht.

Ende Dezember 2021 ging die Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion

- von 42.000 Flutbetroffenen aus, von ihnen hatten mindestens 17.000 unmittelbar Hab und Gut verloren oder erheblichen Schaden;
- 8.800 Gebäude wurden von der Flutkatastrophe betroffen und ein Teil musste abgerissen werden.
- 10 Kindertagesstätten, 5 Krankenhäuser und Kliniken sowie 17 Schulgebäude wurden massiv beschädigt.
- Mehr als 800 Kindergartenplätze fielen durch die Flutkatastrophe aufgrund mittel- und langfristiger Schäden weg.
- 17 Schulen im Überschwemmungsgebiet waren so stark betroffen, dass nach den Sommerferien 2021 kein Unterricht möglich war.
- 36 Arztpraxen waren völlig zerstört, 23 unmittelbar nach der Flut noch mit Einschränkungen funktionsfähig. 10 Apotheken fielen komplett aus, 8 waren beschädigt [61].

Erst **zwei Jahre** nach der Flut konnte **im Ahrtal ein Großteil der Trinkwasserversorgung wieder freigegeben** werden [62].

Im Ahrtal standen viele Häuser in Überschwemmungsgebieten. Über eine Verlagerung wurde zwar viel geredet, tatsächlich wurden die allermeisten Häuser wieder an alter Stelle aufgebaut. Geld aus dem 30 Milliarden-Euro-Ahrtal-Fonds von Bund und Ländern gab es nämlich nur, wenn die Häuser an gleicher Stelle und in gleicher Qualität wiederaufgebaut wurden [63].

Dabei war die Flut im Ahrtal keineswegs die erste Flutkatastrophe, die Deutschland heimsuchte. 2002 gab es Hochwasser – hervorgerufen durch tagelange Regenfälle – in Deutschland, Tschechien und Österreich, bei dem es zu schweren Überschwemmungen, besonders an Elbe und Donau kam. Dies hatte wochenlange Hilfseinsätze zur Folge und Schäden in Höhe von 15 Milliarden Euro, davon in Deutschland 9 Milliarden. Allein in Sachsen fielen an der Elbe 32 Kläranlagen durch Überschwemmung und Stromausfälle aus. Dadurch gelangte Abwasser ungeklärt in die Elbe (Wikipedia, Juni 2024).

Im Mai und Juni 2013 folgte ein Hochwasser in Mitteleuropa durch tagelange Regenfälle, das u.a. Deutschland, die Schweiz, Österreich, Tschechien, Polen, die Slowakei und Ungarn betraf. In Deutschland kam es zu Beeinträchtigungen im Schienen- und Straßenverkehr. In 55 Landkreisen wurde Katastrophenalarm ausgerufen, 19.000 Bundeswehr-Soldaten waren im Einsatz und 75.000 Feuerwehrleute (Wikipedia, Juni 2024). Die Gesamtschäden wurden auf fast 7 Milliarden Euro beziffert [64].


© mhp Verlag GmbH 2024

Eine aktuelle Befragung in Kitas und Pflegeeinrichtungen zeigt, dass man hinsichtlich Starkregen in diesen Institutionen nicht hinreichend sensibilisiert ist [65].

Zu den zuletzt genannten Flutereignissen lassen sich keinerlei medizinische Auswertungen finden. Anders verhält es sich bei der Flutkatastrophe im Ahrtal, da frühzeitig Prof. Exner aus Bonn eingeschaltet wurde und durch ihn Berichte zu Auswirkungen, beispielsweise auf Krankenhäuser und Abwasserbehandlung, vorliegen.

## Risikoanalysen im Bevölkerungsschutz

Aus dem Jahr 2019 stammt eine Unterrichtung durch die Bundesregierung [66] zu **Risikoanalysen im Bevölkerungsschutz**. Demnach wurden seit 2012 folgende Risikoanalysen durchgeführt:

- Extremes Schmelzhochwasser aus den Mittelgebirgen,
- Pandemie durch Virus Modi-SARS,
- Wintersturm,
- Sturmflut,
- Freisetzung radioaktiver Stoffe aus einem Kernkraftwerk
- Freisetzung chemischer Stoffe.

Für die Pandemie wurde geschätzt, dass es innerhalb von drei Jahren bis zu 78 Millionen Erkrankte, bis zu 4,1 Millionen Krankenhauspatienten und gleichzeitig bis zu 1,1 Millionen Intensivpflichtige geben könnte. Dementsprechend wurde empfohlen, zu prüfen, ob eine Erhöhung der Bettenanzahl sinnvoll sei.

Auch auf Probleme im Gesundheitswesen bei Stromausfall wurde hingewiesen: So würden Blutkonserven und temperaturempfindliche Produkte verderben. Apotheken seien nicht zwangsläufig an die Notstromversorgung angeschlossen. Durch Stromausfall käme es auch zu Auswirkungen auf die Wasserversorgung: Ausfall der Förderpumpen zur Rohwassergewinnung, Ausfall hausinterner Pumpsysteme, der Wasserdruck bliebe nur für 1 bis 2 Tage ausreichend hoch.

Des Weiteren wurde der Aufbau von festen und mobilen Notstromaggregaten inklusive Kraftstoffvorräten empfohlen.

Einschränkungen bei der Mineralöl-Einspeisung in Pipelines seien zu erwarten, da diese Strom erfordere. Die meisten Tankstellen würden ausfallen, da sie keine Notstromversorgung hätten.

Schließlich gibt es vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) [67] ein 400-seitiges Handbuch zu Starkregen und Sturzfluten. Das zeigt, dass sich die staatlich zuständige Behörde bereits intensiv mit dem Thema beschäftigt und wertvolle Hinweise zu präventiven und akuten Maßnahmen gegeben hat. Die Umsetzung der Maßnahmen in den Unternehmen/Einrichtungen der kritischen Infrastruktur ist sicher ausbaufähig.

## Kritische Infrastrukturen

Zu den kritischen Infrastrukturen, die für das Funktionieren eines Gemeinwesens notwendig sind, gehören:

- Wasser
- Energie
- Ernährung
- Finanz- und Versicherungswesen
- Gesundheit
- Informationstechnik und Telekommunikation
- Abfallentsorgung
- Medien und Kultur
- Staat und Verwaltung
- Transport und Verkehr [68]

Sie alle spielen eine wichtige Funktion bei der Aufrechterhaltung des gesellschaftlichen Lebens. Bereits einzelne Ausfälle können das Zusammenleben massiv beeinträchtigen. Dies gilt umso mehr, wenn mehrere Bereiche ausfallen oder nur eingeschränkt funktionieren.

### Studie des TAB zu den Folgen eines langandauernden und großräumigen Stromausfalls

Nach einer Studie des Büros für Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages (TAB) zu den Folgen eines lang andauernden und großräumigen Stromausfalls wären alle kritischen Infrastrukturen betroffen und ein Kollaps der gesamten Gesellschaft wäre kaum zu verhindern [69]:

Die durch Bundeswehr, Technisches Hilfswerk (THW) oder Telekommunikationsunternehmen im Ereignisfall einsetzbaren **mobilen notstromversorgten Funktechniken** und leitungsgebundenen Kommunikationsmittel seien vermutlich in erster Linie für die eigenen Erfordernisse vorgesehen und nicht für die Kommunikation von Behörden, Bevölkerung und Unternehmen ausgelegt. Innerhalb weniger Tage entfalle für die Bevölkerung die Möglichkeit zur Kommunikation mittels Telefonie und Internet, insbesondere da die Endgeräte nicht mehr stromversorgt seien. Im Bereich **Transport und Verkehr** würden die elektrisch betriebenen Elemente der Verkehrsträger Straße, Schiene, Luft und Wasser sofort oder nach wenigen Stunden ausfallen. Dies betreffe nicht nur die Transportmittel, sondern auch die Infrastrukturen (beispielsweise Ampeln). Innerhalb kürzester Zeit wäre der Straßenverkehr in großen Städten chaotisch, Kreuzungen, Tunnel und Schrankanlagen wären blockiert, es käme zu langen Staus. Durch den Ausfall der meisten Tankstellen blieben viele Fahrzeuge liegen, Individualverkehr nehme innerhalb 24 Stunden stark ab. Der öffentliche Personennahverkehr wäre wegen knappen Kraftstoffs allenfalls rudimentär vorhanden. Der stromversorgte Schienenverkehr käme abrupt zum Stillstand.

Bezüglich **Wasserversorgung und Abwasserentsorgung** könnten die Wasserinfrastruktursysteme ohne Strom nach kürzester Zeit nicht mehr betrieben werden. Im Bereich der Wasserversorgung werde elektrische Energie in der Wasserförderung, Aufbereitung und Verteilung benötigt. Besonders kritisch seien die elektrisch betriebenen Pumpen, sodass beispielsweise eine Grundwasserförderung nicht mehr möglich sei. Im Bereich der Abwasserentsorgung sinke die anfallende Schmutzwassermenge und die Zusammensetzung des Schmutzwassers würde sich ändern. So entstünde die Gefahr, dass sich durch konzentrierte Abwässer in der Kanalisation Ablagerungen bilden, die zu Verstopfungen und Geruchsbildung führen. Die Unterbrechung der Wasserversorgung wirke sich insbesondere auch auf das häusliche Leben aus: Die tägliche Körperpflege wäre nicht mehr möglich, es gebe kein warmes Wasser. Zubereitung von Speisen und Getränken sei nur noch reduziert möglich und die Toilettenspülung funktioniere nicht. Eine Säuberung der Kleidung sei nicht mehr möglich.

In Deutschland existieren ca. 5.200 Brunnen zur Trinkwassernotversorgung, wobei von einem Bedarf von ca. 15 Litern pro Person und Tag ausgegangen wird. Inwieweit diese ausreichend bzw. einsatzfähig sind, ist unklar. Für die Versorgung von Krankenhäusern und Altenheimen reichen sie nicht aus. Diese müssen über eigene Wasserversorgungssysteme versorgt werden (siehe hierzu NoWater – https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/Kritische-Infrastrukturen/KRITIS-Projekte/NOWATER/nowater_node.html#vt-sprg-6).

© mhp Verlag GmbH 2024

Bei Wassermangel nehme auch das Risiko von Bränden zu, im industriellen Bereich etwa durch den Ausfall von Kühlungen oder Prozessleitsystemen oder durch Versuche, in den Haushalten ohne Strom zu kochen, zu heizen und zu beleuchten.

Im Bereich der **Lebensmittelversorgung** komme es aufgrund fehlender Klimatisierung und Durchlüftung in den ersten Stunden zu Schäden in der Unterglasproduktion von Obst und Gemüse (Treibhäuser) sowie an Lagerhaltung. In der Tierhaltung würden wichtige Funktionen in der Stalltechnik zunächst durch Notstromaggregate aufrechterhalten. Sobald der Kraftstoffvorrat zu Ende gehe, was meistens nach 24 Stunden geschehe, würden die Tiere unter mangelnder Versorgung mit Futter, Wasser und Frischluft leiden, die auch nicht personell erbracht werden könnte. Am problematischsten sei die Versorgung von Schweinen und Geflügel in Beständen mit mehreren tausend Tieren. Unter diesen Bedingungen würden die Tiere oft die ersten Stunden schon nicht überleben.

Auch die weiterverarbeitende Lebensmittelindustrie falle sofort aus, sodass die Belieferung des Handels unterbrochen sei. Nur wenige Lager könnten die Notstromversorgung länger als zwei Tage aufrechterhalten.

Im **Gesundheitswesen** bestehe eine unmittelbare Abhängigkeit von Elektrizität. Innerhalb einer Woche sei mit einem weitgehenden Zusammenbrechen der medizinischen und pharmazeutischen Versorgung zu rechnen. Bereits nach 24 Stunden sei die Funktionsfähigkeit des Gesundheitswesens erheblich beeinträchtigt.

Die Krankenhäuser verfügten über eine Notstromversorgung, die für 24 Stunden in Kernbereichen den Betrieb essentieller Systeme aufrechterhält. Die Kraftstoffvorräte müssten für 1 bis 2 Tage ausgelegt sein. Für die Behandlung Kranker und Verletzter nicht unmittelbar benötigte Bereiche und Geräte würde der Strom frühzeitig abgestellt. Dazu zählen Verwaltung, Rechenzentrum, Physiotherapie, Küche, allgemeine Warmwasserversorgung, große Diagnosegeräte wie Kernspin- und Computertomographie.

Medikamente würden knapper werden, dies gelte insbesondere für verderbliche Arzneimittel. Dramatisch würden sich Engpässe bei Insulin, Blutprodukten und Dialysier-Flüssigkeiten auswirken.

Der Zusammenbruch der Krankenhausversorgung drohe. Zwar sei in den Notfallplänen der Krankenhäuser die Entlassung möglichst vieler Patienten vorgesehen. Doch könnten aus den Kliniken allenfalls Patienten entlassen werden, die sich selbst versorgen könnten. Spätestens am Ende der ersten Woche breche die klinische Versorgung zusammen mit gesundheitlicher Schädigung beziehungsweise Tod sehr vieler Menschen.

Weitere Einschränkungen würden sich bei **Finanzdienstleistungen** ergeben. Da auch diese (z.B. Geldautomaten) von der Stromversorgung abhängig seien.

Diese Entwicklungen hätten auch Auswirkungen auf das **Verhalten der Menschen**. Ein Zusammenbruch der Stromversorgung würde die Bürger verunsichern und ihrer Überzeugung von der Kontrollierbarkeit der Lebensbedingungen erschüttern. Dies führe zu Ohnmachtsgefühlen und Stress. Die Reaktionen seien unterschiedlich. Manche würden rücksichtsloser, aggressiver und gewaltbereiter werden, die Bereitschaft zu helfen könne abnehmen. Es könnten aber auch Hilfsbereitschaft und Empathie zunehmen.

Eine **Planung für derartige Szenarien** sei sehr komplex, da viele relevante nicht behördliche Akteure einbezogen werden müssten. Dazu zählten die Energieversorgungsunternehmen, zahlreiche Unternehmen – beispielsweise Informations- und Kommunikationsunternehmen, die Lebensmittelindustrie oder das Sicherheitsgewebe. Allein im Sektor Wasser gebe es 5.200 Versorger und 5.900 Entsorger und im Sektor Informationstechnik und Telekommunikation 3.000 Anbieter von Dienstleistungen.

Als eine Perspektive bei einem Stromausfall werden **Inselnetze** genannt. Es benötige dafür Konzepte zum Aufbau und zur Nutzung dezentraler vernetzter Stromerzeuger.

Als **Fazit** kommt der Bericht zu der Folgerung, dass die Folgen eines derartigen großflächigen Stromausfalls einer nationalen Katastrophe glichen. Bereits nach 24 Stunden sei die Funktionsfähigkeit des Gesundheitswesens massiv beeinträchtigt. In den ersten Tagen müssten Dialysezentren sowie Alten- und Pflegeheime zumindest teilweise geräumt werden, Arztpraxen und Apotheken seien zumeist geschlossen. Hausnotrufsysteme würden nicht mehr funktionieren, ebenso die medizinischen Apparate der häuslichen Pflege.

Ein Beispiel ist der Stromausfall in Texas: Am 14. Februar 2021 zogen schwere Winterstürme über den Bundesstaat Texas. Das Stromnetz fiel für 4 Tage aus, 3 Millionen Haushalte waren betroffen. Ursächlich waren dabei nicht nur die Wetterbedingungen, sondern auch – wie man später ermittelte – problematische Wartungspraktiken, unzureichende Investitionen für Überwinterung, fehlende Verbindungen zu anderen Hauptverbindungsleitungen des US-Stromnetzes und Probleme bei der Verwaltung des Netzes [68].

## Problem der Zentralisierung und Auslagerung von Aufgaben

Seit Jahren sind in den deutschen Krankenhäusern **diverse Abteilungen** ausgelagert beziehungsweise außerhalb zentralisiert worden. Hierzu zählen in erster Linie die **ZSVA/AEMP (AEMP: Aufbereitungseinheit für Medizinprodukte), Labore, Catering/Küchen, Wäschereien sowie Apotheken**.

Die hierfür ursprünglich im Krankenhaus genutzten Räume sind inzwischen überwiegend bis vollständig anderweitig genutzt, sodass ein mittelfristiges Insourcing überhaupt nicht möglich ist. Gleiches gilt für früher genutzte Geräte wie Sterilisatoren oder RDGs.

Wenn also diese ausgelagerten beziehungsweise zentralisierten Einheiten durch kriegerische Handlungen beschädigt wären und ausfallen würden, so wären hierdurch immer mehrere Krankenhäuser in ihrer Leistungsfähigkeit eingeschränkt.

Die Auswirkungen bei entsprechendem Ausfall können massiv sein:

- Beim **Ausfall einer AEMP ist keine Instrumentenaufbereitung** möglich, d.h. Operationen könnten nicht durchgeführt werden. Geräte (z.B. Autoklav) am ursprünglichen Standort sind im Allgemeinen nicht mehr vorhanden, sodass ein Ausweichen in frühere Räume unrealistisch ist. Eine weitere Konsequenz wäre ein vermehrter Antibiotikaeinsatz bei Operationen: Schon heute werden vielfach Antibiotika nicht leitliniengerecht eingesetzt – daher ja auch die ABS-Ansätze -, verschärft würde dieses Problem u.U. durch Lieferengpässe für notwendige Antibiotikagruppen. Mit einer Zunahme multiresistenter Keime wäre zu rechnen.
- Beim **Ausfall von großen und überregionalen Laboratorien** wären sehr viele Krankenhäuser betroffen. Eine **mikrobiologische Diagnostik wäre nur eingeschränkt bzw.**


© mhp Verlag GmbH 2024

**nicht mehr möglich**, das heißt Antibiotika müssten „blind" angewendet werden, mit dem Risiko einer vermehrten Resistenzentstehung. Auch s**onstige Labordiagnostik wäre nur eingeschränkt bzw. nicht vorhanden**, das heißt, die Differentialdiagnostik wäre massiv eingeschränkt. Entscheidend wären somit klinische Erfahrung, Blickdiagnosen und klassische Untersuchungen (z.B. Auskultation, Perkussion), wobei Kenntnisse hierzu durch Verlagerung auf rein technische Untersuchungsverfahren in den letzten Jahren eher abgenommen haben dürften.

- Beim **Ausfall von Küchen und Catering** würde eine Speisenlieferung nicht erfolgen. Dies würde unter Umständen aufgefangen durch Angehörige, die Essen ins Krankenhaus bringen – soweit Angehörige verfügbar wären. Die Krankenhäuser selbst könnten den Ausfall zentraler Küchen nicht auffangen, da entsprechende Räume, Geräte und Personal nicht vorhanden sind.
- Auch beim **Ausfall von Wäschereien** wären viele Krankenhäuser betroffen. Ein Ersatz im Krankenhaus wäre nicht vorhanden.
- Beim **Ausfall von Apotheken** würden Medikamente nicht geliefert, die Therapiemöglichkeiten wären massiv eingeschränkt.
- Ein **längerer Stromausfall** führt dazu, dass die oben genannten Infrastrukturen massiv betroffen sind. **Kühlschränke** fallen aus, **Licht und Klimaanlage** im OP fallen aus usw. Ein Ausfall der derzeit in vielen Krankenhäusern in Installierung befindlichen Patientenakte bedeutet, dass die Patientendaten für Tage oder Wochen komplett fehlen. Dies haben die Windows-Ausfälle (Crowdstrike) im Juli 2024 auf dramatische Weise gezeigt.

Allerdings kann die Zentralisierung von Abteilungen auch Vorteile bieten, wenn sie nicht betroffen sind, sondern „lediglich" einzelne Einrichtungen des Gesundheitswesens, sodass die Lieferungen aus den zentralen Einrichtungen weiterlaufen können.

## Zerstörung von Lieferkapazitäten

Kriegerische Handlungen würden zu einer Zerstörung von Lieferkapazitäten führen. Dies beträfe beispielsweise Impfstoffe, Blutkonserven, Medikamente, Diagnostika, Anästhetika. Gerade letzteres würde die Möglichkeiten, Operationen durchzuführen, sehr beeinträchtigen. Da im Krankenhaus viele Einmalprodukte eingesetzt werden, z.B. im OP Kittel und Abdeckung, würde dies ebenfalls zu massiven Beeinträchtigungen führen, beziehungsweise zu einem erhöhten Risiko postoperativer Infektionen. Ein Rückgang auf Eigenaufbereitung textiler Abdeckungen und Kittel dürfte mittelfristig nicht möglich sein, da diese nicht vorhanden sind und ebenfalls nicht die entsprechenden Aufbereitungsmöglichkeiten.

Aufgrund der in der Corona-Pandemie deutlich gewordenen Abhängigkeit von Einkäufen im Ausland wurde **auf Bundesebene eine sogenannte Nationale Reserve Gesundheitsschutz (NRGS)** eingerichtet, in der medizinische Verbrauchsgüter, wie Schutzausrüstung und Beatmungsgeräte, gelagert werden sollen. Die Bevorratung soll für einen Monat reichen, vorzugsweise mit inländischen Produkten. Nach diesem Monat soll dann die inländische Produktionskapazität hochgefahren sein, sodass eine Lieferung möglich ist [85]. Inwieweit dies realistisch ist, darf bezweifelt werden, denn wo sollen diese Produktionskapazitäten herkommen? Dass in derart großen Lagern ein „First in – First out"-Prinzip umgesetzt wird beziehungsweise werden kann, muss ebenfalls mit einem Fragezeichen versehen werden. **2023** wurde berichtet, dass für den weiteren geplanten Aufbau der Nationalen Reserve **keine Haushaltsmittel** zur Verfügung stehen [60].

Bei der DGKH-Tagung zum Thema Anfang Februar 2023 in Berlin wurde von Seiten der EU-Kommission berichtet, dass man Produktionskapazitäten in Europa plane, die im Bedarfsfall angefahren werden. Dies erscheint unrealistisch, denn woher soll beispielsweise das Personal rekrutiert werden, das über die entsprechende Erfahrung verfügt? Wie sicher ist das Betreiben und Anfahren von Maschinen und Geräten, die jahrelang nicht genutzt wurden?

Man muss also weiterhin davon ausgehen, dass in Deutschland eine **hohe Abhängigkeit vom Ausland** besteht, ganz besonders für Grundstoffe der Chemie. Dies gilt auch insbesondere für Medikamente: Lagen die Zulassungszahlen weltweit für Wirkstoffproduktion von Medikamenten in Asien im Jahr 2000 noch bei 30%, waren es im Jahr 2020 bereits 60% [70].

Realistisch betrachtet sind also in Deutschland derzeit nur geringe Kapazitäten für Eigenproduktionen bzw. für ein Hochfahren der Eigenproduktion vorhanden.

## Zerstörung sonstiger Infrastruktur

In der Ukraine kam und kommt es als Teil der Kriegsführung zu gezielten Angriffen auf die Infrastruktur, wie Wasser- und Stromversorgung sowie Abwasserentsorgung, mit dem strategischen Ziel, die Bevölkerung zu zermürben. Teilweise fällt die Stromversorgung stunden- bis tagelang aus. Die Entwicklung in der Ukraine zeigt, dass durch gezielte Angriffe auf die Strom-produzierende und -verteilende Infrastruktur Stromausfälle verursacht werden, die ein ganzes Land betreffen können.

In Deutschland beträfe dies ebenfalls die **Energieversorgung**: Wenn Strom ausfällt, verfügen normalerweise alle Krankenhäuser über Notstromaggregate, die zumindest für einige Stunden die Stromversorgung aufrechterhalten. Dass auch das ggf. nicht funktionieren muss, zeigte sich im Mai 2023 an der Charité in Berlin, als für mehrere Stunden der Strom ausfiel und die Notstromaggregate nicht ansprangen [71].

Laut einer Umfrage des Deutschen Krankenhaus Institutes [72] im Jahr 2022 reicht die Notstromversorgung bei 21% der Krankenhäuser nur für einige Stunden bis zu einem Tag, bei 59% wenige Tage und bei 21% eine Woche oder länger. Bei einem mehrtägigen Stromausfall könnten nur 14% der Krankenhäuser die Patientenversorgung umfassend sicherstellen, 7% müssten sie ganz einstellen. 71% der Krankenhäuser haben Gas als alleinigen Energieträger.

Der Ausfall von Gas- und Ölversorgung würde bedeuten, dass Heizungen nicht laufen, dass teilweise Heißwasser ausfällt und dass Notstromaggregate in den Krankenhäusern nach einigen Stunden nicht mehr betrieben werden können.

Ein Ausfall der Stromversorgung hätte zur Folge, dass Beatmungsgeräte nicht betrieben werden können, keine Diagnostik möglich ist, OP-Lampen nicht funktionieren, die Zentralsterilisation nicht arbeitsfähig ist, es unter Umständen zu Spannungsspitzen mit Ausfall von Geräten kommen kann. Man darf davon ausgehen, dass Photovoltaik, Wärmepumpen und Windräder nur anteilig zur Stromversorgung beitragen können und darüber hinaus auch nur wetterabhängig Leistung erbringen.

Selbstverständlich würden reine Elektroautos nach einigen Stunden nicht mehr fahren können. RTWs oder Feuer-

© mhp Verlag GmbH 2024

wehrautos, die ausschließlich über Batterie betrieben werden, wären im Ahrtal nach wenigen Stunden nicht mehr betriebsbereit gewesen.

Ferner gilt die Devise: **Je zentraler die Versorgung ist, desto größer ist der Schaden beim Ausfall.**

Angriffe auf lange Überlandleitungen von Strom – z.B. Trassen von der Nordsee nach Bayern – könnten ganze Landstriche von der Stromversorgung abschneiden.

Wie massiv selbst kleinere Stromausfälle sein können, zeigte sich im Juni 2024 in der rheinland-pfälzischen Gemeinde Budenheim, in der es durch eine Verpuffung in einem Umspannwerk zu einem mehrstündigen Stromausfall kam: Ampeln funktionierten nicht mehr, die Tankstelle war außer Betrieb, ebenso Telefone und Internet [73].

Ein Ausfall von Strom würde im Falle der AEMP bedeuten, dass eine Aufbereitung nicht mehr möglich ist: RDGs, Einschweißgeräte, PCs, Klimaanlagen usw. benötigen elektrischen Strom. Oft sind die AEMPs fensterlos im Untergeschoss verbaut, sodass sie auf Licht angewiesen sind.

Für große Autoklaven ist eine zentrale Dampfversorgung erforderlich und generell ist eine erhebliche Wasserversorgung notwendig, z.B. für die RDGs.

Bei einer Befragung von deutschen Krankenhäusern ergab, dass nur 60% der Alarmpläne die Versorgung von Verletzten im Zusammenhang mit terroristischen Anschlägen und nur 34% die Sicherheit der Infrastruktur behandeln. [74].

Ähnliches gilt für die **Wasserversorgung**: Derzeit wird geschätzt, dass pro Tag und Bett 500 Liter Wasser in medizinischen Einrichtungen benötigt werden. Im Falle einer Beschädigung oder eines Ausfalls der Wasserversorgung stünde Wasser zur Verfügung, das ggf. keine Trinkwasserqualität hätte. Ferner wäre unter Umständen von verkeimtem Trinkwasser auszugehen, mit der Gefahr einer Verbreitung trinkwasserassoziierter Infektionen. Wie man im Ahrtal gesehen hat, muss bei Zerstörung des Trinkwasserleitungsnetzes mit dem Übertritt von Abwasser in die Trinkwasserversorgung gerechnet werden.

Wenn im Krankenhaus die Wasserversorgung zusammenbricht, wie funktionieren dann Toiletten, Duschenentwässerung und Abwasserentsorgung? In Bad Neuenahr beispielsweise mussten wegen der nicht intakten Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung alle Patienten aus dem Krankenhaus evakuiert werden und das Krankenhaus blieb für sechs Wochen geschlossen.

Zerstörte bzw. fehlende sanitäre Infrastruktur hat Konsequenzen für die hygienisch gesicherte Versorgung der Patienten. Das HyReKA-Verbundprojekt hat gezeigt, dass die Abwasserkanalisation mit hochresistenten Bakterien mit Carbapenemresistenz und Carbapenem-Determinanten extrem belastet ist, sodass in diesen Situationen zwangsläufig mit dem Auftreten von Infektionen mit Carbapenem-resistenten bzw. Carbapenemase-bildenden Erregern zu rechnen ist.

Zerstörung sonstiger Infrastruktur bedeutet auch **mangelhafte Lieferung und Verteilung von Lebensmitteln und sonstigen Gütern zur persönlichen Hygiene**, z.B. Toilettenpapier.

**Wenn Straßen, Brücken, Eisenbahnstrecken, Flughäfen und Industriewerke teilweise oder ganz zerstört** sind, können diese nicht schnell instandgesetzt werden. Beispielsweise hat das Azovstal-Stahlwerk in Mariupol, das völlig zerstört wurde, zuvor 4 Millionen Tonnen Stahl pro Jahr produziert und war dadurch eines der größten in Europa [75]. Diese Stahlproduktion entfällt und entsprechende Liefer- und Produktionsprobleme nehmen zu, z.B. auch für OP-Instrumente.

Als eine besondere Bedrohung gelten heute auch **Cyber-Angriffe**. In einem Bericht aus 2023 weist das Büro für Technologiefolgen-Abschätzung des Deutschen Bundestages [76] darauf hin, dass durch den Einsatz digitaler Technologien Kompetenzen bei Personal verloren gehen, die gerade in Krisensituationen gefordert sind.

## Besondere Probleme in Deutschland

In Deutschland gibt es Demografie-bedingt eine zunehmende Zahl von **Menschen mit sehr hohem Alter**. Die Erfahrungen aus dem Ukraine-Krieg lehren, dass alte Menschen eine geringe Mobilität zeigen und eher nicht flüchten. Sie wären also besonders betroffen, da sie in Kampfgebieten bleiben würden. Im Übrigen hat sich im Ukraine-Krieg gezeigt, dass auch Menschen aus niedrigen sozio-ökonomischen Schichten vermehrt verbleiben [58, 59].

In Deutschland gibt es einen **hohen Anteil von Menschen mit Therapie-bedürftigen chronischen Erkrankungen** sowie von **Risikopersonen**, z.B. mit Immunschwäche. Auch diese wären massiv betroffen, da ihre Therapie oder Versorgung (z.B. Dialyse) eingeschränkt wäre.

Was würde mit den **Bewohnern in den Alten- und Pflegeheimen** geschehen? Sie könnten nicht flüchten, gleichzeitig würden aber sehr wahrscheinlich viele der Mitarbeiter flüchten. Oben wurde bereits darauf hingewiesen, dass bei Zerstörung oder Schädigung von Krankenhäusern diese nur Patienten entlassen könnten, die sich zu Hause selbst versorgen oder versorgt werden. Eine Entlassung in Alten- und Pflegeheime in den betroffenen Gebieten scheint dagegen nicht möglich, da das erforderliche Personal reduziert wäre.

Ebenfalls dürfte es in der **ambulanten Pflege** Personalengpässe geben. In den **Beatmungs-WGs** käme es in sehr kurzer Zeit zu vielen Todesfällen.

Da es durch kriegerische Handlungen zu **Umweltschäden** kommt, z.B. durch Schadstoffaustritt, wäre eine hohe umweltmedizinische und umwelthygienische Kompetenz zur Bewertung notwendig, die derzeit in Deutschland aber kaum noch vorhanden ist.

In Deutschland ist die Bevölkerungsdichte etwa dreimal so groß wie in der Ukraine: In Deutschland leben 233 Personen pro Quadratkilometer, in der Ukraine 75, in Syrien 95 und in Afghanistan 62. Dies bedeutet, dass bei vergleichbaren Situationen wie in der Ukraine in Deutschland immer – relativ gesehen – mehr Menschen betroffen wären.

Im Übrigen wären, wenn Deutschland einbezogen wäre, natürlich auch Nachbarländer betroffen, sodass eine Unterstützung durch diese nicht möglich wäre. Die Ukraine erfährt derzeit Unterstützung aus vielen Ländern – bei Ausdehnung des Krieges bis Deutschland wäre jedes Land mehr oder minder auf sich selbst gestellt.

Im Falle kriegerischer Auseinandersetzungen würde die **Zahl der Flüchtlinge** steigen, die einmal nach Deutschland kommen oder durch Deutschland hindurchziehen. Aus den Erfahrungen der letzten Jahre zeigt sich, dass hierdurch besondere Probleme entstehen im Hinblick auf Unterkünfte, Infektionskrankheiten und Zugang zum Gesundheitssystem [77]. Beispielsweise ist die Tuberkulose-Inzidenz in der Ukraine rund 15-mal höher als in Deutschland [78].


© mhp Verlag GmbH 2024

# NICHTS VERPASSEN MIT UNSEREN FACH-NEWSLETTERN

**IN KÜRZE**
**stellen wir Ihnen unsere neuen FACH-APPs vor:**

**Newsletter abonnieren**
und als Erste erfahren, wann die Apps online sind!

**Das erwartet Sie:**

- komfortabler Zugriff auf Ihre Ausgaben und das Archiv
- Fachliche, KI-gestützte Antworten
- Qualität und Expertise unserer erfahrenen Autor:innen

**LASSEN SIE SICH AUTOMATISCH INFORMIEREN – MIT UNSEREN FACHNEWSLETTERN**

**JETZT ANMELDEN**

Melden Sie sich einfach über den QR-Code für den Newsletter zu Ihrem Fachgebiet an:
**www.bit.ly/mhp-newsletter**

mhp_medien

www.mhp-medien.de

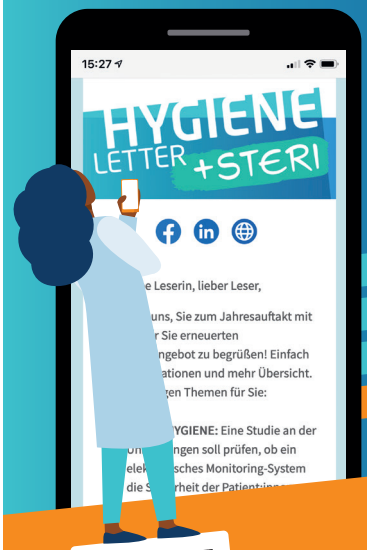
www.hygiene-medizin.de

# HYGIENE LETTER +STERI

**Fachwissen für unterwegs**

**Ihr Newsletter für Hygiene in Arztpraxis und Klinik und für die AEMP. Jetzt kostenlos anmelden!**

Damit Sie in Sachen Hygiene und Sterilgutversorgung immer auf dem neuesten Stand sind.




+ zuverlässiges Fachwissen
+ optimiert für Ihr Smartphone
+ alle 14 Tage
+ aktuell noch kostenlos

Jetzt kostenlos anmelden auf
**www.bit.ly/hygiene-steri-news**
oder QR-Code scannen.

## Folgerungen

Die Erfahrungen des **Krieges** in der Ukraine wie auch in anderen Konfliktregionen zeigen, dass **nicht unbedingt mit der Einhaltung des Völkerrechts gerechnet werden** kann. Vielmehr stellen Angriffe auf die Zivilbevölkerung heute häufig ein wesentliches strategisches Element von Kriegen dar. Dabei ist insbesondere auch das Gesundheitswesen Ziel von Angriffen.

In der Folge – und das ist auch das Ziel der Angriffe – kann es zum **Ausfall kritischer Infrastrukturen** wie der Strom- und Wasserversorgung kommen. Dies zeigt sich zunehmend (Stand Juni 2024) in der Ukraine, wo inzwischen landesweit teilweise mehrere Stunden am Tag der Strom abgeschaltet werden muss. Allein dies hat weitreichende Auswirkungen auch auf andere, u.U. nicht direkt betroffene Infrastrukturen, z.B. in der Trinkwasserversorgung (Ausfall von Pumpen).

Das **Gesundheitswesen** ist einerseits betroffen durch **direkte Angriffe** und Zerstörungen. Hinzu kommen aber weitere Folgeschäden, z.B. durch mangelnde Medikamentenlieferungen, fehlende oder nicht funktionierende Medikamentenlagerhaltung (Ausfall von Strom für Kühlschränke). Ebenso ist damit zu rechnen, dass die **Mitarbeiterzahl** im Gesundheitswesen dramatisch abnimmt – durch **Wehrpflicht und Flucht**. Da in derartigen Situationen auch die Möglichkeiten breiter Impfkampagnen abnehmen, ist in Friedenszeiten ein umfassender Impfschutz aufzubauen.

Auch bei einem konventionellen Krieg ist mit einer **täglich großen Zahl von Kriegsverletzten** und mit hoher Sterblichkeit an der Front zu rechnen. Im Unterschied zur Unfallchirurgie in Friedenszeiten ist mit mehr multiplen Verletzungen zu rechnen, z.B. gleichzeitig Knochenbrüche, Weichteil- und Organschäden zusammen mit Verbrennungen.

Da die Situation in Deutschland hinsichtlich Antibiotika-Gabe und MRE-Häufigkeit deutlich besser ist als in der Vor-Kriegs-Ukraine, sollte ein MRE-Problem allenfalls mit Verzögerung zu erwarten sein.

Zu den beschriebenen **somatischen Schäden** bei Soldaten und Zivilbevölkerung kämen **mentale und psychosoziale**, die auch über ein Kriegsende hinaus anhalten würden. Gleiches gilt für Risiken durch Munitionsreste und (Antipersonen)Minen.

Durch (nicht) eingesetzte Munition und zerstörtes Gerät (z.B. Panzer) kommt es darüber hinaus zu erheblichen Umweltbelastungen (Boden, Wasser, Luft).

Auch durch **zivile Katastrophen**, wie Starkregen oder Flutkatastrophen, kommt es zu **Schäden an diversen Infrastrukturen, wenn gleich meist lokal begrenzt**. Straßen und Brücken können zerstört oder beschädigt werden, ebenso Gebäude. Strom- und Trinkwasserversorgung können betroffen sein, ebenso Abwasserentsorgung und Kläranlagenausfall. Wie die Erfahrungen im Ahrtal zeigen, können Infrastrukturausfälle über ein bis zwei Jahre bestehen.

In den lokalen betroffenen Regionen kann es ebenso zu **Einschränkungen im Gesundheitswesen** kommen. Daher wird in Papieren zum Katastrophenmanagement darüber nachgedacht, ob nicht ein Überhang an Krankenhausbetten vorhanden sein sollte. Die gegenwärtige Krankenhausreform bezweckt jedenfalls das Gegenteil und wird offensichtlich durchgeführt, ohne auch nur einen Gedanken auf Katastrophenvorsorge zu verwenden.

2020 hat Wolfram Geier [79], Abteilungsleiter im BBK, dafür plädiert, Resilienz als politisches Ziel moderner Sicherheitspolitik anzustreben. Dies würde bedeuten, dass komplexe Ereignisse (z.B. Pandemie, langer Blackout, IT-Ausfall oder Extremwetter) weder zum Zusammenbruch der öffentlichen Sicherheit und Ordnung noch zu Versorgungsengpässen führen sollten. Eine besondere Chance sah er hierbei in der Aufarbeitung der Corona-Pandemie. Wie wir inzwischen wissen, sind wir davon derzeit weit entfernt. Nach Geier [79] muss der Bundestag jährlich über Risiken in Deutschland unterrichtet werden. Die Risiko-Analyse 2012 hatte eine SARS-Pandemie zum Inhalt. Der entsprechende Bericht wurde lediglich in einem Ausschuss des Bundestages zur Kenntnis genommen, aber weder fachlich, präventiv- und kurativmedizinisch noch politisch diskutiert. Auch sei in der Corona-Pandemie unverständlicherweise die Interministerielle Koordinierungsgruppe – die seit langem etabliert war – aufgelöst worden.

Bei der Krisenmanagementübung LÜKEX im Jahr 2007 [80] hatte man eine mittelschwere Grippe-Pandemie angenommen. Dabei wurden verschiedene Schwachstellen offenbar. Beispielsweise zeigten sich Ressourcenprobleme. So fehlten fundierte Erkenntnisse zum Nutzen von Barriere-Maßnahmen, wie z.B. Masken, Abstandsregeln und Lüftungssystemen. Ebenso fehlten konkrete Empfehlungen für die Bevorratung von PSA. Allerdings habe die Übung die grundsätzliche Tragfähigkeit des Pandemieplanes im Gesundheitswesen gezeigt. Dass die auf allen staatlichen Ebenen entwickelten Pandemiepläne bei vielen Entscheidungsträgern nicht bekannt waren, hat die Realität in der Corona-Pandemie deutlich gezeigt.

## Forderungen

Bei der Zukunftsplanung für das Gesundheitswesen und die Krankenhäuser muss grundsätzlich die Möglichkeit eines Krieges und von Naturkatastrophen mit bedacht werden. Dies gilt insbesondere auch für die anstehenden Veränderungen im Krankenhauswesen in Deutschland, in denen offensichtlich Kriegs- und Katastrophenszenarien bislang völlig unbeachtet bleiben.

Gleiches gilt für den Krankenhausbau, in dem kritisch die Vor- und Nachteile des In- und Outsourcings zu erwägen sind.

Erste Priorität haben Vorbereitungen für den Ausfall von Infrastruktur, z.B. Strom, Wasserver- und Abwasserentsorgung, Medikamenten- und Verbrauchsgüterlieferung.

Gerade im Bereich der Stromversorgung sollten vermehrt dezentrale Lösungen geschaffen werden, ferner Vernetzungen von diversen Stromliefer- und -transportkapazitäten.

Ein ausschließliches Setzen auf Strom ist für den Kriegs- und Katastrophenfall nicht zielführend. Windenergie und Photovoltaik liefern in Deutschland Wetter- und Tageszeit-abhängig keine sichere Stromversorgung. Ein Mix aus verschiedenen Energieträgern (z.B. Wasser-, Gezeitenenergie, Biomasse, Erd-, Meereswärme, aber auch Kernenergie sowie fossile Energieträger) muss strategisch in Deutschland abgewogen werden. Dabei sind insbesondere die Kraftstoffvorräte für Netzersatzanlagen und Notstromaggregate auszudehnen.

Die Bevölkerung muss mit den Inhalten des Selbstschutzes und der Selbsthilfe vertraut gemacht werden. Die Bedeutung des umfassenden Impfschutzes für den Gesundheitsschutz, besonders in Krisenzeiten, muss bei der Bevölkerung ankommen, umgesetzt und dauerhaft erhalten werden. Die Bevölkerung muss einbezogen werden, sie muss aufgeklärt und trainiert werden, um krisentüchtig zu werden. Sie muss die Risiken kennen und, soweit wie möglich, eigenverantwortlich in der Vorbereitung auf den Krisenfall und reaktionsfähig im

© mhp Verlag GmbH 2024

Krisenfall sein. Für diejenigen, die nicht in der Lage sind, eigenverantwortlich zu handeln – wie Kleinkinder, vulnerable Personen (z.B. Immunsupprimierte, Hochbetagte), physisch und/ oder psychisch Eingeschränkte, Kranke und Patienten in Krankenhäusern und Pflegeheimen – müssen resiliente Strukturen zu deren Gesundheitsschutz und Hilfe unter Berücksichtigung der geschilderten Szenarien gestaltet werden. Der Hygiene und öffentlichen Gesundheit kommt hierbei eine besondere Aufgabe zu. Gesundheitliche Krisenvorbereitung sollte auch als wissenschaftliche Disziplin etabliert werden.

Ähnlich der gesundheitspolitischen Forderung „Health in all policies" muss künftig als politische Forderung stehen: **„Health and crisis resilience in all policies".**

Die Vorgaben aus der Rahmenrichtlinie Gesamtverteidigung, der Konzeption Zivile Verteidigung und des Gesetzes über den Zivilschutz und die Katastrophenhilfe des Bundes [81–83] sind von allen Beteiligten (Bund, Länder, Kommunen, Unternehmen, Einrichtungen des Gesundheitswesens, Bürger/innen) im eigenen Zuständigkeitsbereich bestmöglich zu Planen und in gemeinsamen Übungen zu überprüfen und fortzuschreiben.

Bezüglich der angewandten Medizin sollte wieder vermehrt auf Ganzheitlichkeit geachtet werden, z.B. sollten alle Ärzte in den klassischen Verfahren der non apparativen Patientenuntersuchung (z.B. Auskultation) Erfahrung haben.

Vermehrt sollten wieder Kenntnisse zu Kriegs- und Unfallchirurgie, Toxikologie (auch chemische Kampfstoffe), biologischen Kampfstoffen, radioaktiver Strahlung sowie seltenen Infektionskrankheiten erworben werden.

## Literatur:


1. Popp W, Exner M. Kriegsbedingte Zerstörung der Infrastruktur und Auswirkungen auf die Hygiene. Hyg Med 2023, 48, 254–258.
2. Gross G. „Wir werden dort gebraucht, wo das Leid ist". Dt Ärztebl 2024, 121, A602–603.
3. Niemeyer F. „Die Russen machen Jagd auf ukrainische Sanitäter". N-tv.de, 16.5.24, 19.44
4. Epstein A et al: Putting medical boots on the ground: Lessons from the war in Ukraine and applications for future conflict with near-peer adversaries. J Am Coll Surg 2023, 237, 364–373.
5. WHO: Triple risk of harm for Ukraine´s health transport workers over other healthcare staff, WHO data indicates. 2024. Abgerufen 5.6.2024. https://www.who.int/europe/news/item/04-04-2024-triple-risk-of-harm-for-ukraine-s-health-transport-workers-over-other-health-care-staff--who-data-indicates
6. Röhrlich D.Katastrophenschutz. Wie sich Deutschland für Krisen rüstet. Deutschlandfunk. 23.7.2022
7. N.N. Russia´s invasion of Ukraine: an attack on health. Lancet 2023, 401, 617.
8. Heisler M, Kovtonyuk P, de Vos C. Attacks on health care uses as a weapon of war in Ukraine and globally. JAMA 2023, DOI: 10.1001/jama.2023.2787
9. UHC: Destruction and devastation. One year of Russia´s assault on Ukraine´s health care system. 2023. https://reliefweb.int/report/ukraine/destruction-and-devastation-one-year-russias-assault-ukraines-health-care-system
10. Korolchuk O, Vasiuk N, Klymkova I, Shvets D, Piddubnyi O. Current aspects of vaccination against Covid-19 under conditions of war in Ukraine: Problems and prospects. J Immunol Regen Med 2023, DOI: 10.1016/j.regen.2023.100072
11. Haque U et al. The human toll and humanitarian crisis of the Russia-Ukraine war: the first 162 days. BMJ Global Health 2022, 7
12. Dubinski, D., V. Kolesnyk: War in Ukraine: a neurosurgical perspective. Acta Neurochirurgica 2022, 164, 3071–3074.
13. NN: Betreiber muss fast in ganzer Ukraine den Strom abschalten. Ntv, 2.6.2024
14. Kim H-J, E. Bruni E, Gorodetska G, van den Bergh R, Bezer L, Artykutska S, Andriamiseza N, Habicht J. Typology and implicantions of verified attacks on health care in Ukraine in the first 18 monts of war. PLOS Global Public Health 2024, May 23.
15. Habicht J, Hellowell M, Kutzin J. Sustaining progress towards universal health coverage amidst a full-scale war: learning from Ukraine. Health Policy Planning 2024, 8 June.
16. Beyrer C. Assessing the impact of Russia´s invasion of Ukraine on health services. Crimes of war. JAMA Health Forum, 2024, May 17.
17. Haque U et al. A comparison of Ukrainian hospital services and functions before and during the Russia-Ukraine war. JAMA Health Forum 2024, May 17.
18. Khanyk N, Hromovyk B, Levytska O, Agh T, Wettermark B, Kardas P. The impact of war on maintenance of long-term therapies in Ukraine. Front Pharmacol 2022, 13, DOI: 10.3389/fphar.2022.1024046
19. Khorram-Manesh, A., K. Goniewicz, F.M. Burkle: Social and healthcare impacts of the Russian-led hybrid war in Ukraine – a conflict with unique global consequences. Disaster Med Public Health Prep 2023, 17(e432).
20. Witzenhausen M, Brill S, SchmidtR, Beltzer C. Aktuelle Mortalität von Kriegsverletzungen – eine narrative Übersichtsarbeit. Chirurgie 2024, 23. April 2024.
21. Lurin I et al. Management of severe defects of humerus in combat patients injured in Russo-Ukrainian war. Injury 2023, 11 December
22. Melwani M. How war is spreading drug resistant superbugs across Ukraine and beyond. BMJ 2022, 379, doi: 10.1136/bmj.o2731
23. Loban G, Faustova M, Dobrovolska O, Tkachenko P. War in Ukraine: incursion of antimicrobial resistance. Irish J Med Sci 2023, 13 May
24. Franke A et al. Nationale Herausforderungen für die Unfallchirurgie in Deutschland bei Gewalt und Krieg. Unfallchirurgie 2024, 14. Mai.
25. Quinn J et al. Prehospital lessons from the war in Ukraine: Damage control resuscitation and surgery experiences from point of injury to role 2. Military Medicine 2024, 1/2:17.
26. Lawry LL et al: A qualitative assessment of Ukraine´s trauma system during the Russian conflict: experiences of volunteer healthcare providers. Conflict and Health 2024: 18:10
27. Sandfort M, Hans JB,Fischer MA et al. Increase in NDM-1 and NDM-1/OXA-48-producing Klebsiella pneumoniae in Germany associated with the war in Ukraine, 2022. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2022.27.50.2200926
28. Schultze T, Hogardt M, Velázquez ES et al. Molecular surveillance of multidrug-resistant Gram-negative bacteria in Ukrainian patients, Germany, March to June 2022.
29. Berger FK.et al. Occurrence, resistance patterns and management of carbapenemase-producing bacteria in war-wounded refugees from Ukraine. Int J Infect Dis 2023, April 11.
30. Zwittink RD, Wielders CCh, Notermans DW et al. Multidrug-resistant organisms in patients from Ukraine in the Netherlands, March to August 2022. Euro Surveill 2022, doi: 10.2807/1560-7917.ES.2022.27.50.2200896
31. Ljungquist O et al. Highly multidrug-resistant Gram-negative bacterial infections in war victims in Ukraine, 2022. Lancet 2023, May 23.
32. Kuzin I et al. Responding to the wartime spread of antimicrobial-resistant organisms – Ukraine, 2022. MMWR 2023, 72, 1333–1334.
33. Granata G et al. The impact of armed conflict on the development and global spread of antibiotic resistance: a systematic review. Clin Microbiol Infect 2024, 24 March.
34. Luo TL et al. Detection of carbapenemase producing *Acinetobacter baumannii* ST19 from Georgia and Ukraine carrying blaOXA-23, blaOXA-72, and/or blaNDM-5, December 2019 to June 2023. Eurosurveillance 2024, 13 June.
35. Witteveen S et al. Dissemination of extensively drug-resistant NDM-producing Providencia stuartii in Europe linked to patients transferred from Ukraine, March 2022 to March 2023. Eurosurveillance 2024, 6 June.



© mhp Verlag GmbH 2024

36. McGann PT et al. Six extensively drug-resistant bacteria in an injured soldier, Ukraine. Emerg Infect Dis 2023, 29, 1692–1695.
37. Lloyd BA et al. Early infectious outcomes following addition of fluoroquinolone or aminoglycoside to post-trauma antibiotic prophylaxis in combat-related open fracture injuries. J Trauma Acute Care Surg 2017, 83, 854–861.
38. Korzeniewski K et al. Ukrainian war refugees and migrants in Poland: implications for public health. J Trav Med 2024 .
39. Kvasnevska Y, Faustova M, Voronovo K, Basarab Y, Lopatina Y. Impact of war-associated factors on spread of sexually transmitted infections: a systemic review. Frontiers in Public Health, 5. April 2024.
40. Stoycheva K et al. Tuberculosis in people of Ukrainian origin in the European Union and the European Economic Area, 2019 to 2022. Euro Surveill 2024, 21 March.
41. Paul IK et al. Public health concerns about tuberculosis caused by Russia/Ukraine conflict. Health Sci Rep 2022;6:e1218.
42. Friesen I et al. First detection of a *Mycobacterium tuberculosis* XDR clinical isolate harbouring an RpoB I491F mutation in a Ukrainian patient treated in Germany, October 2023. Eurosurveillance 2024, 11 July.
43. Holt E. War in Ukraine impacts immunisation. Lancet/microbe 2024, 5, e108.
44. Essar MY et al. Infectious diseases amidst a humanitarian crisis in Ukraine: A rising concern. Ann Med Surg 2022, 78.
45. Goto R, Pinchuk I, Kolodezhny O, Pimenova N, Kano Y, Skokauskas N. Mental health of adolescents exposed to the war in Ukraine. JAMA Pediatrics 2024, March 25.
46. Brackstone K, Head MG, Perelli-Harris B. Effects of blast exposure on anxiety and symptoms of post-traumatic stress disorder (PTSD) among displaced Ukrainian populations. PLOS Global Public Health 2024, April 11.
47. Stöbe T. Der Ukrainekrieg im großen Krisenjahr 2023. Dt Ärztebl 2023a, 120, A2188–2191.
48. Wang S et al. Associations between mental health symptoms, trauma, quality of life and coping in adults living in Ukraine: A cross-sectional study a year after the 2022 Russian invasion. Psychiatry Res 2024, 339.
49. Hryhorczuk D et al. The environmental health impacts of Russia´s war on Ukraine. J Occup Med Toxicol 2024, 19:1.
50. Smallman-Raynor MR, Cliff AD. War epidemics. An historial geography of infectious diseases in military conflict and civil strife, 1850–2000. Osford University Press, 2006.
51. Korzeniewski K et al. Intestinal parasite infections among internal war refugees and inhabitants of the Ternopil region, Western Ukraine. Int Marit Health 2023, 74, 272–277.
52. Stöbe T. Krieg in der Ukraine. Ein Jahr und kein Ende in Sicht. Dt Ärztebl 2023, 120, A334–337.
53. Poberezhets V. Healthcare crisis in Ukraine – worrying consequences of the Russian-Ukrainian war. Croat Med J 2022, 63, 315–316.
54. Zimba O, Gasparyan AY. Refugee health: A global and multidisciplinary challenge. J Korean Med Sci 2023, 38, e60.
55. MSF, 2023: https://www.aerzte-ohne-grenzen.de/unsere-arbeit/einsatzlaender/ukraine. 13. April 2023, 11.50 Uhr
56. Deutsches Krankenhaus Institut: Krankenhaus Barometer 2022. https://www.dkgev.de/fileadmin/default/Mediapool/3_Service/3.4._Publikationen/3.4.5._Krankenhaus_Barometer/Krankenhaus-Barometer_2022.pdf
57. Ettel A. Krankenhaus-Betten hat Deutschland ausreichend – Was fehlt, sind Ärzte. Welt, 14.2.2022.
58. Armitage R. War in Ukraine and health worker density. Public Health 2022, doi: 10.1016/j.puhe.2022.06.001. Epub 2022 Jul 9.
59. Armitage R. War in Ukraine and the inverse care law. Lancet 2022, 17, 1.
60. N.N. Noch keine Mittel für weiteren Aufbau der Reserve Gesundheitsschutz. Dt Ärztebl 2023b.
61. Exner M, Voss S, Klahn T. Akute Gesundheitsgefahren, mittel- und langfristige gesundheitsrelevante Folgen von Überschwemmungsereignissen. Vortrag Akademie für Öffentliches Gesundheitswesen. O.J.
62. N.N. Teil der zentralen Trinkwasserleitung im Ahrtal wieder freigegeben. FAZ, 12.4.2023a
63. Fabricius M. Am Ende zahlt der Steuerzahler – Deutschlands ungerechte Gummistiefel-Politik. Ntv, 22.5.2024
64. BMI: Bericht zur Flutkatastrophe 2013: Katastrophenhilfe, Entschädigung, Wiederaufbau. O.J.
65. Heidenreich A et al. Maßnahmen zur Hitze- und Starkregenvorsorge in Kitas und Pflegeeinrichtungen: Eine Evaluation von Risikowahrnehmung, Kommunikation und Informationsmaterialien. Bundesgesundhbl 2024, 67, 730–739.
66. Deutscher Bundestag: Unterrichtung durch die Bundesregierung. Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2017. Drucksache 19/9520. 12.4.2019
67. BBK: Die unterschätzten Risiken „Starkregen“ und „Sturzfluten“. Ein Handbuch für Bürger und Kommunen. 2015
68. Riousset P, Kehl C. Komplexe Systeme – Nutzen oder Last? TAB - Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag. Arbeitsbericht Nr. 208. 2024
69. Petermann T et al.Was bei einem Blackout geschieht. Folgen eines langandauernden und großräumigen Stromausfalls. Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag – 33. Edition Sigma, Berlin 2011.
70. BMG: Referentenentwurf des Bundesministers für Gesundheit. Entwurf eines Gesetzes zur Bekämpfung von Lieferengpässen bei patentfreien Arzneimitteln und zur Verbesserung der Versorgung mit Kinderarzneimitteln 2023.
71. Bürkner B, Siebert L. Strom-Chaos an Berliner Klinik. Charité-Patienten berichten: Szenen wie im Horrorfilm. BZ 4.5.2023.
72. Deutsches Krankenhaus Institut: Umfrage Oktober 2022: Mögliche Ausfälle der Energieversorgung und Notfallpläne in den Krankenhäusern. 2022a.
73. N.N. 9000 Haushalte in Rheinland-Pfalz ohne Strom. www.n-tv.de. 20.6.2024a.
74. Schulz M, Oestmann J-W, Schütz T. Resilienz deutscher Kliniken in Amok- und Terrorlagen. Bundesgesundhbl 2023, 66, 1146–1152.
75. McKee M, Nagyova I. When the guns fall silent... Priorities for health in post-war Ukraine. Eur J Public Health 2022, 32, 517–518.
76. Büro für Technologiefolgen-Abschätzung des Deutschen Bundestages: Chancen und Risiken der Digitalisierung kritischer kommunaler Infrastrukturen an den Beispielen der Wasser- und Abfallwirtschaft. Arbeitsbericht Nr. 205. 2023.
77. Lee ACK, Khaw F-M, Lindman AES, Juszczyk G. Ukraine refugee crisis: evolving needs and challenges. Public Health 2023, 217, 41–45.
78. Hauer B, Kröger S, Haas W, Brodhun B. Tuberkulose bei Patientinnen und Patienten mit Geburtsland Ukraine in Deutschland im Jahr 2022. Epidem Bull 2023, 11, 6–19.
79. Geier W. Für eine nachhaltige Risikokultur: Corona als Chance. Blätter für Deutsche udn Internationale Politik 2020, Heft 5, 29–32.
80. Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe: Auswertungsbericht der dritten länderübergreifenden Krisenmanagementübung „LÜKEX 2007“ der Projektgruppe LÜKEX. 2008. https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Mediathek/Publikationen/LUEKEX/luekex07-auswertungsbericht.pdf%3F__blob%3DpublicationFile%26v%3D7
81. Bund: Zivilschutz- und Katastrophenhilfegesetz vom 25. März 1997 (BGBl. I S. 726), das zuletzt durch Artikel 144 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist.
82. Bundesministerium des Innern und für Heimat: Rahmenrichtlinien für die Gesamtverteidigung – Gesamtverteidigungsrichtlinien – (RRGV), 05.06.2024.
83. Bundesministerium des Innern und für Heimat (BMI): Konzeption Zivile Verteidigung (KZV), 24.08.2016.
84. Petrosillo N, Petersen E, Antoniak S: Ukraine war and antimicrobial resistance. Lancet 2023, April 18.
85. BBK: Die Nationale Reserve Gesundheitsschutz (NRGS) – widerstandsfähig gegen Krisen. Bevölkerungsschutz 4/2021, 16–17.


© mhp Verlag GmbH 2024