



Bundesamt
für Strahlenschutz

Ressortforschungsberichte zum Strahlenschutz

Übersicht des Wissensstandes zur Gestaltung radiologischer Lagebilddokumente

Vorhaben 3619S62580

Mesh & Moser Situation Management

Unterauftragnehmer:
Disaster Competence Network Austria (DCNA)

Mag. P. Meschenmoser
R. Kastner MA
Dr. G. Lichtenegger
Dipl.-Phys. P. Vilar Welter

Das Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz,
nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) und im Auftrag des Bundesamtes
für Strahlenschutz (BfS) durchgeführt.

Dieser Band enthält einen Ergebnisbericht eines vom Bundesamt für Strahlenschutz im Rahmen der Ressortforschung des BMUV (Ressortforschungsplan) in Auftrag gegebenen Untersuchungsvorhabens. Verantwortlich für den Inhalt sind allein die Autoren. Das BfS übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie die Beachtung privater Rechte Dritter. Der Auftraggeber behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit seiner Zustimmung ganz oder teilweise vervielfältigt werden.

Der Bericht gibt die Auffassung und Meinung des Auftragnehmers wieder und muss nicht mit der des BfS übereinstimmen.

Impressum

Bundesamt für Strahlenschutz
Postfach 10 01 49
38201 Salzgitter

Tel.: +49 30 18333-0

Fax: +49 30 18333-1885

E-Mail: ePost@bfs.de

De-Mail: epost@bfs.de-mail.de

www.bfs.de

BfS-RESFOR-205/22

Bitte beziehen Sie sich beim Zitieren dieses Dokumentes immer auf folgende URN:
[urn:nbn:de:0221-2022112435646](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0221-2022112435646)

Salzgitter, November 2022

Inhalt

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Übersicht des Forschungsvorhabens | 5 |
| 1.1 | Ausgangslage und Herausforderungen..... | 5 |
| 1.2 | Ziele des Forschungsvorhabens und Rahmenbedingungen dieses Berichts..... | 5 |
| 2 | Methoden | 7 |
| 2.1 | Ermittlung Stand von Forschung und Technik..... | 7 |
| 2.1.1 | Literaturrecherche..... | 7 |
| 2.1.2 | Experteninterviews..... | 8 |
| 2.2 | Zusammenfassung sonstige Arbeitspakete..... | 9 |
| 3 | Wissensstand zur Darstellung der radiologischen Lage in Lagebilddokumenten | 11 |
| 3.1 | Begriffsabgrenzung..... | 11 |
| 3.2 | Ziele der radiologischen Notfallreaktion..... | 11 |
| 3.3 | Allgemeine Erkenntnisse zur effektiven Lagedarstellung..... | 14 |
| 3.4 | Struktur und Inhalte von radiologischen Lagebildern..... | 18 |
| 3.5 | Vermittlung und Verbreitung eines Lagebildes..... | 21 |
| 3.6 | Visuelle Darstellungen..... | 26 |
| 3.6.1 | Einsatz von Lagekarten..... | 26 |
| 3.6.2 | Visuelle Unterstützung durch Farben..... | 30 |
| 3.6.3 | Visuelle Unterstützung durch Symbole..... | 32 |
| 3.7 | Querschnittsaspekte effektiver Lagedarstellung..... | 34 |
| 3.7.1 | Kennzeichnung von Veränderungen und wichtiger Informationen..... | 34 |
| 3.7.2 | Umgang mit Ungewissheiten..... | 34 |
| 3.7.3 | Nutzung von Skalen zur Darstellung der Schwere eines Notfalls..... | 35 |
| 4 | Wissensstand zu effektiver Krisenkommunikation in radiologischen Notfällen durch Lagebildinformationen | 37 |
| 4.1 | Begriffsabgrenzung..... | 37 |
| 4.2 | Wahrnehmung radiologischer Risiken durch die Öffentlichkeit..... | 38 |
| 4.3 | Ziele effektiver Krisenkommunikation in radiologischen Notfällen..... | 39 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 4.4 | Dimensionen und Prinzipien effektiver Krisenkommunikation..... | 41 |
| 4.4.1 | Dimensionen effektiver Krisenkommunikation..... | 41 |
| 4.4.2 | Prinzipien effektiver Krisenkommunikation | 42 |
| 4.5 | Krisenkommunikationskanäle..... | 43 |
| 4.6 | Kultureller und nationaler Kontext von Krisenkommunikation | 45 |
| 4.7 | Grundsätze textlicher Darstellung von Lageinformationen in der Krisenkommunikation | 47 |
| 4.7.1 | Verständlichkeit von Text..... | 47 |
| 4.7.2 | Einsatz numerischer Daten | 48 |
| 4.8 | Grundsätze visueller Darstellung von Lageinformationen in der Krisenkommunikation..... | 49 |
| 4.8.1 | Einsatz von Karten..... | 49 |
| 4.8.2 | Visuelle Unterstützung durch Farben | 50 |
| 4.8.3 | Visuelle Unterstützung durch Symbole..... | 52 |
| 4.9 | Querschnittsaspekte effektiver Krisenkommunikation | 52 |
| 4.9.1 | Verwendung von Risikovergleichen und -einordnungen | 52 |
| 4.9.2 | Umgang mit Ungewissheit..... | 55 |
| 4.9.3 | Einsatz von Skalen..... | 55 |
| 4.9.4 | Einsatz von Infografiken | 56 |
| | Referenzen..... | 57 |

1 Übersicht des Forschungsvorhabens

1.1 Ausgangslage und Herausforderungen

Radiologische Notfälle stellen für verantwortliche Behörden und betroffene Bevölkerung eine komplexe Stresssituation dar. Als solche werden sie auch von der allgemeinen Öffentlichkeit und den Medien wahrgenommen. Jede Information an verantwortliche Behörden einerseits sowie betroffene, allgemeine und mediale Öffentlichkeit andererseits, muss daher zeitnah und verständlich erfolgen und dem Erkenntnisinteresse der jeweiligen Empfängergruppe Genüge tragen. Das Ziel jeder Information und Kommunikation in radiologischen Notfällen muss es sein, eine situations- und sachgerechte Entscheidungsfindung zu ermöglichen, die Ziele der Notfallreaktion zu erreichen und unangebrachte Reaktionen, die mehr Schaden anrichten als sie nützen, zu vermeiden. Letztere können auch aus Gerüchten resultieren, die durch unverständliche oder nicht zeitgerechte Informationen gefördert werden.

Laut Strahlenschutzgesetz (§106 und §108 StrlSchG) richtet das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) im Falle eines überregionalen radiologischen Notfalls ein radiologisches Lagezentrum des Bundes (RLZ) ein. Dies erfolgt auf Ansuchen des betroffenen Bundeslandes auch im Falle regionaler Notfälle. Aufgabe des RLZ ist die Erstellung eines radiologischen Lagebildes (RLB). Diese liegt im Zuständigkeitsbereich des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS). Das Lagebild stellt relevante Informationen zu Art und Schwere des Notfalls, der aktuellen Situation und der zu erwartenden Entwicklung bereit. Es bildet damit die radiologische Grundlage für Entscheidungen hinsichtlich zu ergreifender Schutzmaßnahmen, weiterer Maßnahmen des Notfall- und Katastrophenschutzes und politischer Einschätzungen, etwa im Hinblick auf internationale Implikationen.

Das vom radiologischen Lagezentrum im Falle von regionalen oder überregionalen radiologischen Notfällen erstellte Lagebild ist daher das zentrale Dokument zur radiologischen Lage in Deutschland. Es kommt ihm damit nicht nur maßgebliche Bedeutung bei der Entscheidungsfindung und der Information von Behördenvertreter:innen und Einsatzorganisationen zu. Es ist außerdem Basis für die Kommunikation mit der Bevölkerung zu den radiologischen Auswirkungen eines Notfalls und damit Grundlage für die Erfüllung der Verpflichtungen des BMUV hinsichtlich der Information der Bevölkerung, die sich aus §112 StrlSchG ergeben.¹ Es dient damit einer überaus heterogenen Nutzerschaft als Arbeitsgrundlage und stellt eine besondere Herausforderung hinsichtlich einer für alle Nutzer effektiven Gestaltung dar.

1.2 Ziele des Forschungsvorhabens und Rahmenbedingungen dieses Berichts

Das diesem Bericht zugrundeliegende Forschungsvorhaben hatte zum Ziel, das derzeitige radiologische Lagebild auf seine Verständlichkeit und Nutzbarkeit für die zuvor identifizierten, sehr heterogenen Nutzergruppen zu überprüfen. Basierend auf dieser Analyse, der Expertise des Projektteams und dem erhobenen Stand von Wissenschaft und Technik sollte das ausdrückbare Lagebilddokument mit dem Ziel, ein verbessertes einheitliches und gemeinsames Verständnis einer radiologischen Lage unter allen Adressat:innen zu erreichen, weiter optimiert werden. Dies vor allem auch im Hinblick auf Nutzer:innen

¹ § 112 StrlSchG - Information der betroffenen Bevölkerung und Empfehlungen für das Verhalten bei Notfällen

(1) Die nach Landesrecht zuständigen Behörden informieren bei einem lokalen Notfall unverzüglich die möglicherweise betroffene Bevölkerung über den Notfall und geben ihr angemessene Empfehlungen für das Verhalten bei diesem Notfall.

(2) Die für den Katastrophenschutz zuständigen Behörden unterrichten bei überregionalen und regionalen Notfällen, die in ihrem Zuständigkeitsbereich zu einer Katastrophe geführt haben oder führen können, unverzüglich die in ihrem Zuständigkeitsbereich möglicherweise betroffene Bevölkerung über den eingetretenen Notfall und geben ihr angemessene Empfehlungen für das Verhalten in diesem Notfall.

(3) Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit unterrichtet unverzüglich bei überregionalen und regionalen Notfällen die möglicherweise betroffene Bevölkerung und gibt ihr angemessene Empfehlungen für das Verhalten bei diesem Notfall, soweit nicht die für den Katastrophenschutz zuständigen Behörden nach Absatz 2 für die Unterrichtung der Bevölkerung und Verhaltensempfehlungen zuständig sind.

(4) Die Informationen, Aufforderungen und Verhaltensempfehlungen umfassen die in Anlage 7 aufgeführten Punkte, die für den jeweiligen Notfall relevant sind.

ohne radiologische Expertise und unter Berücksichtigung der Nutzbarkeit des Lagebildes für die Presse- und Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen der Krisenkommunikation. Dabei sollte die derzeitige technologische Grundlage zur Erstellung des Lagebildes in Form eines PDF beibehalten werden.

Das Lagebild selbst ist nicht zur Veröffentlichung gedacht. Dem liegt kein Geheimhaltungsgedanke zugrunde, sondern die Ausrichtung des RLB auf bestimmte Nutzergruppen und das Ziel des RLB, eine fachliche Entscheidungs- und Bewertungsgrundlage zu sein. Alle in den radiologischen Notfallschutz involvierten Stellen erhalten im Notfall Zugriff auf das Lagebild.

Für den vorliegenden Bericht heißt dies, dass solche Ergebnisse des Projekts zur Verfügung gestellt werden, die von allgemeinem Interesse auch über die spezifischen Nutzergruppen des RLB hinaus sind. Spezifische Projektergebnisse zur Gestaltung und Nutzung des RLB liegen dem BfS als interne Dokumente vor.

Damit werden in diesem Bericht in erster Linie die Ergebnisse der am Beginn des Forschungsvorhabens durchgeführten Recherchen zum Stand von Wissenschaft und Technik hinsichtlich Gestaltung und Nutzung radiologischer Lagebilder, auch als Grundlage für die Krisenkommunikation, dargestellt. Da die Recherchen im Rahmen des Forschungsvorhabens Anfang 2020 stattfanden, repräsentieren sie auch diesen Stand. Vereinzelt wurden im Projektverlauf neu veröffentlichte Publikationen ergänzt.

2 Methoden

Im Folgenden werden die zur Erfüllung der Zielsetzungen des Forschungsvorhabens angewendeten Methoden und Techniken insoweit erläutert, wie sie zum Verständnis des vorliegenden Berichts und dessen Inhalts nötig sind.

Am Anfang des ersten Arbeitspaketes zur Ermittlung des Standes von Forschung und Technik und zum Auftakt des Forschungsvorhabens als solches wurde ein eintägiger Kick-off-Workshop beim BfS durchgeführt, um ein gemeinsames Verständnis über den Projektablauf zu erzielen und offene Fragen zu klären.

2.1 Ermittlung Stand von Forschung und Technik



Abbildung 1: Übersicht Ablauf AP "Stand von Forschung und Technik"

2.1.1 Literaturrecherche

Um eine möglichst effektive Zusammenstellung der wissenschaftlichen Grundlagen für dieses Forschungsvorhaben zu gewährleisten, wurde ein Methodenmix für die Literaturrecherche gewählt. Zunächst wurde eine Desktop- und Onlinerecherche, basierend auf dem Wissenstand und der Expertise von Auftraggeber und Projektteam, durchgeführt und erste relevante Literatur identifiziert. In dieser Ausgangsliteratur konnte danach durch die Schneeballmethode nicht nur weitere Literatur erfasst werden. Sie diente auch als Quelle für Stichworte für eine tiefere Literatursuche in relevanten wissenschaftlichen Datenbanken.

Der Recherche lagen zunächst folgende zentrale Leitfragen zugrunde:

- Welche wissenschaftlichen Arbeiten, Untersuchungen, Erfahrungs- und Kongressberichte oder sonstige graue Literatur befassen sich mit relevanten Fragestellungen der Lagedarstellung radiologischer Notfälle in Lagebildern?
- Welche Erkenntnisse gibt es hinsichtlich des Umgangs mit der Diversität der Anwender, Nutzer und Empfänger von Informationen und Dokumenten wie dem RLB, insbesondere hinsichtlich der Schwerpunktgruppen Behördenvertreter:innen mit und ohne radiologische Vorkenntnisse einerseits sowie betroffener und weiterer Bevölkerung und Medien andererseits?
- Welche Erkenntnisse gibt es zur Verständlichkeit von schriftlichen und visuellen Lageinformationen in radiologischen Lagedarstellungen?
- Welche konkreten Empfehlungen können aus diesen Erkenntnissen der Wissenschaft abgeleitet werden?

Mess- und Entscheidungsfindungssysteme oder sonstige Instrumente zu Modellierung oder Prognose waren somit lediglich insoweit Bestandteil der Recherche wie es die Darstellung der Ergebnisse aus solchen Systemen in einem druckbaren Lagebilddokument geht.

Nach der Desktop- und Onlinerecherche wurden hauptsächlich die Datenbanken Web of Science und SCOPUS für eine eingehende Suche genutzt. Ergänzend wurde auch Google Scholar durchsucht, um auf die dort zahlreich gelistete graue Literatur Zugriff zu erlangen, die gerade im Bereich hochspezialisierter Themen eine wertvolle Quelle sein kann. Aufgrund ihres fachspezifischen Fokus auf radiologische und nukleare Fragestellungen und Themen wurde auch die IAEA-Datenbank INIS abgefragt.

Die Suche und Auswertung der verfügbaren Literatur beschränkten sich auf solche in Deutsch und Englisch. Insgesamt wurde nach den folgenden Literaturtypen gesucht:

Tabelle 2-1 Übersicht untersuchter Literaturtypen

| Literaturtyp | Inhalte (Beispiele) |
|---|---|
| Grundlagenliteratur | <ul style="list-style-type: none"> • Risikowahrnehmung und Umgang mit Risiken • Wahrnehmungspsychologie • Wirkung von textlichen und grafischen Elementen |
| Lagedarstellung und Krisenkommunikation in Notfällen | <ul style="list-style-type: none"> • Führung und Stabsarbeit in Notfällen • Prinzipien effektiver Krisenkommunikation • Einsatz verschiedener Kommunikationsmittel zum operativen Informationsaustausch und zur Krisenkommunikation • Fallstudien |
| Lagedarstellung und Krisenkommunikation in radiologischen Notfällen | <ul style="list-style-type: none"> • Wahrnehmung radiologischer Risiken • Darstellung von Risiken • Umgang mit radiologischen Messwerten |
| Relevante nationale und internationale Richt- und Leitlinien | <ul style="list-style-type: none"> • Standards für das Management radiologischer Unfälle • Leitlinien für effektive Krisenkommunikation |
| Relevante nationale und internationale Erfahrungs-, „Best-Practice“- und Konferenzberichte sowie sonstige graue Literatur | <ul style="list-style-type: none"> • Analysen des Fukushima Daiichi Unfalls • Projekte und Meeting-Berichte von EC-Projekten (NERIS, PREPARE, CONFIDENCE etc.) |

Das Quellenstudium zeigte, dass bislang keine systematische und umfassende wissenschaftliche Erforschung radiologischer Lagebilder stattgefunden hat. Insofern mussten die für das Forschungsvorhaben relevanten Erkenntnisse aus den behandelten Teilaspekten und Erkenntnissen zu Lagedarstellungen allgemeiner Natur zusammengestellt werden.

2.1.2 Experteninterviews

Ergänzt wurde die Literaturrecherche durch Interviews mit ausgewählten Expert:innen. Die Interviews dienten in erster Linie zur Klärung während der Recherche aufgetauchter Fragen und, insbesondere mit Blick auf aktuell geführte Diskussionen und bereits implementierter Ansätze, dem Lückenschluss. Gerade angesichts der vergleichsweise begrenzt vorhandenen Literatur zur effektiven Lagedarstellung in radiologischen Lagen, lieferten die Experteninterviews zudem wertvolle Einsichten zu den spezifischen Fragen radiologischer Lagebilder. Die Auswahl der Expert:innen erfolgte entlang der Ziele und des Erkenntnisinteresses des Forschungsprojekts. Die Interviews wurden mit Hilfe eines Leitfadens geführt, um eine systematische Vergleichbarkeit und Vollständigkeit zu gewährleisten, ließen aber genug Raum, um auf

individuelle Fragestellungen, das jeweilige Fachgebiet betreffend, einzugehen. Die wesentlichen Erkenntnisse wurden während des Interviews notiert. Eine Transkription der Interviews fand nicht statt. Befragt wurden:

Tabelle 2-2 Liste der im Rahmen von AP1 interviewten Experten nach Fachgebieten

| Fachgebiet | Interviewte Experten |
|--|--|
| Lagedarstellung und Entscheidungsfindung in allgemeinen Notfällen | <ul style="list-style-type: none"> • Verkehrsflugzeugführer Deutschland • Experte für Notfallmanagement in der Industrie Österreich • Leiter Abteilung Zivilschutz Kantonsbehörde, Schweiz • Leiter Abteilung Bevölkerungsschutz Landesbehörde, Österreich |
| Lagedarstellung und Entscheidungsfindung in radiologischen Notfällen | <ul style="list-style-type: none"> • Experte radiologischer Notfallschutz Bundesministerium, Österreich • Experte radiologische Modellrechnungen Deutschland • Freier Experte Strahlenschutz Österreich |
| Krisenkommunikation in radiologischen Notfällen | <ul style="list-style-type: none"> • Experte CBRN-Notfallmanagement Schweiz • Forschungsleiterin Strahlenschutz Belgien • Expertin Öffentlichkeitsarbeit Bundesbehörde, Finnland |

Die Namen und genaue Expertise der Befragten sind dem Auftraggeber bekannt. Dort, wo aus den Interviews ganz spezifische Erkenntnisse entsprangen, welche die Erkenntnisse aus der Literaturrecherche in besonderem Maße ergänzen, unterstreichen oder In Frage stellen, werden diese im weiteren Verlauf dieses Berichts gesondert zitiert.

2.2 Zusammenfassung sonstige Arbeitspakete

Nach der Erhebung des Standes von Wissenschaft und Technik erfolgte die empirische Ermittlung der Zufriedenheit der unterschiedlichen Anwendergruppen mit dem bisherigen RLB (RLBalt) und damit mit dessen spezifischer Effektivität und Nutzbarkeit. Hierzu wurde in Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber eine Gruppe von Probanden so zusammengestellt, dass sie einen repräsentativen Querschnitt durch die Nutzergruppen des RLB abbildeten. In leitfadengestützten Interviews wurden 28 Teilnehmer:innen anhand von Beispiellagebildern zu Nutzung, Effektivität und Verständlichkeit der im RLBalt dargestellten Informationen befragt. Die Befragungssituation wurde dabei so gestaltet, dass sie hinsichtlich des Zeitdrucks und der Bearbeitungssituation (keine vorherige Kenntnis des Szenarios, Zusendung des Lagebildes erst zu Bearbeitungsbeginn per E-Mail etc.) möglichst einem realen Notfall entsprach.

Bei solchen Expertenbefragungen zu fachlich sehr spezifischen Themen haben sich derartige halbstrukturierte Interviews bewährt. Dieses Vorgehen bietet den für qualitative Befragungen nötigen Raum und erzielt durch die Struktur des Leitfadens und die zugrundliegende Fragekategorien dennoch

vergleichbare Ergebnisse. Ein während der Interviews genutzter Fazitfragebogen ermöglichte zudem eine quantitative Aufarbeitung der Gesamtzufriedenheit der Befragten mit dem RLB über verschiedene Kategorien hinweg.

Die Interviews wurden unter Anwendung eines Datenschutzkonzeptes organisiert, durchgeführt, aufgezeichnet, transkribiert und analysiert. Die Analyse des Interviewmaterials erfolgte mit der Textanalysesoftware ATLAS.ti 8, die eine umfangreiche Bearbeitung der Daten nach aktuellem sozialwissenschaftlichem Standard ermöglicht und mittels Codierungen und Auswertungsschemata die anschließende Clusterung und Analyse der Interviewergebnisse ermöglichte. Methodisch kam schließlich die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring zur Anwendung, die sich ideal zur Analyse von Experteninterviews eignet.

Danach wurden die aus der Erhebung des Wissensstandes und aus den Interviews gewonnen Erkenntnisse genutzt, um eine erste Optimierung der Gestaltung und der Inhalte des RLB vorzunehmen. Diese neue Version des RLB (RLBneu) wurde anschließend einem verkleinerten Interviewpanel (n=15), bestehend aus Befragten der ersten Befragungsreihe, vorgelegt, um die Effektivität der vorgenommenen Änderungen zu testen. Dies geschah im direkten Vergleich mit dem RLBalt und wiederum mittels eines leitfadengestützten Interviews, um die Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen der ersten Interviewrunde zu gewährleisten. Das erhobene Feedback floss in eine weitere Optimierung des RLBneu ein, das schlussendlich in einem Plangespräch beim Auftraggeber mit Vertreter:innen aller Nutzergruppen und anhand eines simulierten Notfallszenarios abschließend auf seine Effektivität getestet und optimiert wurde.

3 Wissensstand zur Darstellung der radiologischen Lage in Lagebilddokumenten

3.1 Begriffsabgrenzung

Das radiologische Lagebild des Bundes ist eine spezifische Darstellung relevanter radiologischer Informationen im Falle eines regionalen oder überregionalen radiologischen Notfalles. Wie bereits erwähnt, gibt es nur begrenzt Literatur, die sich direkt mit radiologischen Lagebildern auseinandersetzt. Der Großteil von Forschung, Dokumentationen und Regularien beschäftigt sich mit Lagebildern operativ-taktischer Stäbe, etwa der Feuerwehr, des Katastrophenschutzes oder des Militärs. Im föderalen System der Bundesrepublik Deutschland ist die operativ-taktische Bewältigung radiologischer Notfälle und damit die Umsetzung von Schutzmaßnahmen und die Dislozierung und Koordination der Einsatzkräfte, gemäß GG Art. 70 und durch entsprechende nachrangige Gesetze und Verordnungen geregelt, Aufgabe und Kompetenz der Katastrophenschutzbehörden der Länder. Daher enthält das radiologische Lagebild des Bundes nur insofern Informationen mit Bezug auf operativ-taktisches Vorgehen, als sie großräumige Maßnahmen betreffen, die in der Kompetenz des Bundes liegen oder sie sich als Vorschläge an die Länder aus der radiologischen Lageanalyse ergeben.

Gemäß der Empfehlung der deutschen Strahlenschutzkommission (SSK 2015b) wird das RLB innerhalb der Elektronischen Lagedarstellung für den Notfallschutz (ELAN) elektronisch und zusätzlich als druckbare Version in Form eines PDF zur Verfügung gestellt. Da das zugrundeliegende Forschungsvorhaben sich ausschließlich mit der druckbaren Version in PDF-Form befasst, ist auch in diesem Bericht stets von letzterem und dessen Anforderungen die Rede, wenn vom radiologischen Lagebild des Bundes gesprochen wird. Entsprechend fokussieren sich auch die dargestellte Rechercheergebnis auf diese Form des RLB.

Die Begriffe Lagedarstellung, Lageinformation und Lagebild werden im Folgenden austauschbar genutzt. Das dem Forschungsvorhaben zugrundeliegende Lagebild wird als radiologisches Lagebild des Bundes oder mit seiner Abkürzung als RLB bezeichnet.

3.2 Ziele der radiologischen Notfallreaktion

Entscheider:innen sollten laut internationaler Standards ihre Entscheidungen so treffen, dass sie zum Erreichen der Ziele der Notfallreaktion beitragen. Laut IAEA (1997, 2015c) dient die Notfallreaktion in einem nuklearen oder radiologischen Notfall den folgenden Zielen:

- Wiedererlangung der Kontrolle über die Situation und Minderung der Auswirkungen
- Rettung von Menschenleben
- Vermeidung oder Minimierung schwerer deterministischer Effekte²
- Leistung von Erster Hilfe und notärztlicher Behandlung sowie Behandlung strahlungsbedingter Verletzungen
- Reduzierung des Risikos stochastischer Effekte³
- Unterrichtung der Öffentlichkeit und Aufrechterhaltung öffentlichen Vertrauens

² Überschreitet die Strahlendosis einen Schwellenwert, so treten bestimmte Gewebereaktionen im menschlichen Körper auf, sogenannte deterministische Strahlenschäden. Deterministische Schäden sind in der Regel die Folge einer massiven Abtötung von Zellen und werden durch hohe Dosen an ionisierender Strahlung hervorgerufen. Sie treten immer auf, wenn die Dosis den Schwellenwert überschreitet.

³ Stochastische Strahlenschäden können in Körperzellen und in Keimzellen auch bei niedrigen Dosen ionisierender Strahlung auftreten. Das bedeutet, dass sowohl bei niedrigen als auch bei hohen Dosen ein stochastischer Schaden, z. B. Krebs, eintreten kann, aber nicht muss. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein derartiger Strahlenschaden eintritt, wird mit zunehmender Strahlenexposition größer. Zwischen der Einwirkung der Strahlung und der Erkrankung kann eine längere Zeit vergehen (sogenannte Latenzzeit).

- Minderung nichtradiologischer Folgen, soweit möglich
- Schutz von Eigentum und Umwelt, soweit möglich
- Vorbereitung der Wiederaufnahme normaler gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Aktivitäten, soweit möglich

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Lagebild-Informationen und -Darstellungen so zu gestalten, dass sie die Entscheidungsträger:innen beim Erreichen dieser Ziele möglichst effektiv unterstützen:



Abbildung 2: Eigene Darstellung der Genese eines radiologischen Lagebildes

Das radiologische Lagebild ist primär ein Instrument der radiologischen Fachberater:innen⁴, um Entscheider:innen eine Grundlage zur informierten, gerechtfertigten⁵ und optimierten⁶ Urteilsfindung zu bieten. Entscheidungsträger:innen benötigen diese Information, um im Rahmen der Schutzstrategie die Vorteile von Notfallmaßnahmen (insbesondere die Begrenzung strahlungsinduzierter Gesundheitseffekte, die zur Beeinträchtigung der Lebensqualität führen oder lebensbedrohlich sein könnten) gegen die damit verbundenen nachteiligen Auswirkungen abzuwägen. Solche sind insbesondere nichtradiologische Folgen wie nachteilige psychologische, gesellschaftliche oder wirtschaftliche Auswirkungen auf Menschenleben, Gesundheit, Sachwerte oder Umwelt (IAEA 2015c).

Lagebilder dienen außerdem dazu, die Arbeit der Öffentlichkeitsarbeit zu unterstützen. Auch dienen Lagebilder nach Bewältigung eines Notfalls als wichtige Grundlage zur Analyse der Notfallreaktion und werden erfahrungsgemäß nach einem Unfall begutachtet (US NRC 1979, IAEA 2006, 2015b).

„Vorrangiges Ziel ist, mit den Produkten (Lagedarstellungen) den Entscheidungsgremien (Front-Office) die radiologischen Informationen und Daten zu geben, die sie für Entscheidungen über Schutzstrategien/Schutzmaßnahmen und über betroffene Gebiete benötigen. Darüber hinaus bieten die Lagedarstellungen Lageinformationen für die Information der Öffentlichkeit und für die internationale Berichterstattung (ECURIE, EMERCON).“ (SSK 2015b)

Radiologische Lagebilder werden in regelmäßigen Abständen während eines radiologischen Notfalls erstellt. Der Inhalt besteht in den meisten Fällen aus folgenden Elementen:

- Zusammenfassung und Analyse der aktuellen Situation (Ist-Zustand)
- Prognose der weiteren Entwicklung

⁴ Person oder Team, die bzw. das im Fall eines radiologischen Notfalls die Betreiber:innen oder Notfallorganisationen außerhalb des Standorts mit der Durchführung von radiologischen Messungen, Dosismessungen und Kontaminationskontrollen sowie der Gewährleistung des Strahlenschutzes von Notfalleinsatzkräften und der Formulierung von Empfehlungen in Bezug auf Schutz und andere Reaktionsmaßnahmen unterstützt (IAEA 2015c).

⁵ Prozess der Bestimmung, ob für eine Notfallexpositionssituation oder eine bestehende Expositionssituation eine vorgeschlagene Schutz- oder Sanierungsmaßnahme insgesamt voraussichtlich von Nutzen sein wird, d. h., ob der erwartete Nutzen für Personen und die Gesellschaft (einschließlich der Reduzierung von Strahlenschäden) aufgrund der Einführung oder Fortsetzung der Schutz- oder Sanierungsmaßnahme im Vergleich zu deren Kosten sowie eventuellen durch die Maßnahme verursachten Nachteilen oder Schäden überwiegt (IAEA 2015c).

⁶ Prozess der Feststellung, welches Schutz und Sicherheitsniveau dazu führt, dass die Größenordnung von Individualdosen, die Anzahl von einer Exposition ausgesetzten Personen (Arbeitskräften und Einzelpersonen der Bevölkerung) sowie die Wahrscheinlichkeit einer Exposition unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Faktoren so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar sind (ALARA) (IAEA 2015c).

- Empfehlungen bezüglich der benötigten Reaktionsmaßnahmen

Ein Lagebild enthält damit retrospektive, prognostische und diagnostische Elemente. Radiologische Lagebilder umfassen in der Regel zusätzliche spezielle Abschnitte wie eine Beschreibung des Status eines Reaktors, der radiologischen Bedingungen oder eine Auflistung der bereits umgesetzten Reaktionsmaßnahmen. Abhängig vom Notfall und von dessen Verlauf können weitere Abschnitte aufgenommen werden (IAEA 2019). Die deutsche Strahlenschutzkommission erwähnt z. B., dass

„... die radiologische Lage als Grundlage für Entscheidungen über Schutzstrategien und Schutzmaßnahmen benötigt wird“ (SSK 2015b). „Der korrekten und verständlichen Darstellung der radiologischen Lage kommt eine große Bedeutung zu; denn auf der Basis der Lagedarstellung treffen die Verantwortlichen (die Entscheider) die Entscheidungen über die einzusetzenden Schutzstrategien/Schutzmaßnahmen“ (SSK 2015b).

Die in unterschiedlichen Dokumenten zu Lagebild-Informationen und -Darstellungen gemachten Empfehlungen sind weitestgehend homogen. Unterschiede ergeben sich hauptsächlich aufgrund unterschiedlicher rechtlicher Rahmenbedingungen und Schutzstrategien. Die Balance zwischen der Bereitstellung technischer Details und einer simplen Darstellungsform hängt stark von dem spezifischen Verwendungszweck und den Aufgaben und Pflichten der entsprechenden Nutzer ab (vgl. z. B. IAEA 2015c, 2005, 2008, 2013, 2019, NEA 2010, 2013b, 2018, SSK 2015a). Im Falle des RLB gehören dazu unter anderem

- die Katastrophenschutzbehörden der Länder, in deren Verantwortung die Entscheidung über und Durchführung kleinräumiger Notfallmaßnahmen fällt,
- die Fachbehörden der Länder und des Bundes, wie etwa die für den Strahlenschutz zuständigen Landesämter,
- die zuständigen obersten Bundesbehörden, wie etwa das BMUV oder BMI.

Das Lagebild sollte zur rechtzeitigen und effektiven Entscheidungsfindung auf allen Ebenen beitragen (sowohl strategisch als auch operativ-taktisch). Wichtig dafür sind die umfassende und detaillierte Antizipation und Analyse der benötigten Entscheidungskriterien. Erst wenn diese identifiziert sind, kann das Lagebild effektiv erstellt werden (NEA 2010).

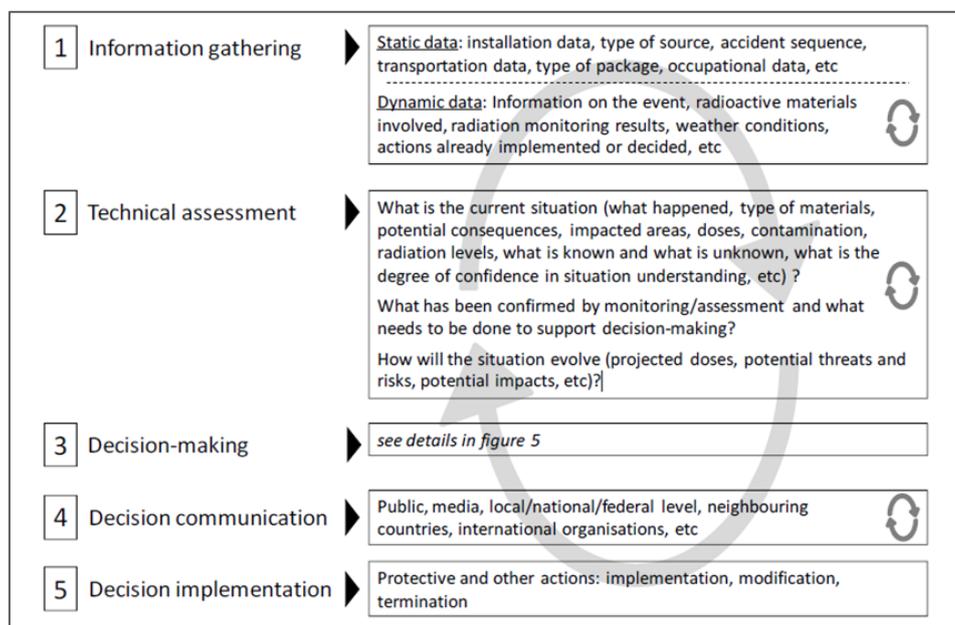


Abbildung 3: Arbeitsprozess des Notfallmanagements (aus NEA 2010)

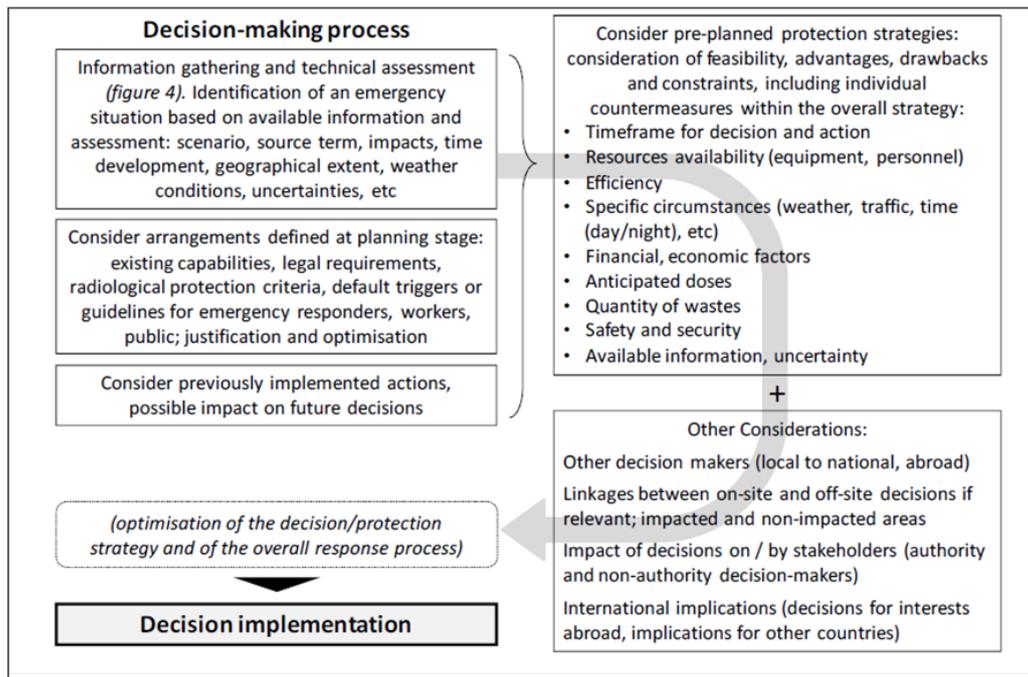


Abbildung 4: Einflussfaktoren für die Entscheidungsfindung (aus NEA 2010)

Hier manifestiert sich auch die eingangs erwähnte Herausforderung, den heterogenen Nutzergruppen des RLB, Behördenmitarbeiter:innen mit und ohne radiologischer Fachkenntnis sowie der Öffentlichkeitsarbeit, mit einem einzigen Produkt gerecht zu werden. Die Anforderungen der Nutzergruppen sind nicht nur unterschiedlich, sondern teilweise auch gegenläufig. Fachexperten benötigen detaillierte, technisch tiefgreifende Informationen, die für die Öffentlichkeitsarbeit jedoch von begrenztem Nutzen sind und verständlich gemacht werden müssen (NEA 2013b).

3.3 Allgemeine Erkenntnisse zur effektiven Lagedarstellung

Die Lagedarstellung in Notfällen unterliegt wie jede systematische Darstellung von Informationen gewissen Parametern und Kriterien, die über ihre Effektivität entscheiden. Im Folgenden werden diese Parameter und Kriterien zusammengefasst. Festzuhalten ist jedoch, dass sich eine zielführende und effektive Lagedarstellung erst durch die Umsetzung in der Praxis durch die handelnden Organisationen und Personen erweist, sei es in Übungen oder durch Erkenntnisse in der Anwendung in realen Notfällen.

Ein entscheidendes Kriterium für den effektiven Einsatz ist, dass unter allen Anwender:innen ein klares und einheitliches Verständnis der Zielsetzung und der Grenzen der Lagedarstellung herrscht (IAEA 2005, 2008, 2013). Dies trifft insbesondere auf Lagedarstellungen wie das RLB zu, das sich sowohl in Intention wie auch Anwendung von herkömmlichen Lagebildern operativ-taktischer Einsatzstäbe, die auf Ebene der Katastrophenschutzbehörden agieren, unterscheidet. Die Nutzung eines so spezifischen Werkzeugs wie des radiologischen Lagebildes muss mit allen Nutzergruppen und Adressat:innen regelmäßig geübt und deren Feedback systematisch erfasst werden, um die Effektivität auch über die Zeit sicherzustellen (IAEA 2005, 2008, 2013).

Da die Zielsetzungen von Lagedarstellungen unterschiedlich sind, finden sich bei der allgemeinen Suche nach Gestaltungsprinzipien, allgemeingültigen Eigenschaften und Standards für die Erstellung von Lageinformationen und deren Darstellungen auch unterschiedliche Ansätze. Für den deutschsprachigen Raum liefern die nachfolgenden Definitionen eine Beschreibung der zentralen Konzepte:

- Lage
 - „Gesamtheit aller Umstände, Gegebenheiten und Entwicklungen, die das [...] Handeln bestimmen und beeinflussen“ (Kubera & Thielmann 2011).

- Lagebild
 - „Erfasste, [...] bedeutsame Fakten und Daten verschiedener Lagefelder zu einem bestimmten Zeitpunkt und einer bestimmten Region, welche die Grundlage für die Beurteilung der Lage bilden“ (Kubera & Thielmann 2011).
 - „Der Führung zur Verfügung stehende Feststellungen über Gefährdungen und Auswirkungen, über Aktionen und Einsätze sowie über relevante Umweltfaktoren im Rahmen einer Lage“ (BABS 2016).

Die im deutschsprachigen Raum unter dem umfassend verwendeten Begriff des Lagebildes zusammengefassten Merkmale, Elemente, Anforderungen und Zielvorstellungen werden in der englischsprachigen Literatur zum Teil differenzierter dargestellt. Für die Anwendung im Krisen- und Katastrophenmanagement wie auch im militärischen Bereich finden sich hier im Zusammenhang mit der Erstellung, Darstellung und kollaborativen Nutzung von Lagebildern vor allem folgende Begriffe:

- situation awareness
- situation picture
- operational picture
- shared situation awareness
- common operational picture
- common operating picture (COP)

Auch im englischsprachigen Raum zeigt sich jedoch, dass es keine einheitliche Definition eines Lagebildes oder COP gibt. Es herrschen unterschiedliche Auffassungen, ob es nun ein Produkt, ein Prozess oder ein System zur Notfallbewältigung sei (Copeland 2008).

Hier zeigen sich auch zwei Ziele eines Lagebildes oder COP, nämlich das Zurverfügungstellen und Zusammenfassen von notfallrelevanten Informationen an einem zentralen Ort sowie das Fördern eines gemeinsamen Verständnisses der Lage und der Schwere eines Notfalls (Wolbers & Boersma 2013). Das US National Incident Management System fokussiert auf den ersten Aspekt und formuliert die Natur eines Lagebildes so:

"A common operational picture is established and maintained by the gathering, collating, synthesizing, and disseminating of incident information to all appropriate parties involved in an incident. Achieving a common operating picture allows on-scene and off-scene personnel (...) to have the same information about the incident, including the availability and location of resources, personnel, and the status of requests for assistance." (DOHS 2008)

Comfort (2007) fokussiert dagegen auf das zweite Ziel und sieht das Wesen eines COP darin, dass durch eine gemeinsame Informationsbasis bei allen beteiligten Einsatzorganisationen und Behörden an unterschiedlichsten Einsatzorten und im Krisenstab ein gemeinsames Verständnis der Lage erzeugt wird sowie Notwendigkeiten und Einschränkungen erkannt werden. Dies ermöglicht die notwendige Koordination und Führung aller Kräfte.

Im Lagebild und den es definierenden oder umschreibenden Begriffen stecken neben dem Element der Abbildung einer Situation also auch die Aspekte der Verteilung und der gemeinsamen Nutzung der Information. Die oftmals mit visuellen Darstellungsformen unterstützte Illustration einer Gesamtsituation (Lagebild) soll der Schaffung eines Situationsbewusstseins (engl. situation awareness) beim jeweiligen Adressaten dienen. Dieser soll durch die Wahrnehmung der für eine definierte Aufgabensituation relevanten Informationen und durch das Verdichten dieser Informationen zu einem Verständnis der aktuellen Situation und ihres Kontextes kommen, die als Grundlage für die Entscheidungsfindung dienen (Wunder & Grosche 2009).

An die Definition von Situation nach Habermas (1989) als „a segment of the lifeworld contexts of relevance“ anschließend, halten Kuusisto et al. (2005) fest:

„The lifeworld is situated in the background of an interacting entity. It is the knowledge-based frame of cultural assumptions and individual experiences, valuations, and know-how, which are unquestionable in the beginning of a problem situation.“

Somit ergeben sich folgende Kernelemente und Kernaufgaben, welche durch ein Lagebild adressiert werden müssen. Diese können je nach Kombination der Elemente unterschiedliche Ausprägungen aufweisen:

- Situationsinformation
- Kontext
- Adressat des Lagebildes
- Aufgabensituation (des Adressaten)
- Entscheidungssituation (beim Adressaten)

Die inhaltszentrierten Elemente eines Lagebildes sind also untrennbar mit dem Blickwinkel des Adressaten und dessen Umgebungssituation verbunden. Im sogenannten CARE-Loop (Classification, Assessment, Resolution, and Enactment), ausgehend vom militärischen OODA-Zyklus (Observe, Orient, Decide, Act) (Boyd 1976, Gawlick et al. 2015), wird diesem Umstand über die Kategorien „Wahrnehmungen“ (perceptions) und „Handlungsanweisungen“ (directives) Rechnung getragen (Abbildung 5).

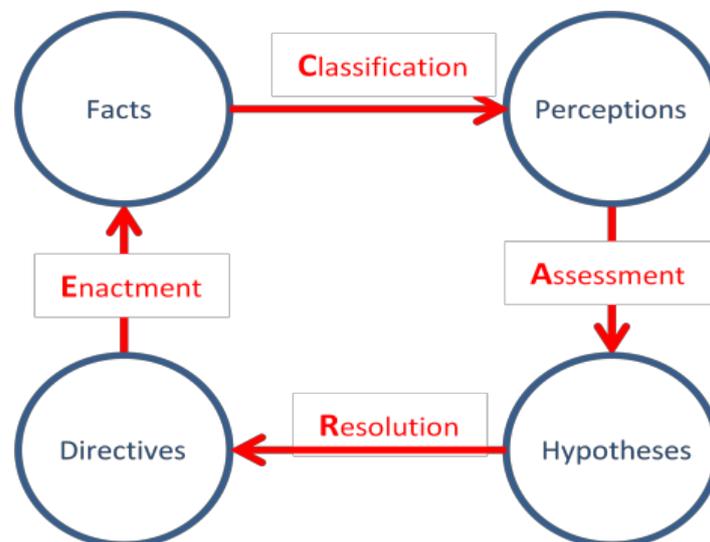


Abbildung 5: CARE-Problemlösungszyklus (aus Gawlick et al. 2015)

Endsley (1988, 1995) beschreibt den zu einem realistischen Situationsbewusstsein führenden Prozess in drei Ebenen bzw. Phasen:

- Ebene/Phase 1: Wahrnehmung von Elementen der Umgebung innerhalb einer definierten Zeit- und Raumausdehnung
- Ebene/Phase 2: Aufbau eines Verständnisses der Bedeutung der einzelnen Elemente und der gesamten Szene
- Ebene/Phase 3: Projektion des aktuellen Zustandes in die Zukunft und die Vorhersage der zukünftigen Entwicklung des Szenarios

Die wesentlichen Elemente des Situationsbewusstseins (Raum-, Zeit- und Navigationsbewusstsein) bilden auch die Basis für die Forderung nach einem raum-, zeit- und sachgerechten Lagebild (Wunder & Grosche 2009). Sophranides et al. (2017) setzen die oben genannten Ebenen bzw. Phasen des Situationsbewusstseins (situational awareness, SA) in Beziehung zu den generellen Blickwinkeln eines gemeinsamen Lagebildes (common operating/operational picture, COP):

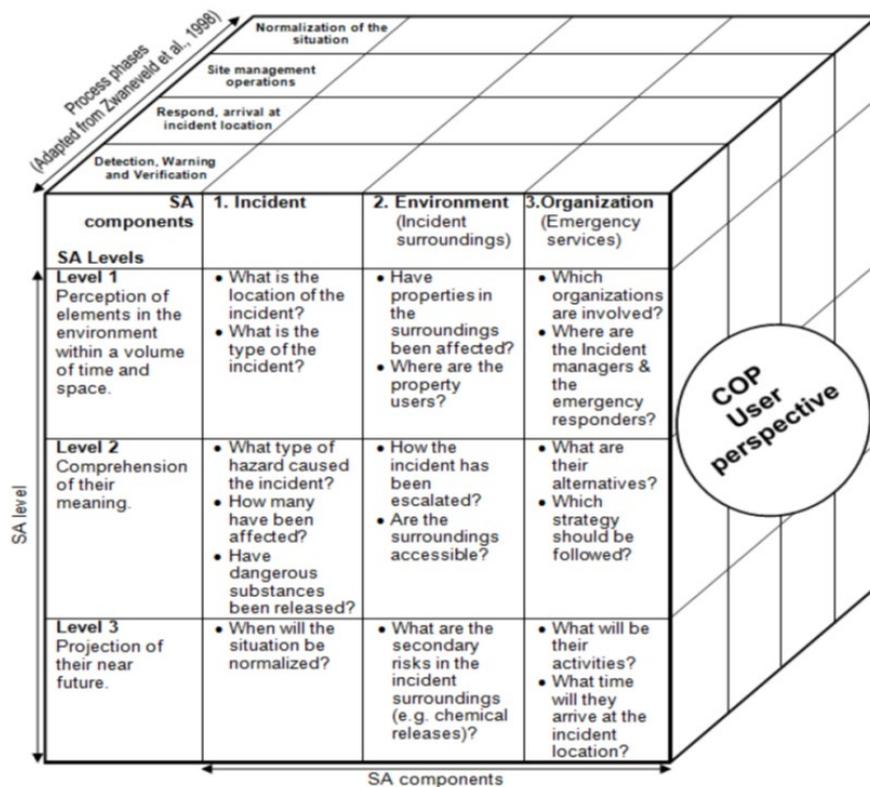


Abbildung 6: Ebenen und Elemente des Situationsbewusstseins (aus Sophranides et al. 2017)

Queck und Gonner (2016) definieren Parameter, die bewertet bzw. einer Prognose unterzogen werden müssen, um ein Verständnis für ein Gesamtbild zu erreichen:

- Größenordnung - Wie bedeutend und weit verbreitet ist es oder könnte es werden?
- Dauer - Wie lange wird es wahrscheinlich anhalten?
- Auswirkungen - Wie schlimm ist es, und wie schlimm kann es werden?
- Interdependenzen - Diese müssen im Hinblick darauf identifiziert werden,
 - was offensichtlich passiert ist,
 - was noch passieren kann und
 - was die Folgen einer getroffenen Entscheidung sein können.

Führt man also die allgemeinen Elemente des Situationsbewusstseins über in den Kontext des Krisen- und Katastrophenmanagements, lassen sich konkrete Elemente eines gemeinsamen Lagebildes ableiten (siehe 3.4.).

Als grundlegende Anforderungen an die Datengrundlage zur Erstellung des Lagebildes formulieren Harrahd und Jefferson (2007) folgende Prinzipien:

- Daten sollen den Entscheidungsträger direkt bei der Entscheidung unterstützen. So können beispielsweise der Auswahl von Evakuierungsrouten Daten von Schäden an Straßen und Brücken zugrunde liegen. Die präsentierte Information sollte sich jedoch auf die Verfügbarkeit und Nutzbarkeit von Verkehrsinfrastruktur fokussieren.
- Daten sollen die Möglichkeiten bieten, Beziehungen zwischen Elementen aufzuzeigen. Beim Beispiel von Evakuierungsrouten bleibend könnten das Evakuierungsorte mit Position und Optionen der Erreichbarkeit sein.
- Daten und die daraus abgeleiteten Informationen müssen sich immer in einem zeitlichen Bezug darstellen lassen.

- Daten müssen von ausreichender Qualität sein, um den aktuell notwendigen Entscheidungsprozess zu unterstützen.

Expertenempfehlung:

"Bei der Bereitstellung von Lageinformationen für Nutzer aus dem Bereich der operativen Gefahrenabwehr, wie zuständige Katastrophenschutzbehörden oder Einsatzkräfte, ist der Schwerpunkt auf mögliche Entwicklungen der Situation über die Zeit, zu treffende Maßnahmen und umsetzungsrelevante Parameter (z. B. Bevölkerungszahlen) zu legen. Eine ausgedehnte Präsentation der zugrundeliegenden Datenbasis und ihrer Genese ist für diese Nutzergruppe von nachgeordneter Bedeutung."

3.4 Struktur und Inhalte von radiologischen Lagebildern

In militärischen Organisationen, wie auch in zivilen Einsatzorganisation und Behörden, hat sich seit vielen Jahrzehnten die taktisch-operative Darstellung des Ist-Zustandes eines Notfalls und der zu erwartenden Entwicklungen, die das Einschreiten zuständiger Organisationen, etwa im Zuge der Gefahrenabwehr, zur Folge haben könnten, in Form eines Lagebildes etabliert. Das Lagebild setzt sich aus notfallspezifischen Informationen zusammen (z. B. Ort, Zeit, Wetter, Schadenereignis, Gefahrenlage oder Möglichkeiten zur Schadenabwehr) und werden recht einheitlich in entsprechenden Empfehlungen und Dienstanweisungen beschrieben. (BMI 2007, THW 2006a, FwDV 1999)

Abbildung 7 zeigt exemplarisch die inhaltliche und strukturelle Zusammensetzung solcher Lagebilder.



Abbildung 7: Informationselemente eines Lagebildes (aus FwDV 1999)

Diese Informationen werden in einzelne Abschnitte der Lagedarstellung untergliedert und deren Reihenfolge entlang der Wichtigkeit für die jeweilige Zielstellung des Lagebildes priorisiert. Je nach Rolle und Auftrag der Organisation bzw. des Adressaten der Lageinformation werden sich die jeweiligen Prioritäten zwischen den einzelnen Elementen verschieben, ebenso wie die Anforderung an die Tiefe der pro Element enthaltenen Informationen. Ein Beispiel zeigt Tabelle

Das THW empfiehlt z. B. folgende Struktur und Priorisierung für eine Lagemeldung und die zugehörigen Inhalte (THW 2006a):

Tabelle 3-1 Struktur einer Lagemeldung und Priorisierung der Inhalte nach THW (2006a)

| Kapitel | Inhalte |
|--|---|
| Kapitel 1 Allgemeine Lage | <ul style="list-style-type: none"> • Ort des Schadensereignisses • örtliche Verhältnisse • Wetter • Zeit • Verkehrslage • Verhalten der nicht betroffenen Personen |
| Kapitel 2 Schaden- und Gefahrenlage | <ul style="list-style-type: none"> • Art, Umfang und Ursache der Gefahren und Schäden • geretteten, versorgten, abtransportierten Verletzten/Erkrankten • Anzahl von Betroffenen • Anzahl von Toten • noch zu erwartende verletzte, vermisste oder tote Personen |
| Kapitel 3 Eigene Lage | <ul style="list-style-type: none"> • Auftrag • Stärke, Gliederung und Funktion der eingesetzten Kräfte • Einsatzbereitschaft und Einsatzwert der Kräfte • Führungsorganisation • Telekommunikationslage |
| Kapitel 4 Lageentwicklung | <ul style="list-style-type: none"> • Gefahrenschwerpunktbildung • Einsatzschwerpunktbildung • voraussichtlichen Lageentwicklung und Einsatzdauer |
| Kapitel 5 Presse- und Öffentlichkeitsarbeit | <ul style="list-style-type: none"> • Art, Organisation und Umfang der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit • Verhalten der Presse |
| Kapitel 6 Besondere Vorkommnisse | <ul style="list-style-type: none"> • z. B. verletzte Einsatzkräfte, Konflikte im Ablauf |
| Kapitel 7 Anforderungen | <ul style="list-style-type: none"> • angeforderte Kräfte und Mittel |
| Kapitel 8 Sonstiges | <ul style="list-style-type: none"> • sonstige relevante Informationen |

Für die Struktur radiologischer Lagebilder gibt es aufgrund der Fokussierung auf nur eine Art des Notfalls kaum spezifische Erkenntnisse aus der Forschung zur effektiven Gestaltung eines solchen Fachlagebildes. Daher kommt den wenigen Arbeiten dazu, etwa von der deutschen Strahlenschutzkommission (SSK), eine besondere Bedeutung zu. Diese lehnen sich zunächst an operative Lagebilder an und folgen ähnlichen

Schwerpunktsetzungen, beachten dabei jedoch die spezifischen Aspekte radiologischer Risikobewertung. Die SSK empfiehlt folgende Inhalte für ein radiologisches Lagebild unabhängig von der spezifischen Art des Notfalls:

Tabelle 3-2 zur Charakterisierung einer radiologischen Lage nötige Inhalte nach SSK (2015b)

| Inhalte und Darstellungen zur Beschreibung radiologischer Lagen |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Ausweisung von gefährdeten bzw. betroffenen Gebieten, • Ermittlung der Radionuklidzusammensetzung und -aktivität (in Abhängigkeit von der Zeit), die Höhe der Deposition und die • Abschätzung der Strahlenexposition des Menschen retrospektiv und prognostisch. • Basisinformation: <ul style="list-style-type: none"> – Kennzeichnung (falls im Rahmen einer Übung erstellt) – Titel (z. B: „Radiologische Lage bei einem kerntechnischen Notfall in der Anlage XY“) – fortlaufende Nummerierung der Lagedarstellungen – berichtende Institution – Name des Berichterstatters – Zeitpunkt der Berichtserstellung – Zeitpunkt bzw. Zeitraum der Datengrundlage für das Dokument (z. B. Messzeitpunkt, Prognosezeitpunkt) – evtl. Verteilerkreis oder Zielgruppe für die Lagedarstellung – Kontaktdaten für Rückfragen – Bei einer betroffenen kerntechnischen Anlage müssen bei der ersten Lagedarstellung folgende Punkte angegeben werden: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Name (allgemein, nicht landesspezifische Sprache) ▪ Koordinaten (bevorzugt geographische, evtl. UTM) ▪ Höhe über Meer (m NN) ▪ nächste größere Stadt (Einwohnerzahl mind. 50 000 Personen) • Hinweise/Links auf ergänzende Informationen (wie z. B. FAQs, Hintergrundinformationen) |

Detaillierte Angaben zu den Elementen der radiologischen Lagedarstellung sind im Anhang der SSK-Rahmenempfehlung zu den Lehren aus dem Reaktorunfall von Fukushima (SSK 2015b) zu finden. Diese Inhalte leiten sich aus den Zielen eines radiologischen Lagebildes (vgl. 3.2) und den zugrundeliegenden Prozessen zur Erstellung eines solchen Lagebildes ab (vgl. Abbildung 3).

Expertenempfehlung:

"Erfahrungen aus realen radiologischen Notfällen und aus Übungen zeigen, dass je heterogener die radiologische Fachexpertise ist, umso größer ist auch die Interpretationsbandbreite der radiologischen Risikoeinschätzung, da sich die Fachinformationen den Laien nicht leicht erschließen, was zwangsläufig mit Interpretationen einhergeht. Die Herausforderung ist daher, die radiologische Situation für den Laien möglichst eindeutig darzustellen, ohne technischen Jargon zu verwenden oder sich auf fachliche Kennzahlen zu beschränken."

"Es zeigt sich, dass Experten leicht die für sie wichtige fachliche Information vom Erklärtext für Laien unterscheiden können. Umgekehrt haben Laien aber Mühe, die für Sie verständlichen Informationen aus einer Fülle von Daten herauszufiltern. Bei einem Lagebild wie dem RLB sollte daher bei der Gestaltung die Verständlichkeit für Laien im Vordergrund stehen, die Datenlage für die Experten aber nicht reduziert werden. Dies muss in der Struktur und durch gestalterische Maßnahmen erreicht werden, ohne das Gesamtdokument zu groß werden zu lassen, zum Beispiel durch eine klare Trennung von Übersichts- und Detailinformation."

"Das Lagebild in zwei gänzlich unterschiedliche Dokumente für unterschiedliche Zielgruppen zu trennen, birgt Risiken. Je mehr einzelne Dokumente im Umlauf sind, umso größer die Gefahr, dass es zu Abweichungen bei der Darstellung der radiologischen Lage kommt, die eventuell lange unentdeckt bleiben."

3.5 Vermittlung und Verbreitung eines Lagebildes

Gemeinsames Lagebild (engl. common operating picture COP) und gemeinsames Situationsbewusstsein (engl. shared situational awareness) (van Dijk 2015), wie sie der Natur des RLB am nächsten kommen, setzen voraus, dass räumlich verteilten Entscheidungsträgern dieselbe Informationsbasis für ihre Entscheidungen zur Verfügung gestellt wird und die Kapazitäten zu Integration und Verständnis bzw. Interpretation der Information bei den Empfängern vorhanden sind (Harrald und Jefferson 2007).

Wie zuvor dargestellt, ist das radiologische Lagebild durch seinen spezifischen fachlichen Fokus, rechtliche Vorgaben und Aufgabenstellungen sowie durch die heterogenen Nutzergruppen mit unterschiedlichen Erkenntnisinteressen, nicht mit gewöhnlichen Lagebildern zur operativ-taktischen Bewältigung von Notfällen zu vergleichen. Doch selbst die auf operativ-taktische Stäbe fokussierte Literatur behandelt die technischen Grundlagen, also mit welchen Mitteln oder Medien die Lage dargestellt werden soll, in der Regel nur sehr allgemein. Diese allgemeinen Überlegungen sind meist auf die Darstellung in einem Stabsraum bezogen und beschäftigen sich mit dessen grundsätzlicher Ausstattung und nicht mit der eigentlichen Gestaltung und Verbreitung eines Lagebildes.

Heimann (2022) weist für Deutschland darauf hin, dass etwa auch in Dienstanweisungen, Standards oder sonstigen Regularien kaum etwas zu den Kommunikationsmitteln, die in Stäben zur Lagedarstellung und Informationsaustausch zu nutzen seien, formuliert würde. Im Gegensatz zu Strukturen und Prozessen würde die Art der Informationsweitergabe kaum berührt. Vor ähnlichen Herausforderungen steht man auch andernorts. Munkvold et. al (2019) weisen zum Auftakt des noch laufenden INSITU Projekts⁷, das sich für Norwegen die Erarbeitung von effektiven Prinzipien und Methoden zur Informationsweitergabe und Kommunikation eines gemeinsamen Lagebildes zum Ziel gesetzt hat, darauf hin, dass es derzeit eben keine detaillierten, einheitlichen Standards oder Empfehlungen dazu in der Literatur gebe.

So erwähnt die FwDV 100 (1999) hinsichtlich zur Lagedarstellung einsetzbarer Mittel lediglich stichwortartig Lagekarten, Lagevorträge und Informationssysteme. Die Dienstverordnung führt ferner allgemein "drahtgebundene" und "drahtlose" Kommunikationsmittel zur Informationsverarbeitung und -weitergabe an, ohne deren Einsatz zu konkretisieren. Unter Büroausstattungen werden z. B. PCs mit Drucker, Flipcharts, Tageslichtprojektoren oder Fernsehgeräte genannt, auch hier, ohne deren Verwendung zu spezifizieren.

Etwas konkreter wird der Notfallmanagement-Standard 100-4 des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik von 2008 (BSI 2008) und nennt folgende Kommunikationsmittel zur Informationsgewinnung, -verarbeitung und -darstellung:

- vernetzte Rechner

⁷ Sharing Incident and Threat Information for Common Situational Understanding

- Beamer
- Scanner
- Kopierer
- Drucker
- mobile Speichermedien für den Transport und Austausch von Informationen
- Flipchart
- Tafeln
- Karten
- Mobil-, Satelliten- und Festnetztelefone (evtl. mit redundanter Analogleitung)
- Faxgeräte
- Radio
- Fernsehen
- Videorekorder

Indirekt lässt sich aus dieser Quellenlage ableiten, dass die zur Lagedarstellung eingesetzten Mittel in den jeweiligen Stäben und anderen mit der Notfallbewältigung befassten Stellen nicht harmonisiert sind, da es keine einheitlichen Standards gibt.

Angesichts dieser wenig konkreten Empfehlungen ist es kaum verwunderlich, dass es auch keine spezifischen Empfehlungen hinsichtlich zu verwendender Dateiformate gibt, in denen ein Lagebild dargestellt und übermittelt werden sollte. Auch die SSK spricht hier lediglich von "gängigen Dateiformaten" (SSK 2015b). Angesichts der Heterogenität der Kommunikationsinfrastruktur empfehlen Hréckovski und Khorram-Manesh (2017) plausibel, die Art der Informationsweitergabe *"should facilitate interoperability, i.e. all shareable data and information should be made available in formats that can be easily retrieved, shared, and used by all agencies."*

Auch im BSI 100-4 wird lediglich für Sicherungskopien des Notfallplans und anderer wichtiger Dokumente konkret empfohlen, diese für den Fall eines Ausfalls der Serverinfrastruktur *"elektronisch in einem einfachen und gängigen Format (z. B. als PDF (...))"* (BSI 2008) auf mobilen Datenträgern zu speichern. Es scheint naheliegend, das PDF-Format (Portable Document Format) auch für ein zentrales, zur Darstellung eines gemeinsamen Lagebildes angefertigtes Dokument in Betracht zu ziehen. Denn das PDF zeichnet sich insbesondere durch seine plattformübergreifende Anwendbarkeit aus, die eine Verwendung der PDF-Dokumente auf allen gängigen Computerplattformen, unabhängig vom zugrundeliegenden Betriebssystem oder verwendeter Software, erlaubt (Cheng 2002). Es ist somit gut für einen universellen Dokumentenaustausch geeignet. Hinzu kommt der Vorteil, dass das Dokument bei jedem Empfänger exakt gleich angezeigt wird, was im Sinne des Grundgedankens eines gemeinsamen Lagebildes unerlässlich ist. Die Möglichkeit der Einbettung von Grafiken und Hyperlinks zu dokumentexternen Quellen sowie eine selbst bei grafiklastigen Dokumenten vergleichsweise geringe Dateigröße (Cheng 2002) sind weitere positive Aspekte, die nicht nur für die Zusammenstellung eines Lagebildes (z. B. mit Lagekarten und anderen Grafiken), sondern auch für die Übermittlung per E-Mail oder den schnellen Download eine wichtige Rolle spielen.

Hinweise wie ein z. B. als PDF erzeugtes Lagebilddokument zu gestalten ist (Layout etc.), fehlen in der Literatur. Vereinzelt Anleitungen zur Erstellung sogenannter "situation reports" (z. B. von FEMA oder OCHA⁸), die zumeist auf einer oder wenigen Seiten eine sehr kurze Zusammenfassung der aktuellen Lage

⁸ Federal Emergency Management Agency (FEMA); United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA)

und deren Entwicklung bieten, gehen in der Regel von einem Textdokument aus und über kurze Hinweise zu Schriftgröße oder Schriftart nicht hinaus. Zur Verwendung gestellte Templates sind im Beispiel FEMA und OCHA auf Textdokumente im A4 -Format ausgelegt und zum Versand als PDF per Mail oder zum Download vorgesehen.⁹

Auf die Darstellung allgemeiner Erkenntnisse zu effektiven Layouts, Dokumentendesigns und Typografien wird an dieser Stelle bewusst verzichtet. Der Umfang an entsprechender Literatur ist hoch und die Darstellung des Forschungsstandes würde den Rahmen an dieser Stelle sprengen. Hierzu sei auf entsprechende Überblicksdarstellungen verwiesen (z.B. Ernst 2005, Schriver 1997, Ware 2013). In diesem Bericht werden typografische oder visuelle Gestaltungsmerkmale von Dokumenten nur insofern detaillierter beleuchtet, wie sie ganz spezifische Aspekte eines radiologischen Lagebildes betreffen.

Wie erwähnt war eine Rahmenbedingung des diesem Bericht zugrundeliegenden Forschungsprojekts die Beibehaltung der derzeitigen technologischen Plattform zur Erstellung des RLB in Form eines PDFs. Daher soll der Vollständigkeit halber, jedoch nur in aller Kürze und beispielhaft auch die Möglichkeit der Nutzung software- und webbasierter Lagedarstellungssysteme, auf die deren Nutzer einen direkten, elektronischen Zugriff haben, thematisiert werden.

Im EU-Projekt EPISECC¹⁰, welches sich die Entwicklung eines Konzepts für „Common Information Spaces (CIS)“ zum Ziel gesetzt hatte, wurden zahlreiche Softwarelösungen aus dem Bereich der Lagedarstellung (COP-tools) gemäß einem verallgemeinerten Klassifikationsschema analysiert.

Wie in Abbildung 9 ersichtlich ist, wird dabei neben der syntaktischen Datenebene ebenfalls auch auf das organisations- und kontextspezifische Verständnis (semantic structures) abgestellt. In Summe wurden 73 Applikationen erhoben, von denen 41 einer genaueren Analyse anhand des oben gezeigten Klassifizierungsschemas unterzogen wurden.

Zusammenfassend sind folgende Ergebnisse der Untersuchungen aus EPISECC relevant (EPISECC 2014):

- Bei 36 der untersuchten Softwarelösungen stellt die Aufbereitung, Darstellung und Übermittlung von Informationselementen mit Raumbezug einen Kernbestandteil dar,
- 34 der untersuchten Softwarelösungen verfügen über ein semantisches Konzept zur einheitlichen, oft domänenspezifischen Darstellung und Interpretation von Informationselementen,
- lediglich 14 der untersuchten Softwarelösungen bieten Ansätze bzw. treffen Vorkehrungen zur Etablierung von semantischer Interoperabilität in Bezug auf den Austausch von Informationselementen.

⁹ Entsprechende Templates und Formatierungshinweise finden sich nicht in herkömmlicher Literatur, sondern werden elektronisch bereitgestellt. Im Folgenden werden die Fundstellen für die genannten Beispiele FEMA und OCHA dokumentiert:

<https://www.fema.gov/pdf/emergency/usr/usr004.pdf>, zuletzt abgerufen am 10.3.2022

<https://training.fema.gov/emiweb/downloads/situationreporting.ppt>, zuletzt abgerufen am 10.3.2022

<https://resourcecenter.undac.org/wp-content/uploads/2021/01/Guidance.Reporting.OCHA-Situation-Report.pdf>, zuletzt abgerufen am 10.3.2022

¹⁰ Das Projekt EPISECC zielt darauf ab, ein Konzept für einen gemeinsamen „Europäischen Informationsraum“ zu entwickeln ("EPISECC is a Collaborative Project which will Establish a Pan-European Information Space to Enhance seCurity of Citizens."). Dieser Informationsraum soll das Schlüsselement einer künftigen integrierten paneuropäischen Krisen- und Katastrophenabwehrkapazität werden. Neben der Entwicklung einer gemeinsamen Taxonomie und eines Ontologiemodells, die darauf abzielen, das Problem der semantischen Interoperabilität anzugehen, wird sich EPISECC auf die Einrichtung der Interoperabilität auf physikalischer (d. h. Netzwerk) und syntaktischer (d. h. automatisierter Informationsaustausch) Ebene konzentrieren. Einer der Hauptzwecke des EPISECC-Ansatzes besteht darin, eine Analyse der Interoperabilität auf allen Ebenen zu ermöglichen. www.episecc.eu, zuletzt abgerufen am 10.03.2022.

| Factor | Characteristics | | | | |
|---------------------------|-------------------------|-------------------|------------------------------------|------------------------|------------|
| | Stakeholder | governmental (GO) | | non-governmental (NGO) | others |
| military/police | | others | | | |
| Domain | research | | non-commercial | commercial | |
| Area of application | operational | | tactical | strategic | |
| Organizational scope | internally | | bilateral | multilateral | |
| Spatial scope | regional | national | EU | international | |
| PPDR phase | prevention / mitigation | preparation | response | recovery | |
| Physical data exchange | public | | dedicated | | |
| Syntactical data exchange | organisational data | | geographical data | | other data |
| | ressource data | personal data | raw data | meta data | |
| Semantic structures | standardized | | de facto (industrial) standardized | non-standardized | |
| Level of interoperability | physical | | syntactical | semantic | |
| Language | multilingual | | monolingual | | |

Abbildung 8: EPISECC-Klassifizierung für Krisen- und Katastrophenmanagement-Tools (aus EPISECC 2014)

Eine große Rolle bei der elektronischen Lagedarstellung spielen geografische Informationssysteme (GIS). Mit Hilfe solcher Systeme können Referenzdaten unterschiedlichster Ausprägung zu einer konsolidierten Darstellung integriert werden. Der Geographic Information Framework Data Standard (FGDC 2008) nennt als Referenzdaten:

- Katasterdaten
- Höhen- und Geländemodelle
- Hydrographische Modelle
- Transportnetzwerke
- staatliche Einrichtungen
- geo-referenzierte digitale Orthophotos¹¹
- andere Elemente mit geografischem Bezug.

Zusätzlich zu den Referenzdaten finden in weiterer Folge thematisch relevante Daten mit Bezug zum betroffenen Bereich und/oder der Gefahr (z. B. demographische Informationen, Gefahrenzonen, Landnutzung, kritische Infrastruktur etc.) Verwendung (Tomaszewski et al. 2015).

Zusätzlich bieten GIS die Möglichkeit zur Einbindung von situationsbezogenen Echtzeit-Daten wie der Position von Einheiten und Ressourcen, Schadensmeldungen oder der aktuellen Verkehrssituation.

¹¹ Luftbilder geben die Landschaft verzerrt wieder. Sie haben im Gegensatz zu Karten den Nachteil, dass es nicht möglich ist, Distanzen, Flächen und Geometrien zu messen. Orthophotos hingegen bieten dem Nutzer eine geometrisch korrekte, kartengleiche Abbildung der Landschaft. Mit den Orientierungsdaten der Luftbilder und einem digitalen Höhenmodell können Orthophotos berechnet werden. Dabei werden Verzerrungen, die bei der Aufnahme eines Bildes durch die Zentralprojektion und unterschiedliche Geländehöhen entstehen, rechnerisch weitgehend eliminiert. Das Ergebnis ist ein digitales Orthophoto (DOP), ein maßstäbliches Luftbild mit kartengleicher Parallelprojektion (Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt).

Konkrete und typische Ausprägungen von Elementen einer so dargestellten Lage sind nach Kaster und Weber (2009) beispielsweise

- Punktobjekte (Symbole, Marker etc.)
- Linienobjekte (Frontverläufe, Grenzen etc.)
- Flächenobjekte (Verfügungsräume etc.).

Diese werden jeweils auf einen Kartenhintergrund projiziert. Auch Geodaten können unmittelbar lagerelevant sein (Beispiel: ein Straßenzug, der für Verlegeoperationen genutzt wird).

Zur Beschreibung eines Lageobjektes gehören beispielsweise:

- Identifikatoren
- lagerelevante Attribute
- Quellenangabe
- Historie der Beobachtung (z. B., um Mehrdeutigkeiten auflösen zu können)

Unter der Voraussetzung des Vorliegens und der Zugänglichkeit (Stichwort syntaktische Interoperabilität) entsprechender Datenbanken können GIS einen Beitrag zu einer interaktiven Lageführung leisten. Durch sie besteht die Möglichkeit der Überlagerung unterschiedlichster Datenschichten und der darin enthaltenen Elemente zum Zwecke einer zeitnahen und auf das Erkenntnisinteresse fokussierten Visualisierung und Analyse sich ändernder Sachverhalte (Tomaszewski 2015).

Aus einer solchermaßen elektronisch erstellten Lagedarstellung erwachsen einige bedeutende Vorteile. So können gerade in föderalen Systemen mit einer Vielzahl an der Notfallbewältigung beteiligter Organisationen Informationen in Echtzeit an zahlreichen Standorten geteilt werden (Wüthrich 2014). Hinzu kommt die Möglichkeit, mobil erfasste Daten ebenfalls in Echtzeit in das System einzuspielen (z. B. Drohnenbilder, Informationen aus sozialen Medien) und so die Lagedarstellung zu ergänzen. Außerdem übernimmt ein solches elektronisches Lageverbundsystem gleichzeitig auch die Funktion der Verbreitung des Lagebildes, das herkömmlich eigens versendet oder zur Verfügung gestellt werden müsste, erlaubt eine strukturierte Datenerfassung und eine automatisierte Archivierung (Visni 2014).

Nachteile elektronischer Lagedarstellungen ergeben sich einerseits aus der technischen Abhängigkeit und Komplexität. So kann es etwa im Falle eines längeren Ausfalls der Stromversorgung oder etwa durch Angriffe auf die IT-Sicherheit zu einem Ausfall der Lagedarstellung als solches kommen. Die Nutzung der Systeme erfordert den Zugang aller Akteure zu diesem abgesicherten Datenraum, eingehende Schulungen und Trainings und kann bei zu viel Funktionalitäten zu einer "Verzettelung" bei der Darstellung von Details führen (Lamers und Denker 2022).

Eine Art Zwitterstellung nehmen dabei Informationsplattformen dar, die den Daten- und Informationsaustausch zwischen am Notfallmanagement beteiligten Organisationen erleichtern sollen. Hier werden an zentraler Stelle Dokumente und Lageberichte zur Ansicht und Download angeboten, die für die Bewältigung der Lage hilfreich sein können. Teilweise bieten sie auch den direkten Zugang zu elektronischen Systemen wie etwa die Echtzeitdarstellung von Messwerten. Sie stellen damit kein Lageverbundsystem dar, wie es Wüthrich (2014) und Visni (2014) beschreiben, da keine bei jedem Nutzer einheitliche Gesamtübersicht der Lage unter Zusammenführung von Echtzeitdaten erzeugt wird, sondern das Lageverständnis davon abhängt, welche Informationen aufgerufen werden.

Im Bereich des internationalen radiologischen Notfallschutzes sind solche Informationsplattformen unter anderem ECURIE (European Community Urgent Radiological Information Exchange) der Europäischen Kommission (de Cort et al. 2011) und USIE (Unified System for Information Exchange in Incidents and Emergencies) der IAEA (IAEA 2019).¹²

In Deutschland wird dafür ELAN (Elektronische Lagedarstellung für den Notfallschutz) genutzt. Neben dem Zugriff auf relevante Dokumente (etwa die original Sofortmeldungen zu einem Störfall nach der Atomrechtlichen Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung (AtSMV)) oder das druckfähige RLB in PDF-Form, kann hier auch direkt auf Produkte spezieller elektronischer Systeme zugegriffen werden. Dazu gehört auch RODOS (Realtime Online Decision Support System), ein speziell für nukleare Notfälle entwickeltes Entscheidungsfindungssystem, das geographische Daten eines GIS-Systems mit Berechnungen zur radiologischen Gefährdungslage kombiniert und so in Kartendarstellungen eine Grundlage zur Entscheidung über die Notwendigkeit von Schutzmaßnahmen in betroffenen Gebieten darstellt.¹³

3.6 Visuelle Darstellungen

So gemein vielen Konzepten zur Lageinformation der Fokus auf die visuelle Darstellung der einsatzrelevanten Entitäten, ihrer Beziehungen und der Entwicklung der Situation über die Zeit ist, so unterschiedlich ist die Herangehensweise bei der konkreten Umsetzung. Je nach Domäne (Militär, Rettungsdienst, Feuerwehr, Polizei) haben sich naturgemäß unterschiedliche Terminologien und Visualisierungskonzepte herausgebildet und durchgesetzt.

Wie das gemeinsame Lagebild insgesamt haben auch die darin enthaltenen visuellen Darstellungen, Grafiken und Karten den Zweck, ein gemeinsames Lageverständnis zu erzielen (Heimann 2022). Hinzu kommt im Sinne einer effektiven Entscheidungsfindung die Reduktion von Komplexität bei mehrdimensionalen Informationen und das Aufzeigen von Zusammenhängen (Heimann 2022). So können etwa in Karten Messdaten und räumliche Informationen in Bezug gesetzt werden.

3.6.1 Einsatz von Lagekarten

Da Lagekarten, gerade bei der Darstellung radiologische Notfälle, eine besondere Bedeutung bei der raumbezogenen Darstellung einer Lage zukommen, sollen diese hier schwerpunktmäßig betrachtet werden. Auch die SSK empfiehlt Karten als eine Grundlage für die radiologische Lagedarstellung durch das RLZ (SSK 2015b). Für die Katastrophenschutzbehörden empfiehlt die SSK den Karteneinsatz ebenfalls (SSK 2015a), nennt diese dort allerdings "Einsatzkarten", ein Hinweis darauf, dass es sich hier um auf das jeweilige Einsatzgebiet fokussierte, taktisch-operative Karten handelt, die im Vergleich mit den Karten im RLB weniger großräumig angelegt sind. Für solche Einsatzkarten empfiehlt die Feuerwehrdienstvorschrift FwDV 100 (1999) Maßstäbe von 1:10.000 bis 1:50.000. Letzterer wird auch für die Zusammenarbeit mit anderen Organisationen genannt. Die SSK nennt nach der 2015 vorgenommenen Überarbeitung der Rahmenempfehlungen aus dem Jahr 2008 keine konkreten Maßstäbe mehr. Für Übersichtskarten, die in der Regel großräumigere Darstellungen enthalten, empfiehlt sie "geeignete Maßstäbe" einzusetzen (SSK 2015a). Die Eignung von Maßstäben hängt damit vom darzustellenden Gebiet ab, das im Falle des RLB, auf Grund seiner Zielsetzung, übersichtsartiger dargestellt wird als im operativ-taktischen Stabsbereich der für die Umsetzung der Empfehlungen aus dem RLB verantwortlichen Katastrophenschutzbehörden.

¹² Seit der Umstellung von ECURIE auf ein web-basiertes System ist der offizielle Name des Webportals WebECURIE, in der Regel wird es aber weiterhin, nach dem Gesamtsystem, schlicht ECURIE genannt.

¹³ https://resy5.iket.kit.edu/JRODOS/documents/JRodos_UserGuide.pdf zuletzt abgerufen am 12.4.2022.

Eine Faustregel für die Nutzung geeigneter Maßstäbe für Übersichtsdarstellungen findet sich in einem Grundlagenpapier der Organisation Amerikanischer Staaten (OAS) zum Umgang mit Naturgefahren (OAS 1991):

- "World: 1:30,000,000"
- "Continent: 1:5,000,000, 1:2,000,000"
- "Region: 1:500,000, 1:200,000, 1:96,000, 1:50,000"
- "Community or settlement: 1:24,000, 1:12,000"
- "Building sites: 1:10,000, 1:2,500"

Zentrale Erkenntnisse und grundsätzliche Empfehlungen der für dieses Forschungsvorhaben relevanten Fragen der effektiven Verwendung von Karten zur Gefahren- und Risikodarstellung werden überblicksartig von Dransch et al. (2010) oder Stieb et al. (2019) dargestellt. Kuveždić Divjak et al. (2018) betrachten dagegen existierende, in Krisensituationen genutzte Karten und analysieren sie entlang dieser Empfehlungen auf ihre Effektivität.

Aus der verfügbaren Literatur wurden die Merkmale effektiver Kartendarstellungen im Allgemeinen und, wo möglich, für solche in radiologischen Notfällen im Besonderen zusammengetragen. Eine effektive Kartendarstellung ist dann erreicht, wenn die primäre Information der Karte und das damit verbundene Ziel (z. B. zu evakuierende Gebiete und das Erkennen dieser Gebiete und das Verstehen der damit verbundenen Schutzmaßnahme durch die Betroffenen) klar erkenntlich sind und nicht mit solchen Informationen auf der Karte konkurrieren, die der Orientierung dienen sollen.

Tabelle 3-3 Effektive Kartendarstellung. Eigene Darstellung basierend auf Kuveždić Divjak und Lapaine (2018), Dransch et al. (2010), Stieb D et al. (2019), deLemos et al. (2009), OAS (1991)

| Elemente kartografischer Darstellung | Merkmale effektiver Darstellung |
|--|---|
| Kartengrund und Basiselemente (Basiskarte) | <ul style="list-style-type: none"> • Die Basiskarte als Kartenhintergrund muss gegenüber der primären Information wörtlich in den Hintergrund treten und soll lediglich der räumlichen Orientierung dienen. Sie soll so viele Details wie nötig und so wenig wie möglich enthalten, um diese Orientierung zu ermöglichen. Dies beinhaltet auch den zurückhaltenden Einsatz von Farben im Allgemeinen. • Die Basiskarte sollte im Vergleich zur primären Information in weniger kräftigen Farben bzw. möglichst ohne Symbole oder andere, von der primären Information ablenkenden, Elementen auskommen. |
| Symbole | <ul style="list-style-type: none"> • Symbole, die dieselbe Informationskategorie betreffen (z. B. Gefahren, Infrastruktur etc.) sollten dieselbe äußere Form haben. • Graduelle Unterschiede innerhalb einer Informationskategorie können durch z. B. durch unterschiedliche Größe oder Farbsättigung dargestellt werden. |

| Elemente kartografischer Darstellung | Merkmale effektiver Darstellung |
|---|---|
| Quantitative und qualitative Unterschiede | <ul style="list-style-type: none"> • Quantitative Unterschiede sollten durch korrespondierende Größe (z. B. von Symbolen), Farbschattierungen oder Texturen ausgedrückt werden. Die Anordnung muss logisch erfolgen, von klein nach groß, von hell nach dunkel oder von fein nach grob etc. • Qualitative Unterschiede sollten durch verschiedene Symbole und Farben ausgedrückt werden. Dabei sollte auch die Verwendung gleicher Symbolformen oder Farben für Informationen gleicher Art geachtet werden, um eine leichte Kategorisierung zu ermöglichen. |
| Bewegung | <ul style="list-style-type: none"> • Bewegung sollte optisch unterstützt werden, z. B. in dem die Bewegungsrichtung mit Pfeilen angezeigt wird. |

Aufgrund des PDF-Formats, in dem das RLB auch künftig produziert und weitergegeben wird, werden hier keine interaktiven Karten betrachtet, die etwa auf GIS zum Einsatz kommen könnten. Dies beschränkt die Menge an Informationen, die pro Karte dargestellt werden kann, auf nicht-interaktive 2D-Darstellungen.

Hinsichtlich der komplexen Darstellung von radiologischen Risiken, damit verbundenen Schutzmaßnahmen und deren Entwicklung über die Zeit liegen keine umfassenden Studien über die Effektivität bestimmter Darstellungsweisen in Lagekarten vor oder sie beschäftigen sich mit sehr spezifischen Fragestellungen (deLemos et al. 2009; Nagy et al. 2020).

Spezifisch hinsichtlich radiologischer Notfälle empfiehlt die SSK jedoch, in Karten die Planungszonen und deren Sektoren darzustellen (SSK 2015a).¹⁴ Darüber hinaus weist die Kommission darauf hin, dass es wichtig sei, klar zu kennzeichnen, ob die in Karten dargestellten Daten auf Prognosen oder Ist-Werten (Messwerten) basieren (SSK 2015b). Auf die Wichtigkeit der Kennzeichnung von Ungewissheiten in Karten, etwa aufgrund der Qualität der zugrundeliegenden Daten, weisen auch Nagy et al. (2020) hin. Zu der Ausweisung von Ungewissheiten im radiologischen Lagebild siehe auch 3.7.2.

Die in Karten des radiologischen Lagebildes zu visualisierenden Daten ergeben sich implizit aus den allgemeinen Anforderungen an die Inhalte des radiologischen Lagebildes. So nennt die SSK Inhalte, die das RLB zur Abbildung einer radiologischen Lage berücksichtigen sollte (SSK 2015b). Davon sind folgende durch Lagekarten, je nach Phase des Notfalls, visualisierbar:

- Prognostische Ausbreitungsrechnungen zur möglichen Kontamination der Umwelt und zur Strahlenexposition der Bevölkerung als Grundlage für Entscheidungen über Schutzmaßnahmen
- Prognosen zur Strahlenexposition der Bevölkerung für den Fall, dass hinreichend gesicherte Prognosen für den Quellterm vorliegen

¹⁴ Die Umgebung von Kernkraftwerken im Leistungsbetrieb wird in drei Zonen (Zentralzone, Mittelzone, Außenzone) aufgeteilt, in denen bestimmte Maßnahmen für den Fall eines Notfalls vorgeplant werden. Mittel- und Außenzone werden zudem in 12 Sektoren unterteilt. Zusätzlich werden Maßnahmen auch außerhalb der Außenzone vorgeplant.

- Prognosen der Kontamination in der Umwelt auf der Grundlage der Ausbreitungsrechnungen für den Fall, dass hinreichend gesicherte Prognosen für den Quellterm vorliegen.
- ODL-Messdaten aus automatisierten Messnetzen
- ODL-Messdaten von mobilen Messsystemen (z. B. Fahrzeug- und Hubschraubergestützt),
- ODL-Messdaten aus spektrometrischen Sonden
- Messdaten der Bodenkontamination (In-situ-Gammaspektrometrie),
- Messungen der Kontamination von Nahrungsmitteln (insbesondere Milch und Blattgemüse),
- Darstellung der Radionuklid-Aktivitätskonzentration in Fließgewässern, stehenden Gewässern und im Meerwasser
- Räumliche Verteilung der Strahlenexposition durch Inhalation und Direktstrahlung als Basis für Entscheidungen über die Schutzmaßnahmen Evakuierung und Aufenthalt in Gebäuden und über deren Folgemaßnahmen
- Räumliche Verteilung der Strahlenexposition durch die Inhalation von Iod 131 als Basis für die Verteilung und Empfehlung der Einnahme von Iodtabletten,
- Räumliche Verteilung der Kontamination von landwirtschaftlichen Produkten als Basis für Empfehlungen zum Konsumverhalten und für Maßnahmen zur Vermeidung von Kontaminationen durch direkte Ablagerung von Radionukliden auf Pflanzen
- Gemeinsame Darstellung der Ortsdosisleistung (aus allen verfügbaren Quellen; wenn möglich als Netto-Dosisleistung), einschließlich eines Vergleichs mit abgeleiteten Richtwerten
- Darstellung der aus ODL-Messungen und nuklidspezifischen Messungen abgeleiteten Bodenkontamination (falls verfügbar, bevorzugt gegenüber dem folgenden Punkt), einschließlich eines Vergleichs mit abgeleiteten Richtwerten oder Darstellung der gemessenen Bodenkontamination (falls verfügbar), einschließlich eines Vergleichs mit abgeleiteten Richtwerten
- Darstellung der gemessenen Kontamination von aktuell erntereifen Produkten in der Landwirtschaft, mit Vergleich mit abgeleiteten Richtwerten
- Vergleich der berechneten Strahlenexposition mit Eingreifrichtwerten und Darstellung der Gebiete mit Richtwertüberschreitung für die einzelnen Schutzmaßnahmen (Evakuierung, Aufenthalt in Gebäuden, Einnahme von Iodtabletten)
- Vergleich der berechneten verbleibenden Dosis mit dem Referenzwert der verbleibenden Dosis und Darstellung der Gebiete mit möglicher Referenzwertüberschreitung

Zur Visualisierung dieser Daten in Form von Lagekarten werden Entscheidungsfindungssysteme mit GIS-Unterstützung wie das unter 3.5 bereits beschriebene RODOS eingesetzt.

Expertenempfehlung:

"Bei der Verwendung von Karten muss grundsätzlich darauf geachtet werden, dass die Informationsdichte pro Karte nicht zu hoch ist. Die Erfahrung zeigt, dass dies insbesondere bei Karten für die Öffentlichkeit der Fall ist, jedoch können auch Entscheider, je nach Erfahrung und Ausbildungshintergrund, unterschiedliche Verarbeitungskapazitäten visueller Daten besitzen. Für Entscheider empfehlen sich maximal zwei bis drei Informationskategorien pro Karte."

"Wichtig ist eine einheitliche Gestaltung nach denselben Gestaltungsrichtlinien für alle Karten in einem Dokument."

"Kartensymbole müssen möglichst intuitiv verständlich sein und auf der Karte erklärt werden."

"Beim Einsatz von Karten sollten großräumige Reaktionsmaßnahmen nur bis auf Kreis-/Bezirksebene und kleinräumige Maßnahmen auf Gemeindeebene heruntergebrochen werden. Ein höherer Auflösungsgrad suggeriert eine Gewissheit, die die zugrundeliegenden Prognosen nicht aufweisen. Karten mit den entsprechenden Gemarkungen müssen hierzu vorbereitet werden."

3.6.2 Visuelle Unterstützung durch Farben

Hinsichtlich des Einsatzes von Farben beruhen Visualisierungskonzepte für Lagebilder auf eher allgemeinen Erkenntnissen der Wahrnehmungspsychologie bzw. auf Erkenntnissen über den Einsatz von Farben zur Vermittlung wissenschaftlicher Daten (z. B. Ware (2013), Tufté (1990), Brewer (1999)). Diese werden hier nur insofern erwähnt, wie sie tatsächlich Aspekte der praktischen Anwendung im Rahmen des radiologischen Lagebildes des Bundes betreffen könnten. Im Falle des radiologischen Lagebildes geht es bei der Visualisierung von Informationen einerseits um Daten, die sich graduell bzw. sequenziell unterscheiden. Dies können z. B. Messwerte oder Zeitpunkte des Eintreffens radioaktiver Luftmassen sein. Andererseits geht es darum, Gebiete zu markieren, in denen aufgrund der Überschreitung von Richtwerten Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung getroffen werden müssen. Hierfür können Farben eingesetzt werden, um diese Daten bzw. Gebiete und die Dringlichkeit der Maßnahmen unterscheiden zu können.

Dies bedeutet, dass bestimmten Informationen bestimmte Farbskalen zugeordnet werden müssen. In der folgenden Aufzählung werden relevante Faustregeln aus der Literatur zusammengestellt (nach Ware (2013), Brewer (1999), Tufté (1990)):

- Farben sollten so sparsam wie möglich eingesetzt werden.
- Farben sollten in einem Dokument immer einheitlich für dieselben Daten und Werte eingesetzt werden.
- Für die Darstellung gradueller bzw. sequenzieller Unterschiede sind Schattierungen einer oder zweier Farben besser geeignet als die Zuweisung gänzlich unterschiedlicher Farben.
- Bei der farblichen Darstellung von Daten durch Symbole (z. B. ein farbiges Dreieck zur Darstellung einer Ortsdosisleistung an einem spezifischen Messort) sollten Kontrastreiche Ränder genutzt werden, um die Symbole gegen Hintergrund und gegeneinander abzugrenzen.
- Je kleiner farbig gestaltete Elemente sind, desto schwieriger ist es, deren Farbe zu identifizieren und zu unterscheiden.
- Farben sollten nach Möglichkeit so eingesetzt werden, dass ihre Wahrnehmung so intuitiv wie möglich erfolgen kann. Beispielsweise sollten leichtere Schattierung für niedrigere numerische Werte und kräftigere Schattierungen für höhere numerische Werte verwendet werden. Stufen von Risiken oder Gefahren können mit Hilfe von Ampelfarben dargestellt werden.

Farben können auch als zusätzliche Unterscheidungskategorie beim Einsatz von Symbolen eingesetzt werden, auf den in 3.6.3 nochmals spezifisch eingegangen wird. In Österreich wurde 2015 über den Weg des staatlichen Krisen- und Katastrophenschutzmanagements (SKKM) eine einheitliche Norm zu taktischen Zeichen des integrierten Katastrophenmanagements (ÖNORM S 2308:2015) etabliert. Ein Aspekt der in der ÖNORM S 2308:2015 niedergelegten Notation ist die Farbe der Zeichen. Dabei werden

- Gefahren oder Schäden in Rot,
- eigene Kräfte und Mittel in Blau und
- Informationen zur allgemeinen Lage in Schwarz dargestellt.

Ein ähnliches Farbregeime findet sich im so genannten Behelf Sachbereich Lage für das Zusammenwirken im Lageverbund zwischen Partnerorganisationen des Bevölkerungsschutzes und Führungsorganen des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz (BABS) der Schweiz. Dort sind unter den Lagebildkriterien genannt (BABS 2016):

- Gefahren und Auswirkungen - primäre und sekundäre, statische und/oder dynamische, psychologische und/oder ökologische, Zustände und/oder Prozesse - Lage orange-rot
- Aktionen und Einsätze - Einsatz- und/oder Schutzmaßnahmen, Ablauf der Lage- bzw. Ereignisbewältigung, Interventionserfolge, Rettungs- und Bergungserfolge - Lage blau

Einen anderen Weg verfolgt man in den Empfehlungen für Taktische Zeichen im Bevölkerungsschutz¹⁵ in Deutschland. Dort wird das Unterscheidungsmerkmal „Farbe“ nicht zur übergeordneten Kategorisierung, von Gefahren, Mittel oder Maßnahmen, sondern zur Differenzierung innerhalb dieser Kategorien eingesetzt (SKK 2012). So sollen etwa Wassergefahren und -schäden in Blau, Brände und andere Gefahren in Rot dargestellt werden (siehe Abbildung 9).

| | | |
|---------|---|--|
| 10.9.16 |  | überschwemmtes Gebiet |
| 10.9.17 |  | Entstehungsbrand |
| 10.9.18 |  | fortentwickelter Brand |
| 10.9.19 |  | Vollbrand |
| 10.9.20 |  | Hinweis auf vermutete Gefahr durch ... |
| 10.9.21 |  | Akute Gefahr durch ... |
| 10.9.22 |  | Gefahr durch Radioaktivität (A B C) |

Abbildung 9: Taktische Zeichen und ihre Farbgebung am Beispiel von Gefahren aus SKK (2012)

Die Strahlenschutzkommission empfiehlt für das radiologische Lagebild hinsichtlich der Darstellung möglicher Überschreitungen von Richtwerten und der resultierenden Notwendigkeit von Schutzmaßnahmen ebenfalls eine Farbskala zu verwenden (SSK 2015b). Konkret wird empfohlen:

"Bei den Lagedarstellungen (...) hat es sich bewährt, in die Darstellung von Ergebnissen, die für Entscheidungen über Schutzmaßnahmen direkt relevant sind, Farbskalen zu integrieren. Darstellungen mit Bezug zu Richtwerten sollten entsprechend der Farbgestaltung von RODOS verwendet werden: bei Umschlag von gelb auf orange wird angezeigt, dass der Eingreifrichtwert für das Einleiten einer Schutzmaßnahme überschritten ist. Damit ist sehr schnell und eindeutig erkennbar, in welchen Gebieten Entscheidungen über Maßnahmen anstehen." (SSK 2015b)

Auch andernorts werden Ampelfarben zur Abgrenzung von Situationen und Gebieten mit oder ohne Notwendigkeit zu Schutzmaßnahmen genutzt. Ein entsprechendes System der IAEA zur Kategorisierung von Gesundheitsgefahren zeigt Abbildung 16 im Abschnitt zur Krisenkommunikation. Hier wird der Bereich, der entsprechende Maßnahmen zur Minderung von Gesundheitsgefahren nötig macht, bereits durch die Farbe Gelb gekennzeichnet (IAEA 2013b). Zur Assoziation bestimmter Farben mit Wahrnehmungen und Emotionen (z. B. Rot für Gefahr) und der darauf basierenden, sinnhaften Ableitung geeigneter Farbräume etwa zur Kennzeichnung von Gebieten, in denen prioritäre Schutzmaßnahmen aufgrund der Überschreitung radiologischer Kriterien angezeigt sind, siehe auch die Ausführungen im Rahmen der Krisenkommunikation unter 4.6.

¹⁵ Herausgegeben von der Ständigen Konferenz für Katastrophenvorsorge und Bevölkerungsschutz (SKK)

Expertenempfehlung:

"Bei der Verwendung von Farben in Lagebildern sei darauf hingewiesen, dass je nach Nutzer- bzw. Zielgruppen unterschiedliche Farbgemeinschaften bereits in Verwendung stehen können. Beim Austausch von visuellen Lagedarstellungen ist dem Produkt daher eine Referenz¹⁶ beizufügen."

"Die intensive Verwendung von Schraffuren als zusätzliche Informationsträger sollte so weit als möglich vermieden werden, da es hier schnell zu einer visuellen Überlastung des Nutzers und damit zu Missverständnissen kommen kann. Als Mittel zur Unterstützung bei der Visualisierung von Farben in monochromatischen Darstellungen hingegen stellen Schraffuren eine gute Alternative dar."

3.6.3 Visuelle Unterstützung durch Symbole

Neben dem grundlegenden Element Farbe ist die Verwendung von Piktogrammen und sonstigen Symbolen, etwa den bereits erwähnten taktischen Zeichen, ein mögliches Mittel zur grafischen Darstellung von Informationen eines Lagebildes, vor allem in Karten. Symbole bieten auch über ihre Farbe, Form, die Größe und ihren Rahmen Möglichkeiten, Informationen darzustellen. Einige abstrakte Beispiele zur Wahrnehmung von Symbolen auf Basis ihrer Ausgestaltung nennen Kuveždić Divjak et al. (2020) und sind in Abbildung 10 dargestellt.

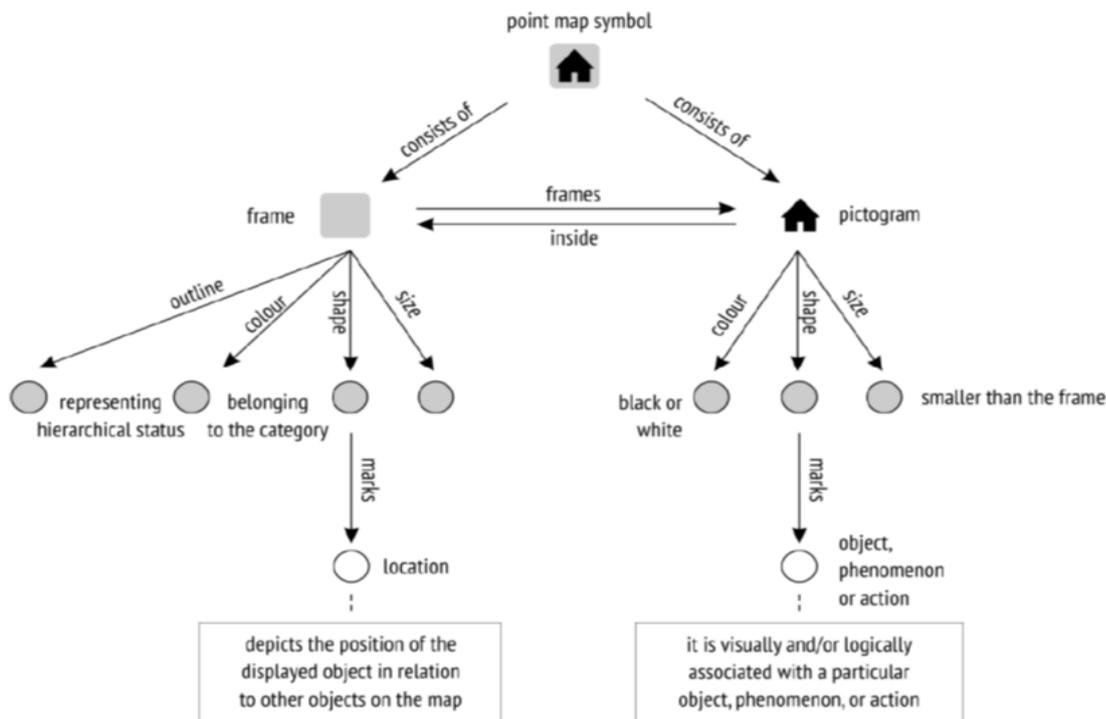


Abbildung 10: Beispiel für ein Wahrnehmungsschema von Symbolen bzw. taktischen Zeichen (aus Kuveždić Divjak et al. 2020)

Symbole können in Kartendarstellungen in Form sprechender Signaturen oder abstrahierter Darstellungen dazu eingesetzt werden, klar umrissene Objekte (Flughäfen, Krankenhäuser, Kirchen etc.) zu markieren (Hake et al. 2002). Diese Symbole sind für die eher überblicksartigen Kartendarstellungen des RLB von eher untergeordneter Bedeutung. Hier kommen Symbole beispielsweise zur Unterscheidung von Messsonden oder die Darstellung unterschiedlicher Schutzmaßnahmen in Frage. Für ersteres können geometrische Formen (Dreiecke, Punkte, Vierecke etc.) verwendet werden, da sprechende Signaturen

¹⁶ Gemeint ist eine Legende mit Ausweisung von Farbräumen die Mess- oder Prognosewerte kennzeichnen, die eine tatsächliche oder zu erwartende Überschreitung radiologischer Kriterien kennzeichnen.

aufgrund der Spezifität der Kategorien kaum einsetzbar sind. Schutzmaßnahmen stehen dagegen in direktem Zusammenhang mit Gefahren und Schadenslagen. Die Darstellung solcher Informationen fällt in den Bereich der taktischen Zeichen. Das Österreichische Rote Kreuz nennt für durch taktische Zeichen darstellbare Elemente Folgendes (Österreichisches Rotes Kreuz 2020):

- Behörden und Dienststellen
- Führungsstellen
- Verbänden und Einheiten
- Einrichtungen und Anlagen
- Personen
- Schadenslage
- Gefahrenlage
- Einsatzräumen

Taktische Zeichen werden weltweit für die taktisch-operative Lagedarstellung genutzt. Die große Anzahl der Kombinationsmöglichkeiten resultiert dabei in einer international nicht standardisierten und daher großen Vielfalt an taktischen Zeichen.¹⁷ Innerhalb des jeweiligen Einsatzbereichs sollen die dort vorgeschriebenen Zeichen jedoch für Interoperabilität sorgen, da sie von allen an einer Notfallbewältigung beteiligten Kräften innerhalb dieses Einsatzbereiches verstanden werden (Österreichisches Rotes Kreuz 2020). Diese Eigenschaften und die Tatsache, dass sie so entwickelt werden, dass sie auch zum händischen Zeichnen geeignet sind (Austrian Standards 2015), zeigen neben der bereits eindeutigen Namensgebung, dass die Zeichen für die taktisch-operativen Stäbe und deren kleinräumigere Führungs- und Koordinierungsaufgaben gedacht sind. Für das eher großräumig angelegte RLB sind sie nicht nur deswegen eher nicht geeignet. Auch wenn taktische Zeichen so entwickelt werden sollen, dass sie "möglichst selbsterklärend" sind (SKK 2012), zeigt ein Blick auf Abbildung 9, dass dies nicht immer der Fall ist. Die heterogene Nutzerschaft des RLB ist in großen Teilen nicht in der Anwendung taktischer Zeichen ausgebildet. Auch sonst existieren derzeit keine standardisierten Zeichen für Schutzmaßnahmen wie Evakuierung, Iodblockade oder Verbleiben im Haus.

Insgesamt gibt es keinen standardisierten Satz von Piktogrammen für radiologische Notfälle. Existierende Standards wie die ISO 7010 normieren übergreifende Sicherheitszeichen, in diesem Fall für den Arbeitsschutz, und fokussieren sich dabei auf Beschilderungen. Dies macht auch eine intensive Verwendung von Symbolen zur Vermittlung von Lagebildinhalten außerhalb von Kartendarstellungen schulungsintensiv.

Expertenempfehlung:

"Symbole bieten ein großes Potential zur Standardisierung. Aus diesem Grund eignen sie sich auch gut zur Visualisierung von standardisierten Sachverhalten wie beispielsweise Maßnahmenempfehlungen in Karten."

"Es muss allerdings unterschieden werden zwischen dem Einsatz von Symbolen für Nutzer von Karten, die den Umgang mit diesen und den Symbolen gewöhnt sind (etwa hinsichtlich der Verwendung taktischer Zeichen im operativen Einsatzstab) und solchen, die diese erstmals oder selten nutzen. Je ungeübter der Nutzer ist, umso mehr müssen die Symbole erklärt werden. Die Erfahrung zeigt, dass es nur wenige selbsterklärende, missverständnisfreie Symbole gibt."

¹⁷ Einige Beispiele: Field Manual No. FM 1-02 (FM 101-5-1), DEPARTMENT OF THE ARMY; Empfehlungen für Taktische Zeichen im Bevölkerungsschutz, SSK; Anhänge zum Behelf Sachbereich Lage, BABS; ÖNORM S 2308, ASI; FwDV 100; THW DV 1-102; Emergency Response Symbology, Federal Geographic Data Committee (FGDC); Canadian All-Hazards Symbology For Emergency Management, Government Operations Centre Geomatics (GOC); Australian All Hazards Symbology, Emergency Management Spatial Information Australia (EMSINA); OCHA's Humanitarian Icons, United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA); MIL-STD-2525C Common Warfighting Symbology, Appendix G, Department of Defense (DOD), USA; Humanitarian Demining Symbols, Geneva International Center for Humanitarian Demining (GICHG); Symbol System for Disaster Management, Laboratory on Cartography, University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy Bulgaria; European Emergency Symbology reference for 2D/3D maps, INDIGO project; Civil Protection Common Map Symbology, Ordnance Survey, UK.

3.7 Querschnittsaspekte effektiver Lagedarstellung

3.7.1 Kennzeichnung von Veränderungen und wichtiger Informationen

Die Strahlenschutzkommission empfiehlt für das radiologische Lagebild, eine veränderte Informationslage gegenüber der vorangegangenen Lagedarstellung klar zu kennzeichnen (z. B. durch Fettschrift oder durch farbliche Hinterlegung) (SSK 2015b).

In der Tat zeigen Studien, dass besondere Auszeichnungen des Textes, die Aufmerksamkeit auf den betreffenden Abschnitt erhöht (Young und Wolgater 1990).

Sollte es notwendig sein, die Veränderung im beschreibenden Text nachvollziehbar zu visualisieren, gibt es mehrere Optionen:

- Hinterlegung der **geänderten oder hinzugefügten Textpassage** mit einer Farbe
- Änderung der Schriftfarbe der geänderten oder hinzugefügten Textpassage
- Unterstreichung der geänderten oder hinzugefügten Textpassage
- **Fettschreibung** der geänderten oder hinzugefügten Textpassage
- Hinzufügen der neuen, geänderten Textpassage zur Ausgangspassage und
 - Änderung der Schriftfarbe der **Ausgangspassage** und
 - sichtbares Streichen der ~~Ausgangspassage~~.

Dabei sind auch Kombinationen möglich. Wichtig ist dabei, dass die Kennzeichnung eindeutig ist und bei der Verwendung von Fettschreibung und Farben ausreichend kontrastreich (Ware 2013). Es ist dabei auch an die Möglichkeit monochromatischer Ausdrücke zu denken.

Bis auf den letzten Punkt in obiger Aufzählung sind diese Hervorhebungen auch zur Kennzeichnung besonders wichtiger und/oder dringlicher Informationen zu verwenden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Logik der Verwendung der Hervorhebungen dem Nutzer klar gemacht wird und keine Verwechslungen entstehen.

Über die Verwendung von Symbolen wurde im vorangegangenen Abschnitt bereits gesprochen, hauptsächlich im Zusammenhang mit Kartendarstellungen. Auch zur Markierung besonders wichtiger Informationen ist ein Einsatz von Symbolen möglich. Young und Wolgater (1990) konnten etwa zeigen, dass Warnsymbole und hervorgehobene Schrift die Aufmerksamkeit von Probanden für Warninformationen in Gebrauchsanleitungen deutlich erhöhten.

Expertenempfehlung:

"Im Lagebild ist das Mitführen von inkrementellen Daten und Informationen über die Zeit ein wichtiger Faktor bei der laufenden Beurteilung der Lage. Dies hat nicht durchgehend zu erfolgen, da sonst die Lesbarkeit der entsprechenden Textpassagen nicht mehr gewährleistet sein würde. Der für Prognosen und Maßnahmenempfehlungen erwünschte Zeithorizont von 6 - 12 Stunden könnte hier im umgekehrten Maße ein Anhaltspunkt sein."

"Ein Lagebild, das durch Push veröffentlicht wird, sollte nur dann veröffentlicht werden, wenn es eine neue Lage beschreibt, um die Informationslast auf Entscheider zu vermindern und Redundanzen zu vermeiden. Es kann ersatzweise eine kurze Meldung erfolgen, dass keine signifikanten Änderungen eingetreten sind."

"Bei Dokumenten, die häufig ausgedruckt oder per Fax übermittelt werden, sollte auf ausschließlich farbliche Hervorhebungen möglichst verzichtet werden, da diese auf Schwarz/Weiß-Ausdrucken schlecht zu sehen sein bzw. einen schlechten Farb-/Schrift-Kontrast aufweisen können."

3.7.2 Umgang mit Ungewissheiten

Ein Problem, das die Forschung in den letzten Jahren verstärkt aufnimmt, insbesondere im Zusammenhang mit radiologischen Notfällen, ist der Umgang mit Ungewissheiten, die sich z. B. aus einer unklaren Datenlage oder auch aus Prognosen und Modellierungen ergeben können, die von Natur aus eine gewisse

Fehlermarge aufweisen. Als Beispiel seien meteorologische Vorhersagen und die darauf basierende Prognose der Deposition radioaktiver Stoffe in der Umwelt nach einer Freisetzung genannt.

Wie erwähnt empfiehlt die SSK die klare Unterscheidung von Prognosen und Ist-Werten bei Kartendarstellungen (SSK 2015b). Beobachtungen aus internationalen und nationalen Übungen zeigen, dass es gerade für Entscheider:innen bei der Implementierung von Schutzmaßnahmen wichtig ist, transparent über Unsicherheiten informiert zu werden, die etwa Ausbreitungsprognosen innewohnen (Hoti et al. 2021). Entscheider:innen muss klar sein, welche Unsicherheiten etwa durch die den Prognosen zugrundeliegende Datenqualität auftreten können, um ihre Entscheidungen sicher treffen zu können (French et al. 2020). Dazu gehört auch die Frage, ob in den Modellen ein Faktor hinterlegt ist, der das Prinzip konservativen Vorgehens im Strahlenschutz berücksichtigt. Für die Entscheider:innen stellt sich also die Frage, ob eine konservative Sicherheitsmarge zu berücksichtigen ist oder ob diese in den Kartendarstellungen bereits abgebildet ist.

Gerade für radiologische Laien unter den Nutzer:innen des RLB ist oft nicht ohne Weiteres ersichtlich, dass Prognosen mit Unsicherheiten behaftet sind. Es ist notwendig, diese Ungewissheiten hervorzuheben. So fordert die IAEA (2015c), dass alle Vorkehrungen für den Einsatz von Entscheidungsfindungsinstrumenten in Bezug auf Reaktionsmaßnahmen in entsprechender Kenntnis der Einschränkungen derartiger Instrumente getroffen werden und diese Einschränkungen den Entscheidungsträgern verdeutlicht werden. Raskob et al. (2019) führen den möglichen Einsatz eines „Robustness Indicators“ ins Feld, der in einer Skalendarstellung einen standardisierten Eindruck vom Grad der Ungewissheit einer Prognose vermitteln soll (vgl. Abbildung 19). Der Indikator ist dem französischen Nutriscore zur Bewertung der gesundheitlichen Güte von Lebensmitteln nachempfunden und vereint eine intuitive farbliche Codierung (zu Farben und deren Wahrnehmung vgl. auch 4.8.1) und eine Abstufung durch Buchstaben (A-E), wobei "A" eine hohe Gewissheit und "E" eine hohe Ungewissheit signalisiert. Diese Darstellung ist allerdings nur geeignet, wenn man sich mit dem Indikator im Vorfeld vertraut gemacht hat und daher nicht für die Krisenkommunikation mit der Öffentlichkeit zu verwenden. Außerdem wird die Darstellung der Bandbreite von Ensemblerechnungen, etwa in RODOS, durch entsprechende farbliche Abstufungen empfohlen (Raskob et al. 2019). Allerdings weisen French et al (2020) darauf hin, dass es sehr schwierig sei, Unsicherheiten zu quantifizieren, was für die Nutzung eines Indikators jedoch nötig wäre. Zur Verwendung von Skalen bei der Kommunikation mit der Öffentlichkeit siehe auch 4.9.3.



Abbildung 11: Robustness Indicator (aus Raskob et al. 2019)

3.7.3 Nutzung von Skalen zur Darstellung der Schwere eines Notfalls

Neben der zuvor im Rahmen des Umgangs mit Unsicherheiten beschriebenen Möglichkeit Skalen einzusetzen, gibt es auch die Möglichkeit die Schwere eines radiologischen oder nuklearen Notfalls mittels einer Skala darzustellen. Die Strahlenschutzkommission empfiehlt hierzu die von der IAEO und OECD gemeinsam entwickelte INES (International Nuclear and Radiological Event Scale) zu nutzen (SSK 2015a).

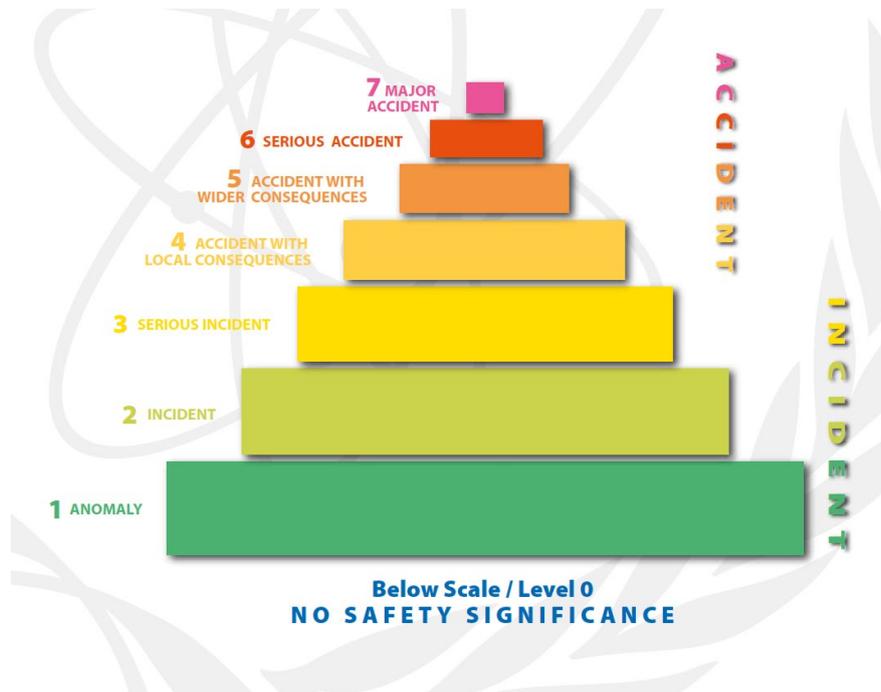


Abbildung 12: International Nuclear and Radiological Event Scale (INES), schematische Abbildung der Schweregrade von Vor- und Unfällen (IAEA, NEA 2009).

Die SSK beschreibt den Einsatzbereich für INES wie folgt (SSK 2015a):

"Die Internationale Bewertungsskala für bedeutsame Ereignisse in kerntechnischen Einrichtungen (INES) soll eine nachvollziehbare Einstufung von Ereignissen in kerntechnischen Einrichtungen zur Information der Öffentlichkeit über die sicherheitstechnische Bedeutung dieser Ereignisse ermöglichen und damit die gegenseitige Verständigung zwischen Fachwelt, Medien und Öffentlichkeit erleichtern."

Der Wert auf der siebenstufigen Skala (vgl. Abbildung 12) wird durch ein komplexes Assessment entlang einer so genannten „Rating Guidance“ bestimmt (IAEA, NEA 2009). Hierfür sind verschiedene Informationen notwendig, die eine abschließende, zuverlässige Bewertung erst nach dem Notfall möglich machen (IAEA, NEA 2009, IAEA 2014). Die SSK (2015a) empfiehlt für das radiologische Lagebild auch die Nennung der vorläufigen INES-Bewertung, da diese auch durch den Betreiber im Rahmen der Sofortmeldung gemäß der Atomrechtlichen Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung (AtSMV) angegeben werden muss.

Auf die Anwendung von Skalen in der Krisenkommunikation im Allgemeinen und von INES im Besonderen, wird unter 4.9.3 nochmals eingegangen.

4 Wissensstand zu effektiver Krisenkommunikation in radiologischen Notfällen durch Lagebildinformationen

Im vorangegangenen Kapitel haben wir uns hauptsächlich mit einer effektiven technischen Lagedarstellung radiologischer Notfälle in einem Lagebild für alle Nutzergruppen beschäftigt. In folgenden Teil fokussieren wir uns nun auf radiologische Laien als Zielgruppe der Lagebildinformationen. Ein Ziel des Forschungsvorhabens liegt auch in der Aufarbeitung des Wissensstandes hinsichtlich der Verwendung von Informationen aus Lagebildern zu radiologischen Notfällen für die Information der Öffentlichkeit. Diese Erkenntnisse lassen sich auf die radiologischen Laien unter den Nutzer:innen des radiologischen Lagebildes übertragen.

Es ist folglich nicht Ziel, den Forschungsstand zur effektiven Krisenkommunikation allgemein aufzuarbeiten, sondern nur insofern, als sich Informationen aus dem druckbaren, in PDF-Form produzierten RLB, direkt für die Krisenkommunikation nutzen lassen.

4.1 Begriffsabgrenzung

In diesem Kapitel werden dem Fokus des Forschungsvorhabens folgend Lagebildinformationen betrachtet, also solche Informationsinhalte und deren Darstellung, die sinnvoll aus den im RLB aggregierten Informationen erstellt und über das Instrument des Lagebildes weitergegeben werden können. Dies stellt keine eigene Kommunikationslinie dar, sondern soll der gesamthaften Krisenkommunikation eine fallspezifische Informationsgrundlage verschaffen, die für eine effektive Krisenkommunikation und die Umsetzung einer entsprechender Krisenkommunikationsstrategie genutzt werden kann. Die im Folgenden beschriebenen Erkenntnisse wurden im weiteren Verlauf des Forschungsvorhabens genutzt, um die im Lagebild beinhalteten Informationen und Daten so zu formulieren bzw. darzustellen, dass sie auch als Grundlage für die Krisenkommunikation, je nach Kommunikationslage, verwendet werden können.

Darstellungen, die grundsätzliche Informationen enthalten, die für die Einordnung eines Notfallgeschehens wichtig sein können, zu deren Erstellung jedoch keine notfallspezifischen und dynamischen Daten aus dem RLB nötig sind und die auch im Vorfeld vorbereitet werden können, werden als Hintergrundinformation definiert und stehen nicht im Blickpunkt dieses Forschungsvorhabens. Dies können zum Beispiel Beschreibungen der Funktionsweise eines Kernkraftwerkes oder Infografiken zur korrekten Umsetzung von Schutzmaßnahmen wie Aufenthalt in Gebäuden oder Jodblockade sein. Beispiele dafür lassen sich etwa auf den Webseiten des BfS oder dem für Strahlenschutz zuständigen österreichischen Ministerium finden.¹⁸ Die im weiteren Verlauf dargestellten Ziele und Prinzipien einer effektiven Krisenkommunikation können jedoch, ebenso wie die Empfehlungen zu deren Gestaltung, sowohl auf Lagebild- als auch Hintergrundinformationen angewandt werden.

Da der Fokus dieses Forschungsvorhabens auf den Möglichkeiten liegt, die sich aus den im RLB enthaltenen Informationen für die Unterstützung einer effektiven Krisenkommunikation mit der Bevölkerung ergeben, beschreibt der Begriff Risikokommunikation im vorliegenden Bericht die Einordnung des aus einem bereits eingetretenen Notfall entstehenden in erster Linie gesundheitlichen Risikos sowie die entsprechende Kommunikation mit der Bevölkerung während der Notfallbewältigung.

Notfallkommunikation umfasst Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit mit dem Ziel, die direkten Auswirkungen eines eingetretenen oder unmittelbar bevorstehenden Notfalls auf die Bevölkerung und nötige Schutzmaßnahmen zu kommunizieren. Er umfasst nicht die technische Warnung und Alarmierung

¹⁸ https://www.bfs.de/DE/themen/ion/ion_node.html (zuletzt abgerufen am 12.04.2022)

https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/strahlenschutz/notfall/schutz.html (zuletzt abgerufen am 12.04.2022)

der Bevölkerung zum unmittelbaren Zweck Schutzmaßnahmen auszulösen (etwa über Sirenen, Lautsprecherdurchsagen oder direkte Anweisungen von Einsatzkräften an die betroffene Bevölkerung).

Der Begriff Krisenkommunikation beschreibt im Folgenden zusammenfassend die Gesamtheit der Kommunikationsaktivitäten, die sich aus den zuvor definierten Elementen Notfall- und Risikokommunikation während der Bewältigung eines eingetretenen oder unmittelbar bevorstehenden Notfalls ergeben.

4.2 Wahrnehmung radiologischer Risiken durch die Öffentlichkeit

Strahlungsrisiken begegnen der Bevölkerung in ihrem täglichen Leben meist nicht bewusst. Sie werden, wie etwa im Falle der UV-Strahlung, oft nicht als Strahlungsrisiko wahrgenommen. Das gesellschaftliche Bewusstsein des Gefahrenpotenzials von Radioaktivität speist sich daher in weiten Teilen aus den Abschreckungsnarrativen eines möglichen nuklearen Schlagabtauschs während des kalten Kriegs oder den Unfällen in Tschernobyl und Fukushima. In den schulischen Lehrplänen nimmt Radioaktivität eine eher untergeordnete Rolle ein. Als Resultat wird das mit Radioaktivität verbundene Risiko in der Öffentlichkeit bisweilen überschätzt (Slovic 2012). Daraus resultiert eine Divergenz der Risikoeinschätzung zwischen Laien und radiologischen Experten. Dieser Divergenz zwischen Laien- und Experteneinschätzung muss Rechnung getragen werden.

Es gibt umfangreiche Literatur und Forschung zur allgemeinen Risikowahrnehmung, aber auch hinsichtlich radiologischer Risiken. Hier sollen in aller Kürze die grundlegenden Einflussfaktoren aufgezeigt werden, die eine effektive Risikokommunikation nötig machen. Die IAEA hat diese nach Covello & Sandmann (2001), Fischhoff et al. (1978) und Slovic (1987) zusammengestellt:

Tabelle 4-1 Einflussfaktoren für die Risikowahrnehmung in radiologischen Lagen nach (IAEA 2012a)

| Einflussfaktor | Höhere Risikowahrnehmung | Geringere Risikowahrnehmung |
|---------------------------------|---|---|
| Berichterstattung | intensive Berichterstattung | geringe Berichterstattung |
| Verständnis | komplexe wissenschaftliche Zusammenhänge | einfach zu verstehende Materie |
| Vertrautheit | Gefahr ist unbekannt | Gefahr ist bekannt und vertraut |
| Wissenschaftliche Gewissheit | Auswirkungen wissenschaftlich strittig oder ungewiss | Auswirkungen bekannt und allgemein anerkannt |
| Historie | vergleichbare Gefahr ist in der Geschichte einmalig oder selten | Gefahr ist aus der Geschichte bekannt |
| Plötzlichkeit des Eintretens | Gefahr tritt mit wenig oder keiner Vorwarnung ein | Gefahr war abzusehen |
| Umkehrbarkeit | Auswirkungen sind irreversibel | Auswirkungen sind reversibel |
| Vertrauen | Kein Vertrauen in den Notfallschutz | Vertrauen in den Notfallschutz |
| Verfügbarkeit von Informationen | Ungenügende Information seitens der Behörden | Ausreichende Information seitens der Behörden |
| Freiwilligkeit | Gefahr unfreiwillig ausgesetzt | Gefahr freiwillig ausgesetzt |
| Kontrolle | keine oder geringe Kontrolle über das persönliche Geschehen | volle oder teilweise Kontrolle über das persönliche Geschehen |

| Einflussfaktor | Höhere Risikowahrnehmung | Geringere Risikowahrnehmung |
|---|--|--|
| Fairness | Risiko betrifft nur spezifische Gruppen | Risiko betrifft alle oder viele |
| Ursprung | Risiko entstammt einer künstlichen bzw. von Menschen verursachten Gefahr | Das Risiko entstammt einer natürlichen Gefahr |
| Schadenspotenzial | beträchtliche Anzahl von Opfern | geringe Anzahl von Opfern |
| Personifikation | Auswirkungen betreffen bestimmte Personen | Risiko existiert abstrakt |
| Persönliche Betroffenheit | Direkte Betroffenheit oder Betroffenheit von Familienmitgliedern oder Freunden | Das Risiko betrifft die eigene Familie oder Freunde nicht direkt |
| Bewusstsein | Betroffener ist sich des Risikos bewusst | Betroffener ist sich des Risikos nicht bewusst |
| Schockrisiken (dread) | Gefahr kann großes persönliches Leid verursachen | Gefahr verursacht kein sehr großes Leid |
| Auswirkungen auf Kinder und zukünftige Generationen | Gefahr wirkt sich insbesondere auf Kinder und zukünftige Generationen aus | Gefahr wirkt sich nicht oder nicht speziell auf Kinder und zukünftige Generationen aus |

Diese Faktoren können bei Betroffenen zu einer gesteigerten Risikowahrnehmung führen, die zu emotional geleiteten Reaktionen führen kann (Covello & Sandman 2001). Durch eine effektive Krisen- und Risikokommunikation kann der Einfluss dieser Faktoren auf die persönliche Risikoeinschätzung direkt oder indirekt moderiert werden. So kann über die Verfügbarkeit effektiver Information das Wissen über und das Verständnis von einem Risiko erhöht werden, so die Handlungsfähigkeit und die individuelle Kontrolle vergrößert und insgesamt das Vertrauen in den Notfallschutz gestärkt werden. Voraussetzung dafür ist die Einhaltung der Prinzipien effektiver Krisenkommunikation wie sie unter 4.4.2 aufgeführt sind.

4.3 Ziele effektiver Krisenkommunikation in radiologischen Notfällen

Das Quellenstudium zeigt überraschenderweise, dass spezifische Ziele von Krisenkommunikation in radiologischen Notfällen in nationalen und europäischen Gesetzen, Vorschriften und Richtlinien nicht definiert und lediglich implizit aus der Gesamtzielsetzung des Notfallschutzes abgeleitet werden. So schreibt das StrlSchG in § 112 zwar vor, was an die „möglicherweise betroffene Bevölkerung“ kommuniziert werden soll, nicht jedoch zu welchem Ziel dies zu erfolgen hat. Auch in der StrlSchV findet sich hierzu kein Hinweis. Sie detailliert in §106 lediglich die Inhalte, die möglicherweise Betroffene in der Umgebung kerntechnischer Anlagen regelmäßig zur Vorbereitung auf ein Vorkommnis zu kommunizieren sind. Ähnliches trifft für die EURATOM-Richtlinie (013/59/EURATOM) zu.

Die SSK dagegen konkretisiert die spezifischen Ziele einer effektiven Kommunikation in ihrem Leitfaden zur Information der Öffentlichkeit in kerntechnischen Notfällen (SSK 2007, S. 9f) und schreibt, dass die

„(...) Information der Öffentlichkeit so zu realisieren ist, dass

- *die Menschen erkennen können, ob sie von den Auswirkungen des Ereignisses betroffen sind oder sein können,*

- *die Personen der betroffenen Bevölkerung sicher erkennen, was sie tun müssen, um, sich und anderen zu helfen und um Schäden abzuwenden oder diese so gering wie möglich zu halten und*
- *dem allgemeinen Informationsbedürfnis der Öffentlichkeit entsprochen wird.“*

Die IAEA definiert in ihrem Leitfaden "Communication with the Public in a Nuclear or Radiological Emergency" (IAEA, 2012a) lediglich Ziele für die Risikokommunikation:

“Risk communication primarily aims at:

- *Informing and engaging the public.*
- *Encouraging behavioural changes and acceptance of protective actions.*
- *Issuing warnings about a danger and any necessary information.*
- *Exchanging information and establishing a common approach to risk.*
- *Risk governance.“*

Mit Blick auf die Ziele des Notfallschutzes in radiologischen Notfällen und den sich aus dem Literaturstudium ergebenden Erkenntnissen lassen sich die Zielsetzungen der Krisenkommunikation ableiten und wie folgt zusammenfassen:

Tabelle 4-2 Eigene Zusammenfassung der Zielsetzung effektiver Krisenkommunikation in radiologischen Notfällen basierend auf BMI (2014), IAEA (2012), IAEA et al. (2015), SSK (2007)

| Metaziel |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung der Auswirkungen des radiologischen Notfalls auf Menschen, Sachgüter und die Umwelt |
| Hauptziele |
| <ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung der Auswirkungen des radiologischen Notfalls auf die physische Gesundheit • Reduzierung der psycho-sozialen Auswirkungen des radiologischen Notfalls auf Mensch und Wirtschaft • Erfüllung des grundsätzlichen Informationsbedürfnisses der Bevölkerung • Förderung einer realistischen Risikoeinschätzung |
| Folgeziele |
| <ul style="list-style-type: none"> • Erhalt der behördlichen Handlungsfähigkeit und der Unterstützung durch die Bevölkerung • Förderung der Handlungsfähigkeit der Bevölkerung und Vermeidung von unangemessenen Reaktionen der Bevölkerung • Einhaltung der notwendigen Schutzmaßnahmen • Bekämpfung von Fehlinformationen |

Die Erfahrungen aus vergangenen radiologischen Notlagen zeigen, dass die effektive Information der Bevölkerung über die aus einer radiologischen Notlage entstehende Gefährdung entscheidend ist, um unzutreffende Risikoeinschätzungen und damit verbundene unangemessene Selbstschutzreaktionen zu vermeiden (IAEA 2015b, Vol. 3). Zu solchen unangemessenen Reaktionen, die mehr Schaden anrichten, als sie nützen, gehörten in der Vergangenheit zum Beispiel

- spontane Selbst-Evakuierungen,
- die Durchführung unsicherer Evakuierungen,
- die Nichtbehandlung von kontaminierten Patienten,

- Forderungen nach unnötigen medizinischen Untersuchungen,
- die Verwendung ungeeigneter Ersatzstoffe für die Jod-Blockade,
- die Stigmatisierung der Betroffenen,
- die Ablehnung von industriellen Erzeugnissen aus dem betroffenen Gebiet,
- unnötige Beschränkungen für die Landwirtschaft,
- die Nichtdurchführung notwendiger nuklearmedizinischer Behandlungen,
- medizinisch nicht indizierte Schwangerschaftsabbrüche oder auch
- Hamsterkäufe

(IAEA 2007, McKenna et al. 2015).

4.4 Dimensionen und Prinzipien effektiver Krisenkommunikation

Die im RLB zusammengefassten Informationen bilden hinsichtlich der radiologischen Auswirkungen die Grundlage für eine effektive Krisenkommunikation mit der Bevölkerung. Sie enthalten die Daten, die für eine realistische Einschätzung, der aus dem Notfall erwachsenen Risiken, nötig sind. Die deutsche Strahlenschutzkommission weist daher in ihren Empfehlungen zur Umsetzung der Erfahrungen mit dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi darauf hin, dass diese Informationen für die Verwendung in der Krisenkommunikation spezifisch aufzubereiten sind (SSK 2015b). Eine solche Aufarbeitung und die darauf aufbauende Kommunikation muss, um die in Abschnitt 4.3 formulierten Ziele effektiver Krisenkommunikation erreichen zu können, gewissen Prinzipien folgen, die wiederum bestimmten Dimensionen zuzuordnen sind.

4.4.1 Dimensionen effektiver Krisenkommunikation

In Forschung, Richtlinien und Empfehlungen werden zahlreiche Grundsätze und Prinzipien aufgelistet, die die Voraussetzung für eine effektive Informationsvermittlung zur Erreichung der Krisenkommunikationsziele bilden. Dabei gibt es weitgehende Überschneidungen, teilweise aber auch unterschiedliche Darstellungen. Gemeinsam haben die Mehrzahl der Ansätze jedoch, dass sich die Merkmale effektiver Krisenkommunikation bestimmten Dimensionen zuordnen lassen:

Tabelle 4-3 Eigene Darstellung der Dimensionen von Grundsätzen und Prinzipien effektiver Krisenkommunikation

| Dimension | Charakterisierung |
|-----------|--|
| Absender | Beschreibt die Person, Institution und/oder Organisation, die für eine effektive Informationsvermittlung am besten geeignet ist. |
| Zeitpunkt | Beschreibt den Zeitpunkt, wann eine spezifische Information zu einem Notfall oder Ereignis veröffentlicht wird, um effektiv zu sein. |
| Qualität | Beschreibt, welche Qualitätsmerkmale der Inhalt der vermittelten Information haben muss, um die Kommunikationsziele zu erreichen |

Am Beispiel der Dimension des Zeitpunkts soll an dieser Stelle kurz die Bandbreite der Erkenntnisse und Empfehlungen dargelegt werden, die sich in den Quellen finden. So beschreibt etwa die Strahlenschutzkommission in ihrem Leitfaden zur Information der Öffentlichkeit keine allgemeinen, zeitlichen Prinzipien effektiver Notfallkommunikation, nennt jedoch zu erwartende Kommunikationsaktivitäten im zeitlichen Ablauf eines Notfalls. Die SSK weist aber darauf hin, dass diese

nicht grundsätzlich planbar sind, sondern vom Einzelfall abhängen (SSK 2007). Das Bundesministerium des Inneren (BMI) nennt als Grundprinzip mit zeitlicher Dimension dagegen „Schnelligkeit“ und versteht darunter eine aktive und frühzeitige Information, ohne dies zu spezifizieren (BMI 2014). In der englischsprachigen Debatte, insbesondere hinsichtlich radiologischer Unfälle, wird oft das Wort „timely“ verwendet, das am besten mit „zeitgerecht“ übersetzt werden kann (IAEA 2018). Obwohl hier noch eine zusätzliche qualitative Komponente, nämlich die Weitergabe von Information zum richtigen Zeitpunkt, beinhaltet ist, wird diese in der Rezeption und Diskussion fast vollständig vernachlässigt und "timely" auf den Aspekt der Schnelligkeit der Informationsweitergabe reduziert.

Hieraus kann sich jedoch ein Widerspruch ergeben, denn die zeitgerechte Information misst sich eben nicht allein an der Geschwindigkeit, sondern an der rechtzeitigen Veröffentlichung von Informationen, die zum gegebenen Zeitpunkt relevant sind. So wären etwa während einer Evakuierung Informationen zu Entschädigungszahlungen für den Fall, dass die Evakuierten nicht mehr in ihre Heime zurückkehren könnten im schlimmsten Fall kontraproduktiv, da sie Ängste schüren und die unmittelbare Gefahrenabwehr gefährden könnten.

4.4.2 Prinzipien effektiver Krisenkommunikation

Aufgrund der zahlreichen unterschiedlichen Darstellungen wurden im Folgenden die in der Literatur genannten wichtigsten prinzipiellen Eigenschaften für eine effektive Krisenkommunikation zusammengetragen, um für jede Dimension eine Übersicht des zusammengefassten Wissenstandes zu erstellen:

Tabelle 4-4 Eigene Darstellung der Merkmale effektiver Krisenkommunikation basierend auf IAEA (2012, 2018), SSK (2007), BMI (2014), Tomkiv et al. (2020)

| Metaprinzip | |
|--|--|
| Aufbau und Erhalt des Vertrauens in den behördlichen Notfallschutz | |
| Dimension | Prinzipielle Eigenschaften der Krisenkommunikation |
| Absender | <ul style="list-style-type: none"> • kompetent • glaubwürdig • empathisch |
| Zeitpunkt | <ul style="list-style-type: none"> • zeitnah • zeitgerecht • aktiv |
| Qualität | <ul style="list-style-type: none"> • relevant • korrekt • klar • widerspruchsfrei („one message, many voices“) • verständlich • offen • zielgruppengerecht • dialogorientiert • Ungewissheiten einordnend |

Eine effektive Krisenkommunikation kann nur erzielt werden, wenn sie diese prinzipiellen Eigenschaften gesamthaft aufweist. Sie folgt dabei dem Metaprinzip des Aufbaus und Erhalts von Vertrauen in den behördlichen Notfallschutz, der sich aus der Beachtung der oben dargestellten prinzipiellen Eigenschaften ergibt und die Grundlage für die Erreichung der in 4.3 formulierten Kommunikationsziele bildet. Die Erfahrungen aus vergangenen Notfällen zeigen, dass die Missachtung dieser Prinzipien zu einem Vertrauensverlust in die zuständigen Behörden führen kann, deren Kommunikation und Risikoeinschätzung in der Folge kein Glauben mehr geschenkt wird und somit zu einer Gefährdung der Kommunikationsziele und damit von Schutzziele führen kann (IAEA 2012).

4.5 Krisenkommunikationskanäle

Für die Verbreitung der im Rahmen der Krisenkommunikation erstellten Informationen stehen verschiedene Kanäle und Instrumente zur Verfügung. Die IAEO gibt hierzu einen Überblick (IAEA 2015a), wobei Kanäle und Instrumente gleichrangig aufgezählt werden, was zu Überschneidungen führen kann, da etwa Pressekonferenzen („News Conferences“) oder Pressemitteilungen („News Releases“) als Instrumente durchaus sowohl über den Kanal der Pressearbeit („Media Relations“) als auch der Social Media transportiert werden können.

Tabelle 4-5 Kommunikationskanäle- und Instrumente aus IAEO (IAEA 2015a)

| Kanäle und Instrumente | Ziel |
|----------------------------------|--|
| <i>Media Relations</i> | <i>Respond to all media enquiries with a dedicated Spokesperson supported by press officers</i> |
| <i>News Conference</i> | <i>Announce latest information to the media</i> |
| <i>Media/technical briefings</i> | <i>Provide updates to the news media on technical aspects and response actions related to the emergency</i> |
| <i>News releases</i> | <i>Keep the media informed of major developments in the emergency and response actions</i> |
| <i>Web site information</i> | <i>Provide information from all responding organizations on one dedicated web site or portal, or use existing web sites, with appropriate links to relevant content</i> |
| <i>Social media</i> | <i>Keep users of social media informed about the emergency and response actions through the response organizations (Facebook, Twitter, blogs, etc.)</i> |
| <i>Information products</i> | <i>Provide background information on radiation, its uses, radiation safety and emergency preparedness arrangements (such information should be developed in advance of an emergency)</i> |

| Kanäle und Instrumente | Ziel |
|--|--|
| <i>Information products on the actual radiation emergency</i> | <i>To provide additional information such as graphics explaining what is happening at a facility, maps showing any exclusion or protective zoning, a timeline of events, questions and answers, and information on where to receive medical assistance</i> |
| <i>Public inquiries</i> | <i>Respond to all public inquiries by phone or email (a dedicated toll-free hotline may be set up for the emergency)</i> |
| <i>Questions and answers</i> | <i>Address anticipated inquiries in general; frequently asked questions and answers should be prepared and may be posted on the web site or used to respond directly to email and phone inquiries</i> |
| <i>Public meetings</i> | <i>To be used for face-to-face communication with those directly affected by the emergency (such as those displaced or those identified for radiation monitoring)</i> |
| <i>Public information centre (a single, dedicated location that may be established to communicate with the public and the media during a response to an emergency)</i> | <i>Provide a dedicated location where those directly affected, or the media can obtain information</i> |
| <i>Radio and television announcements</i> | <i>Rapidly communicate any announcements relevant to the emergency or respond to it, including protective actions</i> |
| <i>Printed publications</i> | <i>Provide information about long term restrictions or protective actions that may be put in place after the response phase of the emergency through printed fact sheets or brochures</i> |

Eine ähnliche Liste findet sich auch bei der Strahlenschutzkommission (SSK 2007). Unter den oben angeführten Kanälen und Instrumenten finden sich sowohl monodirektionale (z. B. Broschüren oder behördliche Mittelungen über das Radio) wie auch bi- und multidirektionale bzw. dialogische, die einen Austausch mit und eine Rückmeldung von der Bevölkerung erlauben (z. B. öffentliche Versammlungen). Ebenso können direkte/unmittelbare Kanäle, etwa der behördeneigene Social-Media-Auftritt, und indirekte/mittelbare Kanäle, etwa die Information der Bevölkerung über Pressearbeit und Journalisten, unterschieden werden (BMI 2014). Während direkte Kanäle den Vorteil besitzen, dass die Botschaft unverändert an die Rezipienten vermittelt werden kann, bergen indirekte Kanäle das Risiko, dass Botschaften durch die vermittelnden Instanzen verändert, verkürzt oder verfälscht werden (IAEA 2012a). Jedoch bieten mittelbare Kanäle häufig eine größere Reichweite (Presse, TV etc.). Da die Mittler Außenstehende sind, besitzen sie unter Umständen eine größere Glaubwürdigkeit, was wiederum zu einer

umfangreicheren sekundären Berichterstattung führt (Utz et al. 2013). Im Sinne einer effektiven Krisenkommunikation ist daher auf einen Mix von Kanälen und Instrumenten zu achten.

Wie eingangs dargelegt gilt, dass alle im RLB für die Krisenkommunikation zur Verfügung gestellten Informationen nur Instrumente und Bausteine sein können, die im Rahmen der von den Verantwortlichen für die Öffentlichkeitsarbeit erstellten Kommunikationsstrategie eingesetzt werden, um diese effektiv zu unterstützen. Dementsprechend müssen die Informationen aus dem RLB situativ für die einzelnen Kommunikationskanäle aufbereitet werden.

4.6 Kultureller und nationaler Kontext von Krisenkommunikation

Wie bei jeder Kommunikation ist auch in Extremsituationen, sei es nun während technischer Notfälle oder Naturkatastrophen, ist stets auch der kulturelle und nationale Kontext zu berücksichtigen, um eine effektive Krisenkommunikation zu gewährleisten. Da insbesondere schwere nukleare Unfälle umfangreiche internationale Implikationen haben können, ist dies im Kontext des Forschungsvorhabens ein relevanter Aspekt.

Kulturelle Eigenheiten sind auch für die Wahl von Kommunikationskanälen und den Einsatz von Kommunikationsinstrumenten und ihrer Gestaltung entscheidend. So macht es wenig Sinn, im Falle eines Unfalls in einer kerntechnischen Anlage mit Auswirkungen in Deutschland nur Social-Media-Kanäle zu bedienen, die von der deutschen Bevölkerung kaum genutzt werden.

Aber auch bei der Gestaltung der Informationen selbst ist darauf zu achten, dass z. B. Farben so eingesetzt werden, dass sie dem intuitiven kulturellen Verständnis entsprechen. Es gibt nur wenige übergreifende, empirische Studien, die Wort-Farb-Assoziationen für verschiedene Länder und Kulturräume betrachten. Jung et al. (2018) konnten zeigen, dass in so unterschiedlichen Ländern wie Iran, Japan, Saudi-Arabien, Russland, Uganda oder Deutschland übergreifend die Farbe Rot in Verbindung mit Gefahr gebracht wird. Rot wird in allen Kulturen unterbewusst und durch Tradierung mit Blut und damit mit Verletzung assoziiert. Interessant sind allerdings die Abweichungen bei der alternativen Assoziation, also einer weiteren Farbe, die ebenfalls als gefährlich wahrgenommen wird. Hier werden in manchen Ländern gelb-orange Töne genannt in anderen dominiert dagegen Schwarz (vgl. Abbildung 13). Eine große Übereinstimmung gab es auch bei der Assoziation von Schwarz und Dunkelgrau mit Trauer, wobei in Deutschland zusätzlich auch Violett, in Japan dagegen Blau und in Saudi-Arabien Braun als Trauerfarbe gesehen wurde. Große Unterschiede gab es bei der Assoziation mit Wahrheit. Während in europäischen Ländern Grüntöne als wahrhaftig wahrgenommen wurden, waren es in Japan sehr stark Weiß und auch Rot, in Uganda Weiß und Blau.

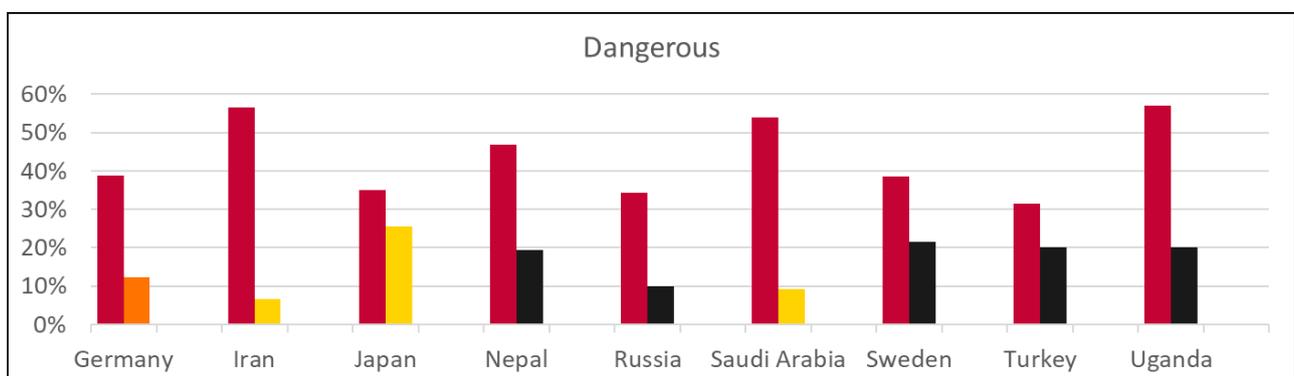


Abbildung 13: Meistgenannte Farbassoziation für das Wort „dangerous“ (aus Jung et al. 2018)

Anhand der Prozentzahl an Befragten mit den entsprechenden Assoziationen zum Begriff „dangerous“ ist aber auch zu sehen, dass die Nutzung von Farben allein nicht verlässlich ist, um Assoziationen und entsprechende Reaktionen hervorzurufen.

Was monochromatische Darstellungen betrifft, so werden in Deutschland stark gesättigte, schwarze Töne am ehesten mit Gefahr verbunden, während rein Weiß mit „gesund“ assoziiert wird:

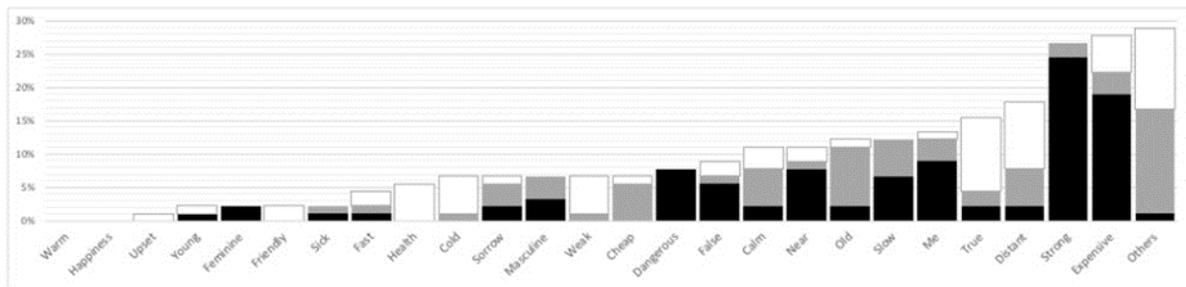


Abbildung 14: Wortassoziationen mit achromatischen Schattierungen in Deutschland (aus Griber et al. 2018)

Dies sollte bei entsprechenden grafischen Darstellungen berücksichtigt werden. Auch hier ist allerdings anzumerken, dass die Anzahl der eindeutigen Assoziationen für die meisten Wort-Assoziationen nur einen Anhaltspunkt bietet und zu gering ist, um signifikant zu sein. Auch hier muss der Einsatz von Schattierungen durch andere Maßnahmen (schriftliche Erklärungen etc.) ergänzt werden.

Ähnliches wie für den Einsatz von Farben gilt für den von Symbolen. Sanitätsstationen oder medizinische Einrichtungen können in Deutschland mit einem griechischen Kreuz in den Proportionen des Schweizer Kreuzes markiert werden, da das Symbol des Roten Kreuzes hier das bekannteste für medizinische Hilfeleistung ist. In anderen Ländern können andere Symbole effektiver sein. Lee et al. (2014) zeigen, dass es große nationale Unterschiede bei der Darstellung allgemeiner medizinischer Begriffe in Symbolen gibt. Dies wirkt sich wiederum negativ auf die Verständlichkeit von Symbolen aus, die zwar denselben Begriff darstellen sollen, aber aus anderen Ländern stammen. Manche Symbole wiederum werden auch in anderen Ländern intuitiv richtig interpretiert, selbst wenn sie aus anderen Kulturkreisen stammen.



Abbildung 15: Von Lee et al. auf ihr Verständnis verglichene Symbole aus dem medizinischen Bereich (aus Lee et al. 2014)

Insgesamt ist es schwierig, Symbole so zu gestalten, dass jedes einzelne auf der ganzen Welt zuverlässig verstanden wird. Doch gerade, wenn es um Schutzmaßnahmen geht, muss die Verständlichkeit sehr hoch sein (Frommberger & Waidyanatha 2017). Daher gibt es bislang nur wenige international gebräuchliche Symbol-Sets und keines, das sich umfassend auf Notfallschutz und -management fokussiert. Auf nationaler Ebene ist dies einfacher, da hier auf gelernte Symbolik zurückgegriffen werden kann und das große Potential von Symbolen als universelles Kommunikationsmittel genutzt werden kann (Blees & Mak 2012). Gerade für die Kommunikation mit der Öffentlichkeit muss aber ein Set von Symbolen verwendet werden, das allgemein bekannt ist oder auf seine Effektivität empirisch getestet wurde (Blees & Mak 2012, Lee et al. 2014), denn während die Entscheider:innen mit den verwendeten Symbolen, etwa auf Kartendarstellungen etc. in Schulungen, Übungen oder realen Einsätzen immer wieder in Berührung kommen, ist die Bevölkerung in der Regel seltener mit der entsprechenden Symbolik konfrontiert, und kann sie im Notfall nicht schnell erlernen.

Für das RLB, das in erster Linie zur Bewältigung eines Notfalls in Deutschland gedacht ist, in zweiter Linie aber auch den internationalen Austausch vereinfachen soll, scheint dort, wo es keine einheitlichen, internationalen Standards gibt, zusammenfassend folgender Grundsatz am effektivsten:

Alle Krisenkommunikationsmaßnahmen müssen in ihrer kulturellen Ausprägung so national wie nötig und so international wie möglich orientiert sein, um die Ziele des Notfallschutzes und der Krisenkommunikation erreichen zu können.

4.7 Grundsätze textlicher Darstellung von Lageinformationen in der Krisenkommunikation

Wie erläutert, enthält das RLB alle wissenschaftlich-technischen Informationen, die zur Beschreibung der radiologischen Auswirkungen eines Notfalls gegenüber der Bevölkerung nötig sind. So wie diese Informationen für Entscheider:innen ohne radiologische Fachkenntnisse aufgearbeitet werden müssen, um deren Verständlichkeit zu garantieren, so muss dies auch mit den Informationen geschehen, die für die Öffentlichkeit bestimmt sind.

Dabei sind die unter 4.4.2 beschriebenen Prinzipien effektiver Krisenkommunikation zu beachten. Bei der schriftlichen und visuellen Darstellung kommen als Leitlinie für die in diesem Forschungsvorhaben betrachteten Informationen des RLB insbesondere die Prinzipien der Verständlichkeit, Klarheit und Widerspruchsfreiheit zum Tragen. Dabei ist zu betonen, dass es im Folgenden tatsächlich um die Form und Art der Darstellung und nicht um die Inhalte geht, die durch das notfallspezifische Lagebild festgelegt sind.

4.7.1 Verständlichkeit von Text

Für die sprachliche Verständlichkeit ist es für eine effektive Krisenkommunikation zunächst wesentlich, die Informationen in den vorherrschenden Landes- und Amtssprachen zu formulieren. Da sich dieses Forschungsvorhaben mit dem radiologischen Lagebild der Bundesrepublik Deutschland befasst, beschränkt es sich auf die gesetzlichen Anforderungen und damit auf Deutsch. Grundsätzlich wird allerdings empfohlen, die wesentlichen Elemente der Krisenkommunikation zumindest auch in Englisch, durchaus aber auch in den Sprachen bedeutender Minderheiten bereitzustellen, um so schnell und effektiv auch nicht deutschsprachige Migranten, Touristen, ausländische Journalisten, internationale Organisationen und ausländische Regierungen informieren und mit Informationsmaterial versorgen zu können (SSK 2007, NEA 2013a). Dies ist auch eine Lehre aus dem Reaktorunfall von Fukushima. Ein Teil der Kommunikationsprobleme in der Anfangsphase des Unglücks resultierte aus der Tatsache, dass seitens der japanischen Betreiber und Behörden zunächst fast ausschließlich Informationen in Japanisch zur Verfügung gestellt werden konnten (NEA 2013a, IAEA 2019).

Die Herausforderung, radiologische Lageinformationen, Risikoeinschätzungen und Schutzmaßnahmen für die Öffentlichkeit zu formulieren, liegt wie bei allen technischen Inhalten vor allem darin, eine Transformationsleistung zu erbringen und den technischen Jargon in Formulierungen zu übersetzen, die von der nicht fachkundigen Öffentlichkeit verstanden werden. Während bei Entscheider:innen in der Regel ein technisches Grundverständnis vorhanden ist, muss bei der Krisenkommunikation das Ziel sein, die Inhalte auch den Teilen der Öffentlichkeit, ohne jede technische Bildung verständlich zu machen. Dies postuliert auch die Strahlenschutzkommission (SSK 2007), ohne aber Kriterien für diese Verständlichkeit zu nennen. Auch die IAEA führt nicht näher aus, was sie unter „*plain language that is easily understood*“ (IAEA 2012a) versteht. Das BMI bleibt hier ebenfalls vage und umschreibt Verständlichkeit als „kurz, einfach, unkompliziert und bildhaft“ (BMI 2014).

Covello (1999) empfiehlt konkret zur Bestimmung der maximal möglichen Komplexität für Texte in der Krisenkommunikation:

„In the absence of specific knowledge about the intended audience, a default option for comprehension generally accepted by risk communication practitioners is 4 grade levels below the average grade level of the intended audience.“

Weiter empfiehlt Covello für die allgemeine Öffentlichkeit das Leseverständnis von 13-jährigen Schülern anzusetzen, um das Verständnis der Texte über alle Bevölkerungsgruppen hinweg zu garantieren (Covello 1999).¹⁹ Diese Empfehlung wurde mit Hinblick auf die durchschnittliche Bevölkerung der USA entwickelt. Sie berücksichtigt auch die durch eine notfallbedingte Stresssituation reduzierte Fähigkeit, komplexe Informationen zu verarbeiten. Grundsätzlich folgt daraus z. B. der sparsame Einsatz von Fremdwörtern, die Strukturierung des Textes in kurze Sätze oder der Gebrauch von direkten statt indirekten Formulierungen. Nach den Erkenntnissen aus der COVID-Pandemie empfehlen Ferguson et. al (2021), hinsichtlich der Komplexität von Texten sogar noch etwas tiefer anzusetzen.

Dieser Durchschnittswert für das Leseverständnis der Gesamtöffentlichkeit ist so nicht auf die radiologischen Laien unter den behördlichen Nutzen des RLB übertragbar. Die Notwendigkeit einer klaren Sprache, die ohne technischen Jargon oder die extensive Nutzung von Abkürzungen ein verständliches Bild der Lage zeichnet, ergibt sich aber genauso.

Expertenempfehlung:

"Es hat sich als hilfreich erwiesen, Informationen, die während des Verlaufs eines Notfalls immer wieder bereitgestellt und aktualisiert werden, stets auf dieselbe Art und Weise darzustellen. So ist es hilfreich, dieselbe Art von Informationen stets mit denselben Formulierungen und an derselben Stelle bereitzustellen, um eine schnelle Orientierung und Wiedererkennung zu gewährleisten. Auch andere grafische Elemente, wie Farbe oder Größe, sollten stets gleich sein. Dies ermöglicht unter Zeitdruck eine schnelle Navigation durch ein Dokument, ohne zu riskieren, etwas zu übersehen."

"Zur Überprüfung der Komplexität von Texten und welchem Leseverständnis sie entsprechen sollten entsprechende Testwerkzeuge eingesetzt werden, die online verfügbar sind."

"Es ist auch darauf zu achten, dass für Teile der Öffentlichkeit, die unter Lerneinschränkungen leiden, Informationen zu einem Notfall eine noch größere Herausforderung bedeuten. Hier sollte an den Einsatz der so genannten „leichten Sprache“ gedacht werden. Handreichungen werden hierzu etwa vom BMAS oder dem „Netzwerk Leichte Sprache“ gegeben."

4.7.2 Einsatz numerischer Daten

Im Verlauf eines radiologischen Notfalls wird die Notwendigkeit bestehen, auch der Öffentlichkeit Daten zur Verfügung zu stellen. Dies können Grenz- und Richtwerte, Messdaten, Daten zur Anzahl der betroffenen Bevölkerung, Daten zur Stärke der eingesetzten Einsatzkräfte und mehr sein. Studien zeigen, dass durch den Einsatz einer begrenzten Menge verständlicher numerischer Daten die Glaubwürdigkeit der Krisenkommunikation gesteigert werden kann (Perko et al. 2020). Grundsätzlich lässt sich aus den Erkenntnissen der Literaturrecherche jedoch sagen, dass die Kernbotschaften der Krisenkommunikation nach Möglichkeit auch ohne die Angabe von Daten und Zahlen verständlich formuliert sein müssen, da es bei der Verwendung quantitativer Größen und der zugehörigen Maßeinheiten oft zu Fehlern und Missverständnissen kommen kann (IAEA 2012a). So spiegelt sich auch in der Berichterstattung europäischer Medien zum Reaktorunfall in Fukushima, dass die Einordnung solcher Daten, gerade für Laien, schwierig ist. Perko et al. (2014) zeigen, dass grundsätzlich nur rund 16 Prozent aller untersuchten Artikel quantitative Daten mit Messgrößen genannt haben. Die deutliche Mehrheit davon gaben Dosen in mSv und Dosisleistungen in mSv/h an.

Es ist bei der Entscheidung zur Kommunikation von Messdaten, Richt- und Grenzwerten sowie anderen Daten jedoch grundsätzlich darauf zu achten, dass der Glaubwürdigkeitsgewinn nicht durch eine hohe

¹⁹ Covello bezieht sich hier auf den Flesch-Kincaid Grade Level, der unter Betrachtung von durchschnittlicher Satzlänge und durchschnittlicher Silbenzahl pro Wort die Komplexität eines Texts errechnet. Das durchschnittliche Leseverständnis eines US-Amerikaners liegt dabei ungefähr bei Level 8, was der Lesefähigkeit 12-14jähriger Schüler entspricht (Ferguson et al. 2021). Ein akademischer Text liegt dagegen bei einem Level ab 15.

Unverständlichkeit und damit einer Risikofehleinschätzung erkaufte wird. Wenn es zur Verwendung von Daten kommt, so ist daher bereits in der Art der Darstellung auf die Verständlichkeit zu achten.

Wird die Darstellungen von quantitativen, numerischen Daten für nötig erachtet, so zum Beispiel bei Messwerten stets derselbe SI-Präfix für die entsprechende Maßeinheit verwendet werden, um zu vermeiden, dass es zu Irrtümern bei der Risikoeinschätzung kommt (IAEA 2012a).

Die Verwendung von Daten auch im Zusammenhang mit Risikovergleichen wird unter 4.9.1 vertieft.

Expertenempfehlung:

"Numerische Daten sollten aus Transparenzgründen veröffentlicht werden. Es ist aber darauf zu achten, dass bei der primären Kommunikation mit der Öffentlichkeit, also etwa durch Pressemitteilungen, Pressekonferenzen oder auf Social Media, nur wenige solcher Daten verwendet werden. Diese sollten gegenüber der Einordnung und der Schilderung der Konsequenz, die sich aus diesen Daten ergibt, in den Hintergrund treten. Eine ausführliche Übersicht über Messdaten kann auf der jeweiligen Notfall-Webseite zur Verfügung gestellt werden."

"Während eines radiologischen Notfalls werden viele numerische Daten und dazu gehörende Maßeinheiten auf die Öffentlichkeit wirken. Dabei besteht die Gefahr, dass die Magnituden nicht beachtet oder verwechselt werden. Dies kann auch durch simple Versprecher eines offiziellen Vertreters passieren. Hier sind zum Beispiel die Ortsdosisleistung (ODL) zu nennen, die häufig in $\mu\text{Sv/h}$ oder sogar nSv/h angegeben wird, während Eingreifrichtwerte in Millisievert über einen Zeitraum von 7 Tagen angegeben werden. Es scheint daher sinnvoll, für die Öffentlichkeit möglichst alle radiologischen Daten in Millisievert anzugeben, um eine Vergleichbarkeit herzustellen. Dies hat auch den wahrnehmungspsychologischen Vorteil, dass kleine Werte auch wirklich klein dargestellt werden und wirklich hohe Werte auch tatsächlich hoch ($1 \mu\text{Sv} = 0,001 \text{ mSv}$; $1 \text{ Sv} = 1000 \text{ mSv}$). Dies ermöglicht Laien einen besseren intuitiven Zugang und verändert nichts an der Präzision der Daten."

4.8 Grundsätze visueller Darstellung von Lageinformationen in der Krisenkommunikation

4.8.1 Einsatz von Karten

Der Einsatz von Karten als Visualisierungshilfe für die direkte Krisenkommunikation mit der Bevölkerung ist von der Forschung bislang kaum oder nur sehr spezifisch für bestimmte Notfälle bearbeitet worden. Dementsprechend liegen den Empfehlungen zur Verständlichkeit, Effektivität und Anwendbarkeit von Karten bislang zumeist das Erkenntnisinteresse der Entscheider:innen und Fachexperten im Risikomanagement sowie in den Krisen- und Einsatzstäben zugrunde (Dransch et al. 2010). Zwar fließt deren Risikoeinschätzung in die Risikokommunikation ein, die direkte Nutzung der Karten als Instrument der Risikokommunikation und insbesondere im Notfall für die Krisenkommunikation wurde aber bislang wenig beleuchtet, gerade in radiologischen Notfällen. Dies ist umso bemerkenswerter als in der internationalen Fachdiskussion nicht nur die Nachfrage nach Kartendarstellungen, sondern auch deren Nutzen für eine effektive Krisenkommunikation konstatiert wird (IAEA 2018). Allgemeine Eigenschaften effektiver Kartendarstellungen radiologischer Notfälle werden unter 3.6.1 beschrieben.

Die Strahlenschutzkommission empfiehlt die Verwendung von Lagekarten in der Krisenkommunikation als Hintergrundinformation und zur Verwendung beim Betrieb eines Bürgertelefons (SSK 2007). Darüber hinaus sollten Karten für die Förderung einer realistischen Risikoeinschätzung, eines der Hauptziele der Krisenkommunikation, in Betracht gezogen werden. Um dies zu erreichen, sollten gemäß Dransch et al. (2010) die folgenden Kategorien von Risikovergleichen

„(...) be applied in maps:

- *Comparison of the same risk at different places.*
- *Comparison of the same risk at different times.*

- *Comparison of areas of risk against a specific standard, which show areas of lower or higher risk than the standard.*
- *Comparison of different risks at a certain place.*
- *Comparison of a risk when acting or not acting in space (e.g., dike breach, retention areas).*
- *Comparison of alternative solutions to the same problem.*
- *Comparison of average risk with peak risk at a particular time and location."*

Allgemeine Kriterien für angemessene Risikovergleiche in der Krisenkommunikation werden unter 4.9.1 dargestellt und gelten grundsätzlich auch für die Verwendung solcher Vergleiche in Karten.

In Anbetracht der unter 3.6.1 beschriebenen Eigenschaften effektiver Lagekarten, ist eine effektive Kartendarstellung in der Krisenkommunikation dann erreicht, wenn die primäre Information der Karte und das damit verbundene Ziel (z. B. die Identifikation zu evakuierende Gebiete und das Verstehen der damit verbundenen Schutzmaßnahme durch die Betroffenen) klar erkenntlich sind und nicht mit solchen Informationen auf der Karte konkurrieren, die der Orientierung dienen sollen.

Expertenempfehlung:

"Bei Karten für die Öffentlichkeit sollte versucht werden, sich lediglich auf eine Informationskategorie zu beschränken (z. B. Ankunft der radioaktiven Wolke, zu ergreifende Schutzmaßnahmen etc.)."

"Von der Publikation von Verbreitungsprognosen wird dringend abgeraten, mindestens jedoch bevor Messergebnisse vorliegen. Erste, noch nicht veröffentlichte Untersuchungen haben einen Anstieg unangemessener Reaktionen in der Bevölkerung bei frühzeitiger Verwendung von Prognosekarten ergeben. Auch aus diesem Grund sollten lediglich die betroffenen Landkreise kommuniziert werden, die aufgrund der Modellrechnungen Vorbereitungen treffen müssen."

4.8.2 Visuelle Unterstützung durch Farben

Der Einsatz von Farben kann im Kontext der Krisenkommunikation verschiedene Zwecke erfüllen. So können unterschiedliche Arten von Informationskategorien wie etwa Gefahren oder Risiken in unterschiedlichen Farben dargestellt werden. Außerdem können quantitative und qualitative Unterschiede durch Farben dargestellt werden (z. B. geringere und größere gesundheitliche Gefährdungen). Zuletzt können Farben, wie gesehen, schlicht der Hervorhebung etwa von besonders wichtigen Informationen dienen. Siehe zu Farben 3.6.2 und zu Hervorhebungen 3.7.1.

In 4.6 haben wir gezeigt, dass beim Einsatz von Farben kulturelle und wahrnehmungspsychologische Vorprägungen zu berücksichtigen sind. Daher macht es für Menschen in Deutschland nicht nur aufgrund der Straßenverkehrsordnung sondern ganz intuitiv Sinn, bei Rot anzuhalten. Rot signalisiert: Wir könnten verletzt werden. Aus historischen Gründen hat sich dieses Ampelsystem mit der Verbreitung des automobilen Verkehrs weltweit als ein System der Signalfarben verbreitet. Dementsprechend verwendet etwa auch die österreichische Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) das System zur Skalierung von Unwetterwarnungen²⁰. Auch die IAEO empfiehlt für die Einordnung von radiologischen Risiken in der Krisenkommunikation ein solches Ampelsystem (IAEA 2013a, 2013b).

²⁰ <https://warnungen.zamg.at/info/de/heute/alle/at/> zuletzt abgerufen am 10.03.2022.

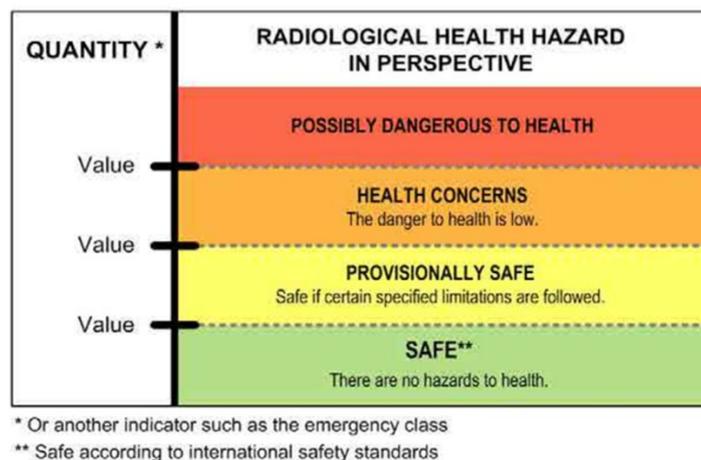


Abbildung 16: Farbsystem zur Veranschaulichung radiologischer Gesundheitsgefahren (IAEA 2013b)

Die Assoziation der Ampelfarben mit dem Ausmaß der Gefahr von hoch (Rot) über mittel (Gelb) bis keine Gefahr (Grün) wurde auch durch Künzer (2015) empirisch belegt. Zu diesem Zweck wurden über 200 Probanden unter anderem Ausschnitte von Karten einer U-Bahn-Station vorgelegt und darum gebeten, die unterschiedlich eingefärbten Ausgänge einem subjektiv wahrgenommenen Sicherheitsniveau zuzuordnen. Dabei wurden rote Ausgänge klar als unsicher oder gefährlich identifiziert, grüne dagegen als sicher oder ungefährlich. In freier Assoziation ergaben sich vergleichbare Zuordnungen (vgl. Abbildung 17).

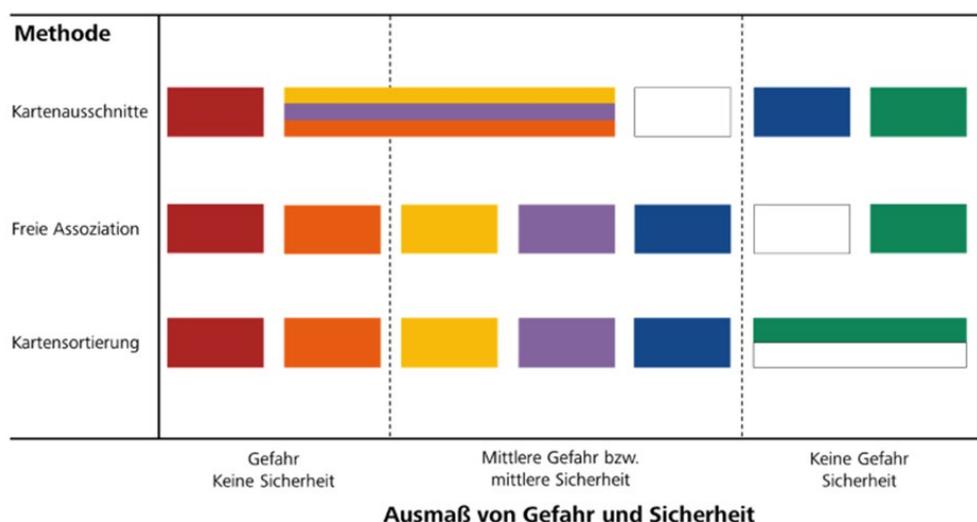


Abbildung 17: Ergebnis empirischer Untersuchungen von Farbassoziationen mit dem Ausmaß von Gefahr (aus Künzer 2015)

Expertenempfehlung:

"Während für behördliche Entscheider ohne radiologische Expertise die Darstellung der Gefahrenlage im Ampelsystem eine sehr effektive Methode der Priorisierung der zu ergreifenden Notfallreaktionen ist, ist beim Einsatz von Farben in der Krisenkommunikation, gerade auf Karten, Vorsicht geboten. Die Farbe Rot sollte nur dort eingesetzt werden, wo es zu deterministischen Effekten kommen kann, wenn keine Schutzmaßnahmen ergriffen werden und die Gesundheit von Menschen unmittelbar in Gefahr ist. Es kann sonst zu einer Überschätzung des Risikos kommen, etwa wenn Evakuierungszonen in Rot dargestellt werden."

"Es empfiehlt sich daher für jede Schutzmaßnahme eine eigene Karte anzufertigen, die die Gebiete kennzeichnet, in denen Schutzmaßnahmen zu ergreifen sind. Diese Kennzeichnung sollte farblich Aufmerksamkeit erzeugen, jedoch nicht zu einer Über- oder Unterbewertung des Risikos führen."

4.8.3 Visuelle Unterstützung durch Symbole

Der Einsatz von Symbolen und Piktogrammen erleichtert die Informationsvermittlung, wenn entweder nicht die Gelegenheit für ausführliche schriftliche Darstellung besteht oder diese nicht sinnvoll wäre. Dies trifft etwa auf Kartendarstellungen und Hinweistafeln zu oder dann, wenn mit einer erschwerten Verständlichkeit, z. B. aufgrund von Sprachbarrieren, zu rechnen ist. Diese Grundlagen wurden bereits im Abschnitt zur Verwendung von Symbolen in Lagedarstellungen unter 3.6.3. beschrieben und treffen gleichermaßen auf die Krisenkommunikation zu.

Die gewählten Symbole, Zeichen oder Piktogramme müssen für die Zielgruppe möglichst intuitiv verständlich sind. Dabei sind auch kulturelle und traditionelle Aspekte zu berücksichtigen, die im jeweiligen gesellschaftlichen Kontext die Perzeption solcher Symbole beeinflussen (vgl. auch Abschnitt 4.6). Wie unter 3.6.3 ausgeführt wurde allerdings noch kein standardisierter Symbol- oder Piktogrammsatz für radiologische Notfälle entwickelt. Für die Nutzung in Infografiken hat die US-amerikanische Gesundheitsbehörde Centers for Disease Control and Prevention (CDC) in den letzten Jahren Piktogramme erstellt, die die Schutzmaßnahme Verbleiben im Haus und assoziierte Aktivitäten (Verfolgen von Radiodurchsagen etc.) darstellen. Für Schutzmaßnahmen wie Iodblockade oder Evakuierung gibt es jedoch keine Piktogramme.²¹

4.9 Querschnittsaspekte effektiver Krisenkommunikation

Im Folgenden wird der Einsatz von Elementen in der Krisenkommunikation beleuchtet, die in beträchtlichem Maße sowohl textliche als auch visuelle Aspekte berühren.

4.9.1 Verwendung von Risikovergleichen und -einordnungen

Wie erwähnt, führt der nicht alltägliche Umgang des Großteils der Bevölkerung mit radiologischen Risiken zu Herausforderungen bei der Risikoeinschätzung (Slovic 2012). Ein Ziel der effektiven Krisenkommunikation ist es, eine realistische Risikoeinschätzung zu fördern. Zur Risikowahrnehmung siehe auch 4.2.

Erfahrungen aus früheren radiologischen Notfällen zeigen, dass die Bevölkerung ohne radiologische Fachexpertise durch die Vermittlung von Messwerten allein keine Risikoeinschätzung vornehmen kann und eine solche Kommunikation das Vertrauen in den Notfallschutz gefährdet (IAEA 2018). Die aus der radiologischen Lage entstehenden Messwerte oder Prognosen müssen in Bezug gesetzt werden, um eine Risikoeinschätzung zu erzielen. Dass dies auch hinsichtlich einer effektiven Krisenkommunikation relevant ist, zeigen Perko et al. (2014) durch eine Untersuchung der Berichterstattung zum Fukushima Daiichi Reaktorunfall. Von den untersuchten 1340 Artikeln nannten nur 16 Prozent Messwerte und die dazugehörigen Einheiten. Ebenso wie für die Bevölkerung waren auch für die Journalisten Zahlen ohne vergleichenden Bezugspunkt nicht verständlich und nützlich genug.

Im Bereich der technischen Notfälle und Risiken werden meist die Leitlinien von Covello et al. (1988) als Grundlage für adäquate Vergleiche herangezogen, die ein Risiko ins Verhältnis setzen sollen. Dies ist im Falle radiologischer Risiken häufig nötig, weil die Öffentlichkeit mit derartigen Risiken wenig vertraut ist (vgl. Abschnitt 4.2 zur Risikowahrnehmung). Covello et al. (1988) kategorisieren mögliche Vergleiche von akzeptabel bis nicht akzeptabel. Covello (2011) nennt aus dieser Liste folgende Vergleiche, die ihm als die effektivsten erscheinen:

- Vergleiche desselben Risikos zu unterschiedlichen Zeiten
(z. B. „Die neue Technologie wird das Risiko bis nächstes Jahr um die Hälfte reduzieren“)

²¹ <https://www.cdc.gov/nceh/radiation/emergencies/resourcelibrary/infographics.htm> zuletzt abgerufen am 10.03.2022.

- Vergleiche mit Standards und Grenzwerten
(z. B. „Die Emissionen liegen 10 Prozent unter dem Grenzwert der Behörde.“)
- Vergleiche eines Risikos, das aus einer Handlung erwächst mit dem Risiko, wenn man diese Handlung unterlässt.
(z. B. „Wenn wir die neueste Filtertechnologie einsetzen, wird das Gesundheitsrisiko aus den Emissionen x sein, während es y ist, wenn wir es nicht tun.“)
- Vergleiche mit alternativen Lösungen für dasselbe Problem
(z. B. „Wenn die Menschen evakuiert werden, ist das Risiko x , wenn sie sich in Gebäuden aufhalten, ist das Risiko y .“)
- Vergleiche mit demselben Risiko an anderen Orten
(z. B. „Am größten ist das Risiko durch Radon in x , in y ist es dagegen nur ein Fünftel davon.“)

Obwohl weit verbreitet, werden Covellos Einschätzungen von anderen Wissenschaftlern kritisiert, da in empirischen Studien keine Evidenz für die intendierte Effektivität dieser Vergleiche belegt werden konnte (Roth et al. 1990, Johnson 2003). Darauf weist auch Murakami (2018) im Zusammenhang mit dem Reaktorunfall von Fukushima hin und führt aus, dass Vergleiche nicht grundsätzlich in geeignete und weniger geeignete Vergleichskategorien geclustert werden können, sondern ihre Effektivität ganz erheblich vom Framing abhängt und auch kulturelle Einflüsse eine Rolle spielen, die bislang wenig untersucht sind.

Das Literaturstudium zeigt also hinsichtlich der Verwendung von Risikovergleichen und deren Qualitätsmerkmalen kein einheitliches Bild. Auch die IAEO warnt einerseits nicht grundsätzlich vor Risikovergleichen, weist aber darauf hin, dass diese „riskant“ sein können, da auch die Vergleichsrisiken individuell sehr unterschiedlich bewertet werden können (IAEA 2012a). Roth et al. (1990) führen zu Risikovergleichen aus, dass Gegenüberstellungen wie die des Krebsrisikos durch fünf Jahre Wohnen in unmittelbarer Nähe eines Kernkraftwerks mit dem durch den Verzehr von 40 Esslöffeln Erdnussbutter im selben Zeitraum (Erdnussbutter enthält Aflatoxin) zwei Probleme mit sich bringen: Einerseits reduzieren sie Risiken auf nur eine Dimension, z. B. den Verlust an Lebenszeit, obwohl die Risiken eventuell mehrdimensional sind und durch den Vergleich nicht in Gänze dargestellt werden. Andererseits wird dem Empfänger durch das Framing der Kommunikation so implizit auch mitgeteilt, wie hoch die Risikoakzeptanz jedes Einzelnen sein sollte. Beide Effekte können das Vertrauen in die Krisenkommunikation schädigen. Aus demselben Grund wird auch der Vergleich radiologischer Risiken mit z. B. denen des Rauchens als kritisch gesehen.

Neben direkten Vergleichen mit andersartigen Risiken ist eine weitere Möglichkeit, Risiken radiologischer Notfälle ins Verhältnis zu setzen, die Wahrscheinlichkeit des Eintretens gesundheitlicher Auswirkungen darzustellen. Hierzu wurden gerade im Bereich der Arzt-Patient-Kommunikation einige Arbeiten vorgelegt, die effektive Methoden beschreiben (Gigerenzer & Edwards 2003, Lipkus & Hollands 1999, Zikmund-Fisher et al. 2010, Trevena et al. 2013). Dabei ist zu beachten, dass die Einordnung von Risiken durch ausschließliche Vermittlung mathematisch-statistischer Daten, etwa in Prozentangaben nach dem bayesschen Ansatz, kaum verstanden werden (Gigerenzer & Edwards 2003, Zikmund-Fisher et al. 2010). Es kommt daher auf die Präsentation dieser statistischen Daten an. Hier sind natürliche Häufigkeiten besser zu verstehen, insbesondere wenn Betroffene erstmals mit einem Risiko konfrontiert werden. So erläutert Gigerenzer (2013) den Unterschied im Verständnis zwischen bedingten Wahrscheinlichkeiten und natürlichen Häufigkeiten am Beispiel von Brustkrebs-Screenings und der Frage, was ein positives Screening-Ergebnis tatsächlich aussagt:

- Bedingte Wahrscheinlichkeit:
Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Frau unter den Untersuchten Brustkrebs hat, liegt bei rund einem Prozent, da dies die Prävalenz in der Bevölkerung ist. Bei einer Frau mit Brustkrebs wird das Screening mit 90-prozentiger Sicherheit zu einem positiven Ergebnis führen. Hat eine Frau keinen Brustkrebs, beträgt die Wahrscheinlichkeit 9 Prozent, dass das Screening ein falsch-positives Resultat bringt.

- Natürliche Häufigkeit:
 Von 1000 Frauen haben 10 Brustkrebs. Von diesen 10 Frauen mit Brustkrebs wird das Screening bei 9 Frauen den Krebs entdecken. Von den übrigen 990 Frauen, die keinen Brustkrebs haben, wird das Screening bei 89 Frauen ein falsches Ergebnis liefern und einen Krebs anzeigen, obwohl keiner vorhanden ist.

Diese unterschiedlichen Formulierungen ergeben auch unterschiedliche Präsentationsmöglichkeiten:

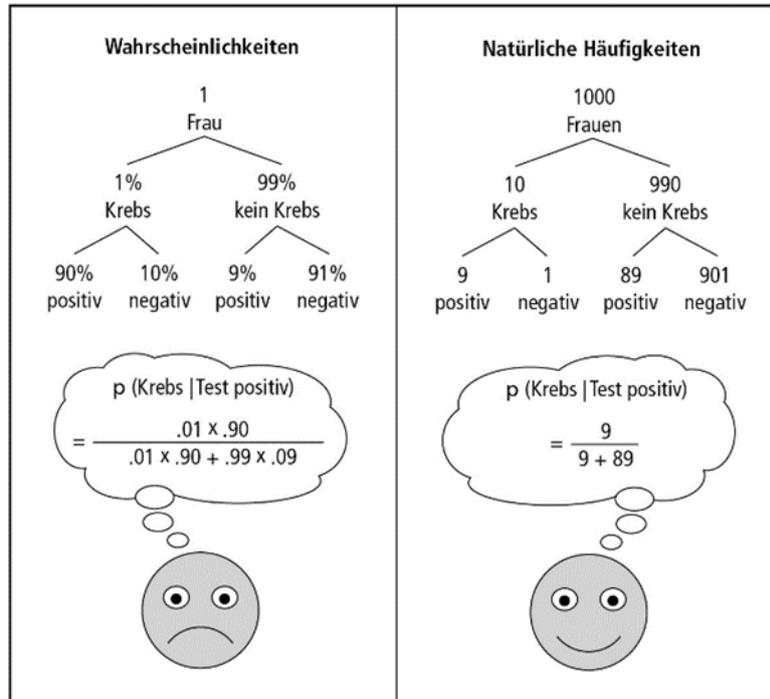


Abbildung 18: Unterschiedliche Darstellung von Risiken durch bedingte Wahrscheinlichkeiten und natürliche Häufigkeiten (aus Gigerenzer 2013)

Hierbei zeigt sich auch der Vorteil von Darstellungen durch Ergebnisbäume. Eine andere Möglichkeit der Darstellung natürlicher Häufigkeiten sind so genannte Icon-Boxen wie in Abbildung 19 gezeigt.

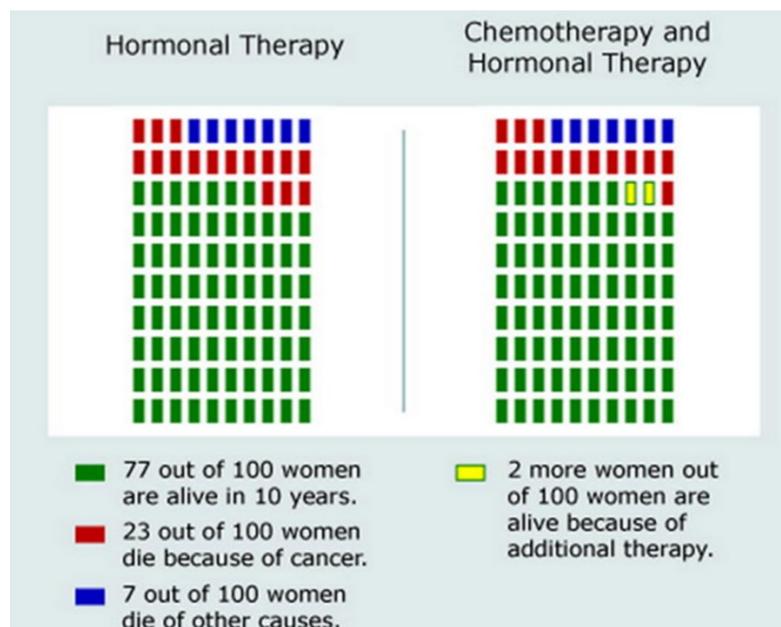


Abbildung 19: Darstellung von Ergebnissen unterstützender Brustkrebsbehandlungen zur Verhinderung von Rezidiven durch eine Icon-Box (aus Zikmund-Fisher 2010)

4.9.2 Umgang mit Ungewissheit

Den Prinzipien der vertrauensfördernden und offenen Kommunikation folgend (vgl. 4.4.2), herrscht in der Forschung zur Risikokommunikation weitgehend Einigkeit, dass eine Thematisierung von Ungewissheiten gegenüber der Bevölkerung nötig ist, um realistische Risikoeinschätzungen und Handlungsfähigkeit zu gewährleisten (NERIS 2019). Dabei ist darauf zu achten, dass zum einen technische Ungewissheiten beschrieben werden, wie sie unter 3.7.2 bereits beschrieben wurden. Andererseits können Unsicherheiten aber auch aus anderen Gründen, z. B. wissenschaftlichem Disput, entstehen wie nicht zuletzt die COVID-Krise wieder deutlich machte (Pasternack & Beer 2022).

Eine Liste möglicher Ungewissheiten in radiologischen Notfällen findet sich in Perko et.al (2019). Auf dieser Grundlage und ergänzt durch Perko et al. (2020) sowie IAEA (2015b) können für die Verwendung des RLB als Informationsgrundlage für die Krisenkommunikation relevante Ungewissheiten abgeleitet werden:

- Verlässlichkeit der Informations- und Datenlage zu einem Notfall (insbesondere hinsichtlich von Vorfällen im Ausland, bei terroristischen Lagen und unklaren Situationen und Gerüchten)
- Sich widersprechende Informationen, Daten, Empfehlungen und Handlungsanweisungen
- Umgang mit Auswirkungen, die entweder vernachlässigbar sind oder innerhalb gesetzlicher Grenzwerte liegen, aber dennoch Beunruhigung in der Bevölkerung erzeugen
- Gratwanderung zwischen offener Kommunikation und notwendiger Vertraulichkeit von Informationen (z. B. bei terroristischen Lagen)
- Welche Gebiete werden wann und wie betroffen sein? (resultierend aus Ungewissheiten in der Datenlage aber auch aus diversem Vorgehen in föderalen Systemen, z. B. unterschiedlich implementierte Schutzmaßnahmen je nach zuständiger Katastrophenschutzbehörde)
- Unklare Informationslage zum tatsächlichen Ausmaß des (zu erwartenden) Notfalls
- Wissenschaftlicher Disput
- Zuverlässigkeit von Prognosen
- Interpretationsspielraum von Modellen und Projektionen (z. B. Karten zu erwartender radioaktiver Belastung)
- Internationale Einflüsse (z. B. unterschiedliche Grenz- und Schwellenwerte bei grenzüberschreitenden Notfällen, unterschiedliche Handlungsanweisungen verschiedener Nationen an ihre im Unfallland befindlichen Bürger:innen)
- Koordinationsprobleme bei der Krisenkommunikation gemäß „one message, many voices“

Informationen für die Krisenkommunikation, die mit derartigen Ungewissheiten erstellt werden, müssen diese in geeigneter Weise berücksichtigen, um das Vertrauen der Bevölkerung zu erhalten und die Ziele effektiver Krisenkommunikation zu erreichen. In der Öffentlichkeitsarbeit müssen diese Ungewissheiten allerdings ganzheitlich eingeordnet werden. In der Darstellung muss zum Ausdruck kommen, welche Konsequenzen aus diesen Unsicherheiten erwachsen (Tomkiv et al. 2020). Dies kann nur situationsspezifisch erfolgen und muss im Rahmen der Kommunikationsstrategie entwickelt werden. Dies geht über Informationen und Darstellungen im RLB hinaus. Als Faustregel gilt hier, je größer die Ungewissheiten sind, desto mehr begleitende Kommunikation ist nötig (Perko et al. 2020).

4.9.3 Einsatz von Skalen

Skalen sind eine Möglichkeit, um in der Öffentlichkeit ein gemeinsames Verständnis von Auswirkungen eines Schadensereignisses zu erzielen und unterschiedliche Interpretationen zu vermeiden (Gomez et al. 2007). So wird die Richterskala regelmäßig zur Beschreibung der Stärke eines Erdbebens genutzt. Doch schon hier ergeben sich Probleme bei der Nutzung in der Krisenkommunikation mit Laien, denn die Richterskala beschreibt mit der Magnitude ein logarithmisches Maß, das die Schwingungsenergie am Epizentrum des Erdbebens angibt. Dies gibt zwar einen Indikator über die freigesetzte Energie, gibt aber noch keinen Hinweis auf die Zerstörungen durch das Erdbeben, da diese von vielen Faktoren abhängt, etwa von der Beschaffenheit des Untergrundes und der Entfernung vom Epizentrum. Obwohl die Bevölkerung einigermaßen mit der Richterskala vertraut ist, muss die intuitive Zuordnung eines Schadensausmaßes

daher aber nicht der Realität entsprechen. Gomez et al. (2007) weisen folgerichtig darauf hin, dass die Nutzung derartiger Skalen in der Regel Fachwissen voraussetzt und sie nur dann sinnvoll eingesetzt werden können, wenn ihnen eindeutige Kriterien zugrunde liegen, die die Intensität und Bedingungen für jeden Skalenwert klar definieren und beschreiben.

Um die Skala akkurat anwenden zu können, gelten dieselben Voraussetzungen wie bei Risikovergleichen (vgl. 4.9.1). Der Skalenwert muss verständlich sein und sich auf die persönliche Situation anwenden lassen. Dies kann nur gelingen, wenn die Skala entweder sehr vertraut ist oder intuitiv verwendet werden kann. Ist dies nicht der Fall, muss das Konzept der Skala transparent und einfach verständlich sein, um dem Skalenwert eine persönliche Bewertung zuweisen zu können. Beides ist bei der unter 3.7.3 bereits beschriebenen International Nuclear and Radiological Event Scale (INES) nicht der Fall.

Hinzu kommt, dass eine abschließende Bewertung nach INES erst nach Vorliegen aller Daten und damit in der Regel erst nach einem Notfall möglich ist. Während des Fukushima Daiichi Unfall wurden jedoch vorläufige Bewertungen auf der INES Skala veröffentlicht, die mit dem Verlauf des Unfalls innerhalb weniger Tage von zunächst 3 auf zuletzt 7, den Höchstwert, hochgestuft werden mussten (IAEA 2015b). Dies führte zu erheblichen Unsicherheiten und Verwirrung in der Bevölkerung, die kaum mit der INES-Skala und überhaupt nicht mit der komplexen Bewertungsmethodik vertraut war, und letztlich auch zu einer weiteren Beschädigung der Glaubwürdigkeit der gesamten Krisenkommunikation (IAEA 2015b). Als Konsequenz veröffentlichte die IAEO eine zusätzliche Handreichung für die Nutzung von INES für die Kommunikation eskalierender Notfälle wie im Falle von Fukushima (IAEA 2014). Hier wird geraten, bei vorläufigen Bewertungen klar auf mögliche Veränderungen hinzuweisen, um dem Glaubwürdigkeitsverlust entgegenzutreten.

Während INES für Experten eine Möglichkeit bietet, die Schwere eines Stör- oder Unfalls nach der finalen Bewertung vergleichen und diskutieren zu können, ist die Anwendung der Skala aus den genannten Gründen zur schnellen Einschätzung eines radiologischen Notfalls für radiologische Laien, sowohl in der Bevölkerung wie auch unter den Nutzer:innen des RLB, schwierig. Dies gilt zumindest für schwere, sich über einige Zeit entwickelnde Unfallszenarien.

Expertenempfehlung:

"Die INES-Bewertung sollte mit Vorsicht angewendet werden. Die INES-Skala wurde hauptsächlich für den Einsatz nach dem Notfall entwickelt. Während des Notfalls ändern sich technische Bewertungen ständig. Dies führt insbesondere bei der Krisenkommunikation zu Missverständnissen und Vertrauensverlusten. Eine vorläufige INES-Einstufung, die gerade bei schwer verlaufenden Unfällen in der Regel zunächst eher tiefer ausfallen wird als die finale Einstufung, kann bei Entscheidern ohne Kenntnisse der technischen Hintergründe der Skala zu einer Unterschätzung des Risikos führen."

4.9.4 Einsatz von Infografiken

Der Vollständigkeit halber sei hier auch die Möglichkeit des Einsatzes von Infografiken als Verbindung von textlicher Information und visueller Gestaltung erwähnt. Diese eignen sich besonders gut zur Erklärung von schematischen Abläufen oder zur Darstellung von grundsätzlichen Beziehungen zwischen verschiedenen Daten. Sie sind daher allerdings in erster Linie ein Instrument der Hintergrundinformation und weniger zur Vermittlung dynamischer Lagebildinformationen geeignet. Dies auch deswegen, weil derartige Infografiken eine gewisse grafische Anpassungsleistung an die spezifische Situation eines Notfalls erfordern, die nicht automatisiert oder schnell bewerkstelligt werden kann. Dies widerspricht den Anforderungen an ein schnell und möglichst automatisiert zu erstellendes RLB. Da Infografiken aber dem zunehmenden Bedürfnis nach visueller Kommunikation in den sozialen Medien Rechnung tragen, sollten sie für Hintergrundinformationen in Erwägung gezogen werden, etwa zur schematischen Erklärung verschiedener Notfallszenarien, zur Erklärung von Grundlagen der Radioaktivität oder zur Erklärung von Schutzmaßnahmen.

Referenzen

- Austrian Standards International (2015). ÖNORM S 2308:2015-11-15, Integriertes Katastrophenmanagement – Taktische Zeichen. Wien.
- Blees GJ, Mak W (2012). Comprehension of disaster pictorials across cultures. *Journal of Multilingual and Multicultural Development*, 33:7. 699-716.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2016). BELA - Behelf Sachbereich Lage für das Zusammenwirken im Lageverbund zwischen Partnerorganisationen des Bevölkerungsschutzes und Führungsorganen. Siebtausgabe. Bern.
- Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) (2008). BSI-Standard 100-4, Notfallmanagement. Bonn.
- Boyd JR (1976). *Destruction and Creation*, U.S. Army Command College and General Staff College. Fort Leavenworth.
- Brewer C (1999). Color Use Guidelines for Data Representation. *Proceedings of the Section on Statistical Graphics*. Alexandria. 55-60.
- Bundesministerium des Inneren (BMI) (2014). Leitfaden Krisenkommunikation. Berlin.
- Bundesministerium für Inneres (BMI) (2007). Richtlinie für das Führen im Katastropheneinsatz. Wien.
- Cheng W (2002). Portable Document Format (PDF)–Finally, a Universal Document Exchange Technology. *Journal of Technology Studies*. 28(1). 59-63
- Comfort LK (2007). Crisis Management in Hindsight: Cognition, Communication, Coordination, and Control. *Public Administration Review*, Volume 67, Number s1. 189-197.
- Copeland J (2008). *Emergency Response: Unity of Effort through a Common Operational Picture*. Carlisle Barracks.
- Covello VT (1999). Risk Communication, Children’s Health and Environmental Tobacco Smoke: WHO Background Paper. WHO/NCD/TFI/99.11. Geneva.
- Covello VT (2011). Risk Communication, Radiation, and Radiological Emergencies: Strategies, Tools, and Techniques. *Health Physics* 101(5). 511-30.
- Covello VT, Sandman P (2001). Risk Communication: Evolution and Revolution. *Solutions to an Environment in Peril*. 164-178.
- Covello VT, Sandman PM, Slovic P (1988). *Risk Communication, Risk Statistics, and Risk Comparisons: A Manual for Plant Managers*. Washington DC.
- de Cort, Vries G, Galmarini S, Tanne V (2011). International data and information exchange in Europe - Systems to assist the EU Member States in radiological and nuclear emergency situations. *Radioprotection*. 46. 751-S757.
- deLemos JL, Brugge D, Cajero M et al (2009). Development of risk maps to minimize uranium exposures in the Navajo Churchrock mining district. *Environ Health* 8, 29.
- Department of Homeland Security (DOHS) (2008). *National Incident Management System*. Washington DC.
- Dransch D, Rotzkoll H, Poser K (2010). The contribution of maps to the challenges of risk communication to the public. *International Journal of Digital Earth*, 3:3. 292-311.
- Endsley M (1988). Design and evaluation for situation awareness enhancement. In *Proceedings of the Human Factors Society 32nd Annual Meeting*. 97-101.
- Endsley M (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 37. 65-84.

EPISECC (2014). Public Protection and Disaster Relief (PPDR) Information Space – Status quo of commercial, research and governmental projects and applications, Deliverable no. 2.1, FP7 project EPISECC, grant no. 607078.

Federal Geographic Data Committee (FGDC) (2008). Geographic Information Framework Data Standard. Letztmals abgerufen am 10.03.2022 unter <http://www.fgdc.gov/standards/projects/FGDC-standards-projects/framework-data-standard/framework-data-standard>

Ferguson C, Merga M, Winn S (2021). Communications in the time of a pandemic: the readability of documents for public consumption. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*. 45.

Fischhoff B, Slovic P, Lichtenstein S et al. (1978). Hof safe is safe enough? A Psychometric Study of Attitudes Toward Technological Risks and Benefits. *Policy Sciences*. 9. 127-152.

French S, Haywood S, Oughton D, Turcanu C (2020). Different types of uncertainty in nuclear emergency management. *Radioprotection*, 55.

Frommberger L, Waidyanatha N (2017). Pictographs in Disaster Communication for Linguistically Challenged Populations: A Survey on Background and Existing Practices. Los Angeles.

FwDV 100 (1999), Feuerwehr-Dienstvorschrift 100, Führen und Leiten im Einsatz, Beschlossene Fassung des AFW - 10.03.99.

Gawlick D, Chan ES, Ghoneimy A, Liu ZH (2015). Mastering Situation Awareness: The Next Big Challenge? *SIGMOND Record*, vol. 44, no. 3.

Gigerenzer G (2013). *Risiko: Wie man die richtigen Entscheidungen trifft*. München.

Gigerenzer G, Edwards A (2003). Simple tools for understanding risks: from innumeracy to insight. *BMJ*. 327(7417). 741-744.

Gomez EA, Plotnick L, Rohn E, Morgan JK, Turoff M (2007). Towards a Unified Public Safety Scale. In *Proceedings of the 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS '07)*. IEEE Computer Society. 23.

González A (2012). The recommendations of the ICRP vis-à-vis the Fukushima Daiichi NPP accident aftermath, *J. Radiol. Prot.* 32 1 (2012). 1-7.

Griber YA, Jung I, Weber R (2018). Color association: Germany as a case study. *The Emissia Offline Letters*. No. 4.

Habermas J (1989). *The Theory of Communicative Action, Vol.2: Lifeworld and System: A Critique of Functionalist Reason*, translated by Thomas McCarthy, Beacon Press, Boston.

Hake G, Grünreich D, Meng L (2002). *Kartographie – Visualisierung raum-zeitlicher Informationen*. Berlin.

Harrald J, Jefferson T (2007). Shared Situational Awareness in Emergency Management Mitigation and Response. In *Proceedings of the 40th International Conference on Systems Sciences*, IEEE. Waikoloa.

Heads of Radiation Protection Authorities, Western European Nuclear Regulators Association (HERCA, WENRA) (2014). *HERCA-WENRA Approach for a better cross-border coordination of protective actions during the early phase of a nuclear accident*. Stockholm.

Heimann R (2022). *Visualisierung im Stab*. In: Hofinger G, Heimann R (2022). *Handbuch Stabsarbeit, Führungs- und Krisenstäbe in Einsatzorganisationen, Behörden und Unternehmen*. Berlin. 205-210.

Hoti F, Perko T, Tafili V, Železnik N et al. (2021). Knowing the unknowns: Uncertainties during radiological emergencies. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 59.

Hréckovski B, Khorram-Manesh A (2017). Information collecting and sharing. In: Khorram-Manesh A (2017). *Handbook of Disaster and Emergency Management*. Gothenburg.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (1997). *Generic Assessment Procedures for Determining Protective Actions during a Reactor Accident*, Technical Document Series No. 955. Vienna.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2005). ConvEx-3 report. Vienna.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2006). Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine. The Chernobyl Forum: 2003-005. Vienna.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2007). Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-2.1. Vienna.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2008). ConvEx-3 report. Vienna.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2012a). Communication with the Public in a Nuclear or Radiological Emergency, EPR-Public Communications 2012. Vienna.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2012b). Lessons Learned from the Response to Radiation Emergencies (1945 – 2010) EPR-Lessons Learned 2012. Vienna.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2013). ConvEx-3 report. Vienna.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2013a). Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor, EPR-NPP Public Protective Actions. Vienna.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2013b). Placing the Radiological Health Hazard in Perspective in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor. Vienna.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2014). The Use of the International Nuclear and Radiological Event Scale (INES) for Event Communication. Guidelines and Good Practices for Setting up a National Framework on the Effective Use of INES for Event Communication. Vienna.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2015a). Method for Developing a Communication Strategy and Plan for a Nuclear or Radiological Emergency, EPR-Public Communication Plan 2015. Vienna.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2015b). The Fukushima Daiichi Accident, 6 vols. Vienna.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2015c). Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 7. Vienna.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2018). Report on International Symposium on Communicating Nuclear and Radiological Emergencies to the Public. Vienna.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2019). Operations Manual for IAEA Assessment and Prognosis during a Nuclear or Radiological Emergency. Vienna.

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2020). Operations Manual for Incident and Emergency Communication. Vienna.

International Atomic Energy Agency, Organisation for Economic Co-operation and Development's Nuclear Energy Agency (IAEA, NEA) (2009). INES – The International Nuclear and Radiological Event Scale: User's Manual, 2008 Edition. Vienna.

International Commission on Radiological Protection (ICRP) (1977). Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 26; Ann ICRP 1(3). Oxford.

International Commission on Radiological Protection (ICRP) (2007). Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103; Ann ICRP 37 (2/3). Oxford.

International Federation of the Red Cross (IFRC) (2015). Nuclear and Radiological Emergency Guidelines. Preparedness, Response and Recovery. Geneva.

Johnson BB (2003), Are some risk comparisons more effective under conflict? A replication and extension of Roth et al. Risk Analysis. Aug 23(4). 767-780.

Jung I, Griber YA, Hanenburg J, Arbab S, Yoshimura K et al. (2018). Colour Associations in Different Cultures. Proceedings of the International Colour Association (AIC) Conference 2018. Newtown.

- Kaster J, Weber CJ (2009). Interoperabilität in der Lagebearbeitung. In: Wunder, M., Grosche, J. (Hrsg.) Verteilte Führungsinformationssysteme. Berlin. 247-266.
- Kubera T, Thielmann G (2011). Handbuch für Führung und Einsatz der Polizei, Kommentar zur PDV 100 VS-NfD (VS-NfD), Richard Boorberg Verlag
- Künzer L (2015). „Alarmstufe Rot!“ oder „Alles im grünen Bereich!“ Farben im Kontext von Gefahr und Sicherheit. Regensburg.
- Kuusisto R, Kuusisto T, Armistead L (2005). Common Operational Picture, Situation Awareness and Information Operations. In Proceedings of the 4th European Conference on Information Warfare and Security. Glamorgan. 175-185.
- Kuveždić Divjak A, Dapo A, Pribičević B (2020). Cartographic Symbology for Crisis Mapping: A Comparative Study. In ISPRS International Journal of Geo-Information 2020, 9, 142.
- Kuveždić Divjak A; Lapaine M (2018). Crisis Maps: Observed Shortcomings and Recommendations for Improvement. ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2018, 7, 436.
- Kuveždić Divjak A, Pribicevic B, Đapo A (2019). Comparative Analysis of Taxonomy, Standardisation and Availability of Cartographic Symbol Sets for Crisis Mapping. ISPRS – International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. XLII-3/W8. 241-248.
- Lamers C, Denker A (2022). Methoden der Visualisierung in Führungsstäben der Feuerwehr. In: Hofinger G, Heimann R (2022). Handbuch Stabsarbeit, Führungs- und Krisenstäbe in Einsatzorganisationen, Behörden und Unternehmen. Berlin. 319-325.
- Lee S, Dazkir SS, Paik H S, Coskun A (2014). Comprehensibility of universal healthcare symbols for wayfinding in healthcare facilities. Applied Ergonomics. 45(4). 878-885.
- Lipkus IM, Hollands JG (1999). The Visual Communication of Risk. JNCI Monographs, Issue No. 25. 149-163.
- Lubitz DVK, Beakley JE, Patricelli F (2008). “All hazards Approach” to disaster management: The role of information and knowledge management, Boyd’s OODA Loop and network-centricity. Disasters. [Online] 32 (4). 561-585.
- McKeenna T et al. (2015). Tools for placing the radiological health hazard in perspective following a severe emergency at a light water reactor (LWR) or its spent fuel pool, Health Phys. 108 1 (2015). 15–31.
- McKenna T et al. (2007). Lessons learned from Chernobyl and other emergencies: Establishing international requirements and guidance, Health Phys. 93 5 (2007). 527–537.
- Munkvold BE, Opach T, Pilemalm S et al. (2019). Sharing Information for Common Situational Understanding in Emergency Response, Proceedings of the 7th European Conference on Information Systems (ECIS). Uppsala.
- Murakami M (2018). Importance of risk comparison for individual and societal decision-making after the Fukushima disaster. Journal of Radiation Research. Volume 59. 23–30.
- Nagy A, Perko T, Müller T, Raskob W, Benighaus L (2020). Uncertainty visualization using maps for nuclear and radiological emergencies. Radioprotection, 55.
- NERIS (2019). Fourth NERIS Workshop: Adapting nuclear and radiological emergency preparedness, response and recovery to a changing world 25-27 April 2018, Dublin, Ireland: Proceedings. Fontenay-aux-Roses.
- Organisation Amerikanischer Staaten (OAS) (1991). Primer on Natural Hazard Management in Integrated Regional Development Planning. Washington DC.
- Organisation for Economic Co-operation and Development's Nuclear Energy Agency (NEA) (2010). Strategic Aspects of Nuclear and Radiological Emergency Management. Paris.
- Organisation for Economic Co-operation and Development's Nuclear Energy Agency (NEA) (2013a). Crisis Communication of Nuclear Regulatory Organisations: Towards global thinking. Paris.

- Organisation for Economic Co-operation and Development's Nuclear Energy Agency (NEA) (2013b). Summary of the Fourth International Nuclear Emergency Exercise (INEX-4). Paris.
- Organisation for Economic Co-operation and Development's Nuclear Energy Agency (NEA) (2014). Nuclear Regulatory Organisations, the Internet and Social Media: The What, How and Why of Their Use as Communication Tools. Paris.
- Organisation for Economic Co-operation and Development's Nuclear Energy Agency (NEA) (2015). Nuclear Regulatory Organisations and Communication Strategies. Paris.
- Organisation for Economic Co-operation and Development's Nuclear Energy Agency (NEA) (2018). Experience from the Fifth International Nuclear Emergency Exercise (INEX-5). Paris.
- Österreichisches Rotes Kreuz (2020). Taktische Zeichen in Einsatz, Übung und Ausbildung. Rahmenrichtlinie im ÖRK. Version 1.1
- Pasternack P, Beer A. (2022). Die externe Kommunikation der Wissenschaft in der bisherigen Corona-Krise (2020/2021). Hof-Arbeitsberichte 118. Hof.
- Perko T, Benighaus L, Tomkiv Y, Wolf HV (2020). Guidance on communicating about uncertainties in nuclear emergency management. Radiation protection. Les Ulis.
- Perko T, Tafili V, Sala R, Duranova T, Zeleznik N, Tomkiv Y, Hoti F, Turcanu C (2019). Report on observational study of emergency exercises: List of uncertainties. CONCERT Deliverable D9.28.
- Perko T, Tomkiv Y, Oughton D, Cantone M, Gallego E, Prezelj I, Byrkina E (2014). Units related to radiation exposure and radioactivity in mass media: The Fukushima case study in Europe and Russia. Radiation Protection Dosimetry, Vol. 164, 1-2. 154-159.
- Queck A, Gonner H (2016). Informationsmanagement im Krisenstab. In: Hofinger G., Heimann R. (Hrsg.) Handbuch Stabsarbeit. Berlin.
- Raskob W, Müller T, Trybushnyi D, Staudt C et al. (2019). D9.37 - Visualisation approaches developed and tested in workshops and panels. European Joint Programme for the Integration of Radiation Protection Research H2020 – 662287. Letztmals abgerufen am 10.03.2022 unter https://concert-h2020.eu/sites/concert_h2020/files/uploads/Deliverables/D9/Confidence/D9.21-9.39/ Lists Deliverables Attachments 172 D9.37 -Visualisation-approaches-developed-and-tested-in-workshops-and-panels_approved28112019.pdf
- Roth E, Morgan MG, Fischhoff B, Lave L, Bostrom A (1990). What Do We Know About Making Risk Comparisons? Risk Analysis, 10. 375-387.
- Schriver KA (1996). Dynamics in Document Design: Creating Texts for Readers. New York.
- Slovic P (1987). Perception of Risk. Science, 236. 280-285.
- Slovic P (2012). The perception gap: Radiation and risk, Bulletin of the Atomic Scientists, 68:3. 67-75.
- Sophonides P, Papadopoulou C, Giaoutzi M, Scholten H (2017). A Common Operational Picture in Support of Situational Awareness for Efficient Emergency Response Operations. Journal of Future Internet, vol. 2, issue 1. 10-35.
- Ständigen Konferenz für Katastrophenvorsorge und Katastrophenschutz (SKK) (2012). Empfehlungen für taktische Zeichen im Bevölkerungsschutz. Köln.
- Strahlenschutzkommission (SSK) (2007). Leitfaden zur Information der Öffentlichkeit in kerntechnischen Notfällen: Empfehlung der Strahlenschutzkommission. Bonn.
- Strahlenschutzkommission (SSK) (2015a). Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen: Empfehlung der Strahlenschutzkommission. Verabschiedet in der 274. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 19./20.02.2015. Bonn.

Strahlenschutzkommission (SSK) (2015b). Weiterentwicklung des Notfallschutzes durch Umsetzen der Erfahrungen aus Fukushima. Empfehlung der Strahlenschutzkommission, verabschiedet in der 274. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 19./20.02.2015. Bonn.

Stieb D, Huang A, Hocking R, Crouse D, Osornio-Vargas, A, Villeneuve P (2019). Using maps to communicate environmental exposures and health risks: Review and best-practice recommendations. *Environmental Research*, 176.

Technisches Hilfswerk (THW) (2006). THW DV 1-102 – Taktische Zeichen. Bonn.

Technisches Hilfswerk (THW) (2006a). THW-DV 1-101 – Handbuch Führen im Technischen Hilfswerk. Bonn.

Tomaszewski B (2015). *Geographic Information Systems for Disaster Management*. Boca Raton.

Tomaszewski B, Judex M, Radestock C, Szarzynski J, Wirkus L (2015). Geographic information systems for disaster response: A review. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 12(3). 571-602.

Tomkiv Y, Perko T, Oughton D, Prezelj I, Cantone M, Gallego E (2016). How did media present the radiation risks after the Fukushima accident: A content analysis of newspapers in Europe. *Journal of Radiological Protection* 36. 64-81.

Tomkiv Y, Perko T, Sala R, Zeleznik N, Maitre M, Schneider T, Oughton DH (2020). Societal uncertainties recognised in recent nuclear and radiological emergencies. *Radioprotection*, 55(3).

Trevena LJ, Zikmund-Fisher BJ, Edwards A et al. (2013). Presenting quantitative information about decision outcomes: a risk communication primer for patient decision aid developers. *BMC Med Inform Decis Mak*. 13 Suppl 2.

Tufte ER (1990). *Envisioning Information*. Cheshire.

US Nuclear Regulatory Commission (NRC) (1979). TMI-2 Lessons Learned Task Force Final Report, NUREG-0585Biblio. Washington.

Utz S, Schultz F, Glocka S (2013). Crisis communication online: How medium, crisis type and emotions affected public reactions in the Fukushima Daiichi nuclear disaster. *Public Relations Review*, Volume 39, Issue 1. 40-46.

Van Dijk H (2015). Situation Awareness in Crisis Situations: Development of a User Defined Operational Picture. In *Proceedings of the ISCRAM 2015 Conference*. Kristiansand.

Visini M (2014). Von der Lagedarstellung zur Lageverarbeitung. *Bevölkerungsschutz: Zeitschrift für Risikoanalyse und Prävention, Planung und Ausbildung, Führung und Einsatz*. 19/Juni 2014.

Ware C (2013). *Information Visualization: Perception for Design*. San Francisco.

Wunder M, Grosche J (2009). *Verteilte Führungsinformationssysteme*. Heidelberg.

Wolbers J, Boersma K (2013). The common operational picture as collective sensemaking. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 21(4), 187.

Wüthrich P (2014). Ein nationales Lageverbundsystem. In: *Bevölkerungsschutz: Zeitschrift für Risikoanalyse und Prävention, Planung und Ausbildung, Führung und Einsatz*. 19/Juni 2014. 8-10.

Young SL, Wogalter MS (1990). Comprehension and Memory of Instruction Manual Warnings: Conspicuous Print and Pictorial Icons. *Human Factors*. 1990,32(6). 637-649.

Zikmund-Fisher BJ, Fagerlin A, Ubel PA (2010). A demonstration of “less can be more” in risk graphics. *Med Decis Making*, 30(6). 661-671.