



Risikokommunikation im Bereich ionisierender Strahlung: Empfehlungen der KSR

*KSR-/KomABC-Seminar zum Thema Notfallschutz
«Wie gut sind wir auf radiologische Notfälle vorbereitet? »
Freitag 31.3.2023, Auditorium der Kaserne Bern*

François Bochud

*Institut für Strahlenphysik
CHUV-UNIL
Lausanne*

Definition von Risiko

Kommunikation

Wissensstand

Ionisierende Strahlung

Empfehlungen

Praktische Beispiele

Notfall-Expositionssituation

Bestehende Expositionssituation

Geplante Expositionssituation



Definition von Risiko

Kommunikation

Wissensstand

Ionisierende Strahlung

Empfehlungen

Praktische Beispiele

Notfall-Expositionssituation

Bestehende Expositionssituation

Geplante Expositionssituation



Qualitative Definition von Risiko

Risiko ist ...

Auswirkungen

&

Unsicherheit



Qualitative Definitionen von Risiko

Risiko ist ...

die **Möglichkeit** eines **Unglücks**

das **Potenzial für das Eintreten** unerwünschter, **negativer Auswirkungen** eines Ereignisses

Exposition gegenüber einer Eventualität (z. B. **Eintreten eines Schadensfalls**), über die keine **Gewissheit** besteht

die **Auswirkungen** der Aktivität und die damit verbundenen **Unsicherheiten**

die **Unsicherheit** bezüglich der **Auswirkungen** einer Aktivität und deren **Schwere**

das **Auftreten bestimmter spezifischer Auswirkungen** der Aktivität und die damit verbundenen **Unsicherheiten**

die **Abweichung von einem Referenzwert** und die damit verbundenen **Unsicherheiten**

Qualitative Definitionen von Risiko

Wahrscheinlichkeit

Möglichkeit Unglück

Potenzial für das Eintreten negativer Auswirkungen

Eintreten eines Schadensfalls

Gewissheit

Auswirkungen

Unsicherheiten

Unsicherheit

Auswirkungen

Auftreten bestimmter spezifischer Auswirkungen

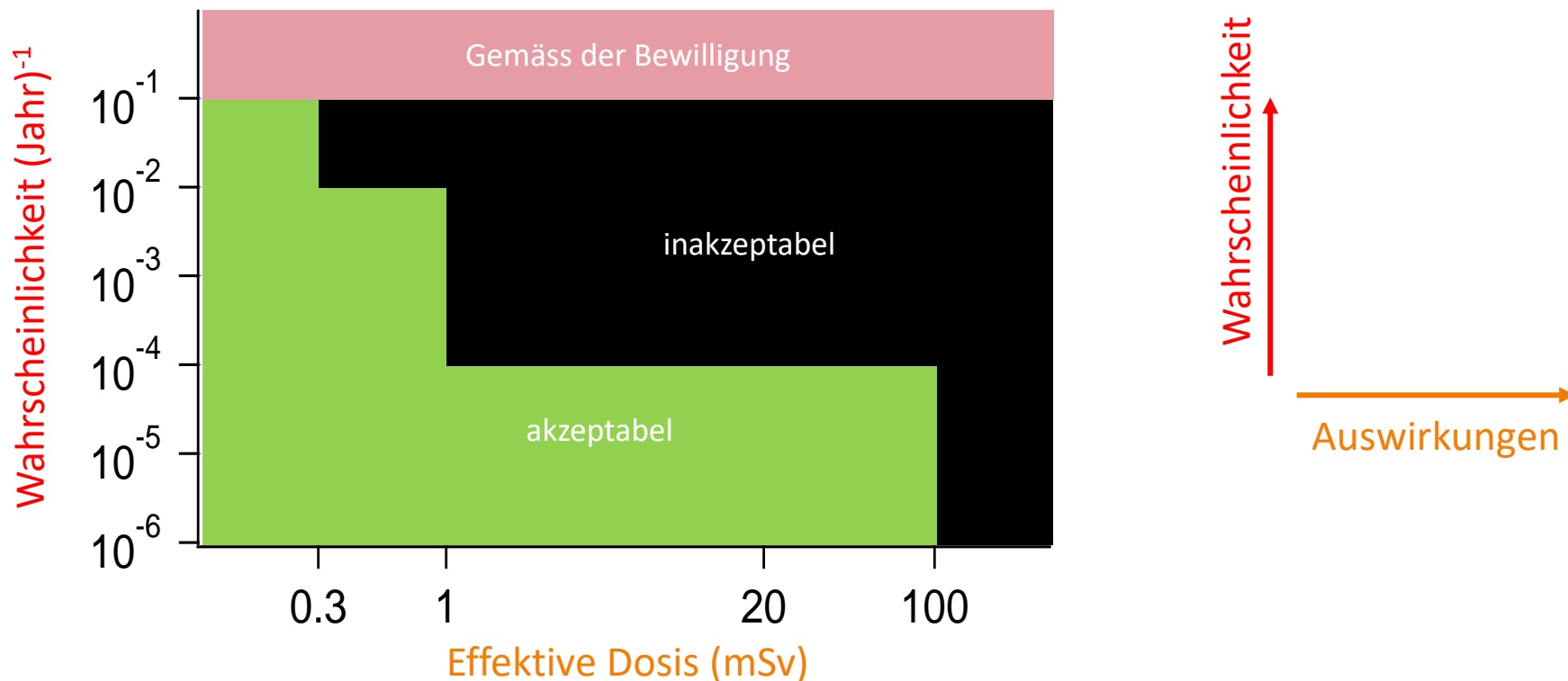
Unsicherheiten

Auswirkungen

Unsicherheiten

Beispiel der Kernkraftwerke in der Schweiz

(nicht natürliche Ereignisse)



Definition und Quantifizierung des Risikos im Strahlenschutz

- Das **absolute Risiko** (AR) bezieht sich auf die Erkrankungsrate in einer Population. Es ist die Inzidenz- oder die Mortalitätsrate aufgrund einer Krankheit in einer exponierten oder nicht exponierten Population. Absolute Risiken variieren in Abhängigkeit zahlreicher Faktoren, einschliesslich grundlegender Variablen (wie Alter und Geschlecht), oder auch aufgrund des Dosisniveaus, wenn die Dosen in der exponierten Bevölkerung ungleich verteilt sind.
- Das **relative Risiko** (RR) entspricht der Erkrankungsrate in einer exponierten Population geteilt durch die Erkrankungsrate in einer nicht exponierten Population. Es wird auch als Ratenverhältnis (rate ratio) bezeichnet. Ein RR von 1,10 bedeutet eine Zunahme von Erkrankungen aufgrund der Strahlung um 10 % im Vergleich zum «normalen» Auftreten. Das RR vergleicht die Wahrscheinlichkeit eines unerwünschten Ereignisses oder einer Krankheit in verschiedenen Gruppen, zum Beispiel einer Gruppe, die an einem Behandlungs- oder Screening-Programm teilnimmt, mit einer Vergleichsgruppe ohne Behandlung oder Screening.
- Das **zusätzliche absolute Risiko** (excess absolute risk, EAR) ist die Differenz in der Erkrankungsrate zwischen einer exponierten und einer nicht exponierten Gruppe. Es wird in der Regel als arithmetische Differenz zwischen der Inzidenz- oder Mortalitätsrate einer Krankheit bei den Exponierten (oder denjenigen, die einem bestimmten Expositionsniveau ausgesetzt sind) und den Nichtexponierten ausgedrückt.
- Das **zusätzliche relative Risiko** (excess relative risk, ERR) ist die Erkrankungsrate in einer exponierten Population geteilt durch die Erkrankungsrate in einer nicht exponierten Population minus 1,0 (d. h. $ERR = RR - 1$). Das ERR ist ein Ausdruck der zusätzlichen Inzidenz- oder Mortalitätsraten unter den Exponierten im Verhältnis zu den zugrunde liegenden (Basis-)Raten.
- Das **zusätzliche Lebenszeitrisko** (lifetime attributable risk, LAR) ist das zusätzliche Risiko eines unerwünschten Ereignisses oder einer Erkrankung, das einer Ursache, wie zum Beispiel Strahlung, zugeschrieben werden kann, ausgedrückt über die gesamte Lebensdauer der exponierten Population.
- Das **Lifetime Baseline Risk** (LBR) ist das kumulative Risiko eines unerwünschten Ereignisses oder einer Erkrankung über die gesamte Lebensdauer, das für eine nicht exponierte Population unter normalen Umständen gilt.

Wahrscheinlichkeit ↑

→ Auswirkungen

Definition und Quantifizierung des Risikos im Strahlenschutz

Das **absolute Risiko** (AR) bezieht sich auf die Erkrankungsrate in einer Population. Es ist die Inzidenz- oder die Mortalitätsrate aufgrund einer Krankheit in einer exponierten oder nicht exponierten Population. Absolute Risiken variieren in Abhängigkeit zahlreicher Faktoren, einschliesslich grundlegender Variablen (wie Alter und Geschlecht), oder auch aufgrund des Dosisniveaus, wenn die Dosen in der exponierten Bevölkerung ungleich verteilt sind.

Das **relative Risiko** (RR) entspricht der Erkrankungsrate in einer exponierten Population geteilt durch die Erkrankungsrate in einer nicht exponierten Population. Es wird auch als Ratenverhältnis (rate ratio) bezeichnet. Ein RR von 1,10 bedeutet eine Zunahme von Erkrankungen aufgrund der Strahlung um 10 % im Vergleich zum «normalen» Auftreten. Das RR vergleicht die Wahrscheinlichkeit eines unerwünschten Ereignisses oder einer Krankheit in verschiedenen Gruppen, zum Beispiel einer Gruppe, die an einem Behandlungs- oder Screening-Programm teilnimmt, mit einer Vergleichsgruppe ohne Behandlung oder Screening.

Das **zusätzliche absolute Risiko** (excess absolute risk, EAR) ist die Differenz in der Erkrankungsrate zwischen einer exponierten und einer nicht exponierten Gruppe. Es wird in der Regel als arithmetische Differenz zwischen der Inzidenz- oder Mortalitätsrate einer Krankheit bei den Exponierten (oder denjenigen, die einem bestimmten Expositionsniveau ausgesetzt sind) und den Nichtexponierten ausgedrückt.

Das **zusätzliche relative Risiko** (excess relative risk, ERR) ist die Erkrankungsrate in einer exponierten Population geteilt durch die Erkrankungsrate in einer nicht exponierten Population minus 1,0 (d. h. $ERR = RR - 1$). Das ERR ist ein Ausdruck der zusätzlichen Inzidenz- oder Mortalitätsraten unter den Exponierten im Verhältnis zu den zugrunde liegenden (Basis-)Raten.

Das **zusätzliche Lebenszeitrisko** (lifetime attributable risk, LAR) ist das zusätzliche Risiko eines unerwünschten Ereignisses oder einer Erkrankung, das einer Ursache, wie zum Beispiel Strahlung, zugeschrieben werden kann, ausgedrückt über die gesamte Lebensdauer der exponierten Population.

Das **Lifetime Baseline Risk** (LBR) ist das kumulative Risiko eines unerwünschten Ereignisses oder einer Erkrankung über die gesamte Lebensdauer, das für eine nicht exponierte Population unter normalen Umständen gilt.

Wahrscheinlichkeit ↑

→ Auswirkungen

Definition von Risiko

Kommunikation

Wissensstand

Ionisierende Strahlung

Empfehlungen

Praktische Beispiele

Notfall-Expositionssituation

Bestehende Expositionssituation

Geplante Expositionssituation



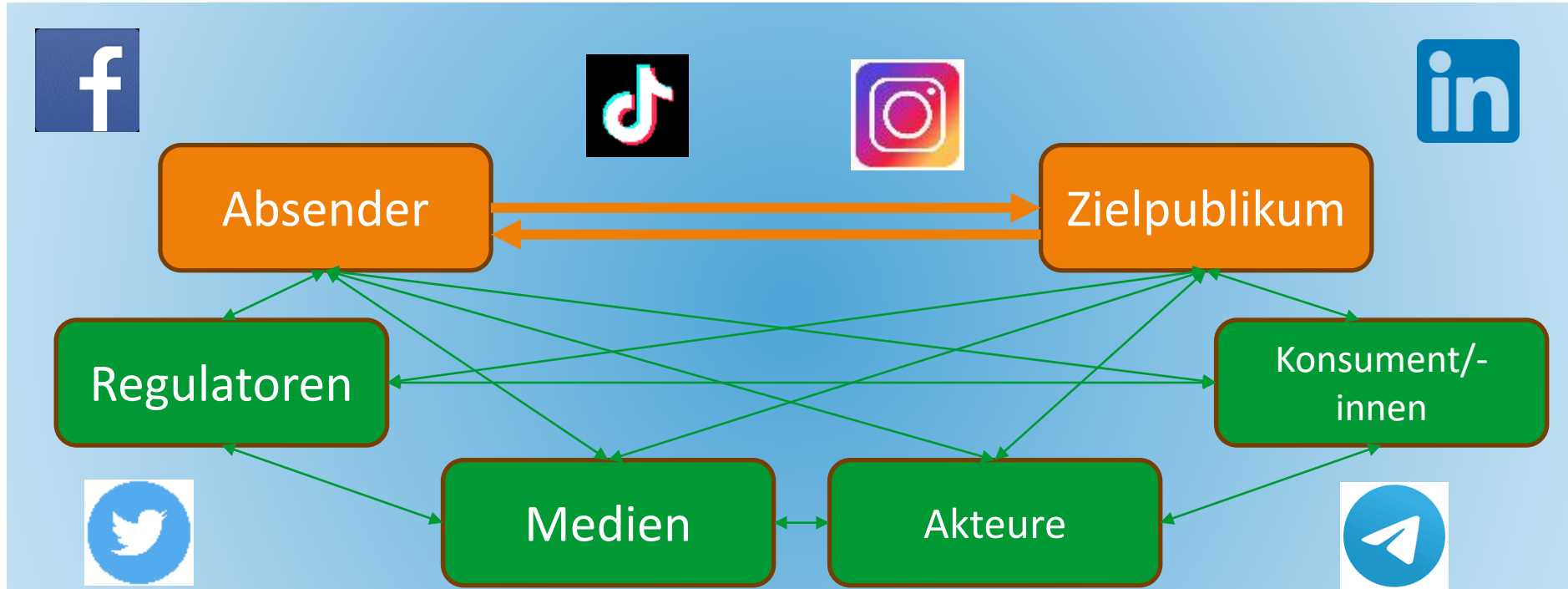
Ideale Kommunikation?



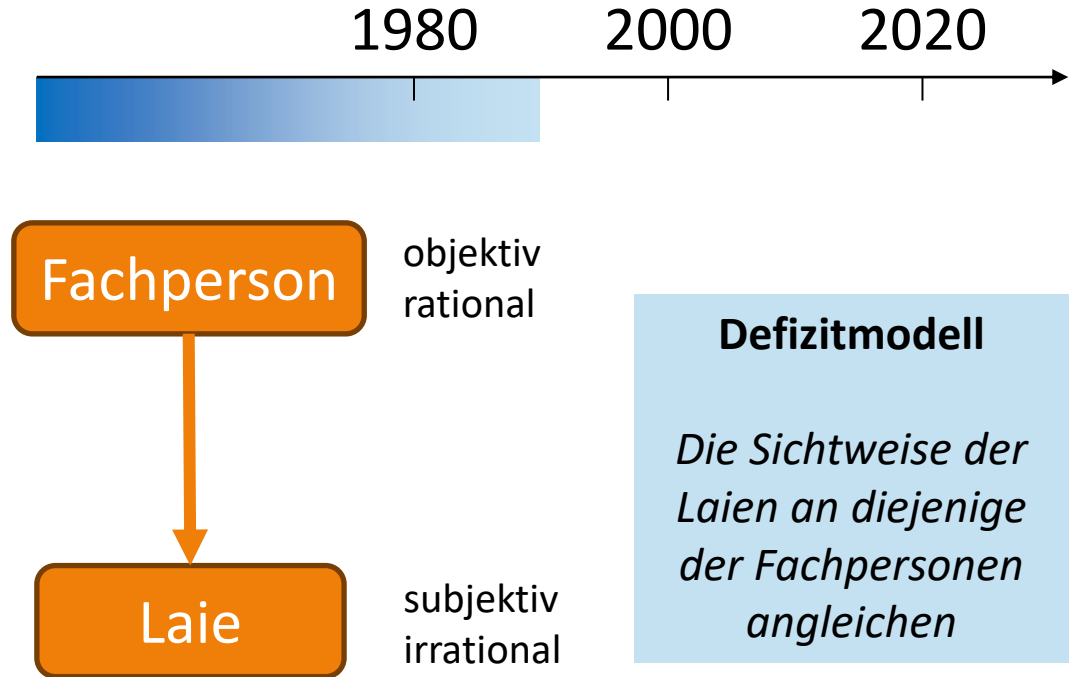
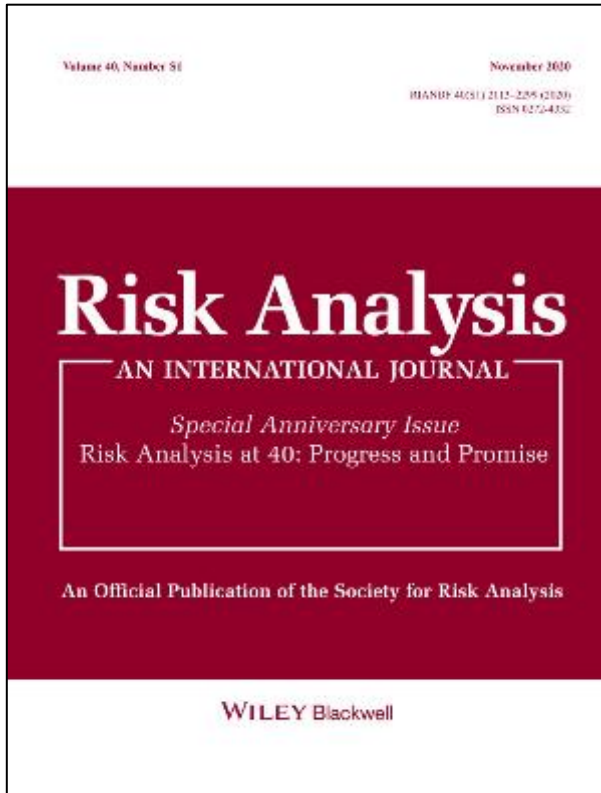
Absender

Zielpublikum

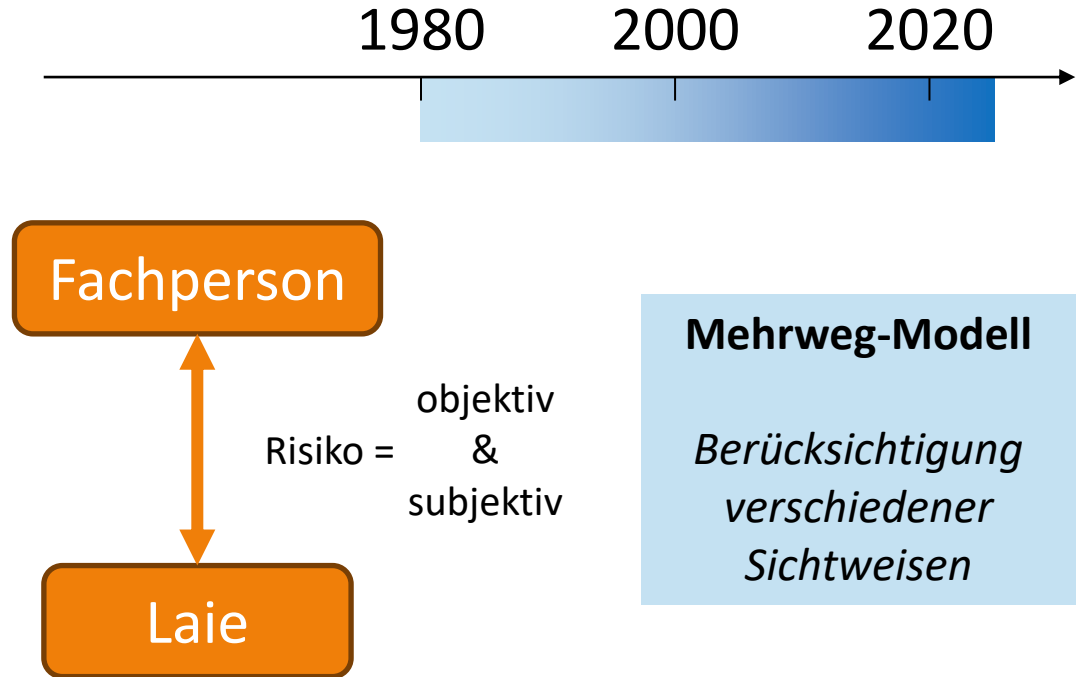
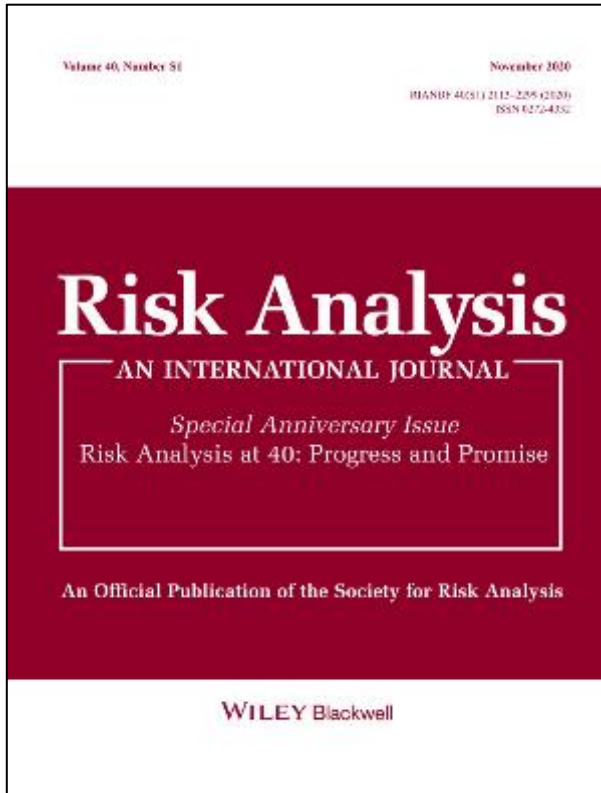
Aktuelle Kommunikation



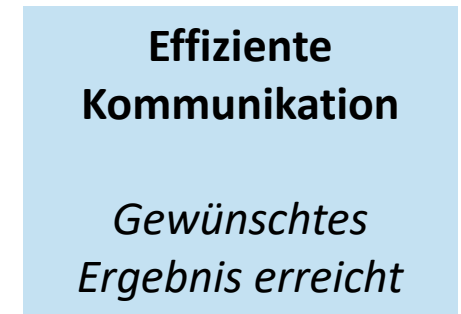
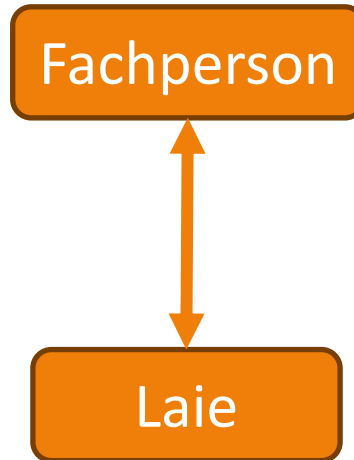
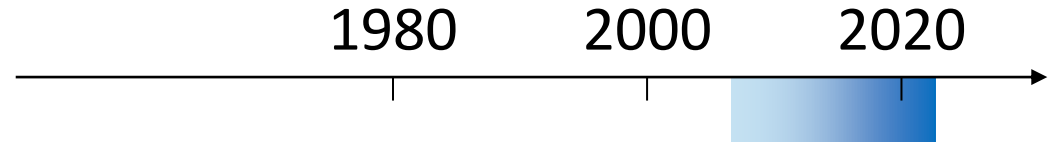
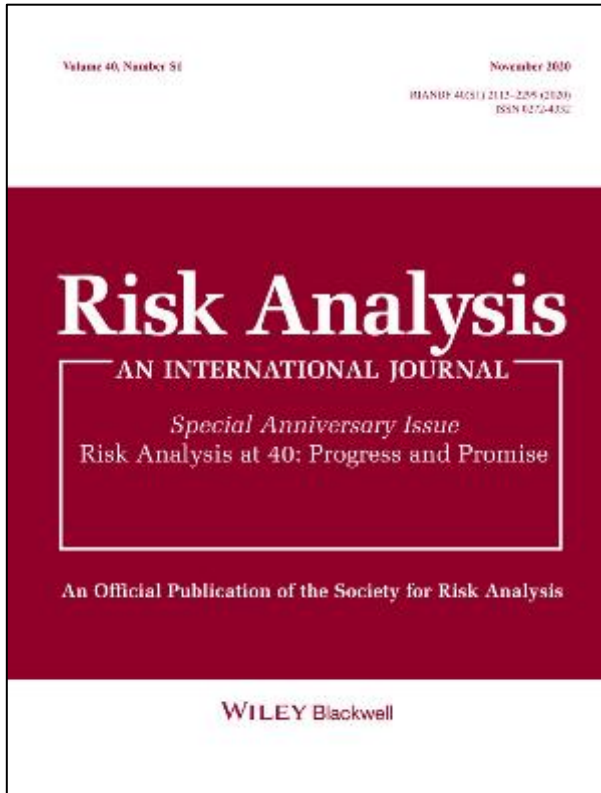
Risikokommunikation: Wissensstand



Risikokommunikation: Wissensstand



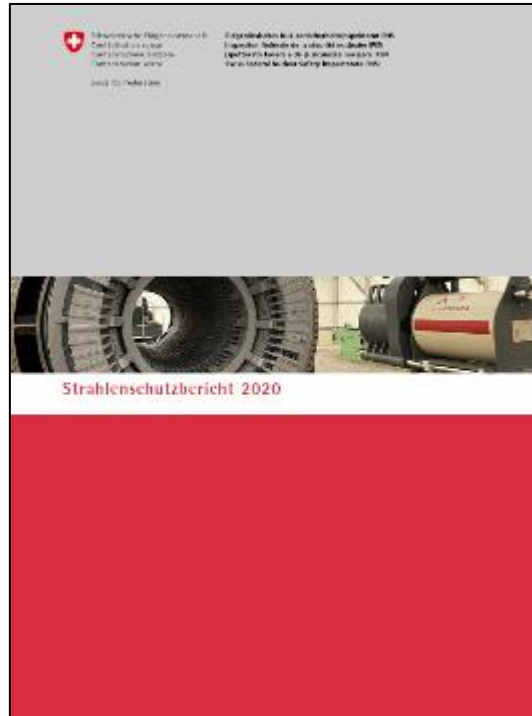
Risikokommunikation: Wissensstand



Normative Argumente

Ehrliche, präzise und transparente **Informationen** (ohne Hintergedanken)

Menschen kennen ihre Interessen selbst am besten.



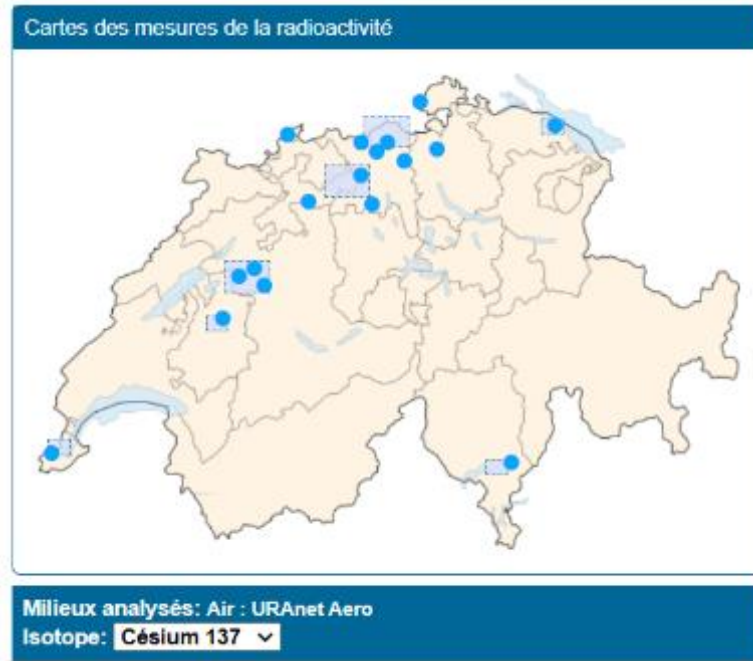
**Effiziente
Kommunikation**

*Gewünschtes
Ergebnis erreicht*

Normative Argumente

Ehrliche, präzise und transparente **Informationen** (ohne Hintergedanken)

Menschen kennen ihre Interessen selbst am besten.



**Effiziente
Kommunikation**

*Gewünschtes
Ergebnis erreicht*

Instrumentelle Argumente

Verschiedene Kanäle = Mittel zur Erreichung eines **Ergebnisses**

Vermittlung von Informationen

Änderung von Überzeugungen

Verhaltensänderung

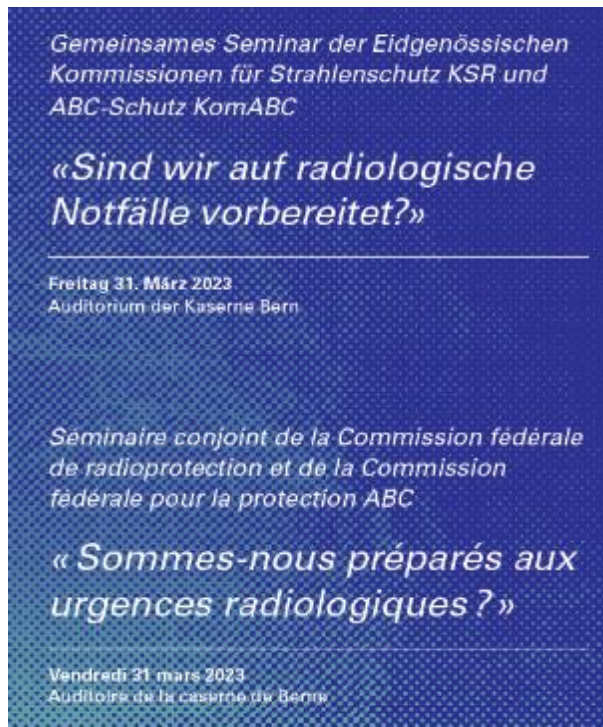
Stärkung des Vertrauensverhältnisses mit der Bevölkerung

**Effiziente
Kommunikation**

*Gewünschtes
Ergebnis erreicht*

Instrumentelle Argumente

Verschiedene Kanäle = Mittel zur Erreichung eines **Ergebnisses**



**Effiziente
Kommunikation**

*Gewünschtes
Ergebnis erreicht*



Inhaltliche Argumente

Einbeziehung Dritter

Einbringung von nicht-institutionalisierten
Kenntnissen und Erfahrungen



**Effiziente
Kommunikation**

*Gewünschtes
Ergebnis erreicht*

Inhaltliche Argumente

Einbeziehung Dritter

Einbringung von nicht-institutionalisierten Kenntnissen und Erfahrungen



INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION

Current Consultations

ICRP routinely solicits comments on most draft documents prior to publication, with the exception of those that are basically compilations of computed values such as specific absorbed fraction values or dose conversion factors.

2023-02-22

Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Members of the Public: Part 1

[Draft Document](#)

Submit your comment before: May 26, 2023

[Submit comment](#)

[Comments](#)

[More info](#)

2023-02-27

Radiological protection in Surface and Near-Surface Disposal of Solid Radioactive Waste

[Draft Document](#)

Submit your comment before: April 7, 2023

[Submit comment](#)

[Comments](#)

[More info](#)

**Effiziente
Kommunikation**

*Gewünschtes
Ergebnis erreicht*

Effiziente
Risikokommunikation
kann umfassen:

normative Argumente

instrumentelle Argumente

inhaltliche Argumente



Es gibt **kein einheitliches,
allgemeingültiges Modell** für die
Risikokommunikation.

Definition von Risiko

Kommunikation

Wissensstand

Ionisierende Strahlung

Empfehlungen

Praktische Beispiele

Notfall-Expositionssituation

Bestehende Expositionssituation

Geplante Expositionssituation



Starke *Vormeinung* und Risikoaversion bezüglich **ionisierender Strahlung**

vermindert, wenn ...



direkter, persönlicher Nutzen
«natürliche» Quelle

medizinisch
 ^{222}Rn

verstärkt, wenn ...



diffuser Nutzen
«nicht natürliche» Quelle

Nuklearindustrie
Bestrahlung von
Lebensmitteln

Was wir wissen und was wir nicht wissen

4.2.1. Unsicherheit

Die Wirkungen von geringen Dosen ionisierender Strahlung sind mit einem beachtlichen Teil an Unsicherheit verbunden, was Nichtfachleuten nicht einfach zu vermitteln ist. Unsicherheit ist nicht synonym mit Nichtwissen. Der Konsens in der wissenschaftlichen Gemeinschaft kann wie folgt zusammengefasst werden [22]:

- Es besteht hoher Konsens darüber, wie strahleninduzierte Gewebeschäden entstehen.
- Es ist ein gewisses Verständnis für die zeitabhängigen Reparaturmechanismen vorhanden.
- Bezüglich stochastischer Effekte ist unser Wissen viel unsicherer.
- Es besteht ein gutes Mass an Konsens bezüglich der Rolle von DNA-Mutationen, aber nicht bezüglich der Krebsentstehung, die als mehrstufiger Vorgang betrachtet wird, bei dem weitere Faktoren wie adaptive Reaktionen, die Wirkung auf das Immunsystem, genomische Instabilität und sog. Bystander-Effekte die Entwicklung ebenfalls beeinflussen können.
- Die Rolle der letztgenannten Faktoren bei tiefen und sehr tiefen Dosen ist Gegenstand der wissenschaftlichen Diskussion, wobei einige Autoren einen Effekt grundsätzlich bezweifeln [23].
- Bei einer Gesamtstrahlendosis unter circa 100 mSv geht die ICRP davon aus, dass die Zunahme der Inzidenz stochastischer Effekte mit einer geringen Wahrscheinlichkeit und proportional zur Zunahme der Strahlendosis auftritt. Dieses sogenannte «Linear non-threshold model» (LNT-Modell), ein Modell der linearen Dosis-Wirkungs-Beziehung ohne Schwellenwert, ist keine wissenschaftlich erwiesene Tatsache, «gilt aber als vernünftige Beurteilung für eine öffentliche Politik, die auf Vermeidung unnötiger Risiken aus Expositionen ausgelegt ist» [24].
- Erbliche Effekte beim Menschen sind gemäss wissenschaftlichem Konsens plausibel, aber viel weniger häufig als die Induktion von Krebs.



Was soll man den Patienten sagen?

NB: Patienten haben auch
das **Recht auf
Nichtwissen!**

Sagen Sie, was **Sie wissen**.
Sagen Sie, was **Sie nicht wissen**.
Sagen Sie, was **Sie denken**.

Unterscheiden Sie klar
zwischen den dreien!

Einfache, verständliche Sprache (*plain language*)

Ursprüngliche Formulierung

*Es wird ein Lungen-
Radiogramm
durchgeführt, um
Tuberkulose
auszuschliessen.*



Einfache, verständliche Formulierung

*Wir röntgen Ihre
Lungen, um
sicherzugehen, dass
Sie keine
Tuberkulose haben.*

Aktiv formulieren und Fachbegriffe vermeiden

Quantifizierung des Risikos

Approximativer Indikator des möglichen Risikos

Approximate indicator of possible risk (ICRP-147)

Wahrscheinlichkeiten und Mikromort

50 Mikromort pro mSv

Vergleiche

Vergleich mit natürlicher Hintergrundstrahlung oder anderen Risiken

Vergleich mit anderen akzeptierten Aktivitäten

Vergleich mit der Nichtverwendung von ionisierender Strahlung

Entfernung zu einer Atombombe

Bananen-Äquivalentdosis

Ampelmodell

Quantifizierung des Risikos

| Effektive Dosis E (mSv) | Nachweis eines Lebenszeitriskos für Krebs | Qualitative Indikatoren | | |
|------------------------------|---|-------------------------|------------------|----------------------|
| | | ICRP Medizin | NCRP generell | BEIR VII generell |
| < 0,1 | Abgeleitet < 10^{-5} aus LNT-Modell | Vernachlässigbar | Vernachlässigbar | Tief |
| 0,1–1 | Abgeleitet 10^{-5} – 10^{-4} aus LNT-Modell | Minimal | Minimal | |
| 1–10 | Abgeleitet 10^{-4} – 10^{-3} aus LNT-Modell | Sehr tief | Gering | |
| 10–100 | Risiko 10^{-3} – 10^{-2} basierend auf LNT-Modell und Epidemiologie | Tief | Tief | |
| 100s | > 10^{-2} basierend auf Epidemiologie | Mässig / Moderat | Akzeptabel | Mittel |

Definition von Risiko

Kommunikation

Wissensstand

Ionisierende Strahlung

Empfehlungen

Praktische Beispiele

Notfall-Expositionssituation

Bestehende Expositionssituation

Geplante Expositionssituation



Feststellung

Wir sind nicht
mehr die einzigen,
die Bescheid
wissen.



Empfehlungen



Die
Risikokommunikation
sollte **vermehrt** in die
Strahlenschutz-
Ausbildung einbezogen
werden.

Empfehlungen



Viele **Fragen**, die bei einem Ereignis gestellt werden, lassen sich **antizipieren**: Wir können uns bereits darauf **vorbereiten**.

Empfehlungen

Die Strahlenschutzfachleute sollen auf die **drei Elemente** des Kommunikationsprozesses achten.

Absender

Vertrauen
Unparteilichkeit
(Unabhängigkeit)
Bescheidenheit

Gestaltung der Botschaft (*framing*)

Ziel aufzeigen
plain language
Quelle & Unsicherheiten nennen
Botschaft intern vortesten
Behörden: untereinander koordinieren!

Zielpublikum

Früh interagieren
Vertrauen einschätzen
Meinungen berücksichtigen
Nicht diskreditieren

Definition von Risiko

Kommunikation

Wissensstand

Ionisierende Strahlung

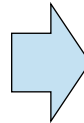
Empfehlungen

Praktische Beispiele

Notfall-Expositionssituation

Bestehende Expositionssituation

Geplante Expositionssituation



- Beschreibung der Situation
- Absender
- Gestaltung der Botschaft
- Wie die Kom erfolgen könnte



7 Anhang – Beispiele von Expositionssituationen in der Schweiz, die eine gute Kommunikation erfordern

Je nach vorliegender Expositionssituation sollten spezifische Aspekte berücksichtigt werden. Im Folgenden werden konkrete Beispiele präsentiert.

Notfall

Fukushima

Die WHO musste über die zusätzlichen Krebsrisiken informieren.

Bestehend

Radon in Wohnräumen
>10 % der gemessenen Gebäude überschreiten den Referenzwert.

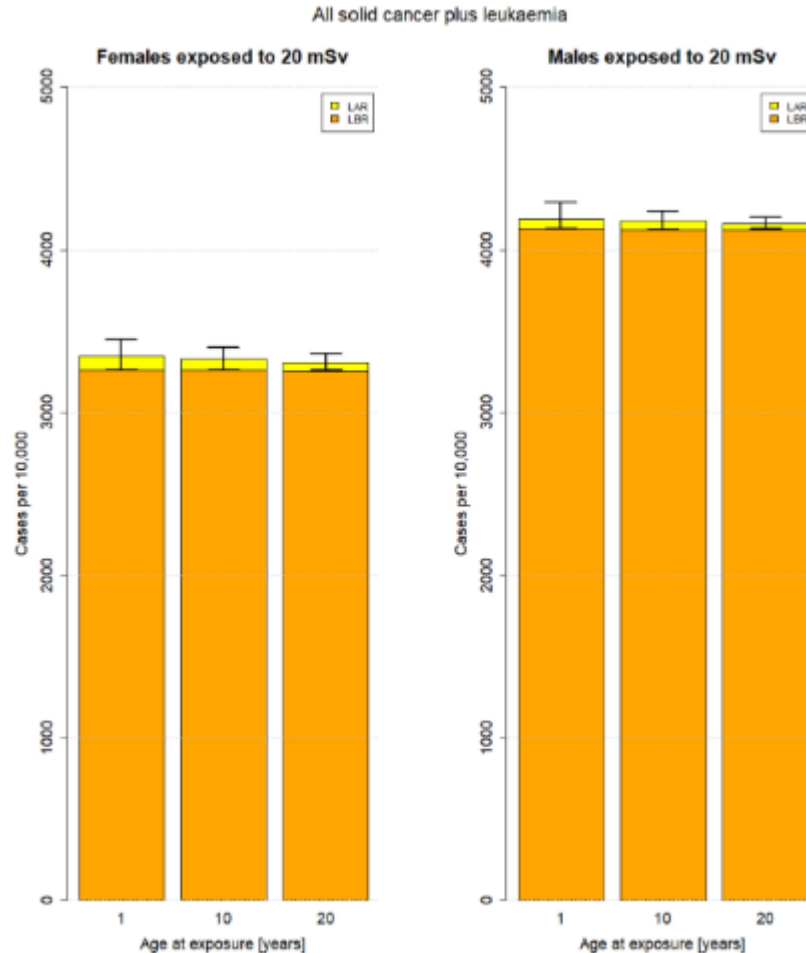
Geplant

Patientenschutzmittel
in der Radiologie
Paradigmenwechsel

Notfall

Fukushima

Die WHO musste über die zusätzlichen Krebsrisiken informieren.



LAR
Lifetime
Attributable
Risk

LBR
Lifetime
Baseline
Risk

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!