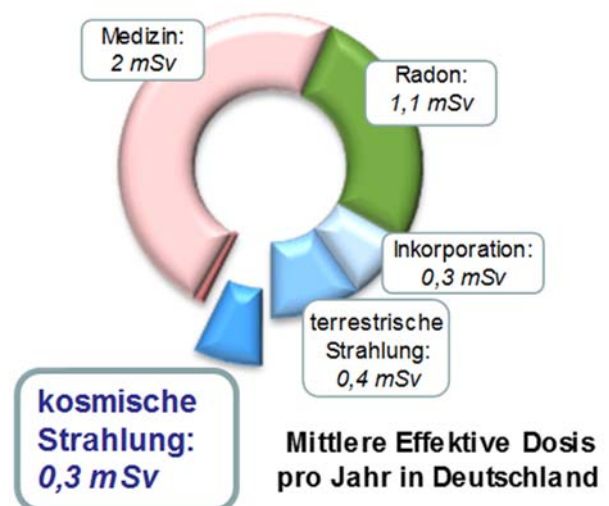


## Strahlung beim Fliegen

Unsere Erde ist einem ständigen Beschuss von subatomaren Teilchen mit enormen Geschwindigkeiten aus dem Weltall ausgesetzt. Die Erdatmosphäre sorgt zwar dafür, dass der Großteil dieser Teilchen nicht bis zu Erdoberfläche gelangt. Dennoch trägt die Strahlung aus dem Weltall, die so genannte kosmische Strahlung, mit einem erheblichen Teil zu unserer natürlichen Strahlenexposition bei. Sie ist größer an höher gelegenen Orten und bei Flügen. Auch das Erdmagnetfeld sowie Schwankungen der Sonnenaktivität beeinflussen die Intensität der kosmischen Strahlung.

### Kosmische Strahlung

- Kosmische Strahlung besteht aus subatomaren Teilchen, die mit **enorm hohen Geschwindigkeiten** auf unsere Erde treffen.
- Die Teilchen stammen **von der Sonne** (solare Strahlung, "Sonnenwind") oder **aus dem Kosmos** (galaktische Strahlung). Im Wesentlichen handelt es sich dabei um Protonen und Heliumkerne.
- Das **Erdmagnetfeld** lenkt den Teilchenstrom teils zu den magnetischen Polen der Erde hin ab und verstärkt dort den Anteil der kosmischen Strahlung, teils schirmt es die Erde jedoch auch gegen den Teilchenstrom ab. An den Polen ist die kosmische Strahlung etwa um 20 % höher, am Äquator 60 % geringer als in mittleren Breiten.
- Die einfallenden Teilchen werden von der Erdatmosphäre "abgebremst". Dabei kommt es zu Kernreaktionen in der Atmosphäre, die zu einer Kaskade von verschiedenen Strahlenarten führen. Auf der Erdoberfläche kommt in erster Linie **Sekundärstrahlung** an.
- Bedingt durch den "Sonnenwind" (solare Strahlung) ist die Intensität der kosmischen Strahlung auch abhängig von der **Sonnenaktivität**. Damit ist auch die Dosis auf der Erde abhängig vom 11-Jahres-Zyklus der Sonnenaktivität.
- Plötzliche intensive Ausbrüche von magnetischer Energie, so genannte "**Solar Flares**" und "**Solar Particle Events**" können in höheren atmosphärischen Schichten (Höhen von ca. 10 bis 15 km) die Strahlungsintensität auf ein Vielfaches erhöhen. Auf der Erdoberfläche ist der Einfluss geringer.



Angaben nach:  
Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)

### Dosis

Die **Effektive Dosis** ist ein Maß für die Strahlengefährlichkeit. Die Maßeinheit ist Millisievert ( $mSv$ ). Mit der Effektiven Dosis lassen sich verschiedene Strahlenarten und Strahlungsquellen vergleichen: Gleiche Werte in  $mSv$  bedeuten gleiches Strahlenrisiko.

1 Mikrosievert ( $\mu Sv$ ) ist gleich 0,001  $mSv$

- In Deutschland erhält man ca. **4  $mSv$  pro Jahr**. Davon ist jeweils etwa die Hälfte auf natürliche Strahlenquellen und auf die Medizin, vor allem durch Röntgenanwendungen, zurückzuführen.
- Mit 0,3  $mSv$  trägt kosmische Strahlung etwa **15 % zur natürlichen Strahlenexposition** bei.

- Mit Hilfe der **Dosisleistung** lässt sich die Strahlungsintensität an einem Ort beschreiben. Sie gibt die Dosis pro Zeit in Mikrosievert pro Stunde ( $\mu\text{Sv/h}$ ) an. Die Dosisleistung ist abhängig von der Höhe.
- Die **Dosisleistung** durch kosmische Strahlung beträgt auf Meereshöhe etwa **0,04  $\mu\text{Sv/h}$** .
- Durch die Wechselwirkungen in der Erdatmosphäre wird die durch kosmische Strahlung verursachte **Dosisleistung mit zunehmender Höhe größer**.

Die folgende Tabelle stellt Werte für die von kosmischer Strahlung verursachten **Dosisleistungen für verschiedene Orte** dar:

Ort (Höhe über NN)	Dosisleistung
Hamburg (0 m)	0,04 $\mu\text{Sv/h}$
Oberwiesenthal (900 m)	0,05 $\mu\text{Sv/h}$
Zugspitze (2962 m)	0,1 $\mu\text{Sv/h}$
Mont Blanc (4810 m)	0,2 $\mu\text{Sv/h}$
Mount Everest (8848 m)	1 $\mu\text{Sv/h}$
Flugzeug (10 km, mittl. Breiten)	4 $\mu\text{Sv/h}^*$
Raumstation	20 $\mu\text{Sv/h}^*$

\* Werte können in Abhängigkeit vom Auftreten von Sonneneruptionen auch deutlich höher sein

## Strahlenexposition bei Flügen

- In Flughöhen von 10 km liegt die Dosisleistung mit **4  $\mu\text{Sv/h}$**  etwa **100-mal höher** als auf Meereshöhe.

### Flugpassagiere:

Ein Flug über den Atlantik (Hin- und Rückflug: ca. 17 Stunden) ergibt eine Effektive Dosis von etwa **0,1 mSv**. Dies entspricht einer Strahlengefährdung etwa wie die einer **Röntgenaufnahme**.

- Bei beruflichen Vielfliegern wie Luftkurieren können jährliche Dosiswerte ähnlich wie denen des Flugpersonals erreicht werden.

Ziel von Frankfurt/M. (Flugdauer)	Dosis [ $\mu\text{Sv}$ ]
Rom (1:45 h)	3 – 6
Gran Canaria (4:35 h)	10 – 18
New York (8:20 h)	32 – 75
Johannesburg (10:40 h)	18 – 30
San Francisco (11:25 h)	45 – 110
Singapur (11:45 h)	28 – 50
Rio de Janeiro (12:30 h)	17 – 28

Quelle: <http://www.helmholtz-muenchen.de/epcard>

- Die Tabelle zeigt deutlich, dass neben dem Einfluss der **Flugdauer** auch die **Flugroute** entscheidend ist. So sind Flüge über den Nordpol (San Francisco) mit einer deutlich höheren Dosis verbunden als Flüge über den Äquator (Johannesburg) bei vergleichbarer Flugdauer.
- Da die Abschirmung der Strahlung in Flugzeugen aus technischen Gründen nicht realisierbar ist, wird der **Strahlenschutz für das fliegende Personal** im Wesentlichen über die Einsatzplanung betrieben. Durch gezielten Wechsel von Binnen- und Interkontinentalflügen kann erreicht werden, dass die Dosis für die Beschäftigten begrenzt wird.

### Flugpersonal:

Das fliegende Personal gehört gemäß der **Strahlenschutzverordnung (StrlSchV)** zu den so genannten "beruflich strahlenexponierten Personen" und ist damit den dort geregelten Strahlenschutzbestimmungen unterworfen. Der Grenzwert für diese Personengruppe ist **20 mSv pro Jahr**.

Die **mittleren Werte** für die Effektive Dosis des fliegenden Personals liegen bei etwa **2 bis 3 mSv pro Jahr**. Anhand von Flugrouten und Flugdaten wird durch Simulationsrechnungen die jährliche Dosis bestimmt.

- Ein online öffentlich zugängliches Dosisberechnungsprogramm ist z.B. EPCARD <http://www.helmholtz-muenchen.de/epcard>.

Mit fundiertem Fachwissen setzen wir uns beständig ein für den Schutz von Mensch und Umwelt vor Gefährdungen durch Strahlung in Medizin, Forschung, Industrie und bei natürlichen Strahlenquellen. Auch bei Not- und Unfällen berät und informiert der Fachverband die Öffentlichkeit

- unabhängig und kompetent.

### Kontakte :

Dr. Norbert Zoubek (FS-Pressesprecher): [presse@fs-ev.org](mailto:presse@fs-ev.org)

Prof. Dr. Joachim Breckow  
Dr. Gerhard Frank  
(Redaktion): [kompakt@fs-ev.org](mailto:kompakt@fs-ev.org)



**Fachverband für Strahlenschutz e.V.**

Für Deutschland und die Schweiz  
Mitgliedsgesellschaft der IRPA  
International Radiation Protection Association