

# Röntgenstrahlung



Die Röntgen-Strahlung liegt, wie man sehen kann, direkt hinter der Frequenz vom sichtbarem Licht. Ich finde es immer wieder erstaunlich, dass unser organische Lichtsensor für diese Frequenzen funktioniert, warum gerade durch die Evolution diese Frequenz priorisiert wurde? Herr Röntgen hat diese Strahlung entdeckt und auch mögliche Anwendungen entwickelt, ob er auch die schädliche Wirkung dieser Strahlen gesehen hat?

## Wilhelm Conrad Röntgen

*W. C. Röntgen*



\* 27. März 1845 in [Lennepe](#), heute [Stadtbezirk](#) von [Remscheid](#);  
† 10. Februar 1923 in [München](#)  
war ein [deutscher Physiker](#) und Hochschullehrer.

1901 war er der erste [Nobelpreisträger für Physik](#) „als Anerkennung des außerordentlichen Verdienstes, das er sich durch die Entdeckung der nach ihm benannten Strahlen erworben hat“. Er selbst hat sie X-Strahlen genannt.

**Röntgenstrahlung** oder **Röntgenstrahlen** sind [elektromagnetische Wellen](#) mit [Quantenenergien](#) oberhalb etwa 100 [eV](#), entsprechend [Wellenlängen](#) unter etwa 10 [nm](#). Röntgenstrahlung liegt im [elektromagnetischen Spektrum](#) im Energiebereich oberhalb des [ultravioletten](#) Lichts.

Röntgenstrahlung entsteht durch zwei verschiedene Vorgänge:

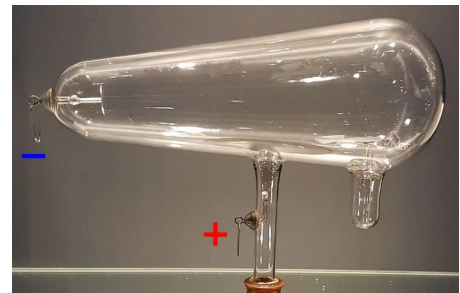
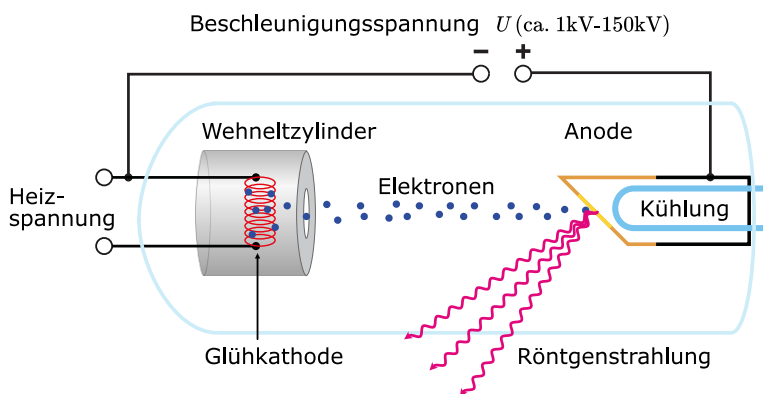
- durch starke [Beschleunigung](#) geladener Teilchen (meistens Abbremsung oder Ablenkung von [Elektronen](#)). Die dabei ausgesandte Strahlung ist die [Bremsstrahlung](#), ihr [Spektrum ist kontinuierlich](#);
- durch hochenergetische Übergänge in den [Elektronenhüllen](#) von [Atomen](#) oder [Molekülen](#). Die dabei ausgesandte Strahlung ist die [charakteristische Röntgenstrahlung](#), sie besitzt stets ein [Linienspektrum](#).

Röntgen-Bremsstrahlung entsteht prinzipbedingt und meist unerwünscht in verschiedenen technischen Geräten wie etwa [Elektronenmikroskopen](#), [Elektronenstrahlschweißgeräten](#) und im Bereich der Leistungsstufen von großen [Radaranlagen](#), wo zum Schalten Elektronenröhren sowie [Magnetrone](#) oder [Amplitrone](#) zur Erzeugung großer Leistung von [nichtionisierender Strahlung](#) eingesetzt werden, die im Betrieb zusätzlich Röntgenstrahlung abgeben.

## Erzeugung von RÖNTGEN-Strahlung

Das Wichtigste auf einen Blick

- In RÖNTGEN-Röhren werden Elektronen stark beschleunigt und treffen dann auf eine Anode aus Metall.
- Die Beschleunigungsspannungen betragen meist zwischen 1KV und 100KV.
- Beim Abbremsen der Elektronen im Anodenmaterial entsteht RÖNTGEN-Strahlung (Bremsstrahlung und Charakteristische Strahlung) und Wärme.
- Die Wellenlänge von RÖNTGEN-Strahlung liegt etwa zwischen 1nm und 1pm.



**Abb.** Aufbau einer RÖNTGEN-Röhre

Als RÖNTGEN-Strahlung bezeichnet man elektromagnetische Strahlung der Wellenlänge etwa zwischen 1nm und 1pm bzw. Photonen, deren Energie zwischen etwa 1keV und 1,5MeV liegt.

RÖNTGEN-Strahlung entsteht typischerweise dann, wenn Elektronen mit großer Geschwindigkeit auf eine Anode aus Metall treffen. Die Elektronen treten in das Anodenmaterial ein und werden dort abgebremst. Dabei wird elektromagnetische Strahlung abgegeben, die oben angesprochene RÖNTGEN-Strahlung.



Röntgen zu Ehren wurde eine Sonderbriefmarke gedruckt!

## Biologische Wirkung

Röntgenstrahlung ist ionisierend. Sie kann dadurch Veränderungen im lebenden Organismus hervorrufen und Schäden bis hin zu Krebs verursachen. Deshalb ist beim Umgang mit der Strahlung der Strahlenschutz zu beachten.

In der Frühzeit der Radiologie waren diese Effekte zunächst noch nicht bekannt, so dass mehrere Ärzte und Forscher erkrankten bzw. verstarben.

**Röntgenstrahlung ist keine radioaktive Strahlung, wie es in einer früheren Fassung hieß, sondern ionisierende elektromagnetische Strahlung. Röntgenuntersuchungen belasten den Körper daher nicht mit radioaktiven Strahlen, es besteht aber eine gewisse Strahlenbelastung.**



Das ist das Röntgen-Bild der Hand seiner Frau, es war eine der ersten Veröffentlichung zu den Röntgen-Strahlungen von Röntgen selbst und ging als Sensation um die Welt: „Einblick in den menschlichen Körper ohne chirurgische Maßnahmen!“



### Typische Strahlenwerte bei Röntgenuntersuchungen:

- **Zahnarzt (Einzelaufnahme):** Ca. 0,005 mSv bis 0,02 mSv.
- **Zahnarzt (Panorama/OPG):** Ca. 0,01–0,015 mSv.
- **Brustkorb/Thorax (in 2 Ebenen):** Ca. 0,1 mSv, teilweise auch geringer angegeben (0,03 mSv).
- **Extremitäten/Gelenke:** Ca. 0,01 mSv.
- **Lendenwirbelsäule (2 Ebenen):** Ca. 0,8–1,8 mSv.
- **Computertomographie (CT) - Ganzkörper:** 10–20 mSv.

### Wichtige Aspekte zur Strahlenbelastung:

- **Nutzen-Risiko-Abwägung:** Eine Röntgenaufnahme erfolgt nur, wenn der medizinische Nutzen das geringe Risiko überwiegt.
- **Vergleich zum Alltag:** Ein Flug von Frankfurt nach New York erzeugt bereits eine Strahlenbelastung von ca. 0,28 mSv.
- **Moderne Technik:** Digitale Röntgengeräte reduzieren die Dosis im Vergleich zu älteren Verfahren erheblich.

Das **Sievert** (Einheitenzeichen: „Sv“) ist die SI-Einheit der Äquivalentdosis. Sie dient im Strahlenschutz zur Quantifizierung von stochastischen Risiken (Krebs und vererbare Defekte) von Strahlenexpositionen infolge ionisierender Strahlung. Sie ist nach dem schwedischen Mediziner und Physiker Rolf Sievert benannt.

Da eine Dosis von 1 Sv ein sehr großer Wert ist, werden die üblicherweise vorkommenden Werte mithilfe eines Vorsatzes für Maßeinheiten (SI-Präfix) in Millisievert (mSv) oder Mikrosievert (µSv) angegeben.

### Definition

Die Maßeinheit Sievert ist definiert als

$$1 \text{ Sv} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}} .$$

Sie hat damit die gleiche Definition wie die Maßeinheit Gray (1 Gy = 1 J/kg), die Einheit der Energiedosis.

Ab **2,5 Sievert** binnen kurzer Zeit kommt es zu medizinischen Problemen. Das ist ein sehr hoher Wert, der nur bei Strahlungsunfällen erreicht wird. Ohne medizinische Hilfe stirbt dann etwa die Hälfte der verstrahlten Menschen, erklärt Atkinson. „Bei guter medizinischer Versorgung kommen hingegen viel weniger Menschen um.“

Ab Kurzzeit-Dosen von **fünf Sievert** gibt es kaum Überlebende.

Ab **zehn Sievert** ist der Tod nahezu unausweichlich.

### Arbeiter setzen Leben aufs Spiel

#### 1 Röntgen (1R)

entspricht in der Praxis der Röntgendiagnostik (für Photonenstrahlung) in etwa **0,01 Sievert (Sv)** bzw. **10 Millisievert (mSv)**

Die Einheit Röntgen wurde ab 1978 durch das Sievert abgelöst.

Röntgenstrahlung ist prinzipiell schädlich, da sie als ionisierende Strahlung Zellen und DNA schädigen kann

. Bei den geringen Dosen in der medizinischen Diagnostik ist das Risiko jedoch sehr gering und der Nutzen überwiegt meist. Die Strahlenbelastung wird so niedrig wie möglich gehalten, dennoch besteht ein minimales, langfristiges Krebsrisiko.

## Wichtige Fakten zur Schädlichkeit von Röntgenstrahlung:

- **Risiko:** Die Strahlung kann das Erbgut verändern und langfristig das Krebsrisiko erhöhen.
- **Dosisabhängigkeit:** Das Risiko steigt mit der Höhe und Häufigkeit der Strahlendosis.
- **Unterschiedliche Untersuchungen:** Ein Zahnrontgen hat eine sehr geringe Dosis, während eine CT des Kopfes deutlich höher liegt (ca. 12 Monate natürliche Strahlenbelastung)

