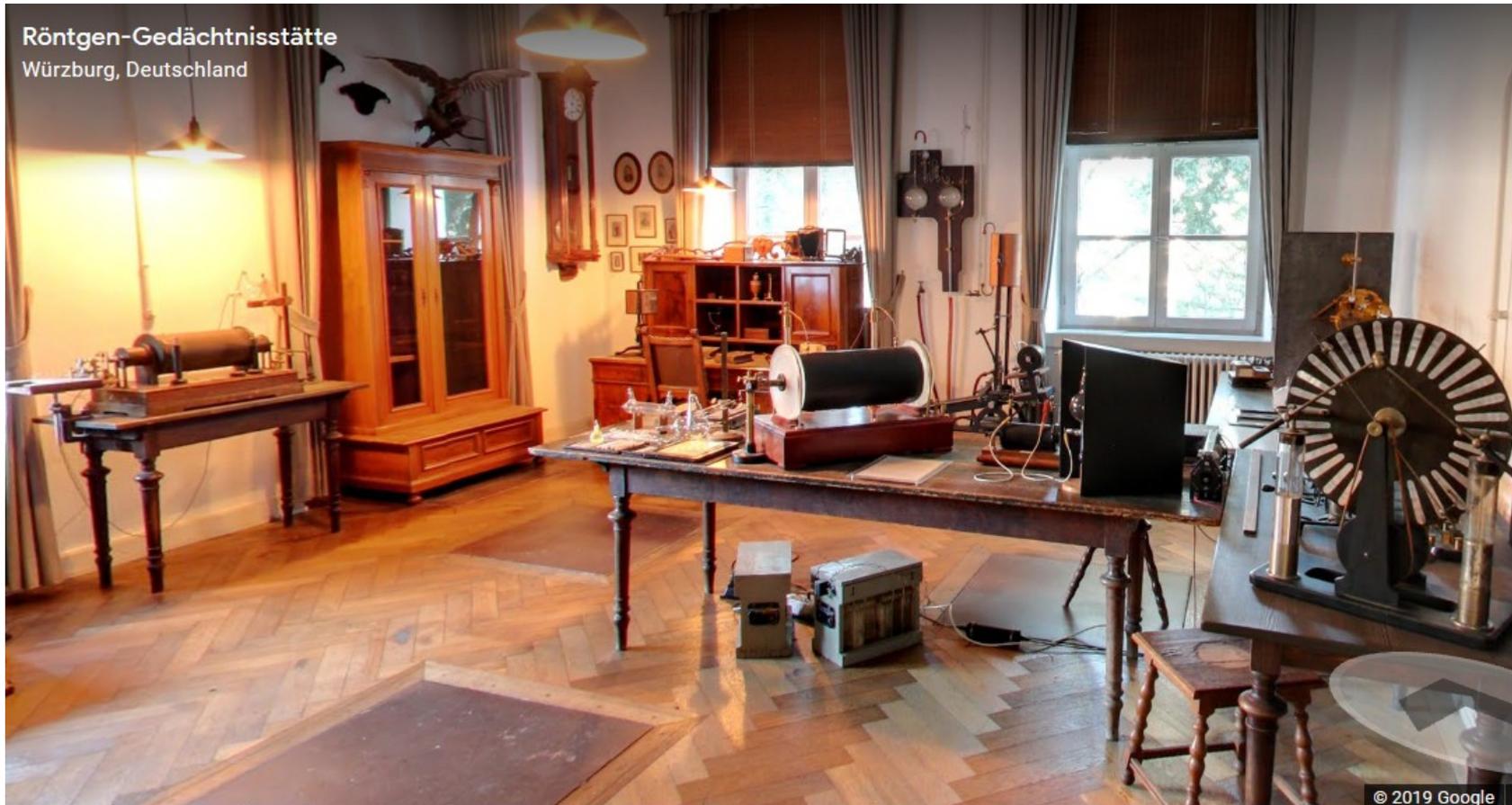


Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgenstrahlung nach StrSchV



Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgenstrahlung nach StrSchV

Bezug:

vor 1.1.2019:

Verordnung über den Schutz vor Schäden
durch Röntgenstrahlung (RöV)

- vom 8. Januar 1987
- Neufassung vom 30. April 2003
- geändert am 4. Oktober 2011

ab 1.1.2019:

neue Strahlenschutzverordnung

- beinhaltet praktisch 1:1 die alte RöV

Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgenstrahlung nach StrSchV

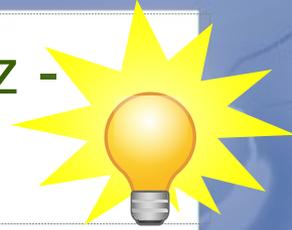
Die StrSchV gilt für

- Röntgengeräte
- Störstrahler

bei Beschleunigung von Elektronen
mit Energien

von 5 keV bis 1 MeV

Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgenstrahlung nach StrSchV



Wann kann Röntgenstrahlung entstehen ?

- stark beschleunigte Elektronen
 - treffen im Vakuum / nahezu Vakuum
- auf Materie, bevorzugt auf Metalle

- Detektion mit GM-Zählrohr!
(Edelgas mit erhöhtem Druck,
höhere WW-Wahrscheinlichkeit ...!)

Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgenstrahlung nach StrSchV

Röntgengeräte:

- Einrichtung zum Zweck der Erzeugung von Röntgenstrahlung
- z.B. Schulröntgengerät

Störstrahler:

- erzeugen Röntgenstrahlung, ohne zu diesem Zweck betrieben zu werden
- z.B. Oszilloskop, Röhrenfernseher

Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgen

<p>1. Ausnahme / ohne Genehmigung, wenn 4 Bedingungen erfüllt:</p> <p>(alte) Röhren-Fernsehgeräte!</p>	<ul style="list-style-type: none">• $U_B \leq 30 \text{ kV}$• Ortsdosisleistung bei Normalbetrieb in 0,1 m Abstand zur berührbaren Oberfläche $\leq 1 \mu\text{Sv} / \text{h}$• Hinweis „Röntgenstrahlen“• Spannung \leq Höchstwert vom Hersteller
<p>2. Ausnahme / ohne Genehmigung, wenn zwei Bedingungen erfüllt:</p>	<ul style="list-style-type: none">• $U_B \leq 30 \text{ kV}$• Bauartzulassung liegt vor
<p>3. Ausnahme / ohne Genehmigung, wenn drei Bedingungen erfüllt:</p> <p>Röhrenfernseher der letzten Generation!</p>	<ul style="list-style-type: none">• Kathodenstrahlröhre zur Bilderzeugung• $U_B \leq 40 \text{ kV}$• Ortsdosisleistung bei Normalbetrieb in 0,1 m Abstand zur berührbaren Oberfläche $\leq 1 \mu\text{Sv} / \text{h}$

Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgenstrahlung nach StrSchV

Beispiele aus der Physiksammlung ...

- Entladungsröhren: 5 kV beachten!



Sicherheitshinweise

Nur Netzteile mit berührungs-ungefährlicher Spannung verwenden, z.B. 521 70

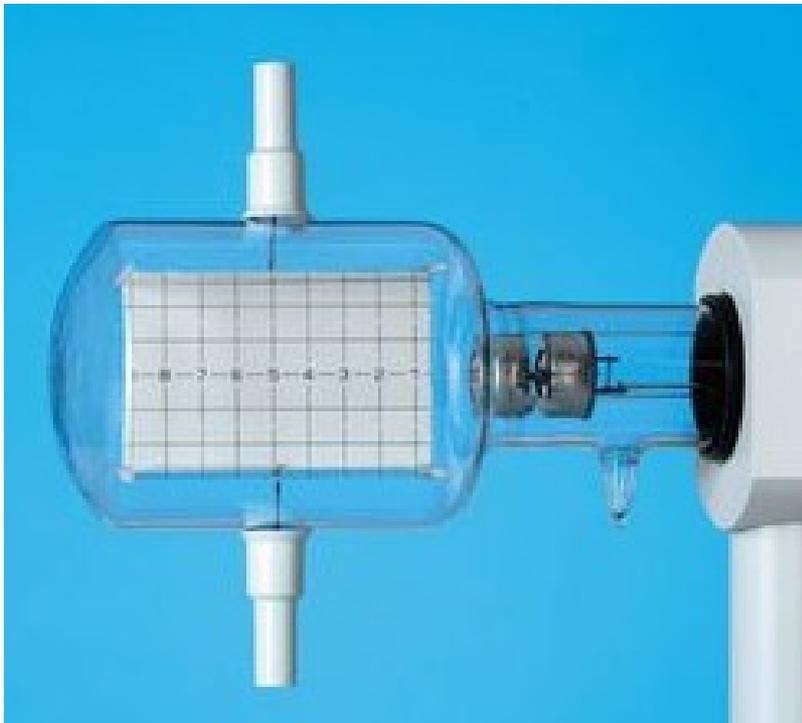
Bei Betrieb der Spektralröhren mit Hochspannungen über 5 kV wird Röntgenstrahlung erzeugt.

- Spektralröhre nur mit Hochspannungen bis 5 kV betreiben.

Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgenstrahlung nach StrSchV - Beispiele

Elektronenablenkröhre:

5 kV beachten (oder 10 kV?)!



Sicherheitshinweise

Bei Betrieb der Elektronenablenkröhre mit Hochspannungen über 5 kV wird Röntgenstrahlung erzeugt. Deren Dosisleistung liegt unter dem zulässigen Grenzwert der Röntgenverordnung, wenn die angegebenen strombegrenzten Hochspannungs-Netzgeräte 10 kV (521 70) verwendet werden.

Die angegebene Beschaltung der Elektronenablenkröhre mit Anode auf Erdpotential erfordert eine hochspannungsfeste Spannungsquelle für die Kathodenheizung.

- Elektronenablenkröhre nur mit Anodenspannungen U_A bis 5 kV betreiben.
- Als Spannungsquellen für Anoden- und Plattenspannung nur Hochspannungs-Netzgeräte 10 kV (521 70) verwenden.

Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgenstrahlung nach StrSchV - Beispiele

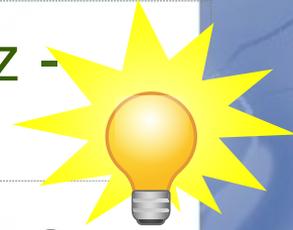
Hochspannungsspule: liefert 10,5 kV und
Elektronen werden damit beschleunigt,
aber ...



1 Sicherheitshinweise

- Vorsicht beim Experimentieren mit Hochspannung!
Sekundärseitige Schaltung nicht berühren.
Kabel auf der Sekundärseite so führen, daß sie Experimentiergeräte und Tischplatte nicht berühren.
- Versuchsdauer max. 3 min, bei der Demonstration eines automatisch zündenden und löschenden Lichtbogens max. 1 min.
Abkühlpause \geq 5 min.
- Sekundärseitig stets Hörner-Elektroden zur Ableitung von Überspannungen verwenden (Abb. 2.1/2) oder unterteilte Funkenstrecke (587 46) parallel zum Hochspannungsausgang schalten.

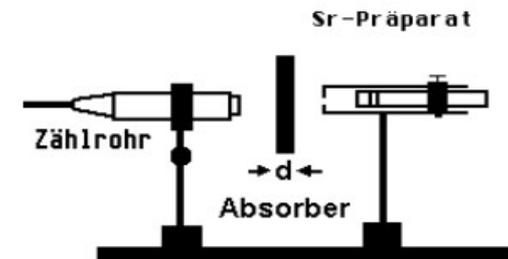
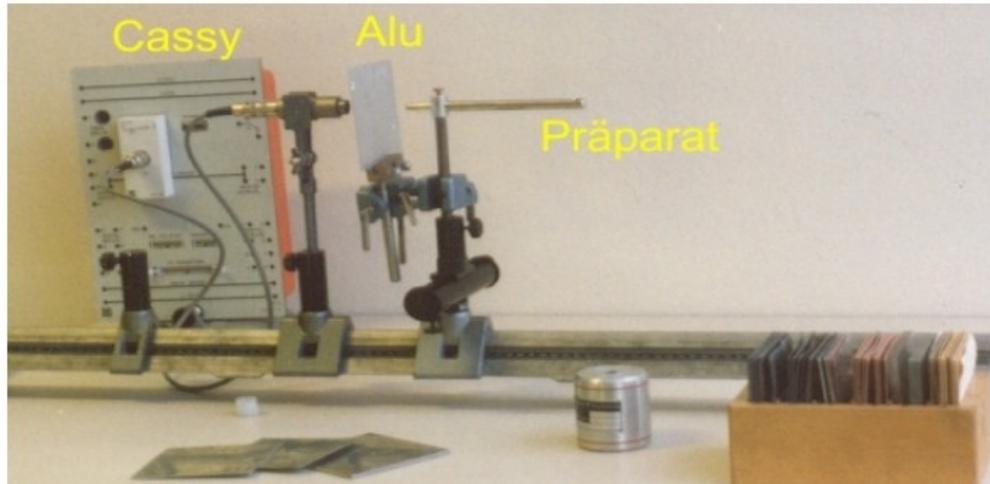
Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgenstrahlung nach StrSchV



Wo entsteht sonst Röntgenstrahlung?

Absorption von β -Strahlung in Aluminium

Versuchsaufbau:



Man untersucht die Zählrate (Torzeit z.B. 100s; um Nullrate bereinigt) in Abhängigkeit von der Dicke d des Absorbers.

Beide Abbildungen:
© Joachim Herz Stiftung, www.leifi.de

Das Sr-90-Präparat ist ein Betastrahler mit Energien bis zu 546 keV,
Folgeprodukte bis ca. 2,3 MeV (kontinuierliche Energiespektren)

Versuchsauswertung „Halbwertsdicke“

Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz – Röntgenstrahlung nach StrSchV

Röntgengeräte:

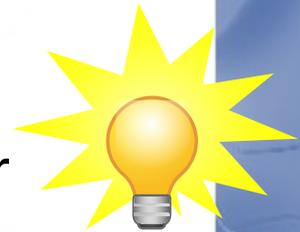
- in Schule NUR
 „Schulröntgengeräte“
- also „Vollschutzgeräte“ bei denen die vom Hersteller angegebenen max. Betriebsbedingungen nicht überschritten werden können



Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgenstrahlung nach StrSchV

Vollschutz- / Schulröntgengeräte:

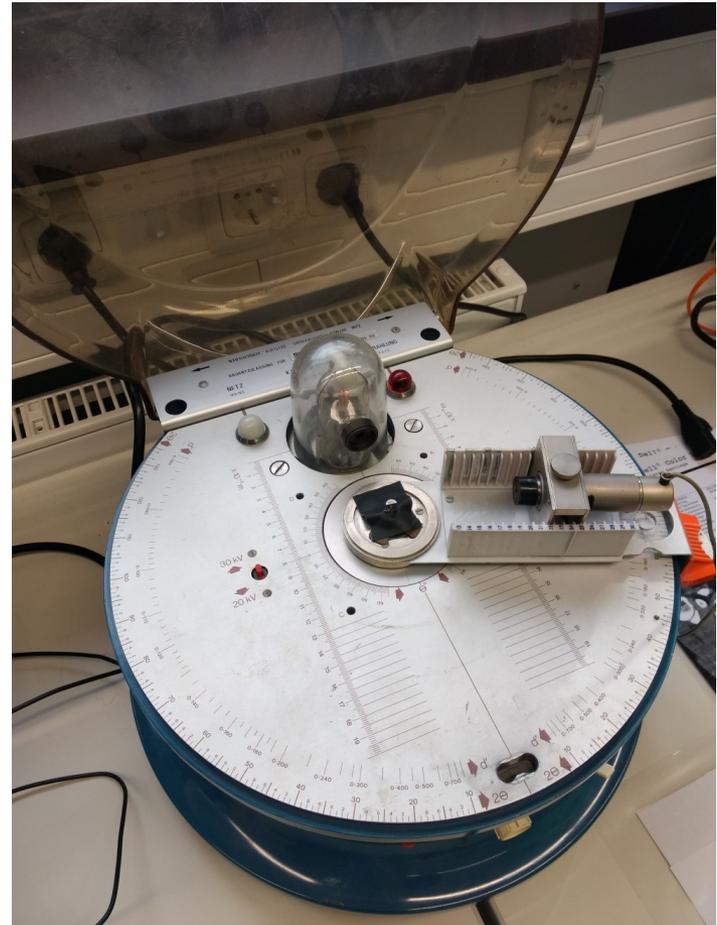
- Ortsdosisleistung im Abstand von 0,1 m von der berührbaren Außenfläche des Schutzgehäuses
- $\leq 3 \mu\text{Sv/h}$ (früher $7,5 \mu\text{Sv/h}$) bei maximalen Betriebsbedingungen
- Betrieb nur bei vollständig geschlossenem Schutzgehäuse und zwei voneinander unabhängigen Schutzvorrichtungen möglich
- vom Hersteller angegebene maximale Betriebsbedingungen können nicht überschritten werden



Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgenstrahlung nach StrSchV - Beispiele

Röntgengerät P:

- zunächst: Bauartzulassung NW 54/75
- BAZ wurde 1989 widerrufen
- Wiederinbetriebnahme nach Nachrüstung möglich
- Neue BAZ: NW 557/89 RÖ
- im Bild: Gerät an RWTH Aachen
- durch TÜV-Prüfer stillgelegt trotz neuer BAZ
- bitte Vorsicht mit diesem Gerät (englisches Fabrikat)



Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgenstrahlung nach StrSchV - Beispiele

z.B. Röntgengerät LD 554 800:

- ✓ Schulröntgeneinrichtung / Vollschutzgerät mit BAZ BfS 05/07 V/Sch RöV, verlängert 2017
- ✓ Dosisleistung in 10 cm Abstand: $< 1 \mu\text{Sv/h}$
- ✓ Je zwei unabhängige und überwachte Sicherheitskreise für Türe
Röhrenstrom

Also: Alle Kriterien nach
StrSchV erfüllt.

Aber bitte beachten ...



Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgenstrahlung nach StrSchV - Beispiele

Röntgengerät LD 554 800 Bedienungsanleitung:

Sicherheitshinweise

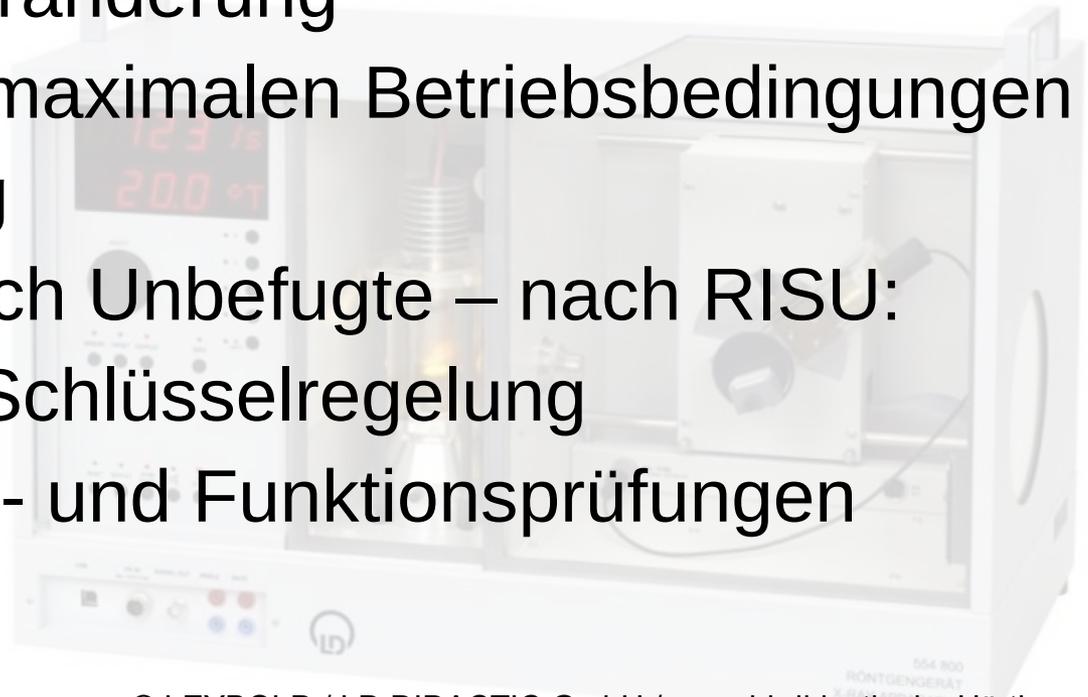
Im Röntgengerät kann ionisierende Strahlung mit einer Dosisleistung im Strahlkegel der Röntgenröhre von über 10 Sv/h erzeugt werden. Diese Dosisleistung kann bereits bei kurzen Expositionszeiten lebendes Gewebe schädigen. Durch die werksseitig eingebauten Schutz- und Abschirmmaßnahmen ist die Dosisleistung außerhalb des Röntgengerätes auf unter 1 μ Sv/h reduziert, ein Wert, der in der Größenordnung der natürlichen Strahlenbelastung liegt. Wegen der hohen Dosisleistung im Inneren des Röntgengerätes unterliegt das Röntgengerät einer besonderen Sorgfaltspflicht des Betreibers.

Das Röntgengerät entspricht den Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte nach DIN EN 61010 Teil 1 und ist nach Schutzklasse I aufgebaut. Es ist für den Betrieb in trockenen Räumen

Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgenstrahlung nach StrSchV

Unsere Pflichten:

- Beachtung der Bauartzulassung
- Keine Geräteveränderung
- Einhaltung der maximalen Betriebsbedingungen
- Inventarisierung
- Kein Zugriff durch Unbefugte – nach RISU:
Schlüsselregelung
- Unversehrtheits- und Funktionsprüfungen



Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgenstrahlung nach StrSchV

Eine Schulröntgeneinrichtung ist:

- bauartzugelassen
- anzeigepflichtig
- genehmigungsfrei

Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgenstrahlung nach StrSchV

Bundesamt für Strahlenschutz

Bauartzulassung:

- Antragstellung des Herstellers nach Vorlage des Prüfberichts eines Sachverständigen der PTB
- Entscheidung durch das Bundesamt für Strahlenschutz
- Befristung auf höchstens 10 Jahre
- Bekanntmachung im Bundesanzeiger

Bekanntmachung

gemäß § 11 der Röntgenverordnung (RöV)

Vom 21. Februar 2007

Gemäß den §§ 8 ff. RöV vom 8. Januar 1987 (BGBl. I S. 114) in der Fassung

Bekanntmachung vom 30. April 2003 (BGBl. I S. 604) wird die Bauart der folgenden

Vorrichtung zugelassen:

Bezeichnung der Vorrichtung: Röntgeneinrichtung

als Vollschutzgerät nach Anlage 2 Nr. 3 RöV

als Schutzgerät nach Anlage 2 Nr. 4 RöV

Typ/Firmenbezeichnungen: 554800 (Katalognummer)

Inhaber der Zulassung/Hersteller der Vorrichtung:

LD Didactic GmbH

Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgenstrahlung nach StrSchV

Pflichten des Zulassungsinhabers

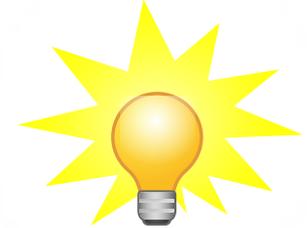
- Durchführung einer Qualitätskontrolle (Stückprüfung) vor Abgabe der Vorrichtung
- Überwachung der Qualitätskontrolle durch einen Sachverständigen
- Kennzeichnung des Geräts
- Aushändigung einer Kopie des Zulassungsscheins und der Betriebsanleitung an den Erwerber

Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgenstrahlung nach StrSchV

Betrieb einer Röntgeneinrichtung
bedeutet:

- Eigenverantwortliches Verwenden oder
- Bereithalten einer Röntgeneinrichtung
zur Erzeugung von Röntgenstrahlung.

Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgenstrahlung nach StrSchV



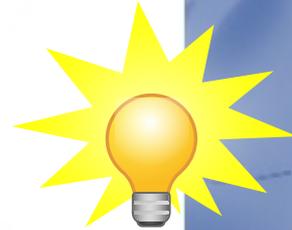
Pflichten des Betreibers (wir!)

- Anzeige bei der zuständigen Bezirksregierung (Köln) spätestens vier (vor 2019: zwei) Wochen vor Inbetriebnahme mit Kopie des Zulassungsscheins und den Fachkundenachweisen (Ersterwerb und Aktualisierungen!)
- Bereithaltung des Zulassungsscheins und der Betriebsanleitung (Gebrauchsanweisung)

Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgenstrahlung nach StrSchV

Weitere Pflichten des Betreibers

- Überprüfung durch einen Sachverständigen in Zeitabständen von längstens 5 Jahren (auf Initiative (und Kosten) der Schule)
- Einstellung des Betriebs, wenn
 - die Bauartzulassung zurückgenommen oder widerrufen wird
 - die Vorrichtung nicht mehr den im Zulassungsschein bezeichneten Merkmalen entspricht.



Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgenstrahlung nach StrSchV

Strahlenschutzbeauftragte

- teilen Mängel unverzüglich dem Strahlenschutzverantwortlichen - Schulleitung – mit
- Im Zusammenhang mit Unterricht an Schulen dürfen nach StrSchV 2019 mit dem Röntgengerät auch eingewiesene Lehrkräfte tätig werden
(auch: eingewiesene Lehrkräfte – ... wir raten ab!)
- Schüler dürfen in Anwesenheit (im Raum) und unter Aufsicht eines SSB oder einer eingewiesenen Lehrkraft mitwirken.

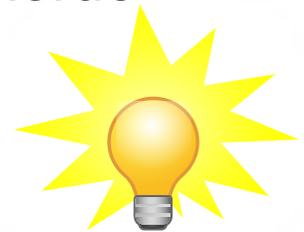
Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz - Röntgenstrahlung nach StrSchV

Strahlenschutzanweisung

- KANN erlassen werden: z.B. Organisation des Betriebs, Führung eines Betriebsbuches, Nachweis Funktionsprüfungen, Wartungen
- MUSS erlassen werden, wenn die zuständige Behörde dies verlangt

Einweisung

- durch qualifizierte Person des Herstellers für alle beim Betrieb des Gerätes beteiligten Personen („Tradition“)
- an Hand deutscher Bedienungsanleitung, die beim Gerät verbleibt



Einsatzmöglichkeiten im Unterricht

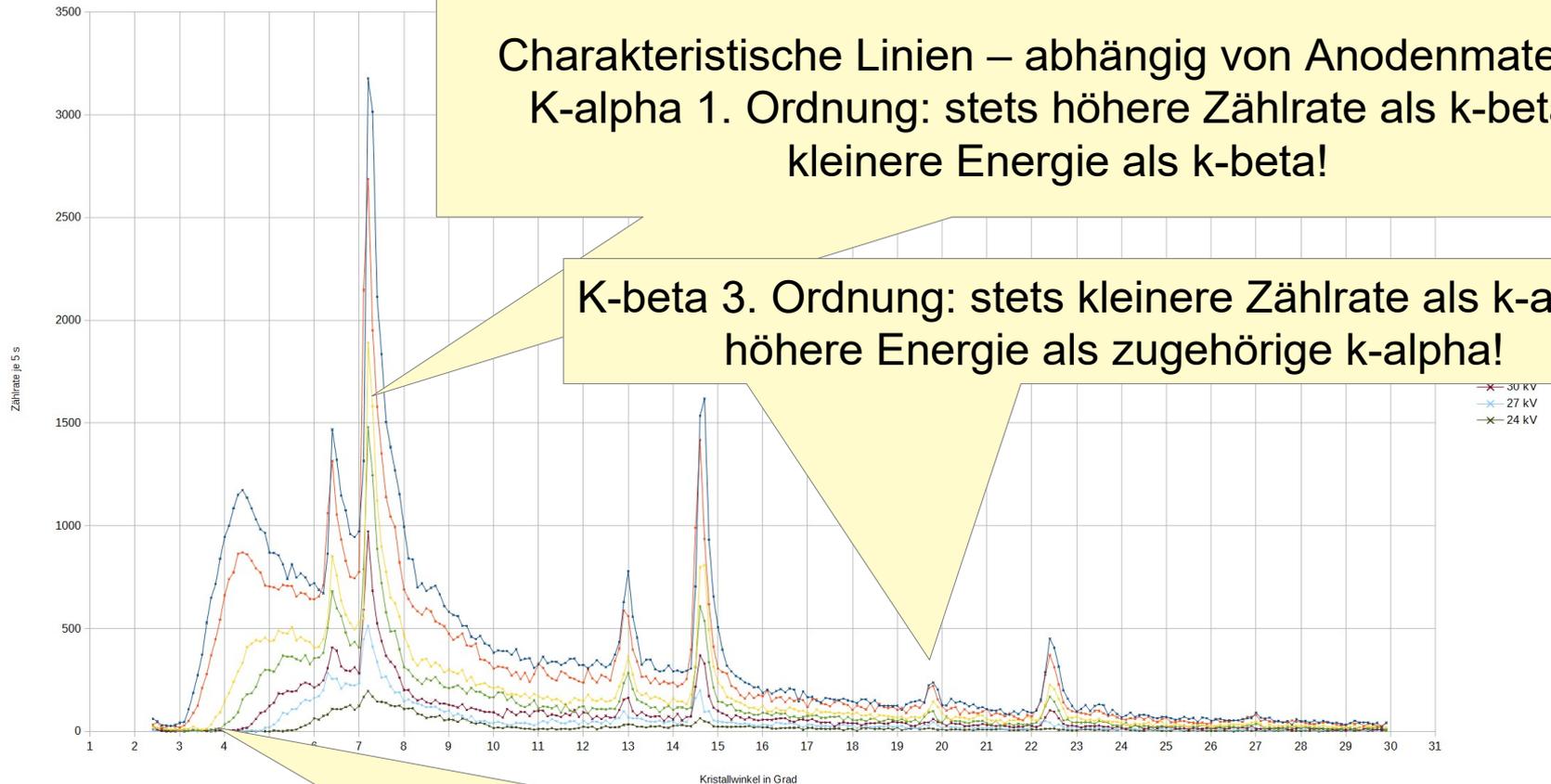
- ✓ Durchstrahlung und Röntgenphotographie
- ✓ material- und dickenabhängige Schwächung
- ✓ Kontinuum und charakteristische Linien
- ✓ Schalenmodell des Atoms und Feinstruktur
- ✓ energieabhängige Absorption und K-Kanten
- ✓ Moseley-Gesetz und Rydbergfrequenz
- ✓ Compton-Effekt

Einsatzmöglichkeiten im Unterricht

- ✓ h-Bestimmung aus den Grenzwellenlängen (Duane-Hunt)
- ✓ Bragg-Reflexion zur Bestimmung der Gitterebenenabstände in verschiedenen Kristallen
- ✓ Laue- und Debye-Scherrer-Aufnahmen
- ✓ ...

Beispiel für Röntgenspektren - an NaCl-Kristall mit Molybdän-Anode

Röntgenspektren an NaCl (100) bei verschiedenen Beschleunigungsspannungen

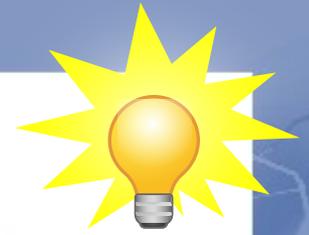


Charakteristische Linien – abhängig von Anodenmaterial
K-alpha 1. Ordnung: stets höhere Zählrate als k-beta;
kleinere Energie als k-beta!

K-beta 3. Ordnung: stets kleinere Zählrate als k-alpha;
höhere Energie als zugehörige k-alpha!

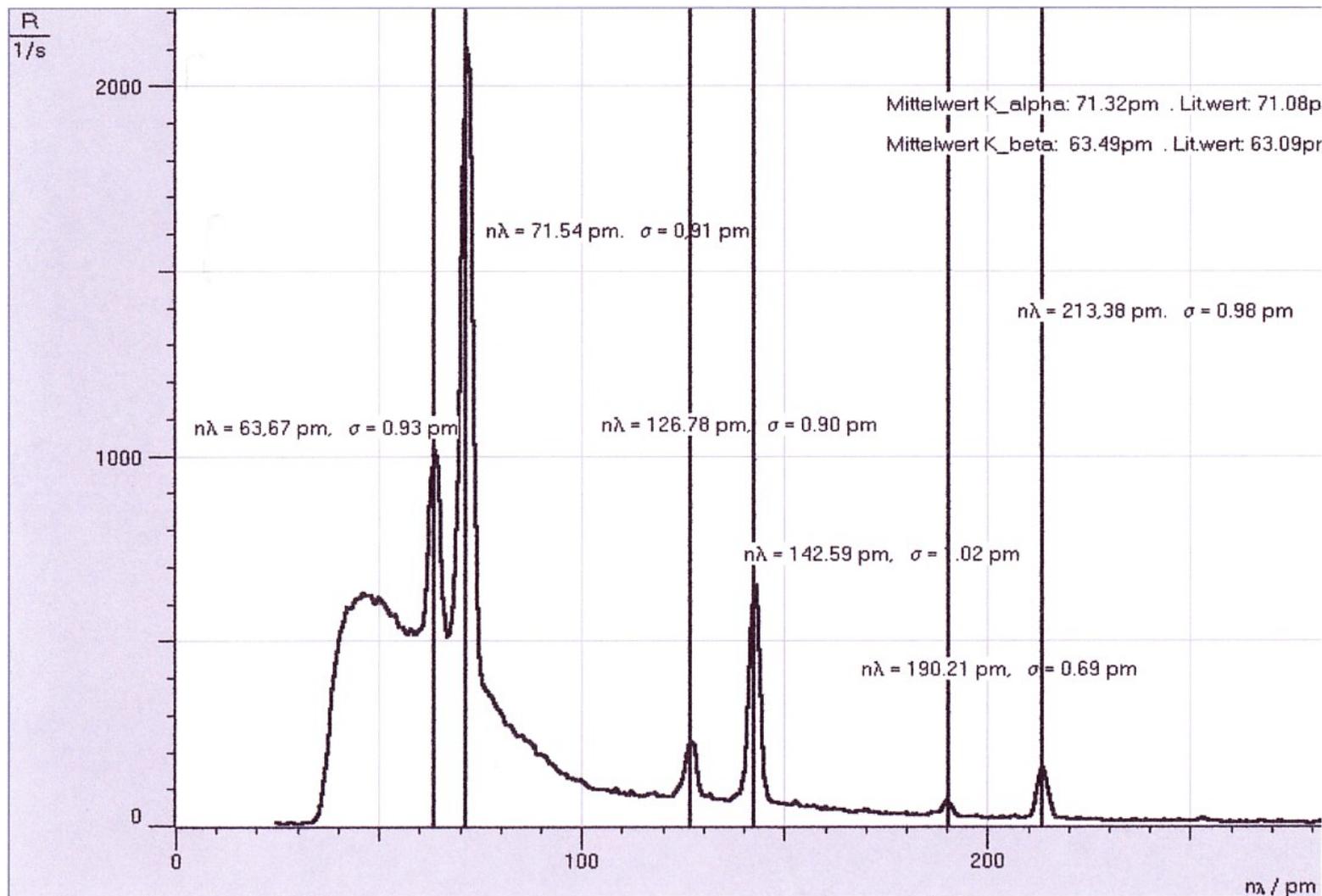
Kurzwellige Grenzen: nur abhängig von Beschleunigungsspannung

Röntgenspektrum:



- charakteristische Linien: abhängig vom Anodenmaterial, nicht von U_B
- k-alpha: hoher peak in jeder Ordnung
- k-alpha: kleinere Energie als k-beta
- Grenzwellenlänge: links, energiereiches Ende, hängt von U_B ab (und **nicht** vom Anodenmaterial)!

Beispiel Röntgenspektrum (LD-didactic)



Aktualisierung der Fachkunde im Strahlenschutz -
Röntgen

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!