



## Verabreichung bzw. Einnahme von Medikamenten

Diese Handreichung soll Pflege- und Wohneinrichtungen sowie Krankenhäuser über mögliche Nebenwirkungen von Medikamenten während Hitzewellen und bei Sonnenexposition informieren.

### Wichtig!

Diese Handreichung richtet sich vor allem an medizinisches und pflegerisches Fachpersonal. Es sollten niemals eigenständig Dosisanpassungen vorgenommen werden. Anpassungen der Medikation können nur nach Rücksprache mit der verordnenden Ärztin bzw. dem verordnenden Arzt erfolgen. Das Pflegepersonal sollte hinsichtlich der Nebenwirkungen sensibilisiert werden und entsprechend aufmerksam sein.

### Nebenwirkungen von Medikamenten im Zusammenhang mit Hitze- sowie Sonnenexposition

Bei Hitze gilt es auf bestimmte potenzielle Nebenwirkungen von Medikamenten besonders zu achten. Hitze hat einen Einfluss auf die Aufnahme, die Verteilung, den Abbau und die Ausscheidung von Arzneistoffen im Körper. Vermehrte Sonnenexposition der Patientinnen und Patienten bzw. Bewohnerinnen und Bewohner kann zu unerwünschten Arzneimittelwirkungen bestimmter Medikamente u. a. an der Haut führen.

Medikamente können

- das Schwitzen vermindern,
- die Thermoregulation beeinflussen und die Anpassungskompetenz schwächen,
- die Durchblutung der Haut vermindern und dadurch die Wärmeabfuhr stören,
- den Elektrolytverlust fördern und den Stoffwechsel sowie das Herz-Kreislauf-System stören,
- fototoxische oder fotosensibilisierende Reaktionen hervorrufen.

Bei Dehydrierung können infolge geringerer Ausscheidung Dosisreduktionen notwendig sein (z. B. bei Nierenfunktionsstörungen). Die Dosierung von Diuretika z. B. ist daher während Hitzeperioden besonders im Blick zu behalten.



## Hinweis für pflegerische Fachkräfte

Machen Sie die behandelnden Ärztinnen und Ärzte auf die Thematik aufmerksam. Medikationspläne der Patientinnen und Patienten bzw. Bewohnerinnen und Bewohnern sind hinsichtlich der besonders bei Hitze- und Sonnenexposition relevanten Nebenwirkungen vom ärztlichen Fachpersonal zu beurteilen.

## Übersicht von Medikamenten mit möglichen Nebenwirkungen

Die nachfolgenden Tabellen geben einen Überblick zu häufig verwendeten Medikamenten, die im Zusammenhang mit Hitze und Sonnenexposition zu möglichen Nebenwirkungen führen können. In der linken Spalte wird die Wirkstoffklasse genannt. In der mittleren Spalte sind beispielhaft die relevantesten Wirkstoffe der entsprechenden Substanzklassen aufgeführt. Zusätzlich werden als Orientierung beispielhaft Handelsnamen in der rechten Spalte angegeben. Die Übersichten besitzen keinen Anspruch auf Vollständigkeit und sollen die Tätigkeit der für die Pharmakotherapie verantwortlichen Ärztinnen und Ärzte unterstützen.

### Medikamente mit geringer therapeutischer Breite

Bei stark exsikkierten Personen kann z.B. die Ausscheidung über die Nieren derart eingeschränkt sein, dass es zu erhöhten Wirkstoffkonzentrationen kommt.

Wirkstoffklasse	Wirkstoffname	beispielhafter Handelsname
Antipsychotika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lithium</li> </ul>	
Herzglykoside (Digitalis-Glykoside)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digoxin</li> <li>• Digitoxin</li> </ul>	
Antiarrhythmika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propafenon</li> <li>• Flecainid</li> <li>• Amiodaron</li> </ul>	
Gerinnungshemmer (vom Typ der Vitamin-K Antagonisten)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phenprocoumon</li> <li>• Warfarin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marcumar®</li> </ul>



**Medikamente, die den Wasser- und Elektrolythaushalt verändern bzw. eine Dekompensation des Stoffwechsels bzw. Herz-Kreislauf-Systems begünstigen können**

Wirkstoffklasse	Wirkstoffname	beispielhafter Handelsname
Diuretika,  ACE-Hemmer,  AT1-Rezeptor-Antagonisten (Sartane)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Furosemid</li> <li>• Spironolacton</li> <li>• Ramipril</li> <li>• Enalapril</li> <li>• Candesartan</li> <li>• Valsartan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lasix®</li> <li>• Aldactone®, Osyrol®</li> <li>• Arelix®, Delix®, Tonotec®</li> <li>• Benalapril®, Carmen®, Xanef®</li> <li>• Atacand®, Blopress®, Candecor®</li> <li>• Amlodipin plus Valsartan, Diovan®, CoDiovan®, Entresto®, Exforge®</li> </ul>
<i>Insbesondere in Kombination mit Diuretika, ACE-Hemmern und Sartanen:</i> nicht-steroidale Antiphlogistika (NSAR), Coxibe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acetylsalicylsäure</li> <li>• Ibuprofen</li> <li>• Etoricoxib</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspirin®, Grippostad®, ASS, Godamed®</li> <li>• BoxaGrippal®, Aktren®, Dolgit®</li> <li>• Arcoxia®</li> </ul>
Abführmittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bisacodyl</li> <li>• Natriumpicosulfat</li> <li>• Macrogol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dulcolax®</li> <li>• Laxoberal®</li> <li>• Laxofalk®, Movicol®</li> </ul>

**Medikamente, die eine Gefäßverengung fördern oder die Herzleistung verringern können**

Wirkstoffklasse	Wirkstoffname	beispielhafter Handelsname
Selektive Serotonin (5HT1)-Agonisten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Naratriptan</li> <li>• Sumatriptan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imigran®</li> </ul>
Sympathomimetika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pseudoephedrin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspirin Complex®</li> </ul>
Beta-Blocker	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propranolol</li> <li>• Bisoprolol</li> <li>• Metoprolol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dociton®</li> <li>• Concor®</li> <li>• Beloc®</li> </ul>



## Medikamente, die die Thermoregulation oder die Hitzewahrnehmung beeinflussen können

Wirkstoffklasse	Wirkstoffname	beispielhafter Handelsname
Antidepressiva (v. a. SSRIs, SNRIs, MAO-Hemmer)	SSRI: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Citalopram</li> <li>• Escitalopram</li> <li>• Sertralin</li> <li>• Fluoxetin</li> </ul> S(S)NRI: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Duloxetin</li> <li>• Venlafaxin</li> </ul> MAO-A Hemmer: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moclobemid</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cipramil®</li> <li>• Cipralex®</li> <li>• Zoloft®</li>   <li>• Cymbalta®</li> <li>• Trevilor®</li>   <li>• Aurorix®</li> </ul>
Antiepileptika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Topiramate</li> <li>• Zonisamid</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Topamax®</li> <li>• Zonegran®</li> </ul>
Schilddrüsenhormone	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L-Thyroxin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eferox®</li> </ul>
Benzodiazepine,  Opioide	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lorazepam</li> <li>• Bromazepam</li>   <li>• Oxazepam</li>   <li>• Tilidin</li> <li>• Oxycodon</li> <li>• Morphin</li> <li>• Fentanyl</li> <li>• Levomethadon</li> <li>• Tramadol</li> <li>• Oxycodon</li> <li>• Hydromorphon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tavor®</li> <li>• Bromazanil®, Normoc®</li> <li>• Adumbran®, Praxiten®</li> <li>• Valoron N®</li> </ul>
Dopaminerge Medikamente (Morbus Parkinson)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levodopa</li>   <li>• Benserazid</li> <li>• Entacapone</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Madopar®, Nacom®, Restex®, Isicom®, Stalevo®</li> <li>• Madopar®, Restex®</li> </ul>


**Medikamente mit anticholinerger Wirkung → verminderte Schweißproduktion**

Wirkstoffklasse	Wirkstoffname	beispielhafter Handelsname
Antipsychotika (außer Thioxanthene)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clozapin</li> <li>• Risperidon</li> <li>• Quetiapin</li> <li>• Haloperidol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leponex®</li> <li>• Risperdal®</li> <li>• Seroquel®</li> <li>• Haldol®</li> </ul>
Antidepressiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amitriptylin</li> <li>• Doxepin</li> <li>• Maprotilin</li> </ul>	
Antihistaminika: Allergie, nicht verschreibungspflichtige Schlafmittel, Übelkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimetinden</li> <li>• Diphenhydramin</li> <li>• Doxylamin</li> <li>• Dimenhydrinat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fenistil-Tropfen®</li> <li>• Vivinox®</li> <li>• Hoggar®</li> <li>• Vomex®</li> </ul>
Anti-Parkinson Arzneimittel: Anticholinergika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biperiden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Akineton®</li> </ul>
Urologische Spasmolytika: Anticholinergika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trospium</li> <li>• Tolterodin</li> <li>• Solifenacin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spasmex®</li> <li>• Detrusitol®</li> </ul>
Antiepileptika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carbamazepin</li> <li>• Oxcarbazepin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tegretal®</li> <li>• Trileptal®, Apydan®</li> </ul>
Stark wirksame Schmerzmittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tramadol</li> <li>• Morphin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tramal®</li> </ul>
Muskelrelaxantien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tizanidin</li> <li>• Methocarbamol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sirdalud®</li> <li>• Ortoton®, Dolovisano®</li> </ul>



## Medikamente mit möglichen fototoxischen oder fotosensibilisierenden Nebenwirkungen nach der Anwendung

Wirkstoffklasse	Wirkstoffname	beispielhafter Handelsname
Diuretika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrochlorothiazid</li> <li>• Furosemid</li> <li>• Bendroflumethiazid</li> <li>• Amilorid</li> <li>• Triamteren</li> <li>• Spironolacton</li> <li>• Xipamid</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HCT Hexal®, Dytide®, Nephral®</li> <li>• Lasix®</li> <li>• dehydro®, diucomb®, Neotri®, Tri.Thiazid Stada®, Veratide®</li> <li>• Aldactone®, Osyrol®</li> <li>• Neotri®</li> </ul>
Nicht-steroidale Antiphlogistika (NSAR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Naproxen</li> <li>• Ketoprofen</li> <li>• Tiaprofensäure</li> <li>• Piroxicam</li> <li>• Diclofenac</li> <li>• Phenylbutazon</li> <li>• Mefenaminsäure</li> <li>• Indometacin</li> <li>• Ibuprofen</li> <li>• Celecoxib</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dolormin®, Togonal®</li> <li>• Alrheumun®, Effecton®, Gabrilen®</li> <li>• Surgam®</li> <li>• Arthotec®, Diclac®, Effecton®, Solaraze®, Voltaren®</li> <li>• Ambene®</li> <li>• Aktren®, BoxaGrippal®, Doc®, Dolgit®, Dolormin®, Nurofen®, Proff®, ratioGrippal®, Spalt®, Togonal®</li> </ul>



Wirkstoffklasse	Wirkstoffname	beispielhafter Handelsname
Antimikrobielle Substanzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sulfamethoxazol bzw. Trimethoprim</li> <li>• Sulfasalazin</li> <li>• Ciprofloxacin</li> <li>• Lomefloxacin</li> <li>• Ofloxacin</li> <li>• Norfloxacin</li> <li>• Oxytetracyclin</li> <li>• Tetracyclin</li> <li>• Doxycyclin</li> <li>• Minocyclin</li> <li>• Isoniazid</li> <li>• Gentamicin</li> <li>• Griseofulvin</li> <li>• Nitrofurantoin</li> <li>• Chlortetracyclin</li> <li>• Chloramphenicol</li> <li>• Ciprofloxacin</li> <li>• Levofloxacin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cotrim forte Ratiopharm®, Eusaprim®</li> <li>• Azulfidine®</li> <li>• Ciprobay®</li> <li>• Barazan®</li> <li>• Pylera</li> <li>• Uro Tablinen®</li> </ul>
Antipsychotika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chlorpromazin</li> <li>• Thioridazin</li> <li>• Chlorprothixen</li> <li>• Promethazin</li> <li>• Perazin</li> <li>• Fluphenazin</li> <li>• Promazin</li> <li>• Haloperidol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melleril®</li> <li>• Atosil®</li> <li>• Haldol®</li> </ul>
Antidepressiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amitriptylin</li> <li>• Trimipramin</li> <li>• Nortriptylin</li> <li>• Desipramin</li> <li>• Imipramin</li> <li>• Doxepin</li> <li>• Clomipramin</li> <li>• Johanniskraut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amineurin®, Amioxid-neuraxpharm®, Syneudon®</li> <li>• Aponal®, Doneurin®, Mareen®</li> <li>• Anafranil®</li> </ul>



Wirkstoffklasse	Wirkstoffname	beispielhafter Handelsname
Kardiovaskulär wirksame Substanzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amiodaron</li> <li>• Nifedipin</li> <li>• Chinidin</li> <li>• Captopril</li>   <li>• Enalapril</li>   <li>• Fosinopril</li>   <li>• Ramipril</li>   <li>• Disopyramid</li> <li>• Hydralazin</li> <li>• Simvastatin</li>   <li>• Diltiazem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cordarex®</li> <li>• Adalat</li>   <li>• ACE-Hemmer-ratiopharm®</li> <li>• Benalapril®, Carmen®, Corvo®, Renacor®, Xanef®, Zanipress®, Lercaprel</li> <li>• Fosino-TEVA®, Fosinorm®</li> <li>• Appunto, Arelix®, Delix®, Delmuno®, Iltria®, RamiDipin®, RamiLich®, Tonotec®, Triapin</li>   <li>• Trinormin®</li> <li>• Ezetimib bzw. Simvastatin- 1 A Pharma®, Inegy®, Zocor®, Goltor</li> </ul>
Antiepileptika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carbamazepin</li> <li>• Lamotrigin</li> <li>• Phenobarbital</li>   <li>• Phenytoin</li> <li>• Topiramal</li> <li>• Valproinsäure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tegretal®, Timonil®</li> <li>• Lamictal®</li> <li>• Luminal®, Luminaletten®</li> <li>• Phenhydantol®</li> <li>• Topamax®</li> <li>• Convulex, Ergenyl®, Orfiril®, Valproat - 1 A Pharma®, Convulex, Depakine</li> </ul>



Wirkstoffklasse	Wirkstoffname	beispielhafter Handelsname
Antihistaminika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cyproheptadin</li> <li>• Diphenhydramin</li>   <li>• Loratadin</li>   <li>• Cetirizin</li> <li>• Promethazin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peritol®</li> <li>• Betadorm®, Docpelin, Dolestan, Dorm, Dormutil, Emesan®, Halbmond Tabletten®, Sediat®, Sedopretten, SLEEPWELL, Sodormwell, Vivinox®, Wick DayNait Filmtabletten</li> <li>• Lora-ADGC®, Lorano®</li> </ul>
Zytotoxische Substanzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluorouracil</li>   <li>• Vinblastin</li> <li>• Dacarbazin</li> <li>• Procarbazine</li> <li>• Methotrexat</li>   <li>• Azathioprin</li>   <li>• Capecitabin</li> <li>• Epirubicin</li> <li>• Pentostatin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5FU, Tolak®, Verrumal®, Efudix</li>   <li>• Lantarel®, Metex®, Methofill, MTX Hexal®, Nordimet, Trexject®</li> <li>• Aza-Q®, Azafalk®, Imurek®, Imurel</li> </ul>
Hormone	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corticosteroide</li> <li>• Estrogene</li> <li>• Progesterone</li> <li>• Spironolacton</li> <li>• Gestagene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aldactone®, Osyrol®</li> </ul>
Systemische Dermatika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isotretinoin</li> <li>• Methoxsalen</li> <li>• Tacrolimus</li> <li>• Pimecrolimus</li> <li>• Dithranol</li> <li>• Tretinoin</li> <li>• Acitretin</li> </ul>	



Wirkstoffklasse	Wirkstoffname	beispielhafter Handelsname
Lipidsenker	<ul style="list-style-type: none"><li>• Clofibrat</li><li>• Fenofibrat</li><li>• Bezafibrat</li><li>• Atorvastatin</li><li>• Fluvastatin</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cedur®</li><li>• Sortis</li><li>• Local®</li></ul>
Antimykotika	<ul style="list-style-type: none"><li>• Terbinafin</li><li>• Itraconazol</li><li>• Voriconazol</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lamisil®</li><li>• Sempera®</li></ul>
Antidiabetika	<ul style="list-style-type: none"><li>• Glibenclamid</li><li>• Glipizid</li></ul>	

Vorsicht ist bei Transdermalen Therapeutischen Systemen (TTS) geboten, insbesondere bei der Behandlung mit Opioiden gegen Schmerzen (z. B. Fentanylpflaster). Direkte Hitzeexposition kann zu Überdosierungen führen. Starkes Schwitzen unter dem Pflaster kann die Resorption des Wirkstoffes beeinträchtigen.

Außerdem ist bei Hitze besonders auf Patientinnen und Patienten bzw. Bewohnerinnen und Bewohner zu achten, welche Sedativa einnehmen, da Sedativa die Erkennung von körpereigenen Warnsymptomen erschweren bzw. verhindern können.

### Achtung!

Auch nicht verschreibungspflichtige Medikamente können hitzerelevante Nebenwirkungen haben und von Patientinnen und Patienten bzw. Bewohnerinnen und Bewohnern ohne das Wissen des ärztlichen und pflegerischen Fachpersonals eingenommen werden. Sprechen Sie Ihre Patientinnen und Patienten bzw. Bewohnerinnen und Bewohner auf solche Medikamente an und informieren Sie ggf. die behandelnden Ärztinnen und Ärzte.

**Die Inhalte dieser Handreichung wurden mit freundlicher Genehmigung in Teilen übernommen aus:**

LMU Klinikum, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin (2020): Hitzemaßnahmenplan für stationäre Einrichtungen der Altenpflege – Empfehlungen aus der Praxis für die Praxis.



## Weiterführende Literatur

BfArM - Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte: Arzneimittelinformationssystem AMIce-Datenbank, Abrufbar unter:

[https://www.bfarm.de/DE/Arzneimittel/Arzneimittelinformationen/Arzneimittel-recherchieren/AMIce/Datenbankinformation-AMIce-Arzneimittel/\\_node.html;jsessionid=415A4249B9EB4FA65A951D4FEB98B388.intranet252](https://www.bfarm.de/DE/Arzneimittel/Arzneimittelinformationen/Arzneimittel-recherchieren/AMIce/Datenbankinformation-AMIce-Arzneimittel/_node.html;jsessionid=415A4249B9EB4FA65A951D4FEB98B388.intranet252)  
(letzter Abruf: 28.06.2023)

DAZ - Deutsche Apotheker Zeitung (2016) Lichtempfindlich durch Arzneimittel. Ursachen fototoxischer Hautreaktionen und Beratung zu fotosensibilisierenden Arzneistoffen. Abrufbar unter: <https://www.deutsche-apotheker-zeitung.de/daz-az/2016/daz-21-2016/lichtempfindlich-durch-arzneimittel> (letzter Abruf: 20.06.2023)

Gelbe Liste (o. J.) Abrufbar unter: <https://www.gelbe-liste.de/> (letzter Abruf: 28.06.2023)

Landessanitätsdirektion Wien (2018): Leitfaden Hitzemaßnahmenplan. Für medizinische und pflegerische Einrichtungen zur Erstellung eigener Hitzemaßnahmenpläne. Wien. Abrufbar unter: <https://www.wien.gv.at/gesundheits/sandirektion/leitfaden-hitzemassnahmen.html> (letzter Abruf: 08.05.2023)

Moore, D. E. (2012): Drug-Induced Cutaneous Photosensitivity. In: Drug Safety 25, S. 345-372 (2002). doi: 10.2165/00002018-200225050-00004

Schauder, S. (2005): Phototoxische Reaktionen der Haut durch Medikamente. In: Deutsches Ärzteblatt 102, H. 34-35. A2314-A2319. Abrufbar unter: <https://www.aerzteblatt.de/archiv/48117/Phototoxische-Reaktionen-der-Haut-durch-Medikamente> (letzter Abruf: 20.06.2023)

Schuster, N. (2022): Photosensibilität. Das Licht und seine Schattenseiten. In: Pharmazeutische Zeitung online. Abrufbar unter: <https://www.pharmazeutische-zeitung.de/das-licht-und-seine-schattenseiten-134065/> (letzter Abruf 03.07.2023)

Šklebar, T., Rudež, K. D., Rudež, L. K. u. R. Likić (2022): Global Warming and Prescribing: A Review on Medicines' Effects and Precautions. In: Psychiatria Danubina 34, H. 10. S. 5-12. Abrufbar unter: [https://www.psychiatria-danubina.com/UserDocslmages/pdf/dnb\\_vol34\\_noSuppl%2010/dnb\\_vol34\\_noSuppl%2010\\_5.pdf](https://www.psychiatria-danubina.com/UserDocslmages/pdf/dnb_vol34_noSuppl%2010/dnb_vol34_noSuppl%2010_5.pdf) (letzter Abruf: 20.06.2023)

Strahlenschutzkommission (SSK) (2016): Schutz des Menschen vor den Gefahren solarer UV-Strahlung und UV-Strahlung in Solarien. Wissenschaftliche Begründung zur Empfehlung der Strahlenschutzkommission. Anhang 4. Bonn.