

Regelkonformer Betrieb von UV-Desinfektionsanlagen

Dr. Jutta Eggers

DVGW-Technologiezentrum Wasser, Karlsruhe

TZW



1 UV WIRKWEISE UND STRAHLUNGSQUELLEN

- Niederdruck-/Mitteldruckstrahler

2 TRINKWASSER DESINFEKTION IN DEUTSCHLAND

- Kennzahlen
- Rechtliche Anforderungen

3 ANFORDERUNGEN AN UV GERÄTE

- Baumusterprüfung

4 ANFORDERUNGEN AN DIE WASSERBESCHAFFENHEIT

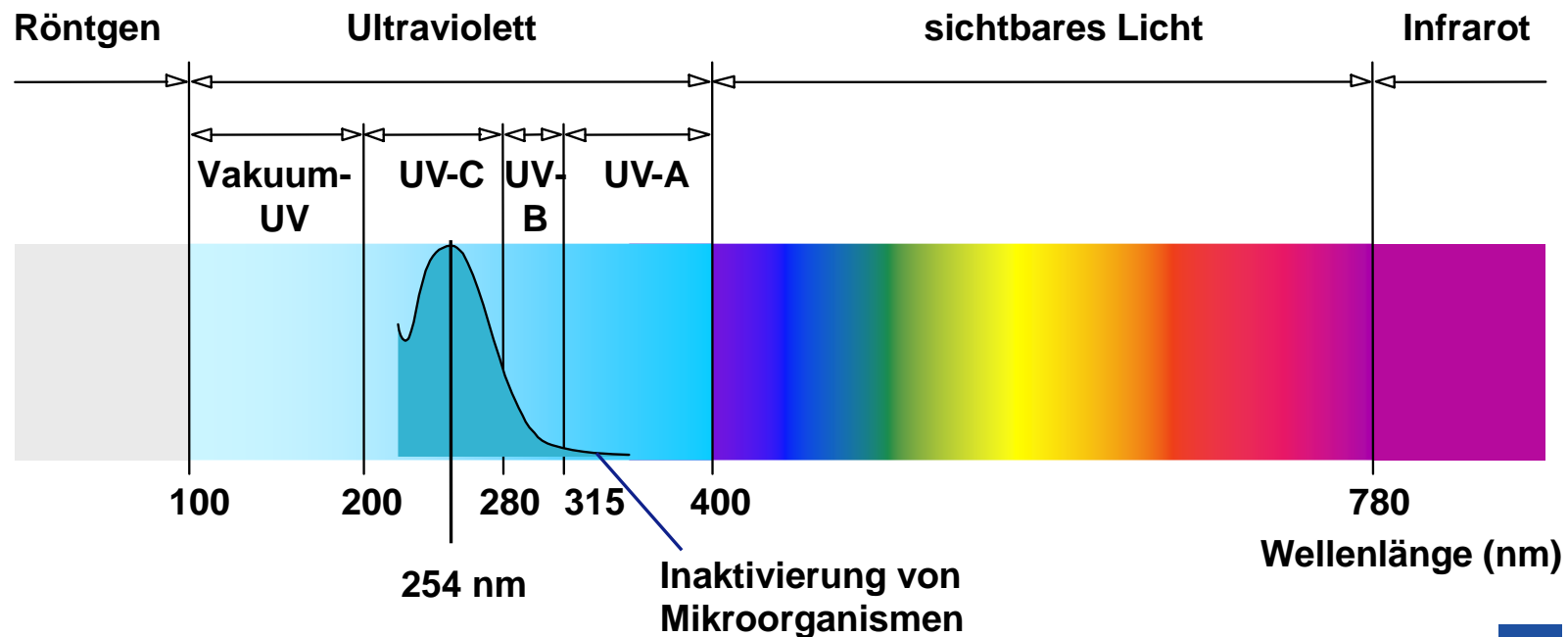
5 AUSLEGUNG / EINBAU / BETRIEB VON UV-GERÄTEN

6 BETREIBERPFLICHTEN

- Überwachung, Kontrolle, Wartung, Dokumentation

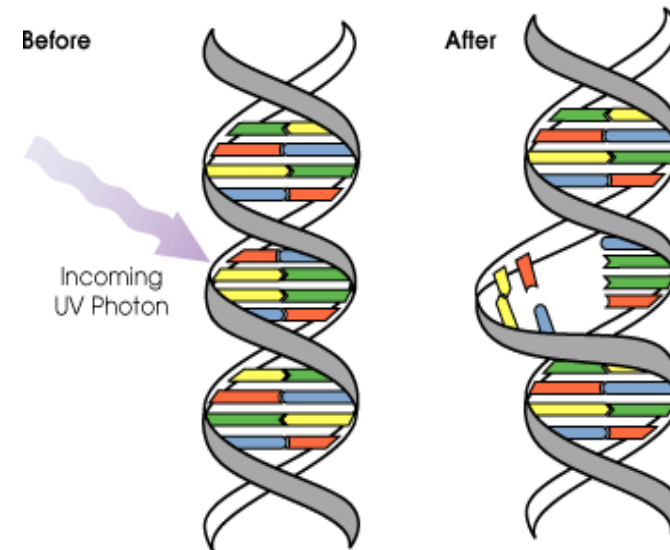
UV-DESINFEKTION: WIRKUNGSWEISE

- DNA/RNA absorbieren UV-Licht im kurzwelligeren Bereich
- Absorptionsmaximum bei 254 nm
- In der Praxis:
 - Hg-Niederdruckstrahler (Amalgam)
 - Hg-Mitteldruckstrahler



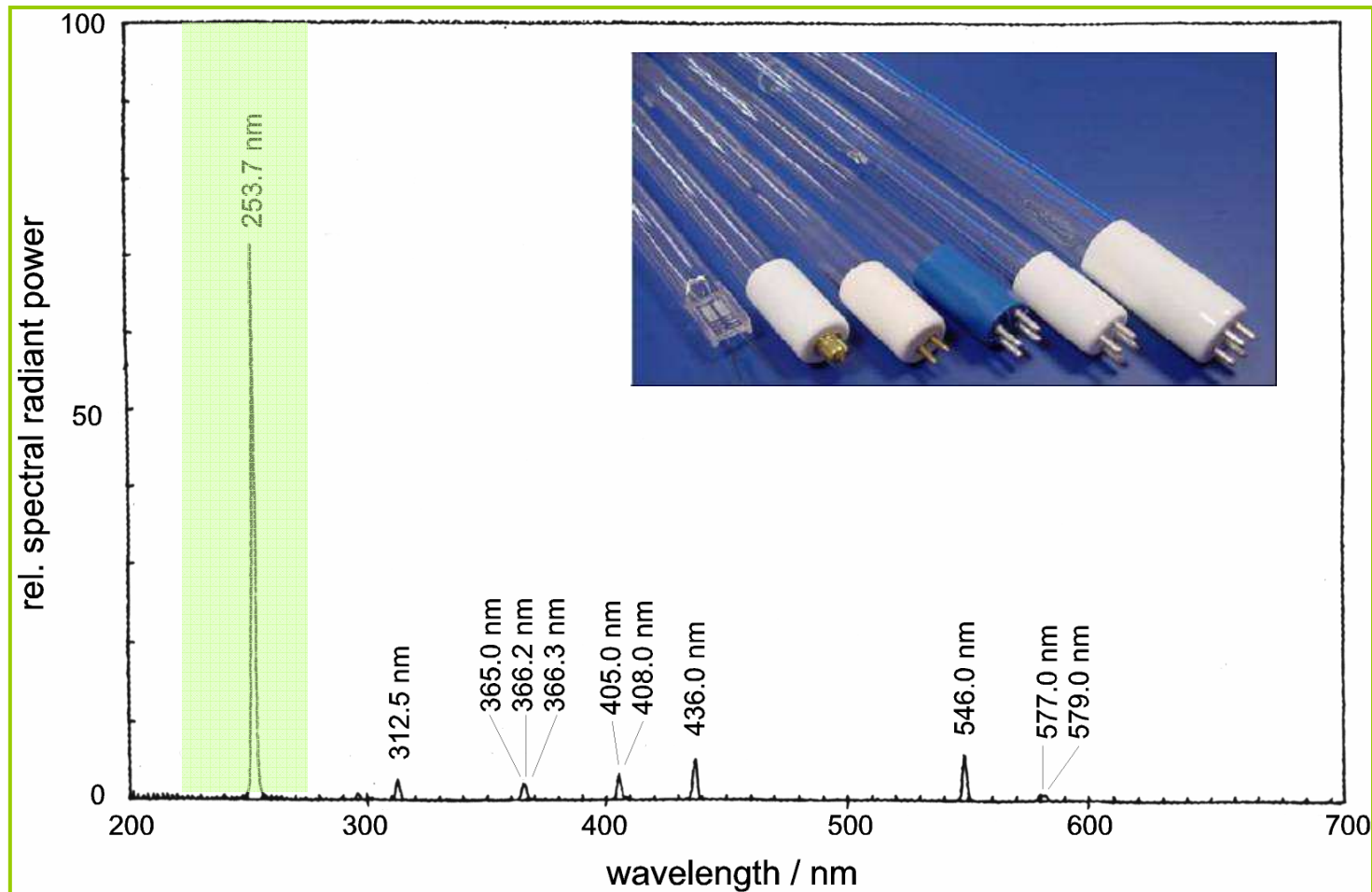
MECHANISMEN DER UV-SCHÄDIGUNG

- Inaktivierung durch photochemische Schädigung
- Vorwiegend durch Dimerisierung von Pyrimidin-Basen auf den DNA- und RNA-Strängen
- Bei Bakteriensporen Bildung von Sporenphotoprodukten (Konformation der DNA)
- Hemmung der Replikations- und Transkriptionsprozesse und damit der Vermehrung



earthobservatory.nasa.gov

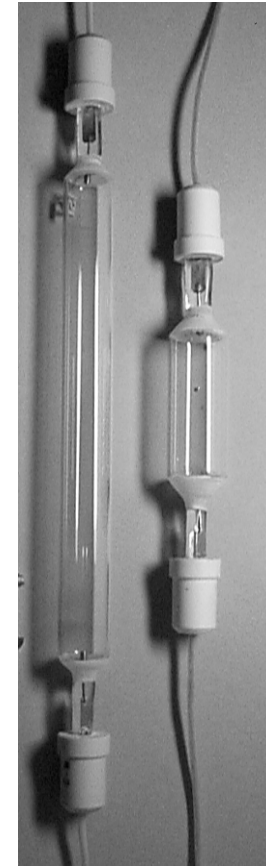
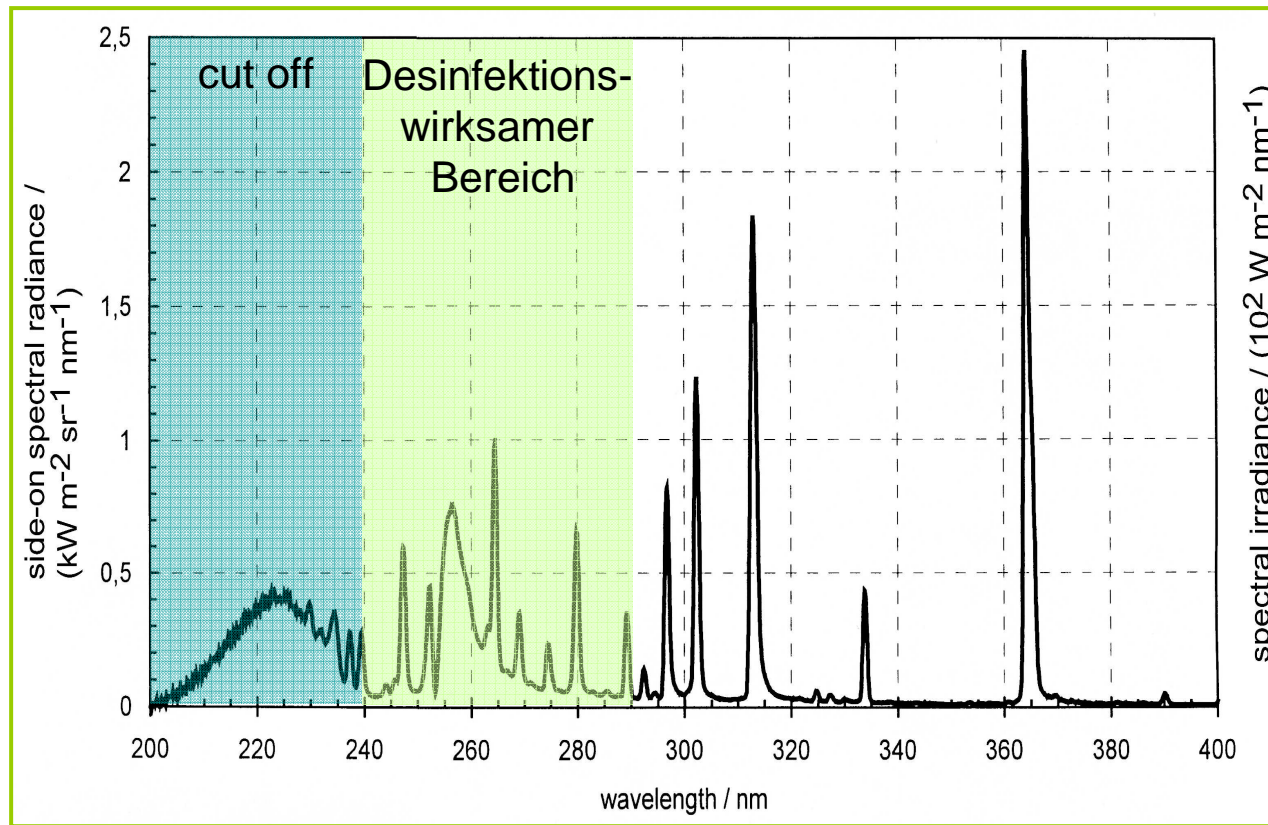
HG-NIEDERDRUCKSTRAHLER, AMALGAMSTRAHLER



- Monochromatische Emission (0,3 - 0,5 W/cm)
- Elektr. Leistung bis zu 500 W / Strahler
- Betriebstemperatur 60 - 100 °C

HG-MITTELDRUCKSTRAHLER

Desinfektionswirksamer Bereich: 240 -290 nm



- Polychromatische Emission (5 - 10 W/cm)
- Elektr. Leistung bis zu 8.000 W / Strahler
- Betriebstemperatur 600 – 900 °C

NIEDERDRUCK- / MITTELDRUCKSTRAHLER

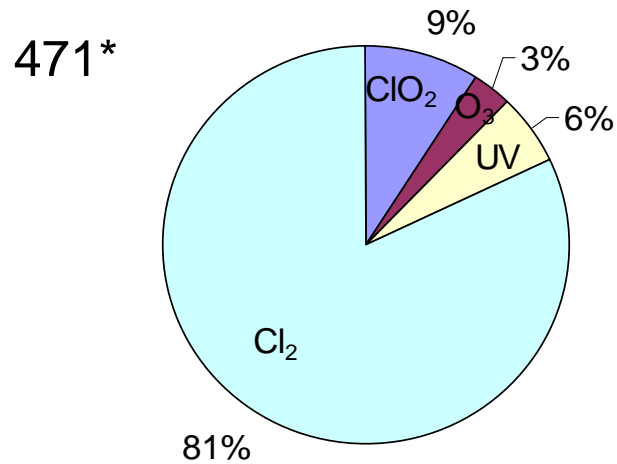
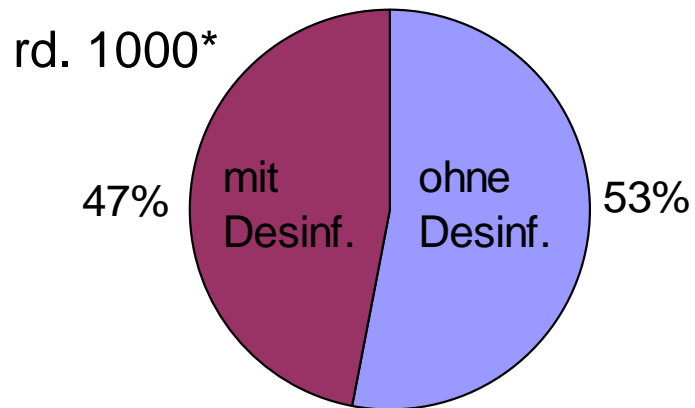
	Niederdruck	Mitteldruck
Elektr. Leistungsaufnahme	2-3 W/cm (bis 500 W)	ca. 100 W/cm (bis 8 kW)
Energiebedarf, kWh/m³	0,005-0,03	0,02-0,07
UV-Emission	monochromatisch 0,3-0,5 W/cm (bei 254 nm)	polychromatisch 5-10 W/cm (bei 200 –300 nm)
UV-Ausbeute (desinfektionswirksam)	ca. 25 %	ca. 5-10 %
Betriebstemperatur	60-100 °C	600-900 °C
Leistungsregelung	Langsam i.d.R. unregelmäßiger Betrieb	Schnell geregelter Betrieb

DESINFEKTION IN DEUTSCHLAND

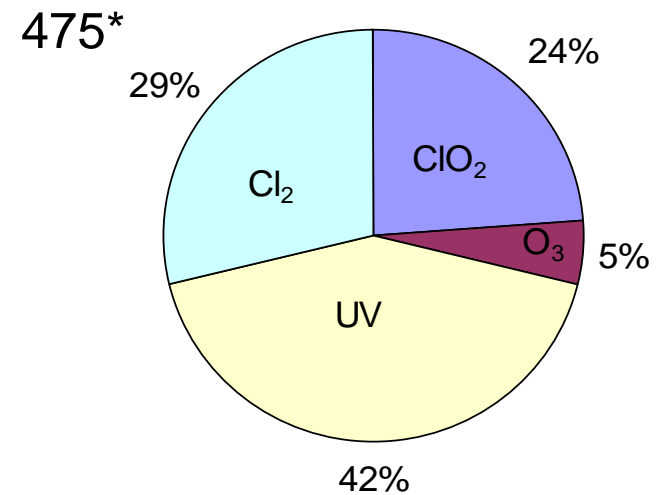
- Anwendung von Desinfektionsverfahren bei ca. 50% der WVU
- zunehmender Einsatz der UV-Desinfektion
 - ➔ keine Desinfektionsmittelrestgehalte im Leitungsnetz gefordert
- Anwendung von Chlor oder Chlordioxid als Abschluss-Desinfektion
 - ➔ nur mit den minimal geforderten Konzentrationen
 - ➔ in großen Teilen des Leitungsnetzes keine Restgehalte mehr vorhanden
- mikrobiologisch einwandfreie Wasserbeschaffenheit kann auch in Verteilungsnetzen ohne Restgehalte gewährleistet werden

DESINFEKTION IN DEUTSCHLAND

1992 (HABERER, gwf, 1994)



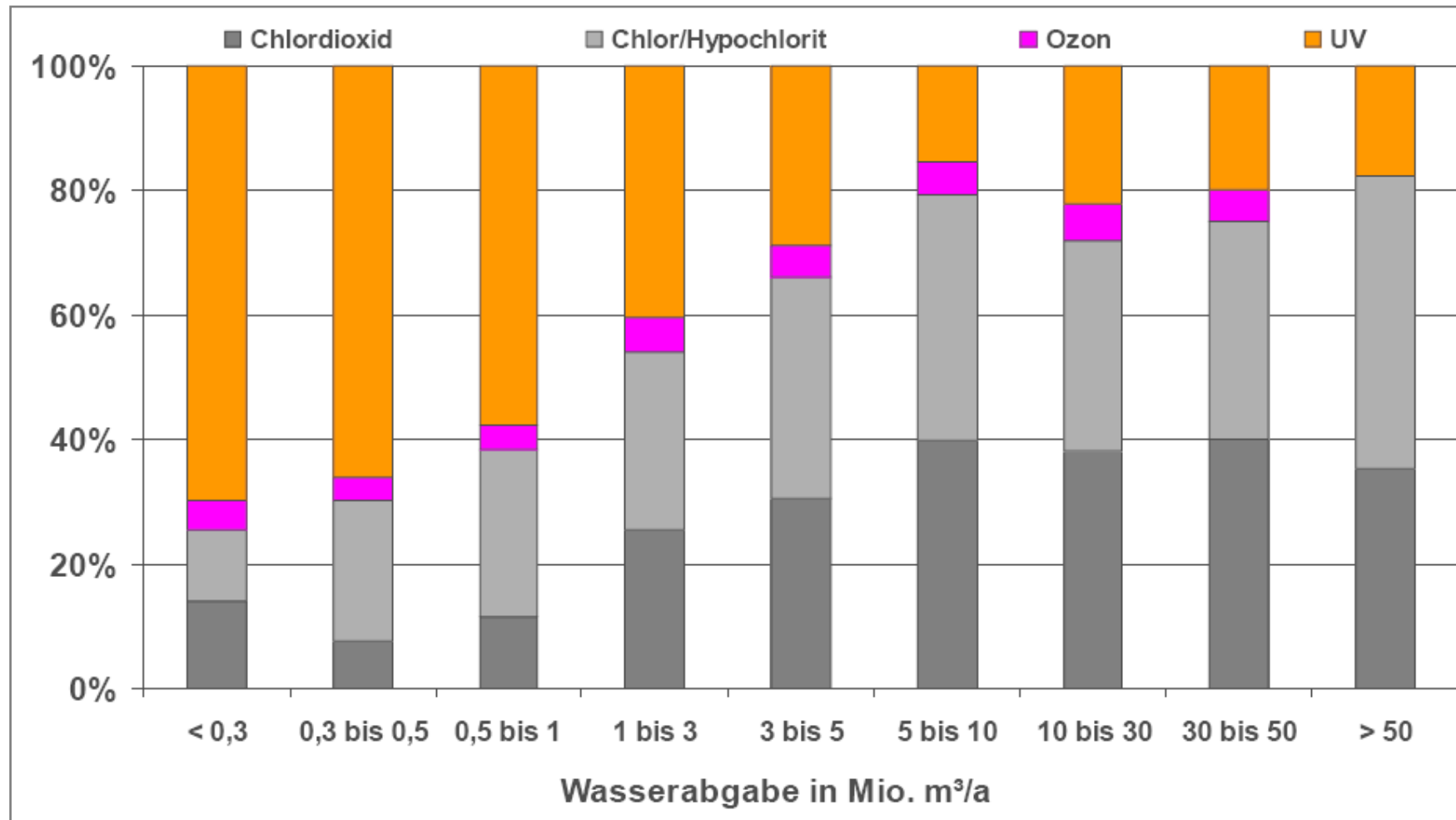
2008 (NIEHUES, ewp, 2009)



*Anzahl WVU, (Mehrfachnennungen möglich)

ANGEWANDTES DESINFEKTIONSVERFAHREN / JÄHRL. PRODUKTION

DVGW Umfrage 2008, energie / wasser-praxis 3/2009



UV-DESINFEKTION: RECHTLICHE GRUNDLAGEN, I.

- Lebensmittelbestrahlungsverordnung, Dez. 2000
 - § 1 (4) Die Behandlung durch direkte Einwirkung mit ultravioletten Strahlen ist zugelassen zur Entkeimung von Trinkwasser
- Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 TrinkwV 2001
 - Teil II: Desinfektionsverfahren
- DVGW Arbeitsblatt W 294, Teil 1-3 (Juni 2006), UV-Geräte zur Desinfektion in der Wasserversorgung
 - Teil 1: Anforderungen an Beschaffenheit, Funktion und Betrieb
 - Teil 2: Prüfung von Beschaffenheit, Funktion und Desinfektionswirksamkeit
 - Teil 3: Messfenster und Sensoren zur radiometrischen Überwachung

UV-DESINFEKTION: RECHTLICHE GRUNDLAGEN, II.

§ 11 Liste nach TrinkwV 2001

- Es sind nur UV-Desinfektionsgeräte zulässig, für die nach DVGW W 294-2 eine Desinfektionswirksamkeit von mindestens 400 J/m² (bezogen auf 254 nm) erfolgreich nachgewiesen wurde.
- Die für das jeweilige Gerät im DVGW Zertifikat angegebenen Betriebskennwerte (Q_{max} / E_{min}) sind im Betrieb einzuhalten.

§ 13 TrinkwV 2001

- Anwendung von UV-Desinfektionsgeräten in der Trinkwasserversorgung ist der Gesundheitsbehörde anzuzeigen

ANFORDERUNGEN AN UV-GERÄTE

GERÄTETECHNISCHE ANFORDERUNGEN

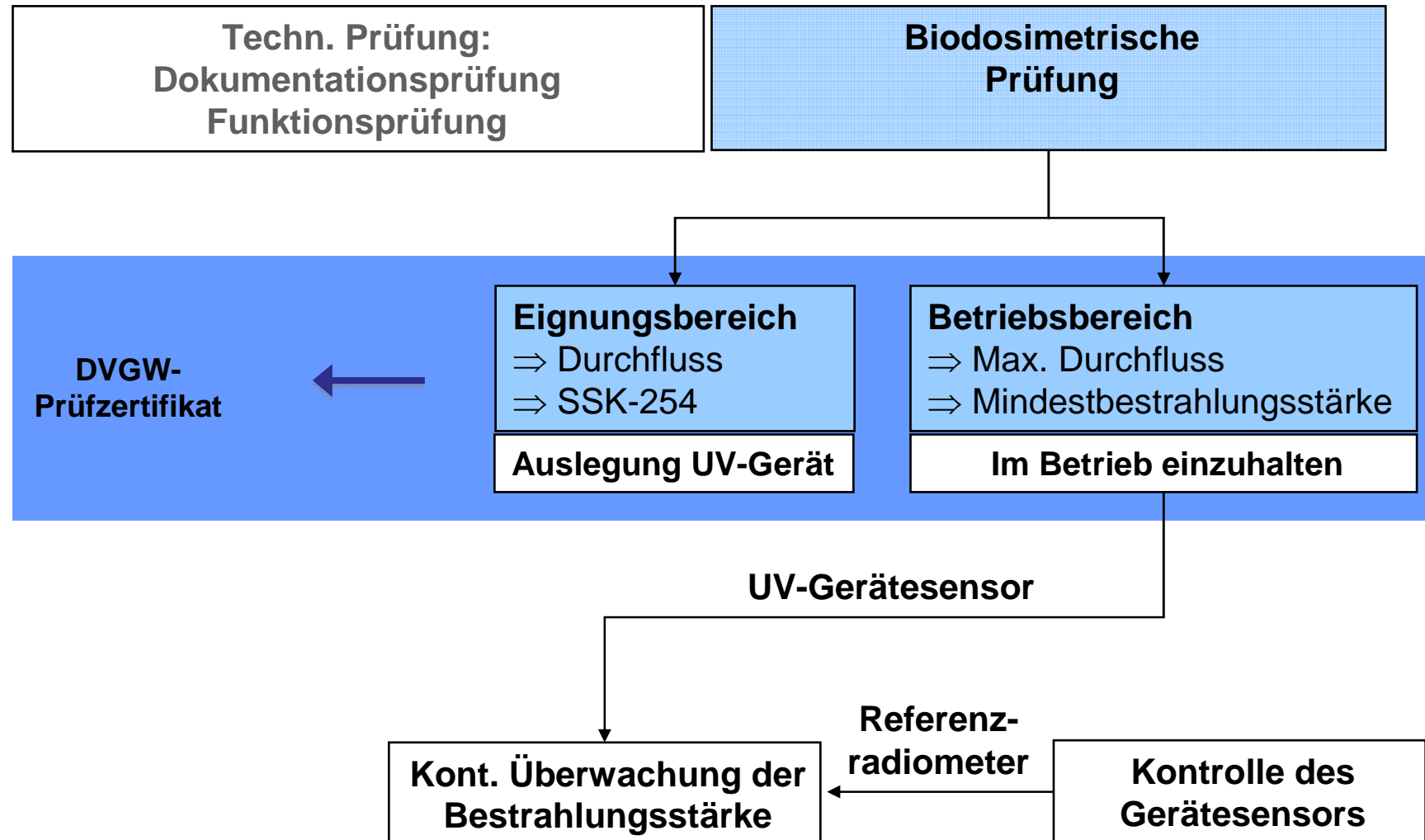
- Überwachung der Strahler über Energieaufnahme
- Repräsentative Überwachung der Strahler/Strahlergruppen über Sensoren
- Genormte Messfenster (→ Radiometr. Referenzmessungen)

STEUERUNGSTECHNISCHE ANFORDERUNGEN

- Auslösen von Alarmfunktionen
- Abschalten des Geräts bei Strahlerfehlfunktion
- Unterbrechen des Durchflusses bei Unterschreiten der Mindestbestrahlungsstärke

➔ wird im Rahmen der Baumusterprüfung geprüft

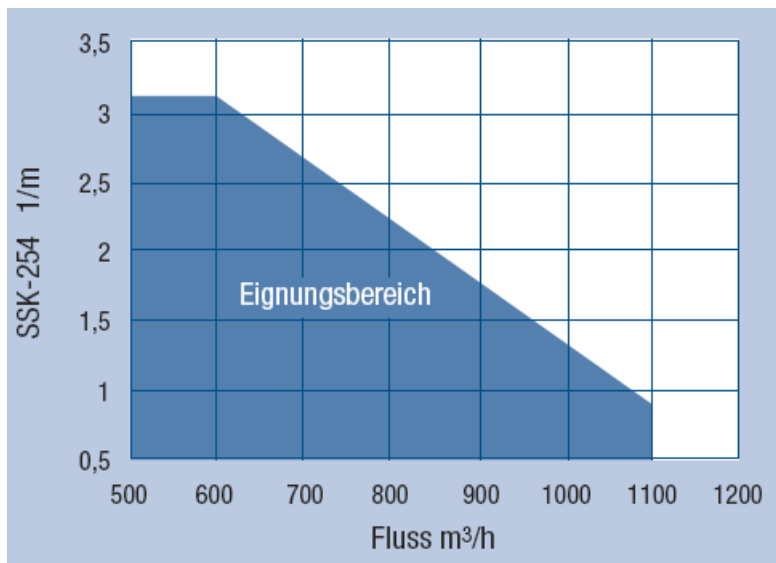
BAUMUSTERPRÜFUNG



EIGNUNGS- UND BETRIEBSDIAGRAMM

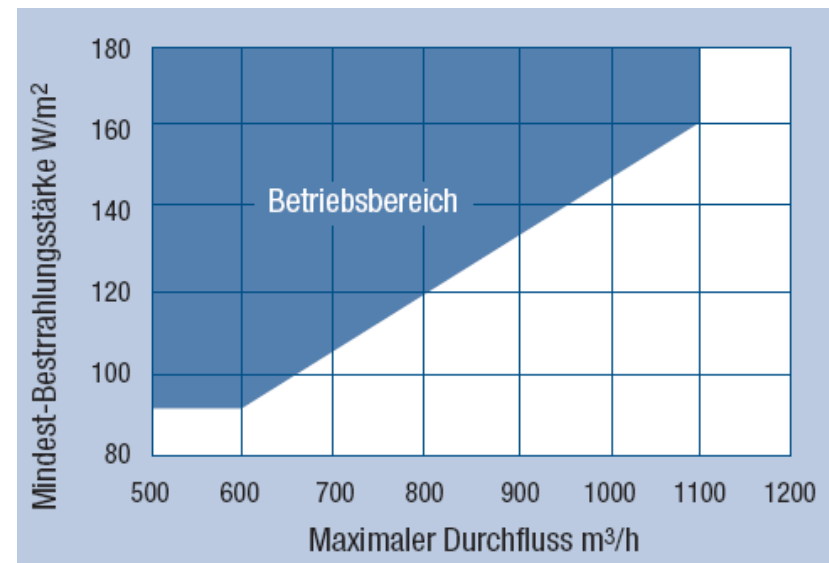
Eignungs- bzw. Auslegungsdiagramm

$$Q_{\max} / SSK_{254}$$



Betriebsdiagramm

$$Q_{\max} / E_{\min} \text{ (W/m}^2\text{)}$$



Die entsprechend dem Durchfluss festgelegte Mindestbestrahlungsstärke ist im Betrieb zwingend einzuhalten □

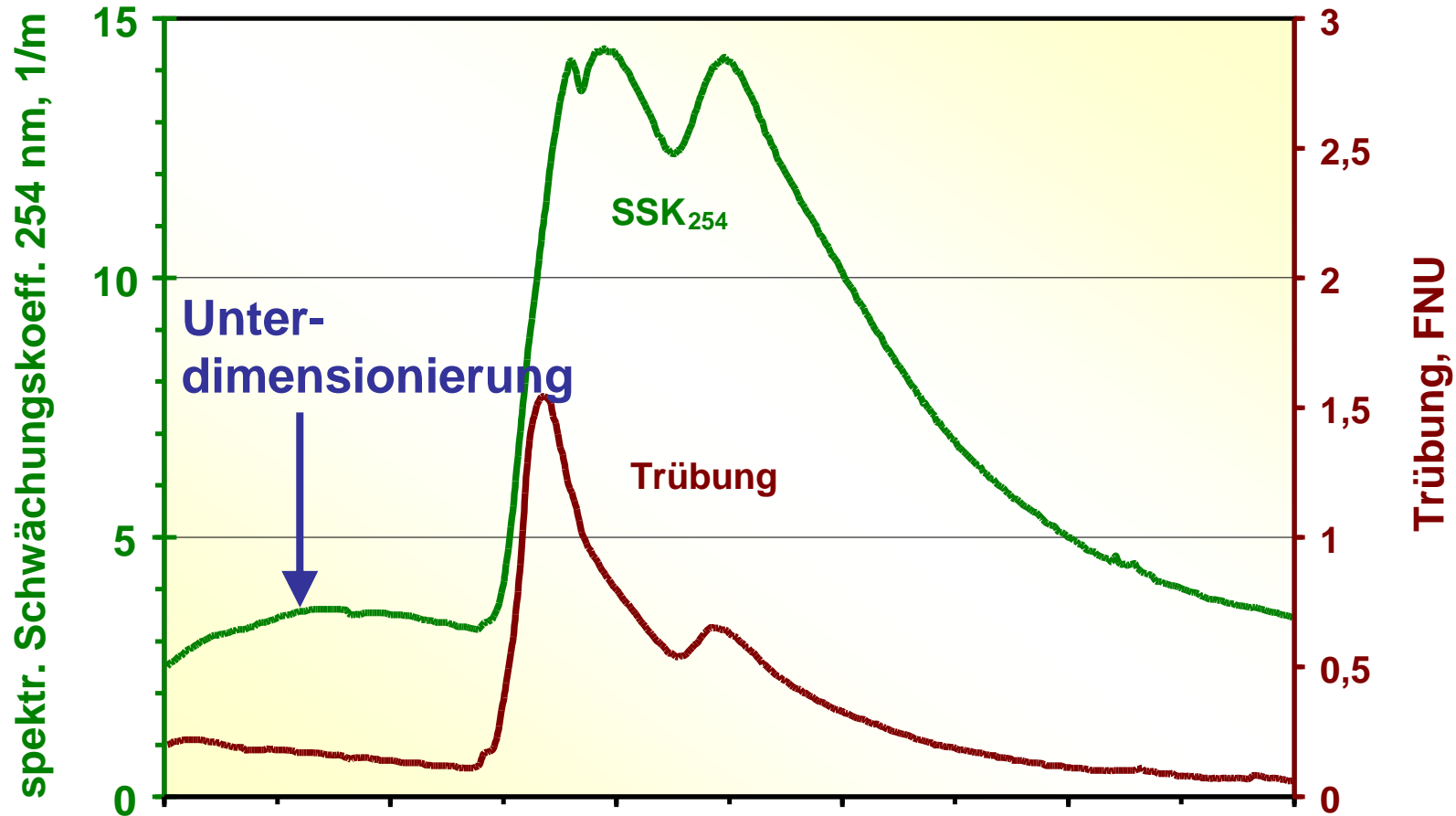
ANFORDERUNGEN AN DIE WASSERBESCHAFFENHEIT

- Für die sachgemäße Auslegung müssen Anhaltswerte abgeprüft werden

Physikalische Parameter	Anhaltswerte
SAK-254	$\leq 10/m$
SSK-254	$\leq 15/m$
Trübung*	$\leq 0,3 \text{ FNU}$
Chemische Parameter	
Eisen	$\leq 50 \mu\text{g/L}$
Mangan	$\leq 20 \mu\text{g/L}$
Calcitabscheidekapazität	$\leq 10 \text{ mg/L CaCO}_3$

- Einmalige Bestimmung des SSK-254 Wertes ist nicht ausreichend
- Schwankungsbreite bei Wässern mit wechselnder Beschaffenheit muss erfasst werden

VERLAUF VON TRÜBUNG / SSK-254 IN EINEM QUELLROHWASSER NACH STARKREGEN



- Weitestgehende Trübstofffreiheit des desinfizierten Wassers ist zu gewährleisten
- Ggf. Vorbehandlung erforderlich

AUSLEGUNG VON UV-GERÄTEN

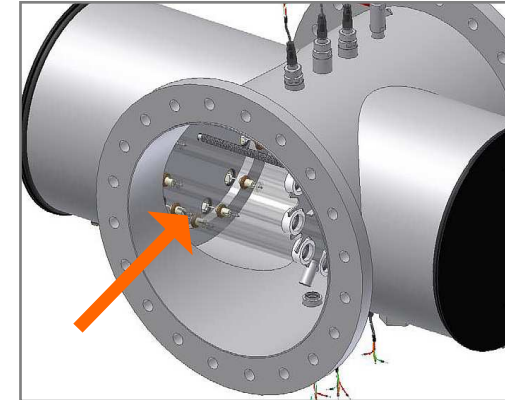
Auslegung auf

- maximalen Durchfluss
- maximal zu erwartenden SSK-254

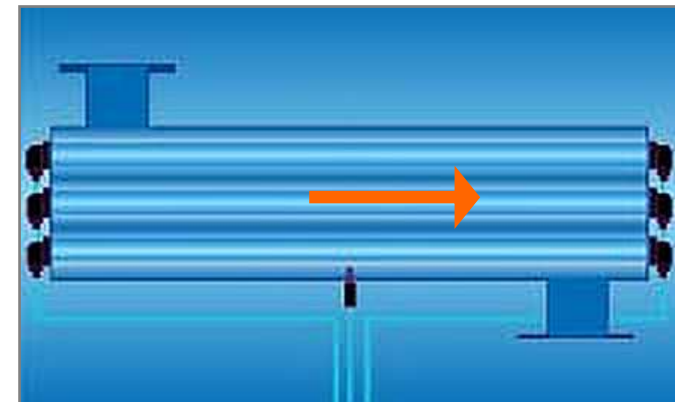
Verfügbare Geräte (Stand Juli 2011)

- Aktuell ca. 100 DVGW zertifizierte UV-Gerätetypen
- Geräte von 1 bis 3000 m³/h
- 10 Hersteller
 - Mehrheitlich UV-Niederdruckgeräte
 - 2 Hersteller UV-Mitteldruckgeräte

Aus Prospekten der Firmen
Berson und Kryschi



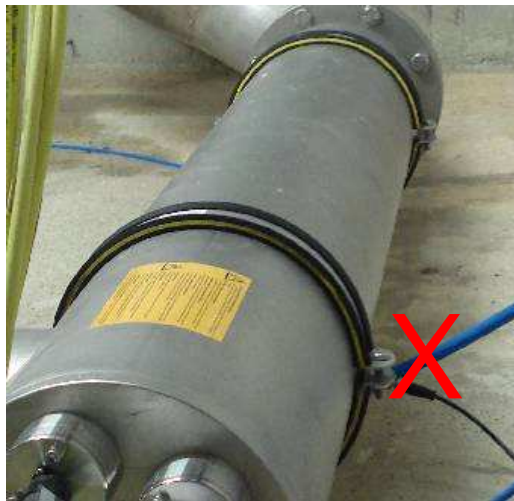
senkrecht



parallel

EINBAU VON UV-GERÄTEN

- Raumbedarf für Strahlerwechsel
- Zugänglichkeit Sensor-Messfenster
- Anbringen geeigneter Probenahmestellen (Entfernung ca. 10 Rohrdurchmesser)
- Ausreichende Einlaufstrecke: nicht direkt an den Ablauf von Pumpen oder Drosselorganen installieren



SO NICHT!!!

FAKTOREN DIE DIE DESINFEKTIONSLEISTUNG BEEINFLUSSEN

- Wasserbeschaffenheit (UV-Durchlässigkeit des Wassers)
- Beläge auf Hüllrohren bzw. Messfenster
- UV-Sensoren (Bestrahlungsstärkemessung), vor allem bei Leistungsgeregelten Geräten
- Strahlertyp (Originalprodukte verwenden)
- Strahleralter
- Durchfluss des zu desinfizierenden Wassers
- Hydraulische und strahlungsgeometrische Eigenschaften des UV-Desinfektionsgeräts (Einbauten)

ÜBERWACHUNG DER BESTRAHLUNGSSTÄRKE



UV-Gerätesensoren erfassen

- Änderung der UV-Absorption des Wassers
- Änderung der UV-Einstrahlung aufgrund von Strahleralterung und Belagsbildung

Anforderung: Anzeige der Bestrahlungsstärke in W/m^2



Überwachung der einzuhaltenden Betriebsbedingungen bei Geräten mit „%-Anzeige“ nicht möglich

UV-SENSOREN

- UV-Gerätesensoren werden permanent mit UV Licht bestrahlt
- Empfindlichkeit kann im Laufe der Zeit abnehmen
- UV-Gerätesensoren müssen regelmäßig mit Referenzradiometer überprüft und ggf. recalibriert werden

KALIBRIERUNG UV-GERÄTESENSOREN

- nach 10.000 Betriebsstunden
- bzw. nach zwei Jahren

KALIBRIERUNG REFERENZRADIOMETER

- nach 100 Betriebsstunden
- bzw. längstens nach einem Jahr

RADIOMETRISCHE REFERENZMESSUNGEN

REFERENZRADIOMETER

- Handmessgeräte bestehend aus Sensor-Messkopf, Messverstärker und Anzeige

BEACHTEN

- Messkopf mit identischem Messfeldwinkel wie UV-Gerätesensor verwenden ($40^\circ/160^\circ$)
- Häufigkeit der Kontrollmessungen richtet sich nach der Gerätegröße
 - bei $> 100 \text{ m}^3/\text{h}$: mind. monatlich
 - bei $< 100 \text{ m}^3/\text{h}$: mind. halbjährlich
- Erlaubte Abweichung zw. UV-Gerätesensor und Referenzmessung: 5 %
- Ansonsten: Abgleich des Gerätesensors auf Referenzradiometer oder Sensoraustausch



ÜBERWACHUNG / KONTROLLE / WARTUNG

- **Durchflussüberwachung** ist nicht Bestandteil des UV-Desinfektionsgeräts und muss separat erfolgen
- **Dokumentation** von Durchfluss, Betriebsstunden, Bestrahlungsstärke
- **Dokumentation** von Wartungsmaßnahmen (Sensorabgleich / -austausch / -kalibrierung)
- **Kontrolle und Reinigung** der Strahlerhüllrohre
- **Austausch** der Strahler bei Erreichen der Mindestbestrahlungsstärke
- **Ersatz** vorzeitig ausgefallener Strahler: Nur gealterte Strahler im Bereich der Messfenster (ggf. Umsetzen von Strahlern)
- **Kontrolle** der Bestrahlungsstärke mittels Referenzradiometer
- **Rekalibrierung** / Austausch der UV-Gerätesensoren

ZUSAMMENFASSUNG

VORAUSSETZUNGEN FÜR SICHERE UV-DESINFEKTION

- Installation geprüfter und zertifizierter UV-Geräte
- Betrieb der UV-Geräte im zertifizierten Durchflussbereich
- Einhaltung der Anforderungen an die Wasserbeschaffenheit
- Realisierung einer Durchflussunterbrechung bei Unterschreiten der Mindestbestrahlungsstärke, Strahlerausfall
- Durchführung der nach DVGW W 294 geforderten Kontrollen (insbes. UV-Sensoren)
- Sicherstellung der Ersatzdesinfektion bei Ausfall des UV-Geräts
- Vorhaltung einer Desinfektionskapazität im Verteilungsnetz durch freies Chlor oder Chlordioxid

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

TZW: DVGW Technologiezentrum Wasser

—

Dr. Jutta Eggers /

Abteilung Technologie und Prüfstelle Wasser

Karlsruher Straße 84 / 76139 Karlsruhe / Germany

T +49 (0)721 9678-130 / F +49 (0)721 9678-109

jutta.eggers@tzw.de / www.tzw.de
