

De essentie van versnelde laboratoriumveroudering en -verwering

(The Essentials of Laboratory Weathering)

Wilfred Versteeg – Product Specialist

[Klik hier om de presentatie te bekijken.](#)



BENELUXSCIENTIFIC



BENELUXSCIENTIFIC

Huishoudelijke mededelingen

U ontvangt een vervolg e-mail van info@email.q-lab.com met links om u in te schrijven voor toekomstige webinars en om de slides te downloaden.

- Onze gearchiveerde webinars zijn te vinden op: q-lab.com/webinars
- Gebruik de **Q&A-functie in Zoom** om ons vandaag uw vragen te stellen!



We make testing simple.



Thank you for attending our webinar!



Agenda

- Basisbegrippen van veroudering / verwerking
- Waarom verwerkingstesten in het laboratorium?
- Versnelde Laboratorium verwerkingstests
 - Xenon methode
 - Fluoriserende UV methode
- Elementen van een effectief testprogramma

Agenda

- **Basisbegrippen van veroudering / verwerking**
- Waarom verwerkingstesten in het laboratorium?
- Versnelde Laboratorium verwerkingstests
 - Xenon methode
 - Fluoriserende UV methode
- Elementen van een effectief testprogramma

Wat is verwerking?

Veranderingen in materiaaleigenschappen onder invloed van blootstelling aan stralingsenergie uit **zonlicht**, in combinatie met **warmte** (inclusief temperatuur cyclussen) en **water** in zijn verschillende vormen, overwegend als vocht, condens, dauw en regen.

Krachten van verwerking

Weet wie de vijand is!

- Zonlicht
- Warmte
- Water



**Ook andere factoren kunnen invloed hebben op verwerking, maar daar zullen we ons vandaag niet op richten*

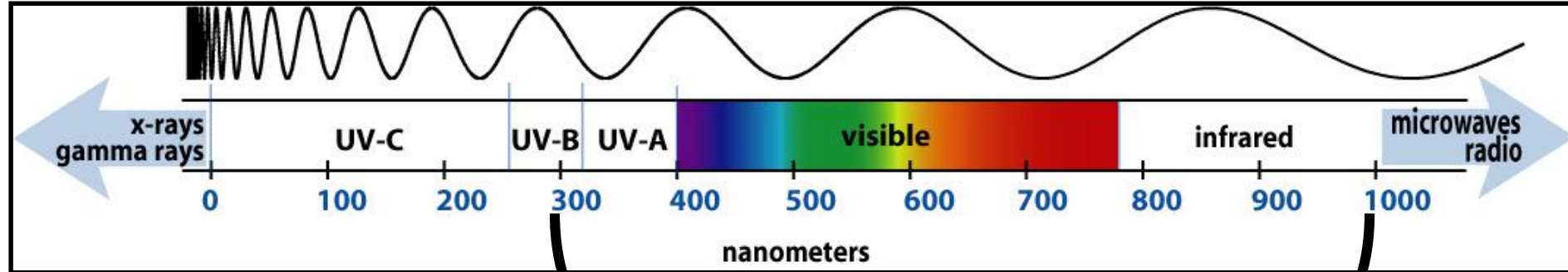
Zonlicht



Zonlicht

- Een vorm van energie
- Elektromagnetische straling
- Gewoonlijk beschreven in termen van bestralingssterkte & golflengte (λ)

Elektromagnetisch Spectrum



Zonlicht

| | | |
|-----------|-------------|------|
| UV | 295-400 nm | ~7% |
| Zichtbaar | 400-800 nm | ~55% |
| IR | 800-3000 nm | ~38% |

Ook al is het maar 7% van de totale stralingsenergie van zonlicht...



UV veroorzaakt vrijwel alle polymeer degradatie!



Stralingssterkte

Bestralingssterkte (Irradiance¹) is de snelheid waarmee lichtenergie op een oppervlak valt, per oppervlakte-eenheid
[W/m²] of [J/s·m²]

Stralingsblootstelling of stralingsdosis (Radiant exposure¹ or radiant dosage) is de bestralingssterkte over een bepaalde tijdsperiode
[J/m²] of [W·s/m²]

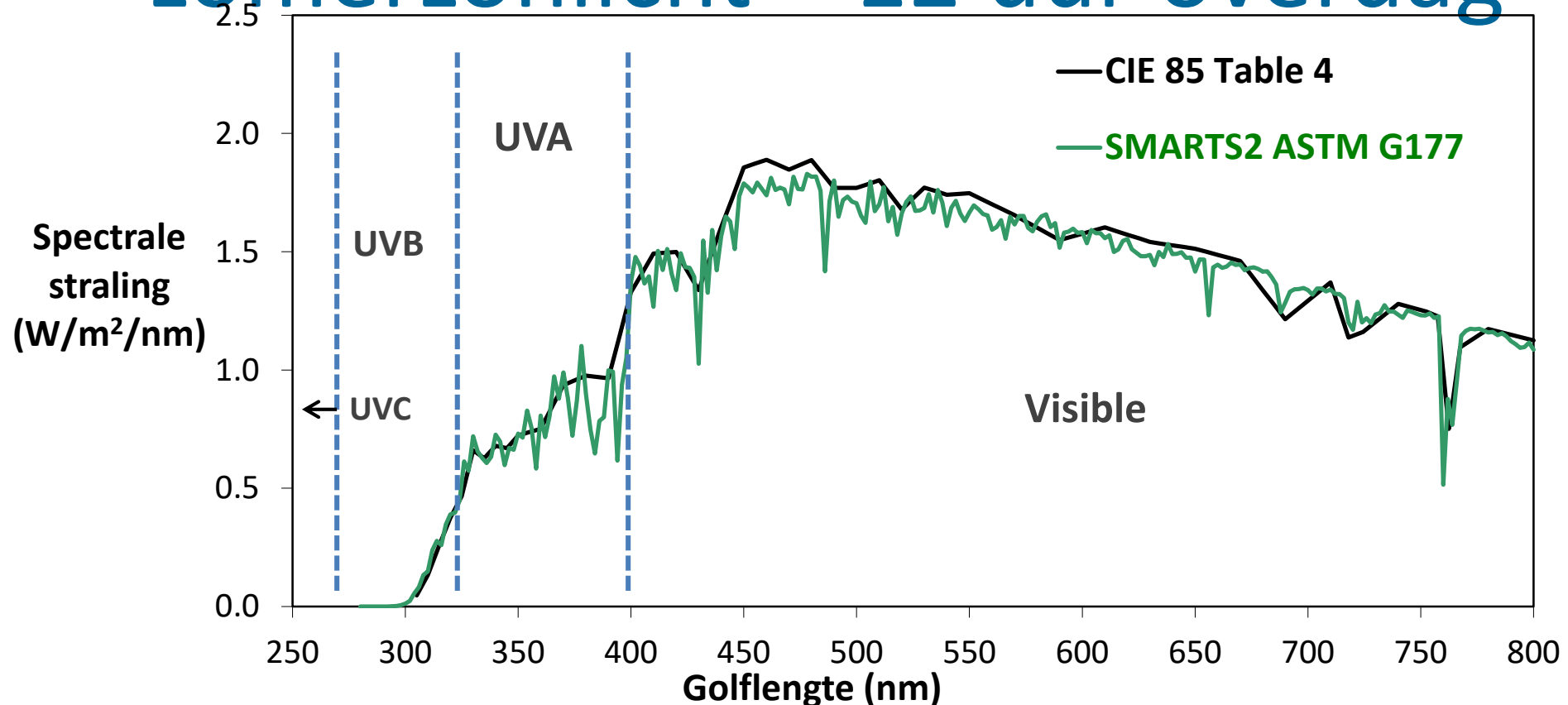
Spectrale straling (Spectral irradiance²) is de bestralingssterkte van een oppervlak per golflengte-eenheid
[W/m²/nm]

¹ASTM G113 -Terminologie

²ISO 9288 - Fysische grootheden en definities



Spectrale vermogensverdeling (SPD) zomerzonlicht – 12 uur overdag



SPD: Het absolute of relatieve stralingsvermogen dat door een bron wordt uitgezonden of op een ontvanger valt, als functie van de golflengte. (ASTM G113)

Aardse invloed op het spectrum

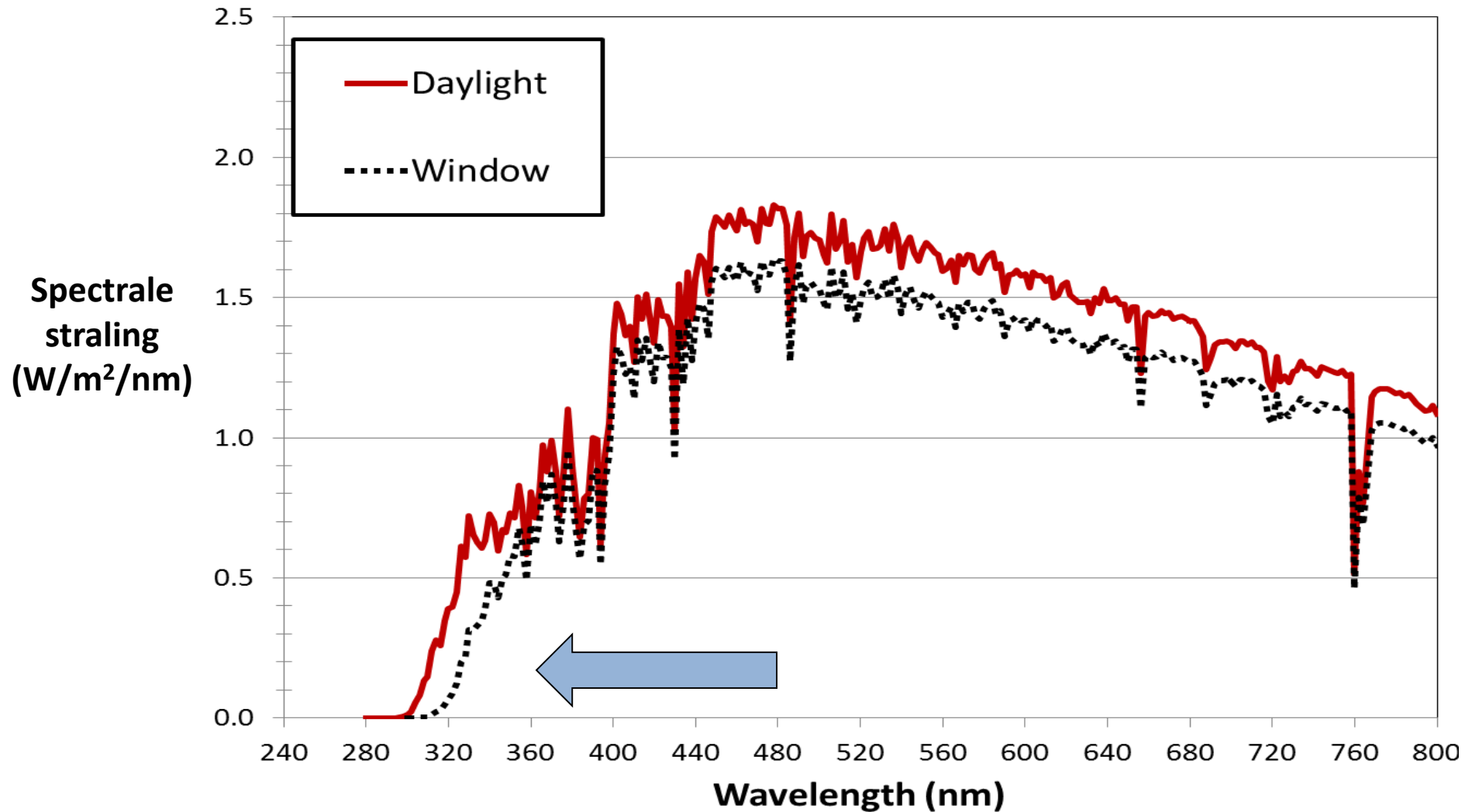


Hoek van de zon

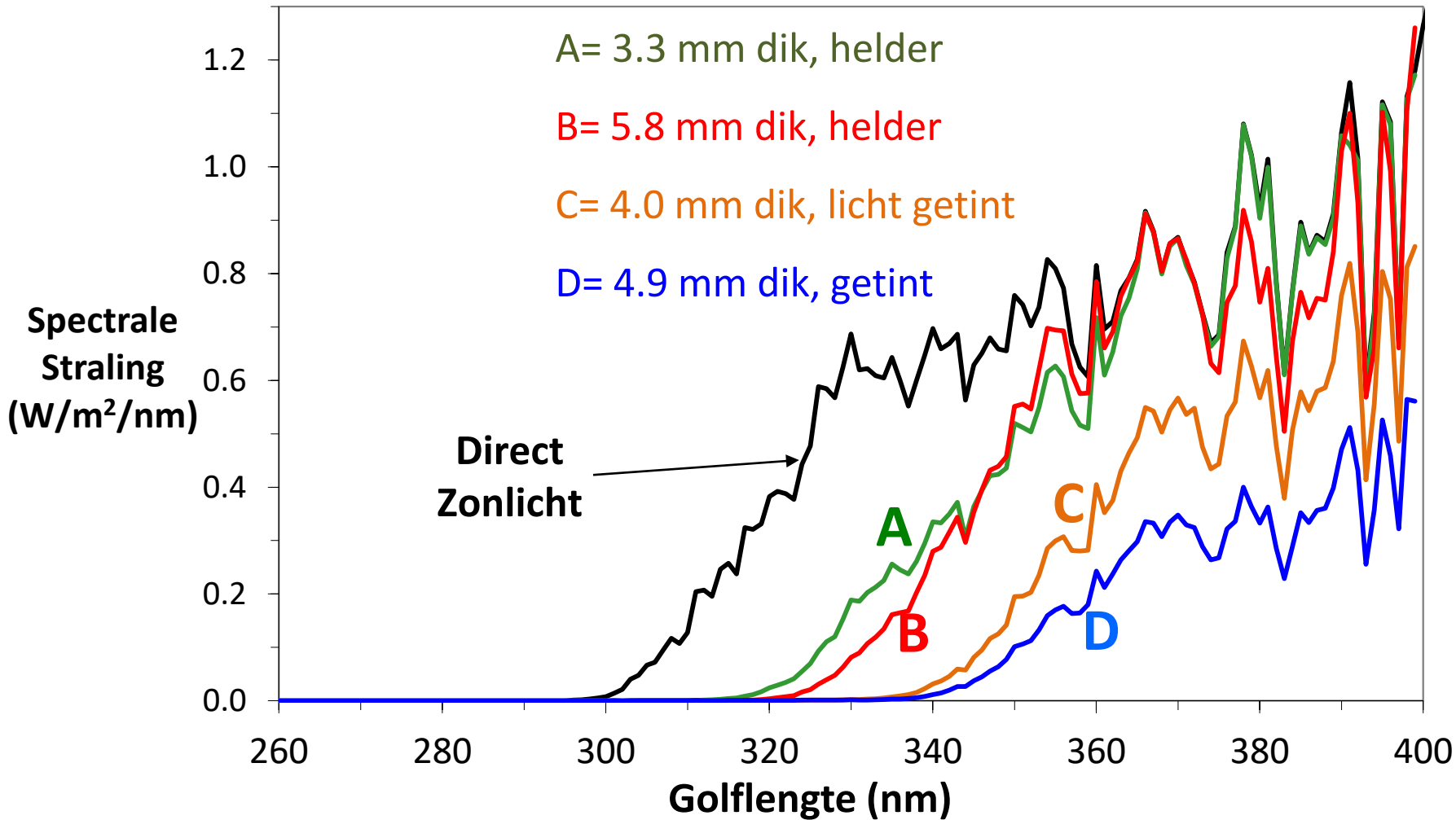
- Tijd van het jaar (b.v. zomer)
- Tijdstip van de dag (bv. middag)
- Breedtegraad

Hoogte

Zonlicht door vensterglas



Zonlicht door autoglas



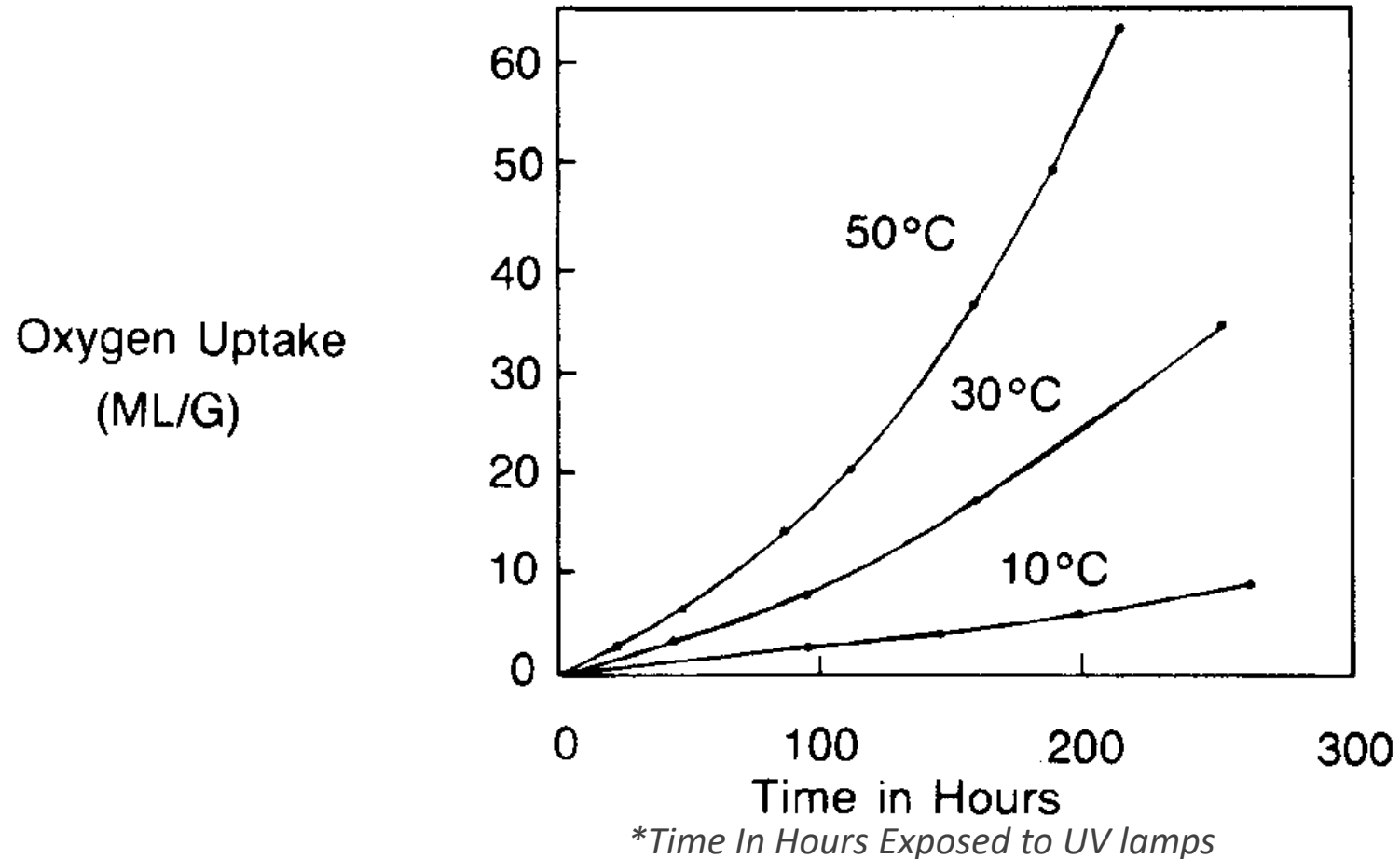
Warmte



Warmte Effecten

- Verhoogde temperatuur van het monster
- Dimensionale verandering
- Verdamping
- Thermische veroudering
- Thermische cycli

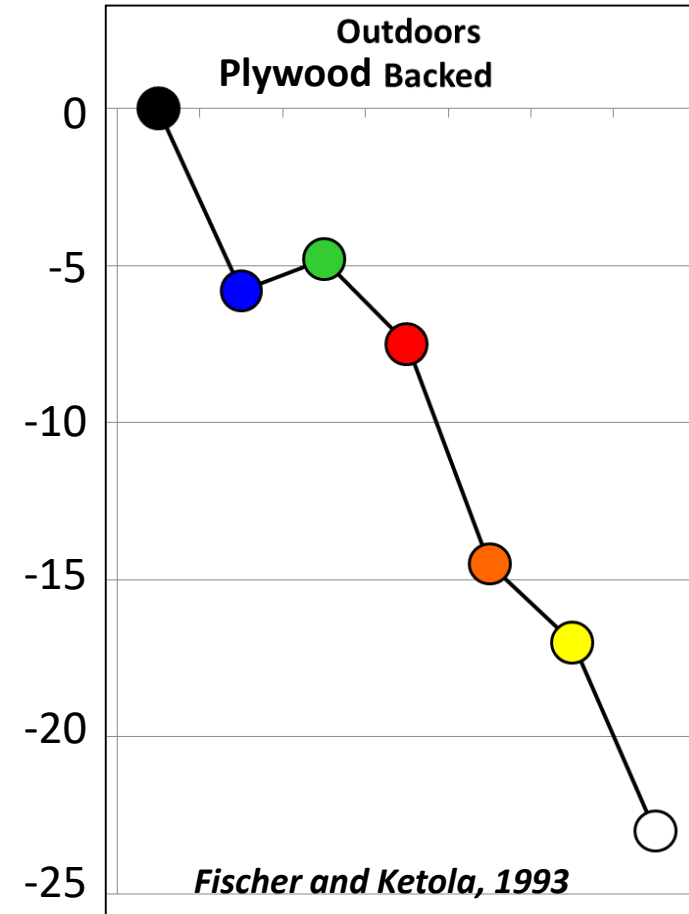
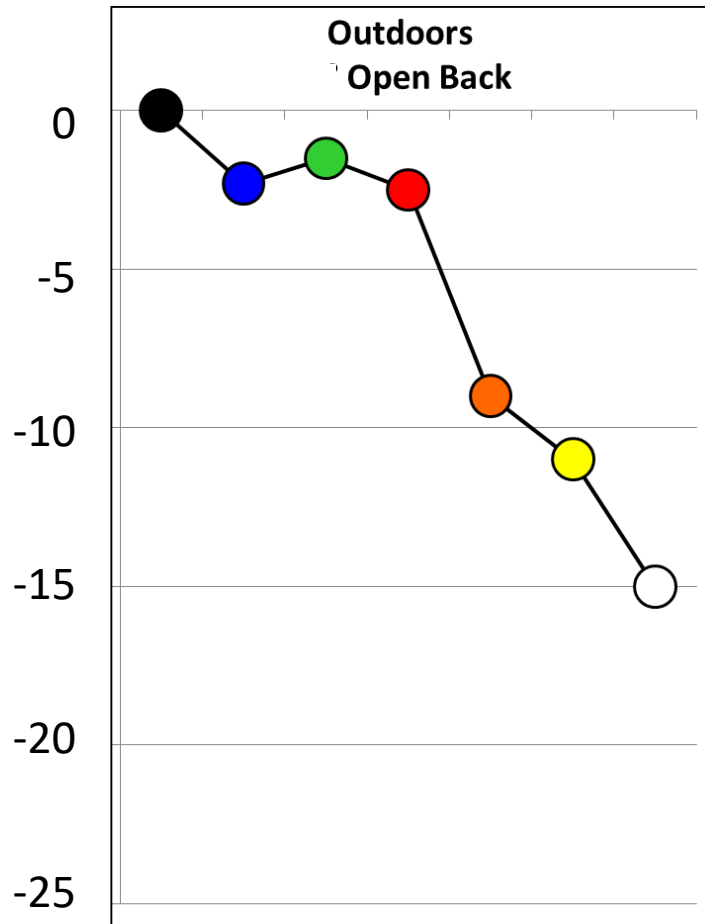
Effect van Temperatuur: Oxidatiesnelheid van polyethyleen



Temperatuur en kleur

Donkere kleuren hebben een hogere temperatuur!

Temperatuur Δ
(°C)



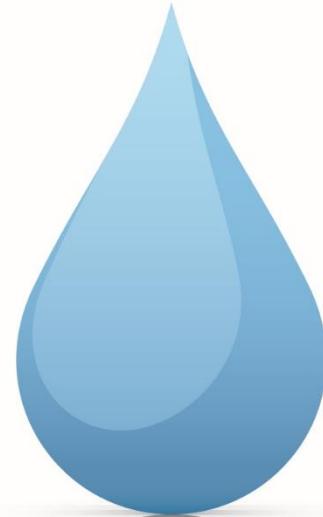
Warmte achter vensterglas



De temperatuur van onderdelen van het auto-interieur achter vensterglas kan meer dan 100 °C bedragen



Water



Belangrijkste effecten van water

Chemische reacties

- Reacties in oplossing
- Vergemakkelijkt reactie via toename van zuurstoftransport

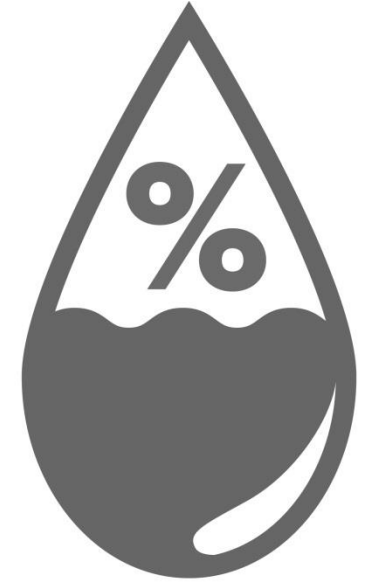
Fysische effecten

- Erosie
- Absorptie/dooi/vries
- Thermische schok
- Impact (materiaalverlies)



Luchtvochtigheid

- Maat voor de hoeveelheid water in de lucht
- Kan leiden tot fysieke stress
- Vochtigheid beïnvloedt producten zowel binnen als buiten
- Wordt vaak uitgedrukt als relatieve vochtigheid (RH), waarbij 100% het meeste water is dat lucht bij een bepaalde temperatuur kan bevatten



Neerslag

- Oppervlakte-effecten
 - Oppervlaktelagen wegwassen
 - Verkrijting
 - Verwijderen van vuil

- Thermische schok



Dauw

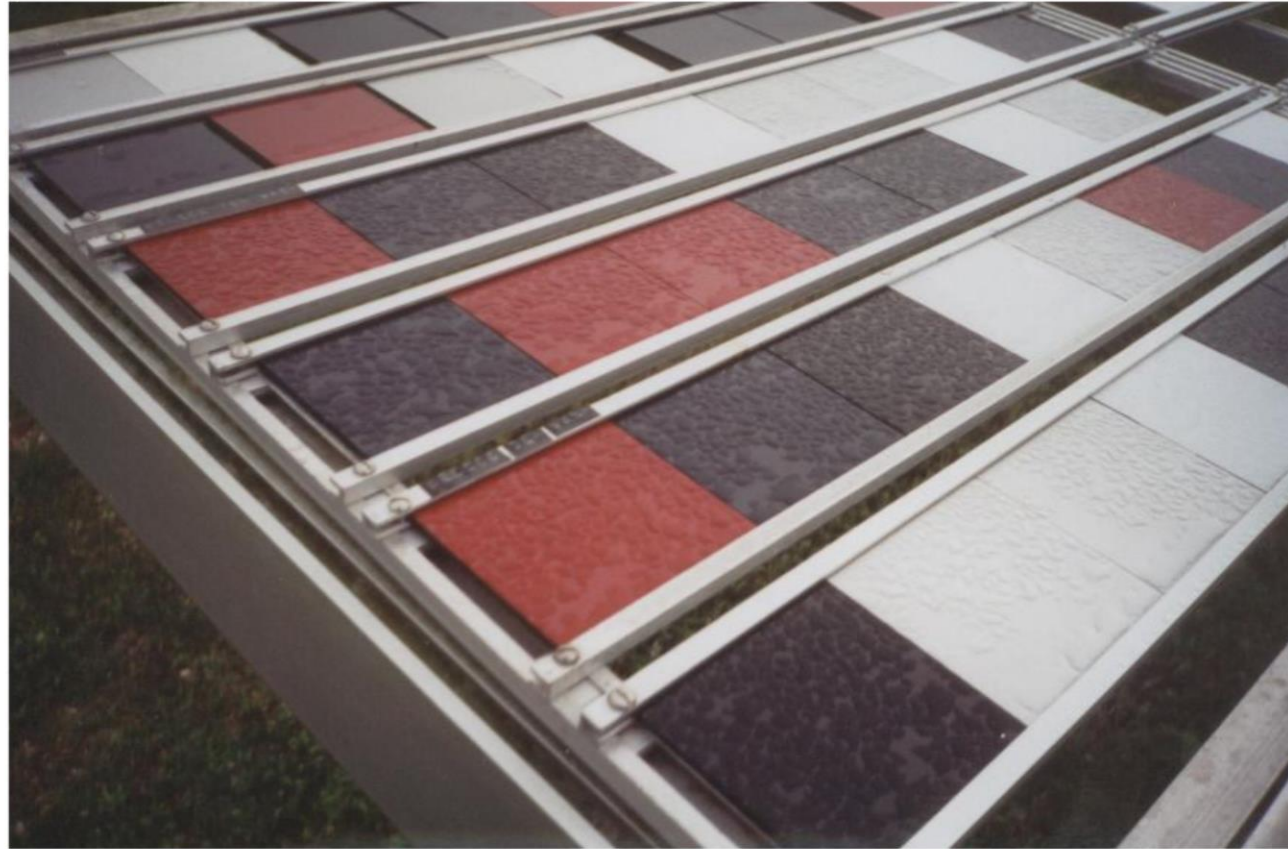


Vocht uit de atmosfeer dat zich vormt in de vorm van kleine druppels op elk koel oppervlak

Hoge zuurstofconcentratie

Lange verblijftijd

Dauw, niet regen, is de bron van de meeste nattigheid buiten!



Samenvatting: Krachten van verwerking

Zonlicht

- UV-licht veroorzaakt vrijwel alle polymeerdegradatie
- Kleine veranderingen in materiaalformulering en/of spectrum kunnen grote gevolgen hebben voor de materiaaldegradatie

Warmte (*Temperatuur*)

- Zonlicht + Warmte = verhoogde degradatiesnelheid
- De kleur van een materiaal beïnvloedt sterk hoe warm het zal worden in zonlicht

Water (*Vocht*)

- Zonlicht + Warmte + Water = Verwerking
- Dauw, niet regenval, is de bron van de meeste nattigheid buitenshuis
- Producten buitenshuis zijn veel langer nat dan u denkt

Verwerking omvat synergetische effecten tussen deze factoren!



Agenda

- Basisbegrippen van veroudering / verwerking
- **Waarom verwerkingstesten in het laboratorium?**
- Versnelde Laboratorium verwerkingstests
 - Xenon methode
 - Fluoriserende UV methode
- Elementen van een effectief testprogramma

Waarom testen?

- Voldoen aan specificaties
- Catastrofes vermijden
- Verbeter uw reputatie
- Claims van leveranciers verifiëren
- Verbeter de duurzaamheid van uw product
- Besparen op materiaalkosten
- Bestaande productlijnen uitbreiden
- Nieuwe markten betreden
- De concurrentie voorblijven
- De regelgeving voorblijven



Laboratoriumonderzoek is een instrument voor een **gerichte besluitvorming**

Versnelde laboratoriumtests kunnen u helpen

- Beter en/of sneller beslissingen te nemen.
- Het risico op slechte beslissingen te verminderen
- Het risico verminderen dat beslissingen te traag worden genomen



Wat voor soort test moet ik doen?

| Type versnelde test | Resultaat | Testduur | Resultaten vergeleken met |
|---------------------|-------------|---|---------------------------|
| Kwaliteitscontrole | Pass / fail | <ul style="list-style-type: none">• Gedefinieerd• Kort | Material specification |

Wat voor soort test moet ik doen?

| Type versnelde test | Resultaat | Testduur | Resultaten vergeleken met |
|--------------------------|-------------|---|-------------------------------------|
| Kwaliteitscontrole | Pass / fail | <ul style="list-style-type: none">• Gedefinieerd• Kort | Material specification |
| Kwalificatie / validatie | Pass / fail | <ul style="list-style-type: none">• Gedefinieerd• Middellang | Referentiemateriaal of specificatie |

Wat voor soort test moet ik doen?

| Type versnelde test | Resultaat | Testduur | Resultaten vergeleken met |
|--------------------------|--------------------|---|--|
| Kwaliteitscontrole | Pass / fail | <ul style="list-style-type: none">• Gedefinieerd• Kort | Material specification |
| Kwalificatie / validatie | Pass / fail | <ul style="list-style-type: none">• Gedefinieerd• Middellang | Referentiemateriaal of specificatie |
| Correlatief | Gerangschikte data | <ul style="list-style-type: none">• Open einde• Middellang | Natuurlijke blootstelling (Benchmark site) |

Wat voor soort test moet ik doen?

| Type versnelde test | Resultaat | Testduur | Resultaten vergeleken met |
|--------------------------|----------------------------------|--|---|
| Kwaliteitscontrole | Pass / fail | <ul style="list-style-type: none"> • Gedefinieerd • Kort | Material specification |
| Kwalificatie / validatie | Pass / fail | <ul style="list-style-type: none"> • Gedefinieerd • Middellang | Referentiemateriaal of specificatie |
| Correlatief | Gerangschikte data | <ul style="list-style-type: none"> • Open einde • Middellang | Natuurlijke blootstelling (Benchmark site) |
| Voorspellend | Levensduur Versnellingsfactor | <ul style="list-style-type: none"> • Open einde • Lang | Natuurlijke blootstelling (Service environment) |

Wat is natuurlijke verwerking?

Blootstelling van materialen aan ongeconcentreerd zonlicht in de open lucht, met als doel de effecten van milieufactoren op diverse functionele en decoratieve parameters van belang te beoordelen.

Wereldwijde referentielocaties voor verwerking:

- Zuid-Florida (Subtropisch)
- Arizona (Droge Woestijn)
- Midwestern (Noordelijk Industrieel)

Waarom is natuurlijke verwerking belangrijk?

- Natuurlijke verwerking is complexer dan kunstmatige (laboratorium) verwerking
- Versnelde laboratoriumtests zijn niet altijd realistisch
- De nauwkeurigheid van laboratoriumtests moet altijd worden geverifieerd door tests in openlucht
- Door voortdurende verouderingstests in openlucht wordt een bibliotheek van zeer waardevolle gegevens opgebouwd, tegen lage kosten

Agenda

- Basisbegrippen van veroudering / verwerking
- Waarom verwerkingstesten in het laboratorium?
- **Versnelde Laboratorium verwerkingstests**
 - **Xenon methode**
 - **Fluoriserende UV methode**
- Elementen van een effectief testprogramma



Xenon vlamboog

Laboratorium verwerking

Q-SUN Xenon vlamboogtesters

Xe-1



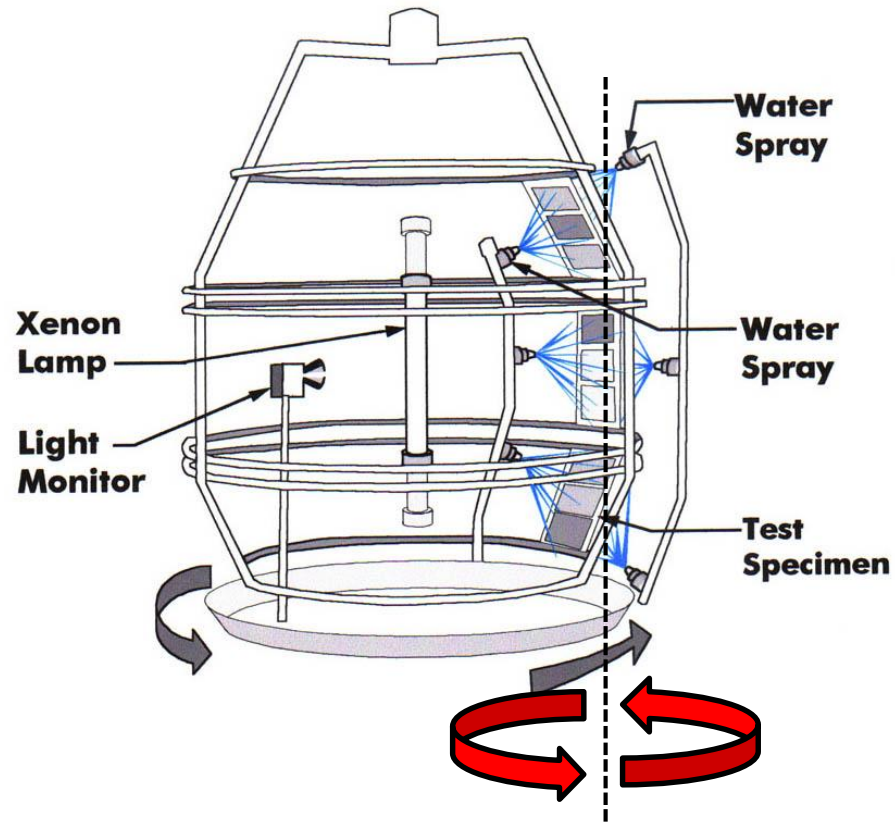
Xe-2



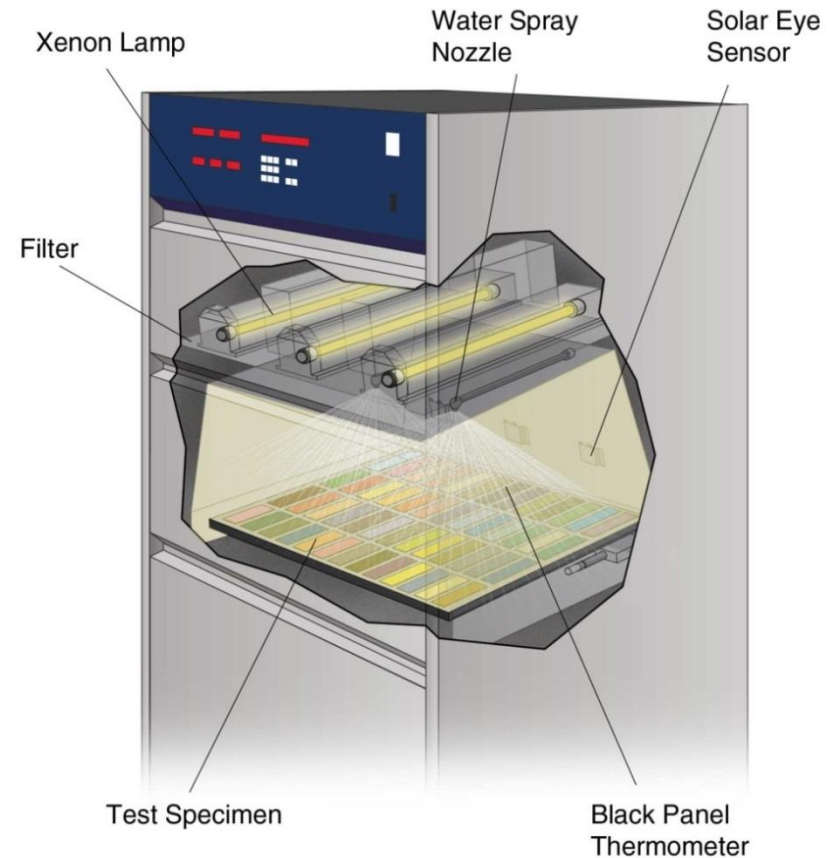
Xe-3



Xenon vlamboog testkamer



Roterende trommel



Vlakke plaat



Xenon vlambooglampen

Luchtgekoeld



Watergekoeld



Watergekoelde
assemblage



Overzicht van filters

- Daglicht
- Vensterglas
- Verlengde UV

Roterende trommel
"lantaarn"

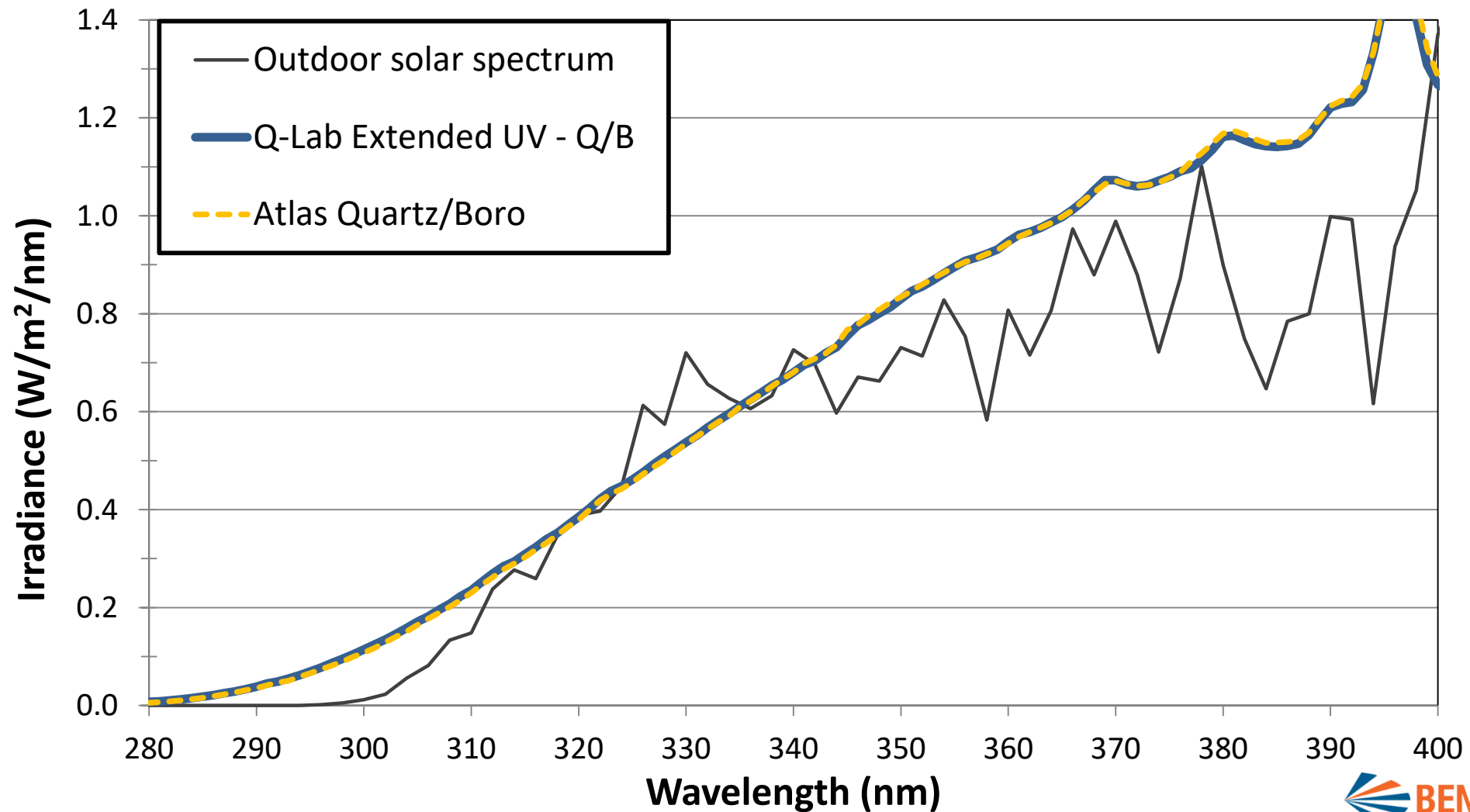


Vlakte plaatfilter

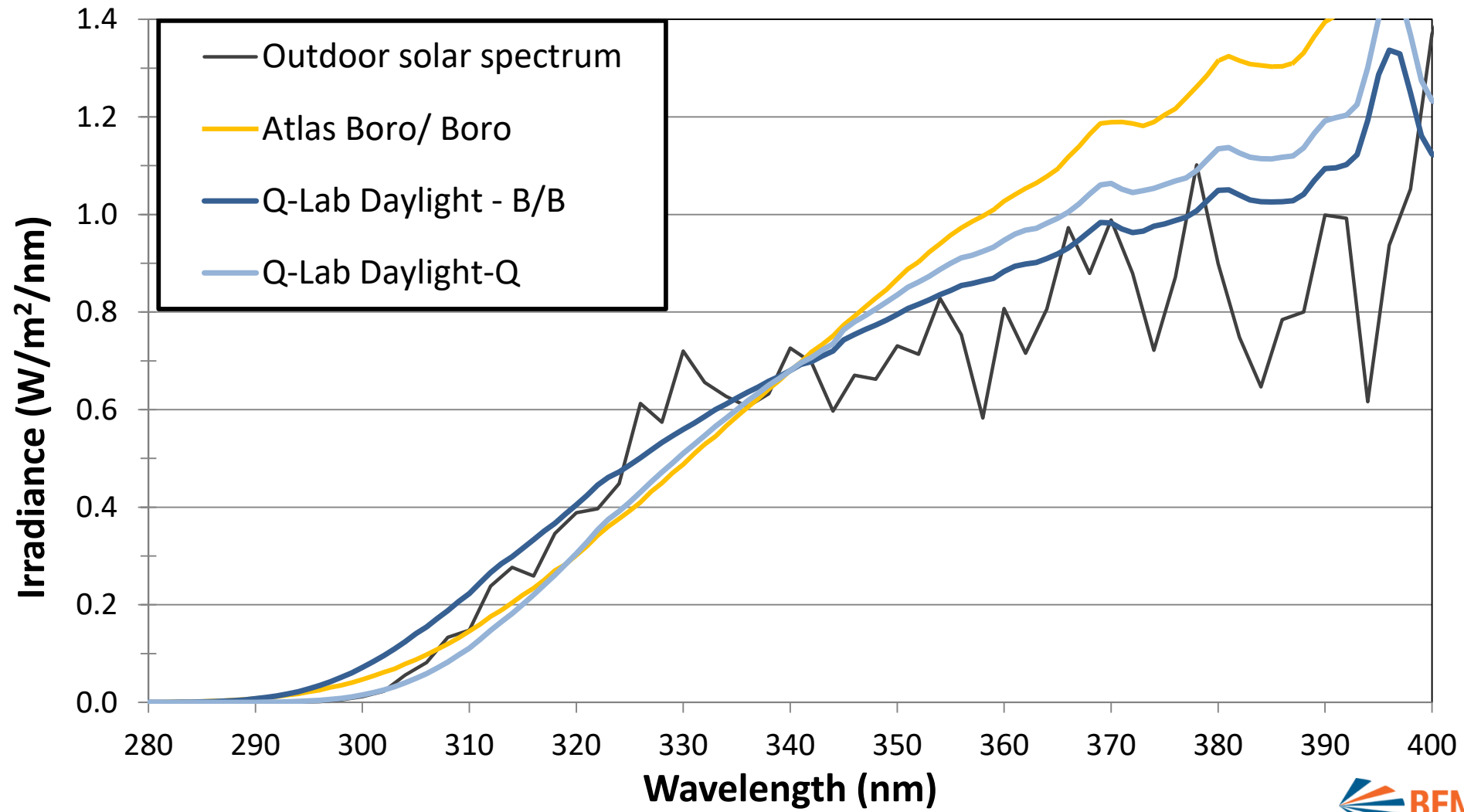


**Andere specifieke filters kunnen incidenteel gebruikt worden*

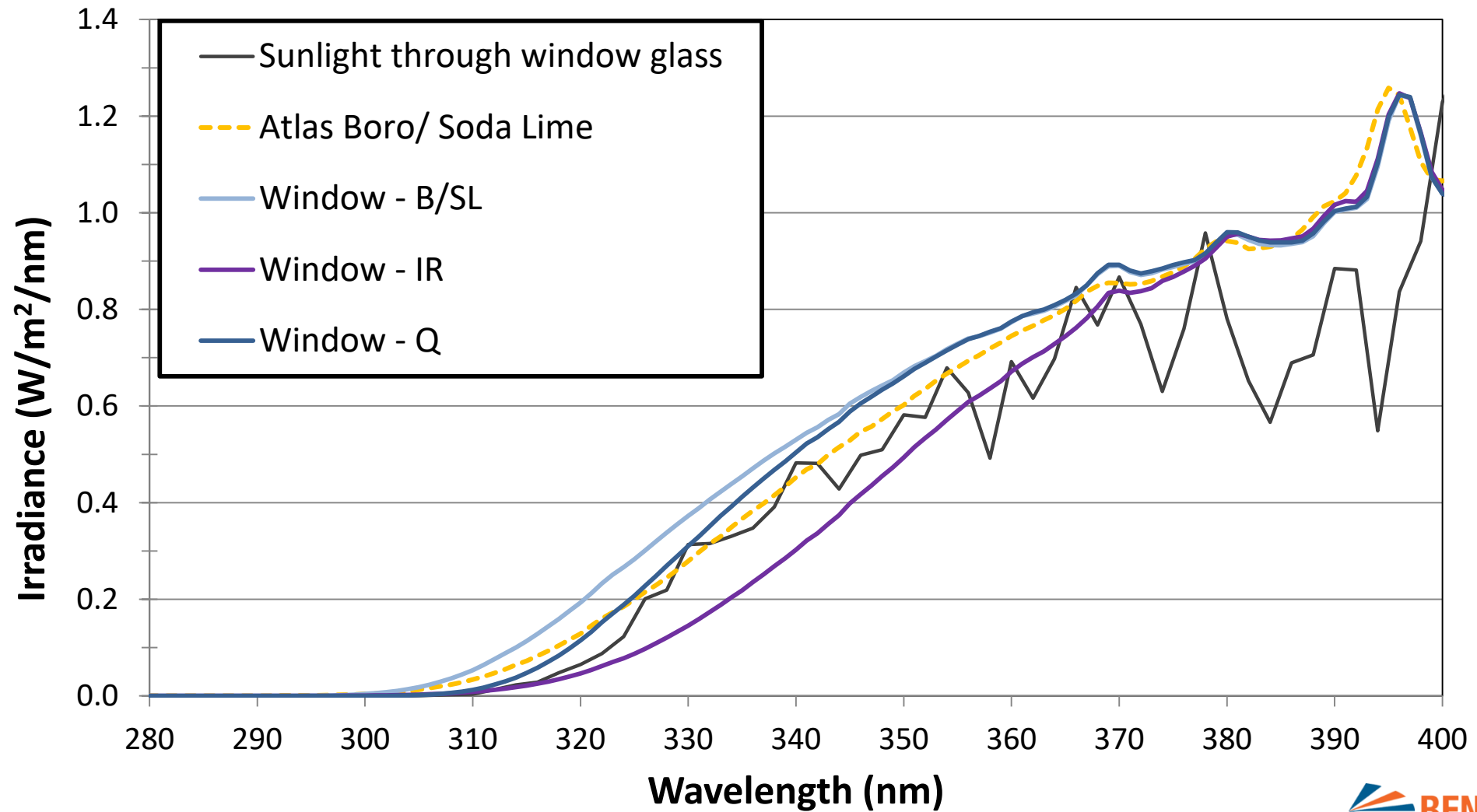
Verlengde UV-filtervergelijking



Vergelijking van daglichtfilters



Vensterglas Filter Vergelijking



Optische filterveroudering

Watergekoeld vs. luchtgekoeld

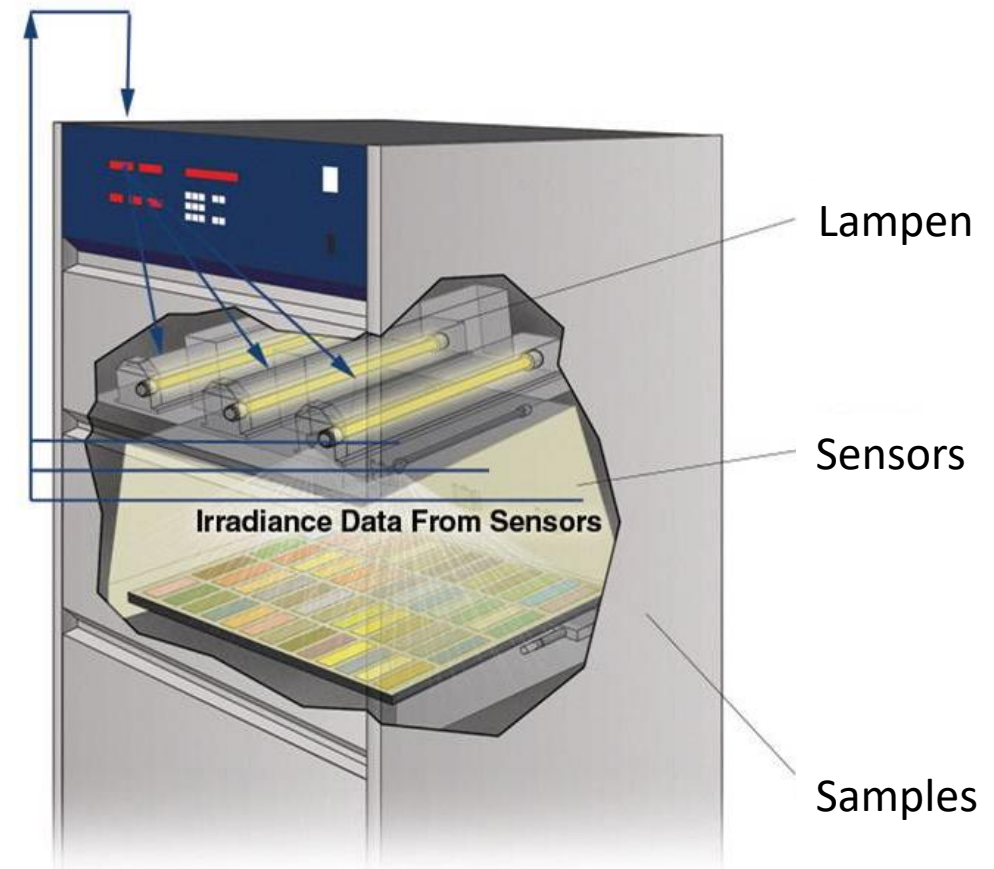
- Filters voor watergekoelde lampsystemen moeten om de 400-2000 uur worden vervangen
 - Verontreinigingen, zelfs in ultrapuur gedemineraliseerd water, verminderen na verloop van tijd de filterdoorlaatbaarheid
- Bijna alle filters voor luchtgekoelde lampsystemen verouderen niet en hoeven niet te worden vervangen

Q-SUN SOLAR EYE™ lichtsterkteregeling

Feedback Lusregeling

- Xenon lamp
- Lichtsensor
- Besturingsmodule

De golflengte waarop de bestralingssterkte wordt gecontroleerd, wordt het **controlepunt** genoemd.



Xenon Lichtsterkteregeling

- Beheersing van de bestralingssterkte in het **gewenste golflengtegebied** om de herhaalbaarheid en reproduceerbaarheid te maximaliseren
 - 340 nm
 - 420 nm
 - Totaal UV TUV (300-400 nm)
 - UV+VIS (300-800 nm) – niet aanbevolen
 - Kortere golflengtes veroorzaken meer fotodegradatie
 - Houdt geen rekening met de veroudering van xenonlampen
- Xenonlampen verouderen naarmate ze worden gebruikt; "spectrale verschuiving" beperkt de bruikbare levensduur van lampen

Zwart paneel

Temperatuurregeling

- Meest voorkomend in test standaarden
- Benadert de maximale temperatuur van het monsteroppervlak
- Kan gebruikt worden in combinatie met een omgevingstemperatuursensor en controle

Zwart paneel temperatuursensoren

| Paneel | Materiaal | ASTM-aanduiding | ISO-aanduiding |
|--|---|--|-------------------------------------|
|  | Zwart geschilderd roestvrij staal | Uninsulated Black Panel (Ongeïsoleerd zwart paneel) | Black Panel (Zwart paneel) |
|  | Zwart gelakt roestvrij staal gemonteerd op 0,6 cm wit PVDF. | Insulated Black Panel (Geïsoleerd zwart paneel) | Black Standard (zwarte standard) |

* Wit paneel versies van de bovenstaande zijn beschikbaar, maar veel minder vaak gebruikt

Testkamer

luchttemperatuurregeling

- Vereist volgens bepaalde testmethoden
- Noodzakelijk voor controle van relatieve vochtigheid (RH)
- Sensor moet worden afgeschermd van licht
- Temperatuur BP altijd hoger dan temperatuur kamerlucht door absorptie van stralingswarmte

Relatieve vochtigheidsregeling

- Vereist door vele testmethoden
 - Textiles
 - Automotive (SAE)
- Veel xenon testers kunnen relatieve vochtigheid opwekken en regelen
 - Ketel-type systeem
 - Vernevelingssysteem
 - Luchtverstuiving
- Voor veel duurzame materialen maakt RH weinig uit in vergelijking met nevel en condensatie

Xenon vlamboog

Waterspray

Frontale spray

- Primaire methode van waterafgifte
- Kalibratietechniek voor frontale verstuing onlangs ontwikkeld (ASTM D7869)

Rugspray

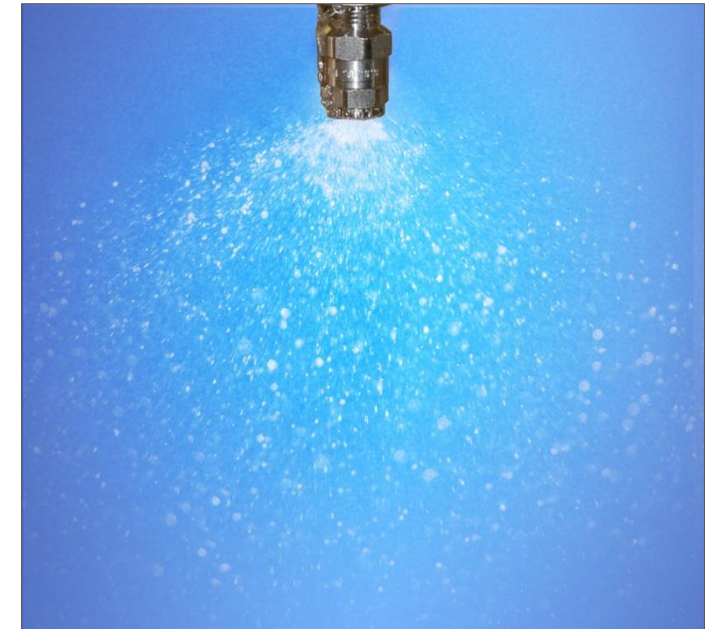
- Resultaat van een mislukt experiment om condensatie op te wekken; blijft bestaan in sommige normen

Dubbele spray

- Voor het sproeien met een 2e oplossing, b.v. zure regen, zeep

Onderdompelen

- Alternatief voor frontale verstuing genoemd in sommige normen



Xenon Samenvatting

- Beste simulatie van volledig zonlichtspectrum
- Lampen ondervinden veroudering Temperatuur effecten
- Water spray en RH-regeling
- Hogere kosten, meer onderhoud en complexiteit in vergelijking met fluorescerende UV-testers



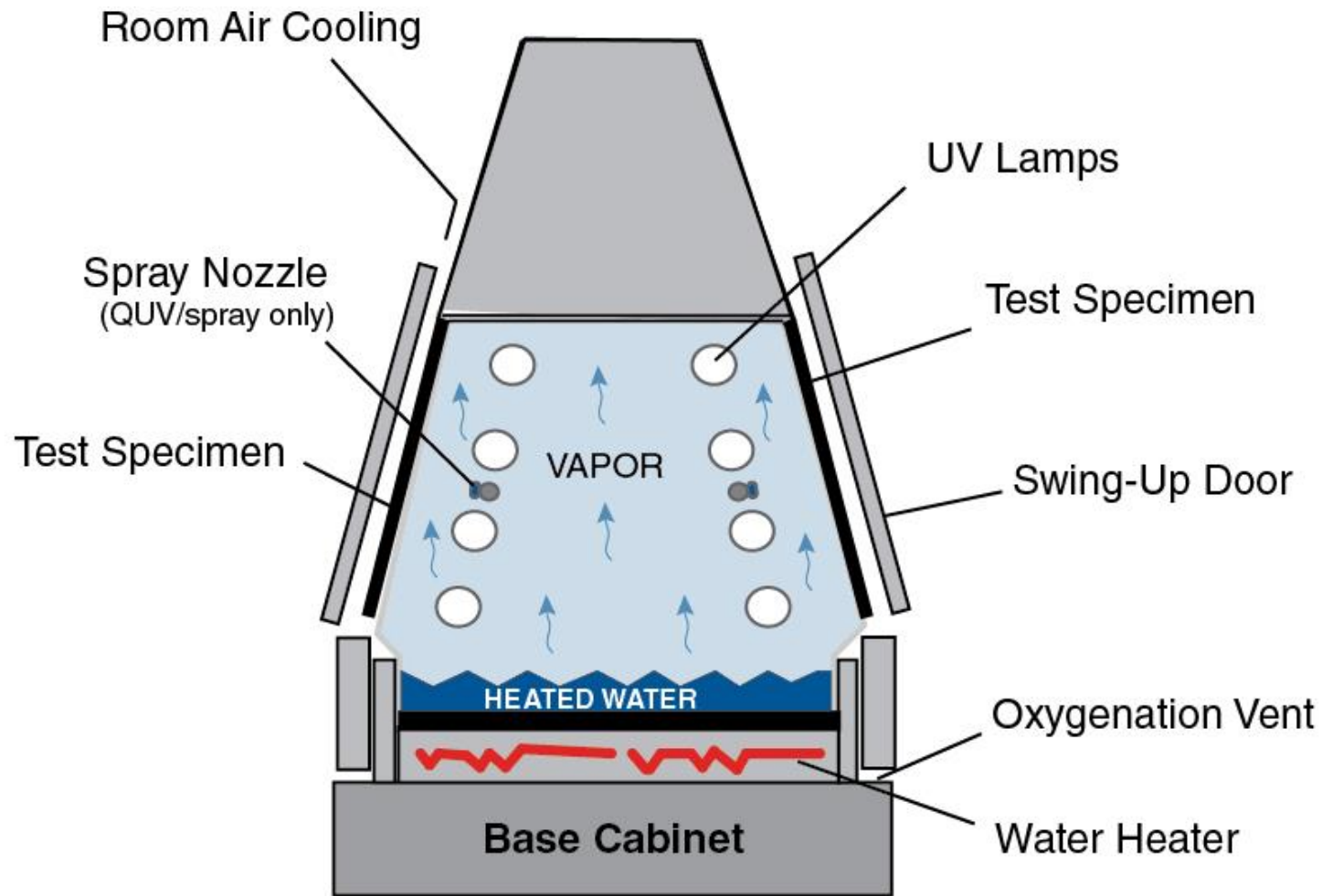
Fluorescerend UV Laboratorium Verwering

QUV Versnelde verwerkingstester

Model QUV/se



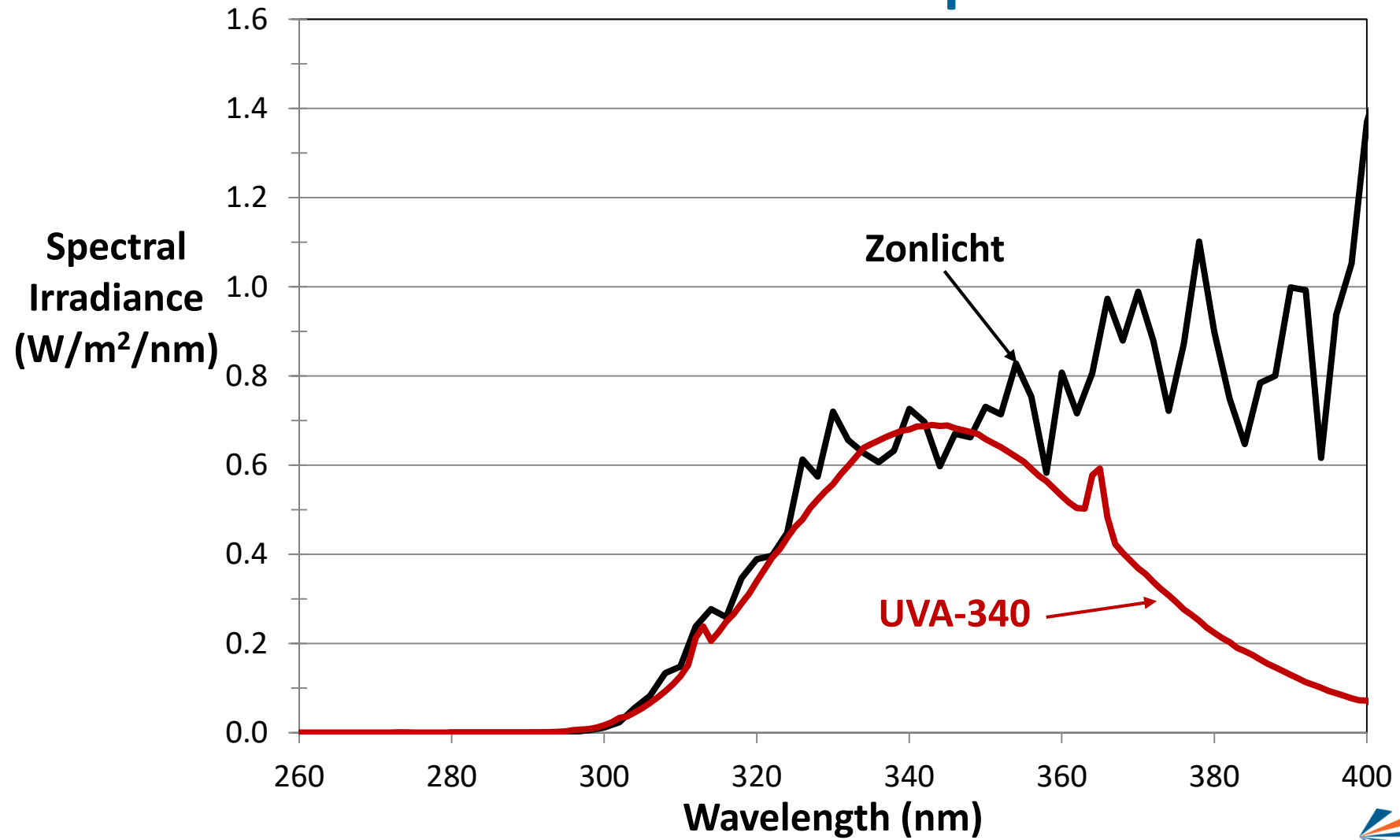
Fluorescerend UV schematisch



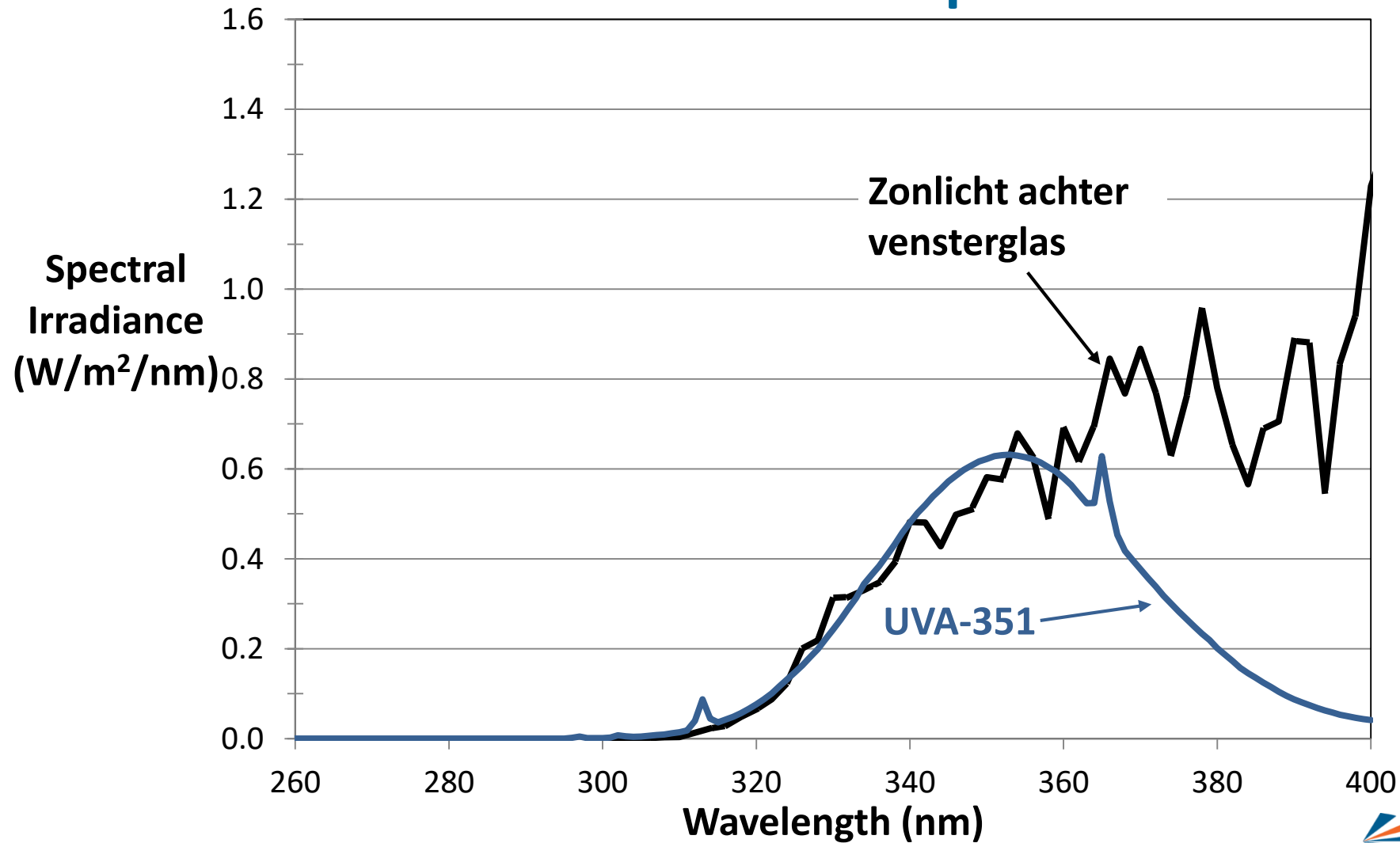
QUV Lampen Samenvatting

- UVA-340 (Daglicht UV)
- UVA-351 (Vensterglas UV)
- UVB-313EL/FS-40 (Uitgebreid UV)
- Cool White (Binnen – TL-licht)

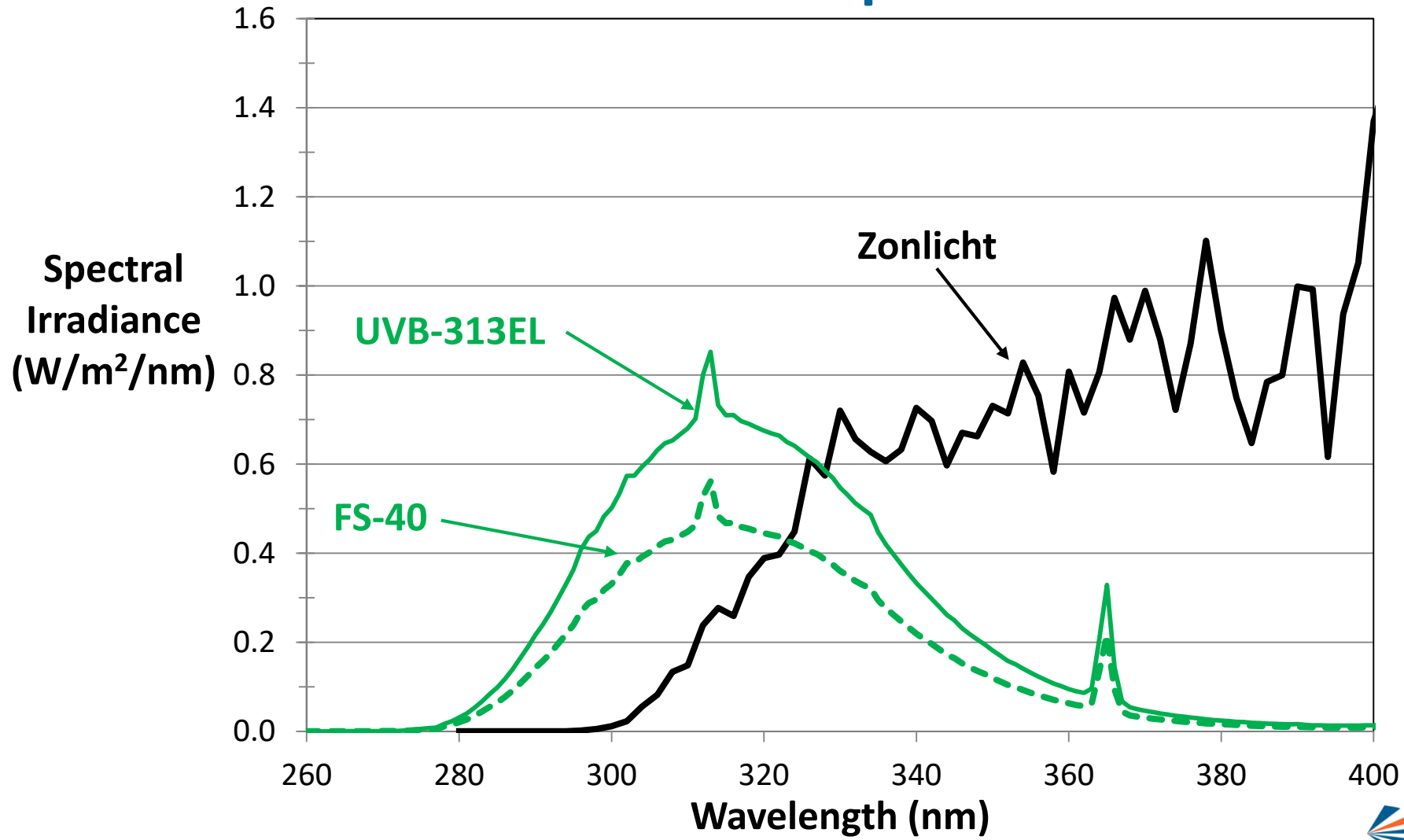
UVA-340 Lampen



UVA-351 Lampen

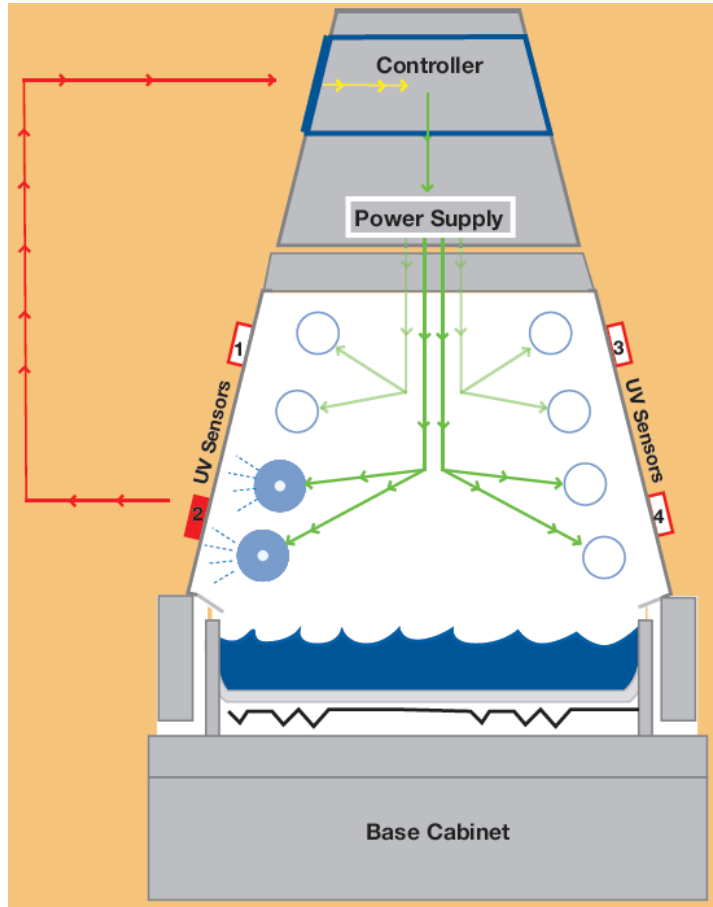


UVB Lampen



QUV SOLAR EYE™

Lichtsterkteregeling



Feedback Lusregeling

- Xenon lamp
- Lichtsensor
- Besturingsmodule

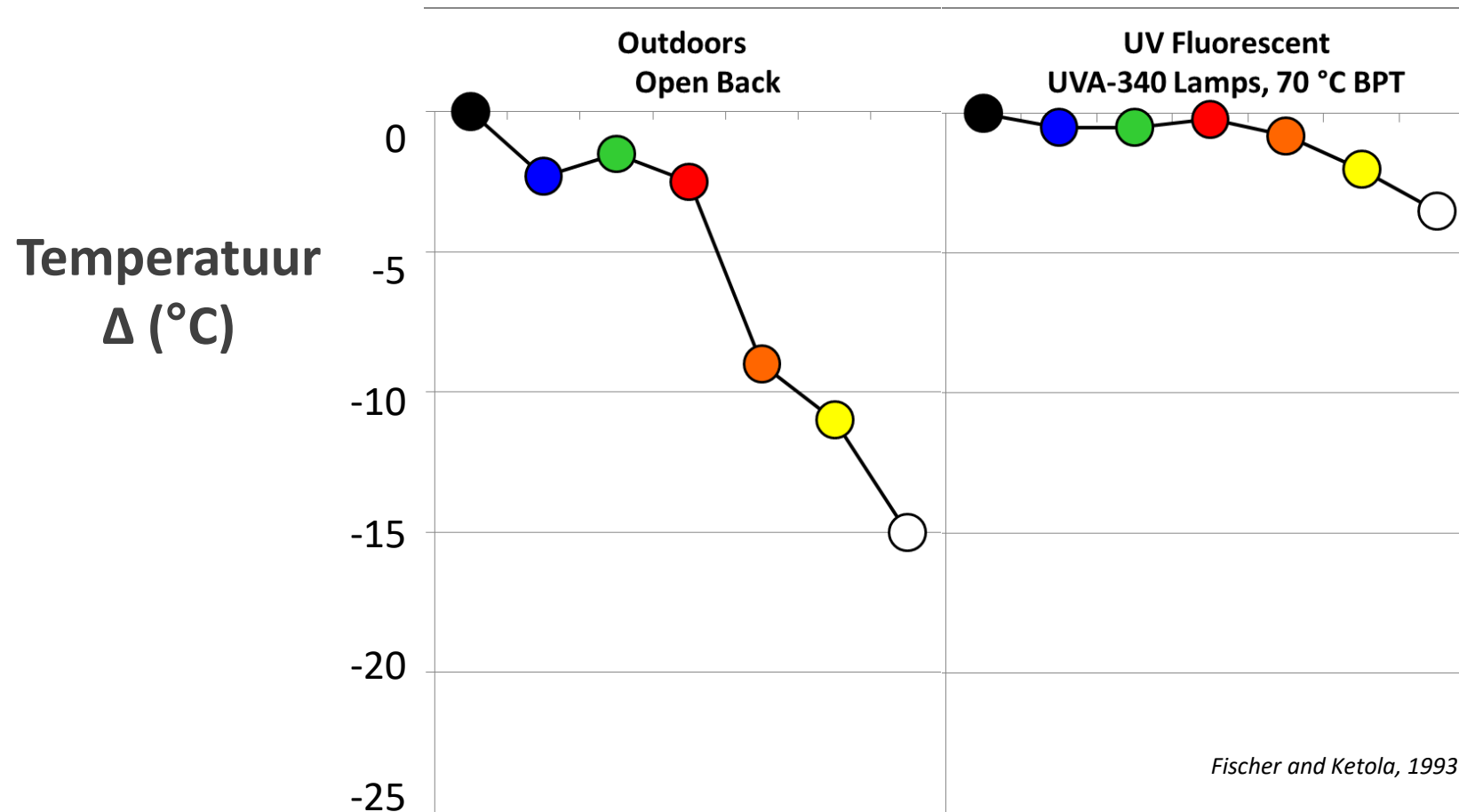
Voordelen fluorescentielamp

- Snelle resultaten
- Vereenvoudigde bestralingsregeling
- Zeer stabiel spectrum - geen veroudering
- Weinig onderhoud
 - Eenvoudige kalibratie
- Lage prijs en bedrijfskosten
- Eenvoudig en gemakkelijk te onderhouden

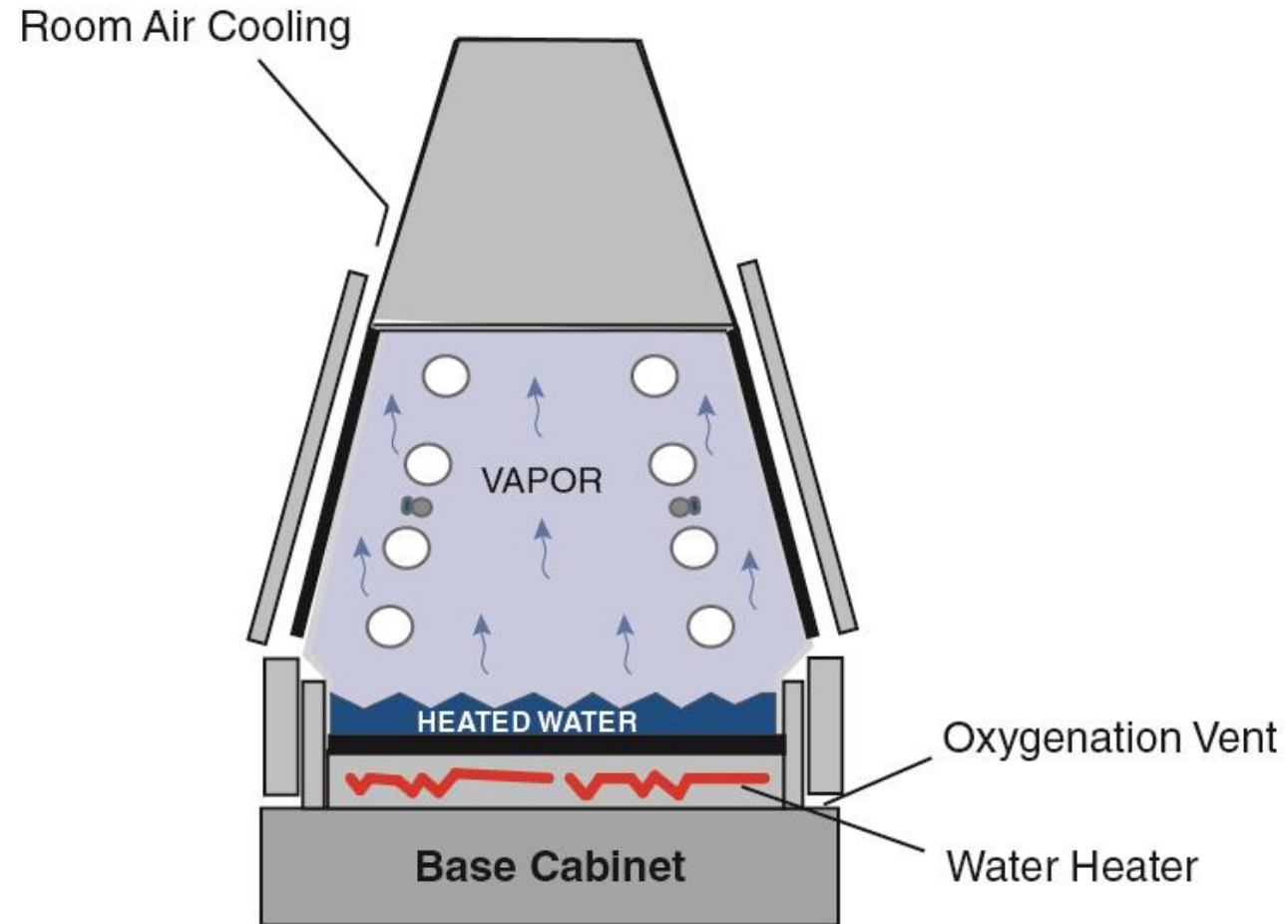


Temperatuur & Kleur

Temperatuurverschil tussen gekleurde panelen en zwart paneel



Condensatie



Voordelen van condensatie

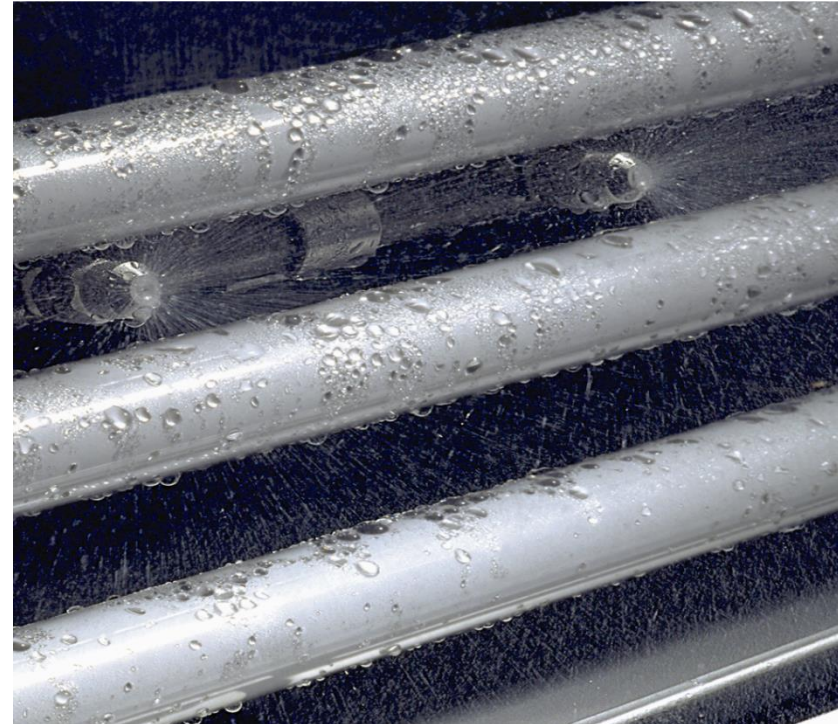
- Komt het dichtst bij natuurlijke bevochtiging
- Beste manier om water te “versnellen” in een laboratorium tester
- Verhoogde temperatuur
- Hoog zuurstofgehalte
- Tester voert destillatie uit - u kunt geen vuil op de monsters deponeren! Water is gegarandeerd schoon.



Het creëren van condensatie in de QUV is eenvoudig en vereist geen duur, zuiver water

Water Spray

- Zorgt ervoor dat onderdelen volledig verzadigd raken
- Creëert erosie en thermische schokken



Het creëren van spray in de QUV is moeilijk en relatief duur

Samenvatting Fluorescerende UV

- UVA-340 beste simulatie van kortegolf UV
- UVB-313 snelste en meest brute veroudering
- Stabiel spectrum - geen veroudering van lampen
- Geen zichtbaar licht
- Condensatie realistisch & rigoureuus
- Water spray beschikbaar maar geen RH controle



Fluorescerende UV en Xenon Vlamboog

Complementaire technieken

Fluorescerend UV

- UVA-340 beste simulatie van kortegolf UV
- UVB-313 zou te sterk kunnen zijn
- Geen zichtbaar licht
- Stabiel spectrum van de lampen
- Geen RH controle
- Condensatie of waternevel
- Goedkoop, eenvoudig te gebruiken

Xenon Vlamboog

- Volledig spectrum (UV-Vis-IR)
- Beste simulatie van lange golf UV & zichtbaar licht
- Spectrum veranderlijk
- RH controle
- Water spray
- Complexer systeem

Agenda

- Basisbegrippen van veroudering / verwerking
- Waarom verwerkingstesten in het laboratorium?
- Versnelde Laboratorium verwerkingstests
 - Xenon methode
 - Fluoriserende UV methode
- **Elementen van een effectief testprogramma**

Wat voor soort test moet ik doen?

| Type versnelde test | Resultaat | Testduur | Resultaten vergeleken met |
|--------------------------|----------------------------------|--|--|
| Kwaliteitscontrole | Pass / fail | <ul style="list-style-type: none"> • Gedefinieerd • Kort | Material specification |
| Kwalificatie / validatie | Pass / fail | <ul style="list-style-type: none"> • Gedefinieerd • Middellang | Referentiemateriaal of specificatie |
| Correlatief | Gerangschikte data | <ul style="list-style-type: none"> • Open einde • Middellang | Natuurlijke blootstelling (Benchmark site) |
| Voorspellend | Levensduur Versnellingsfactor | <ul style="list-style-type: none"> • Open einde • Lang | Natural exposure (Service environment) |

Alles samenbrengen

- Identificeer het soort versnelde test
 - Buitengegevens zijn van essentieel belang voor correlatieve en voorspellende tests
- Identificeer de serviceomgeving.
 - Binnen of buiten
 - Nat of droog
 - Warm of koel

Alles samenbrengen

- Gebruik de beste werkmethoden
 - Uitvoeren tot een gedefinieerde foutmodus
 - Gebruik meerdere replicaten
 - Voer regelmatig evaluaties en herpositioneringen uit
- Kies een geschikte proefopzet
 - Wat zegt de norm?
 - Is het volledige spectrum belangrijk?
 - Hoe belangrijk is wateropname?

Vragen?



info@q-lab.com

Info@benelux-scientific.nl