

# QUV & Q-SUN

## Ein Vergleich zwischen zwei effizienten Methoden für Schnellbewitterungs- und Lichtbeständigkeitstests

### Die Notwendigkeit von Tests

Licht, hohe Temperaturen und Feuchtigkeit können Schäden an Beschichtungen, Kunststoffen, Farben und anderen organischen Materialien verursachen. Zu diesen Schäden können Glanzverlust, Ausbleichen, Vergilben, Rissbildung, Abplatzen, Versprödung, Verlust der Reißfestigkeit und Delaminierung gehören. Auch die Innenbeleuchtung oder durch Fensterglas einfallendes Sonnenlicht können an einigen Materialien wie Pigmenten und Farbstoffen Schäden wie Ausbleichen und Farbveränderungen hervorrufen.

Für viele Hersteller ist es von fundamentaler Bedeutung, ihre Produkte so zu formulieren, dass sie den Wittereinflüssen und der Lichteinwirkung standhalten. In den Bereichen Forschung und Entwicklung, Qualitätskontrolle und Materialzertifizierung ist der Einsatz von Geräten zum Prüfen der Witterungs- und Lichtbeständigkeit weit verbreitet. Diese Prüfgeräte liefern schnelle und reproduzierbare Ergebnisse.

### Zwei unterschiedliche Ansätze

In jüngerer Vergangenheit wurden kostengünstige und anwenderfreundliche Labortestgeräte wie das QUV® Schnellbewitterungsgerät (ASTM G154) und die Q-SUN® Xenon Prüfkammer (ASTM G155) entwickelt.

In diesem Artikel wird in einem Vergleich dargestellt, inwiefern sich diese beiden Testgeräte etwa in Bezug auf Emissionsspektren und Methode der Feuchtigkeitssimulation unterscheiden. Die dem jeweiligen Gerät eigenen Stärken und Schwächen sowie Kaufpreis und Betriebskosten werden erörtert. Sie erhalten Orientierungshilfen in Bezug auf die Frage, welches Gerät für ein bestimmtes Material oder eine bestimmte Anwendung zu empfehlen ist.



Das QUV ist das weltweit am weitesten verbreitete Schnellbewitterungsgerät. Es basiert auf der Prämisse, dass die meisten Witterungsschäden an haltbaren Materialien durch kurzweilige UV-Strahlung entstehen.



Die Q-SUN Xenon Prüfkammer reproduziert das gesamte Spektrum von Sonnenlicht, einschließlich UV-Licht, sichtbarem Licht und Infrarotlicht.

## Historische Perspektive

Während es offenkundig ist, dass für viele Produkte Witterungs- und Lichtbeständigkeit wichtig sind, besteht häufig Uneinigkeit über die beste Prüfmethode. Im Laufe der Jahre fanden verschiedene Verfahren Anwendung. Die meisten Forscher setzen mittlerweile Bewitterungsprüfungen unter freiem Himmel, das QUV Bewitterungsgerät oder eine Xenonbogenkammer wie das Q-SUN ein.

Bewitterungsprüfungen unter freiem Himmel besitzen viele Vorteile: sie sind realistisch, kostengünstig und lassen sich leicht durchführen. Die meisten Hersteller können es sich jedoch nicht leisten, mehrere Jahre zu warten, um festzustellen, ob eine „neue und verbesserte“ Produktformulierung tatsächlich eine Verbesserung darstellt.

Das Q-SUN (Xenonbogen) und das QUV (UV-Leuchtstofflampen) sind die am häufigsten verwendeten Bewitterungsgeräte. Die beiden Testgeräte bauen auf vollkommen verschiedenen Ansätzen auf. Die Xenon Prüfkammer reproduziert das gesamte Sonnenlichtspektrum einschließlich Ultraviolettlicht (UV), sichtbarem Licht und Infrarotlicht (IR). Mit der Xenonbogenlampe wird im Wesentlichen der Versuch unternommen, das Sonnenlicht selbst zwischen 295 nm und 800 nm zu simulieren (siehe Abb. 1).

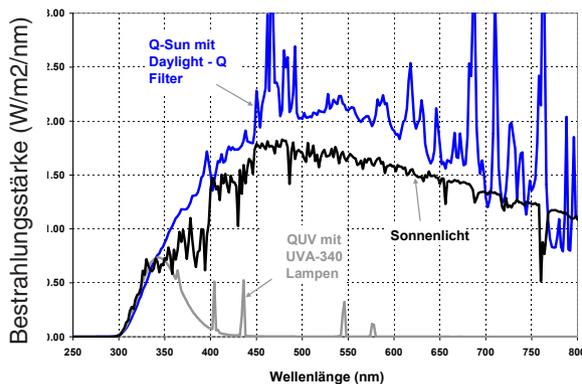


Abb. 1- Q-SUN und QUV im Vergleich zu Sonnenlicht

**Sonnenlicht im Vergleich zum QUV und Q-SUN.** Das QUV bietet die bestmögliche Simulation von Sonnenlicht im kurzwelligen UV-Bereich von 365 nm bis hinab zur kürzesten auf die Erdoberfläche gelangenden Wellenlänge von Sonnenlicht. Allerdings weist es Defizite bei höheren Wellenlängen auf. Das Q-SUN reproduziert das gesamte Spektrum von Sonnenlicht. Dies ist für Prüfungen vieler Produkte, die sensibel auf langwelliges UV-Licht, sichtbares Licht und Infrarotlicht reagieren, von entscheidender Bedeutung.



Das Spektrum von Sonnenlicht besteht aus verschiedenen Wellenlängen, die die Art der Beschädigung eines Materials in einer Freiluftumgebung bestimmen.

Das QUV versucht hingegen nicht, Sonnenlicht an sich zu reproduzieren, sondern lediglich die schädigende Wirkung von Sonnenlicht, die von 300 nm bis 400 nm auftreten kann. Es basiert auf der Prämisse, dass die meisten Witterungsschäden an haltbaren Materialien, die der Außenwitterung ausgesetzt sind, durch kurzwellige UV-Strahlung entstehen (Abb. 1)

Welches ist die bessere Prüfmethode? Diese Frage lässt sich nicht leicht beantworten. Je nach Anwendung können beide Ansätze sehr effizient sein. Der Prüfer sollte seine Wahl vom getesteten Produkt oder Material, der Endanwendung, der Art der Beschädigung, die Ihnen Sorgen bereitet und Budgeteinschränkungen abhängig machen.

Um die Unterschiede zwischen Q-SUN und QUV verstehen zu können, ist es zunächst erforderlich, die Gründe für Materialschäden zu betrachten.

## Dreifache Bedrohung: Licht, Temperatur und Feuchtigkeit

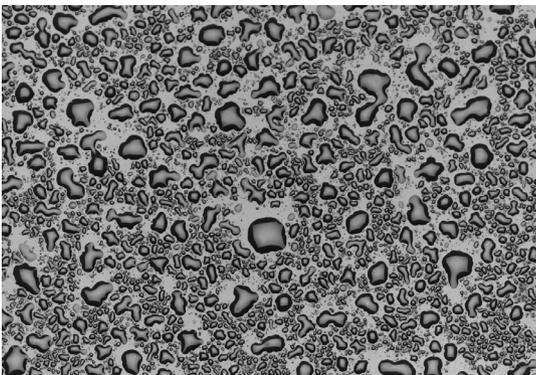
Die meisten Witterungsschäden werden durch drei Faktoren verursacht: Licht, Temperatur und Feuchtigkeit. Jeder dieser drei Faktoren kann zu Schäden führen. Häufig verursachen sie in synergetischer Weise gemeinsam größere Schäden, als einer von ihnen alleine hervorrufen könnte.

**Licht.** Die spektrale Empfindlichkeit variiert von Material zu Material. Für haltbare Materialien wie die meisten Beschichtungen und Kunststoffe ist kurzwelliges UV-Licht die Hauptursache von Polymerabbau. Für weniger haltbare Materialien wie Farbstoffe und Pigmente kann hingegen auch UV-Licht mit höheren Wellenlängen und sogar sichtbares Licht zu erheblichen Schäden führen.

**Hohe Temperatur.** Die schädigende Wirkung von Licht wird bei höheren Temperaturen in der Regel beschleunigt. Temperatur wirkt sich zwar nicht auf die primäre photochemische Reaktion aus, dafür aber auf die sekundären Reaktionen der Nebenprodukte der primären Photonen-/Elektronenkollision. Ein Bewitterungstest im Labor muss die exakte Steuerung der Temperatur gestatten, und zur Beschleunigung der Schäden muss die Möglichkeit zur Erhöhung der Temperatur bestehen.



Im Freien sind Produkte häufig 8-12 Stunden pro Tag nass.



Nicht Regen, sondern Tau ist für die meisten Freiluftschäden durch Feuchtigkeit verantwortlich.



An einigen Materialien können sowohl durch Fensterglas einfallendes Sonnenlicht als auch eine helle Innenbeleuchtung Schäden hervorrufen.

**Feuchtigkeit.** Tau, Regen und eine hohe Luftfeuchtigkeit sind die Hauptursachen für Schäden durch Feuchtigkeit. Unsere Forschungen haben gezeigt, dass Objekte im Freien jeden Tag für eine erstaunlich lange Zeit nass sind (im Schnitt 8-12 Stunden pro Tag). Untersuchungen haben ergeben, dass Kondensation in Form von Tau für die meisten Freiluftschäden durch Feuchtigkeit verantwortlich ist. Tau hat eine schädigendere Wirkung als Regen, da er längere Zeit auf dem Material verbleibt und so eine starke Absorption der Feuchtigkeit ermöglicht.

Natürlich kann für einige Materialien auch Regen sehr schädlich sein. Regen kann Thermoschocks hervorrufen, ein Phänomen, das beispielsweise auftritt, wenn die Hitze, die sich an einem Auto im Laufe eines heißen Sommertags aufgebaut hat, durch einen plötzlichen Regenschauer abgesenkt wird. Die physische Einwirkung von Regen kann zu mechanischer Erosion führen. Dies kann auch Schäden an Materialien wie Holzbeschichtungen verursachen. Da sich die Oberfläche durch Regen abnutzt, sind neue Materialien der schädigenden Wirkung von Sonnenlicht kontinuierlich ausgesetzt.

Der wichtigste Effekt von Feuchtigkeit auf Materialien in Innenräumen besteht häufig in der physischen Belastung des Materials, das ein Feuchtigkeitsgleichgewicht mit seiner Umgebung aufrecht erhält. Je größer der Umfang der Luftfeuchtigkeit ist, dem ein Material ausgesetzt ist, desto größer ist die allgemeine Belastung. Für Innenmaterialien wie Textilien und Farben ist Luftfeuchtigkeit die einzige Form von Feuchtigkeit, der sie ausgesetzt sind. Doch auch für Außenmaterialien kann dies eine wichtige Ursache für Schäden sein. Im Freien hängt die Geschwindigkeit, mit der ein nasses Material abtrocknet, von der relativen Luftfeuchtigkeit (RH) der Umgebung ab.

Das QUV und das Q-SUN reproduzieren Licht, Temperatur und Feuchtigkeit jeweils auf verschiedene Art und Weise.

## QUV Bewitterungsgerät

**Simulation von Sonnenlicht.** Das QUV reproduziert die schädigende Wirkung von Sonnenlicht an haltbaren Materialien mit UV-Leuchtstofflampen. Diese Lampen ähneln in elektrischer Hinsicht der häufig verwendeten Cool-White-Leuchtstofflampen, sind aber in erster Linie auf die Erzeugung von UV-Licht statt von sichtbarem Licht oder Infrarotlicht ausgelegt.

Es gibt verschiedene Arten von Lampen mit unterschiedlichen Spektren. Die Art der Lampe sollte die Lichtbedingungen in der Endanwendungsumgebung möglichst gut reproduzieren. UVA-340-Lampen bieten die bestmögliche Simulation von Sonnenlicht im kritischen kurzwelligen UV-Bereich. Die spektrale Energieverteilung (SEV) der UVA-340 kommt derjenigen von Sonnenlicht zwischen der kürzesten auf die Erdoberfläche gelangenden Wellenlänge von UV-Sonnenlicht und 360 nm (Abb. 2) sehr nahe. UVB-Lampen (Abb. 3) werden im QUV ebenfalls häufig verwendet. Typischerweise sorgen sie für schnellere Schäden als UVA-Lampen, doch ihr Anteil von Strahlen unterhalb des Wellenlängenbereichs von auf die Erdoberfläche gelangendem UV-Sonnenlicht kann für unrealistische Ergebnisse sorgen.

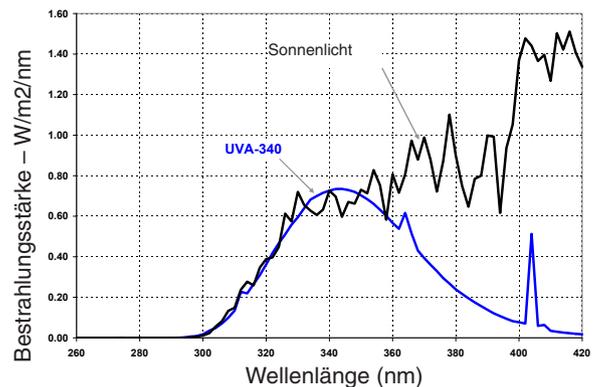


**In wenigen Tagen oder Wochen können Schäden hervorgerufen werden, die im Freien erst nach Monaten oder Jahren auftreten.**

**Bestrahlungsregelung.** Die Bestrahlungsregelung (Lichtstärke) ist Voraussetzung für exakte und reproduzierbare Testergebnisse. Die meisten QUV-Modelle sind mit dem SOLAR EYE®-Bestrahlungsregelungssystem ausgestattet. Mit diesem präzisen Lichtregelungssystem kann der Bediener die gewünschte Bestrahlungsstärke einstellen. Mit dem SOLAR EYE-Bestrahlungsregelungssystem wird die Strahlung kontinuierlich und automatisch überwacht und präzise auf einem konstanten Niveau gehalten. Das SOLAR EYE reguliert automatisch die Stromzufuhr, um die Lampenalterung und sonstige Veränderungen auszugleichen. Abb. 4 veranschaulicht die Funktionsweise des Bestrahlungsregelungssystems.

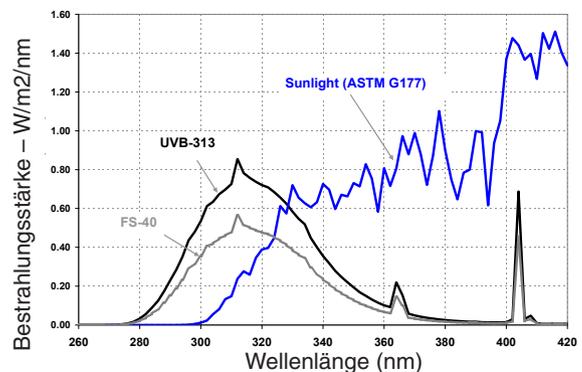


**Mithilfe von UV-Leuchtstofflampen reproduziert das QUV die schädigende Wirkung von Sonnenlicht an haltbaren Materialien.**



**Abb. 2 - Mittagssonnenlicht im Sommer vs UVA-340 Bestrahlungsstärke**

**UVA-340-Lampen bieten die bestmögliche Simulation von Sonnenlicht im kritischen kurzwelligen UV-Bereich.**



**Abb. 3 - Sonnenlicht, UVB-313, und FS-40**

**Mit kurzwelligem UV-Licht verursachen UVB-Lampen Schäden in kürzestmöglicher Zeit. Sie eignen sich daher zum Testen haltbarer Materialien oder für die Qualitätskontrolle.**

1 Die Modelle QUV/se und QUV/spray sind mit dem SOLAR EYE-Strahlungsregler ausgestattet. Das SOLAR EYE ermöglicht eine bessere Reproduzierbarkeit und Wiederholbarkeit als die manuelle Bestrahlungsregelung des Modells QUV/basic. Das SOLAR EYE reduziert außerdem die Wartungszeiten, da die Lampen nicht gedreht und nicht so häufig ersetzt werden müssen.

## QUV SOLAR EYE Bestrahlungsregelung

Mit Hilfe des automatischen Rückkopplungsschleifensystems des SOLAR EYE wird die Strahlung ständig überwacht und präzise eingestellt.

### Funktionsweise



**Schritt 1:** Der Bediener wählt die gewünschte Strahlungsstärke aus. Der eingestellte Wert ist der Sollwert („Set Point“).

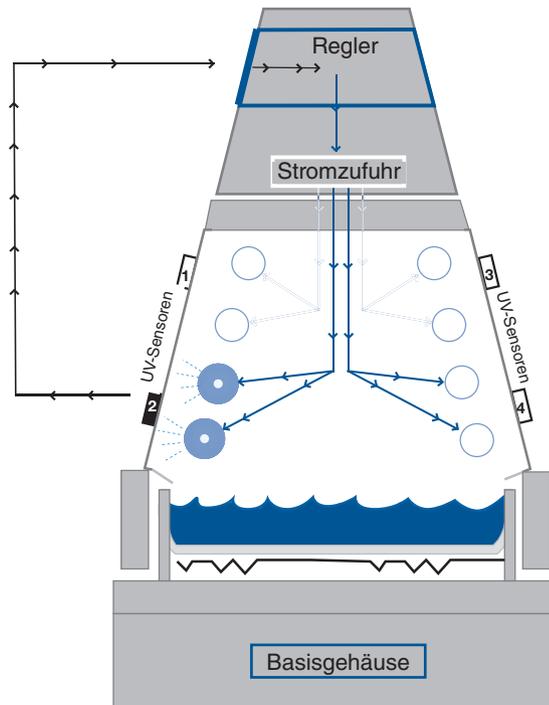
**Schritt 2:** Während des UV-Zyklus messen integrierte Sensoren die Lichtstärke der Lampenpaare und senden die Daten an die Bestrahlungsregelung.

Irradiance W/m <sup>2</sup> @ Control Wavelength				
Actual:	0.68	0.68	0.68	0.68
Set:	0.68	0.68	0.68	0.68
	1	2	3	4

**Schritt 3:** Für beide Lampenpaare werden kontinuierlich Soll- und Iststrahlung („Set“ und „Actual“) angezeigt.

**Schritt 4:** Der Regler vergleicht die gemessene Strahlungsstärke mit dem Sollwert.

**Schritt 5:** Anschließend reguliert der Regler die Stromzufuhr, um die den Lampen zugeführte Stromstärke so einzustellen, dass der Sollwert erreicht wird.



**Abb. 4 - QUV Schnellbewitterungsgerät  
SOLAR EYE Strahlungsregler**

Das QUV mit SOLAR EYE-Bestrahlungsregelung bietet eine längere Lampenlebensdauer und eine bessere Reproduzierbarkeit und Wiederholbarkeit als Prüfgeräte mit manueller Bestrahlungsregelung. Die Wartung wird vereinfacht, da die Lampen nicht gedreht werden müssen.

## QUV Bewitterungsgerät (Forts.)

Die spektrale Stabilität der UV-Leuchtstofflampen vereinfacht die Bestrahlungsregelung im QUV. Alle Lichtquellen büßen mit zunehmendem Alter an Lichtstärke ein. Im Unterschied zu den meisten anderen Lampentypen unterliegen Leuchtstofflampen im Laufe der Zeit jedoch keinen Veränderungen der spektralen Energieverteilung. Dies verbessert die Reproduzierbarkeit der Testergebnisse, was einen der Hauptvorteile von Tests mit dem QUV darstellt.

Abb. 5 zeigt einen Vergleich zwischen zwei Lampen mit unterschiedlicher Nutzungsdauer (2 Stunden und 5600 Stunden) in einem QUV mit Bestrahlungsregelung. Eine Lichtstärkedifferenz zwischen der neuen und alten Lampe ist praktisch nicht wahrzunehmen. Die SOLAR EYE-Bestrahlungsregelung hat die Lichtstärke konstant gehalten. Darüber hinaus ist die spektrale Energieverteilung aufgrund der typischen spektralen Stabilität von Leuchtstofflampen praktisch unverändert. In Abb. 6 sind die gleichen Daten als prozentuale Abweichung abgebildet.

Darüber hinaus ermöglicht die patentierte SOLAR EYE-Bestrahlungsregelung eine einfache Kalibrierung und gewährleistet die NIST-Rückverfolgbarkeit und die Einhaltung von ISO-Normen.

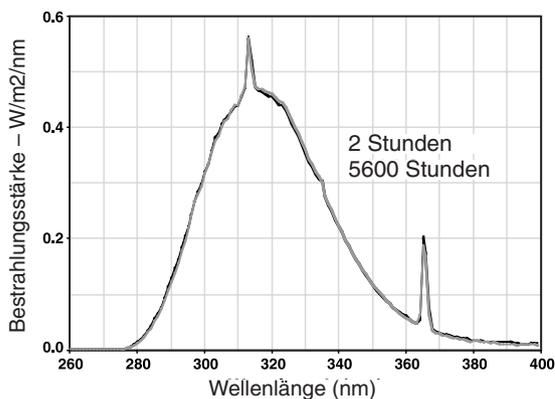


Abb. 5 - Alterung von QUV-Lampen

Alle Lichtquellen büßen mit zunehmendem Alter an Lichtstärke ein. Doch mit der SOLAR EYE-Bestrahlungsregelung des QUV wird die Bestrahlungsstärke durch Regulierung der Stromzufuhr konstant gehalten.

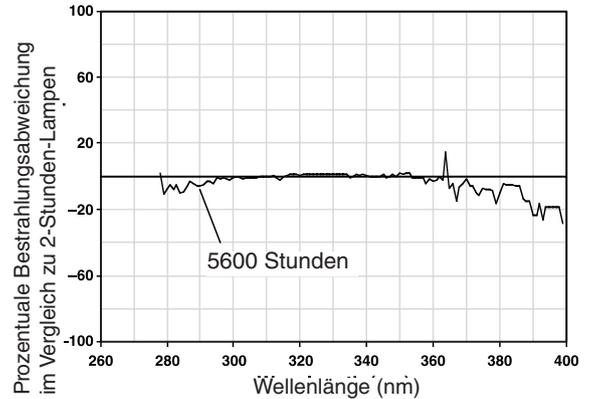
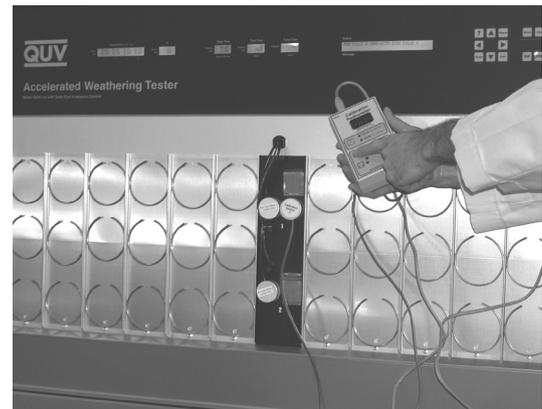


Abb. 6 - Prozentuale Abweichung bei älteren QUV-Lampen

Dank der typischen spektralen Stabilität von Leuchtstofflampen ändert sich das Spektrum des QUV nur sehr geringfügig.



Mit dem patentierten AUTO CAL<sup>®</sup>-System und dem Radiometer CR10 dauert die Kalibrierung nur wenige Minuten. Darüber hinaus ist sie NIST-rückverfolgbar und gewährleistet die Einhaltung von ISO 9000-Normen.



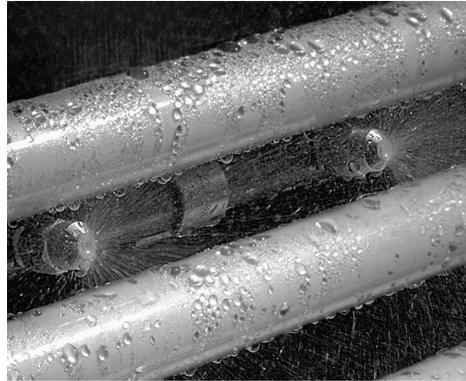
Für eine ISO 17025-konforme Neukalibrierung muss das Radiometer CR10 einmal pro Jahr an das von Q-Lab akkreditierte Labor (A2LA) eingeschickt werden.

**Feuchtigkeitssimulation mit dem QUV.** Zu den Hauptvorteilen des QUV gehört die Möglichkeit der realistischsten Simulation der Bewitterung durch Feuchtigkeit im Freien. Unter freiem Himmel sind Materialien häufig bis zu 12 Stunden lang nass. Da Feuchtigkeit zumeist die Folge von Tau ist, reproduziert das QUV die Außenfeuchtigkeit mit einem einzigartigen Kondensationsmechanismus.

Während des Betauungszyklus wird ein Wasserbehälter im unteren Teil der Prüfkammer erhitzt, um Dampf zu erzeugen. Dieser heiße Dampf hält im Inneren der Kammer die relative Feuchte bei einer hohen Temperatur konstant auf 100 %. Das QUV ist so konstruiert, dass die Prüflinge im Prinzip die Seitenwand der Kammer bilden. Auf diese Weise ist die Rückseite der Prüflinge der Raumluft der Außenumgebung ausgesetzt. Die Abkühlung durch die Raumluft sorgt dafür, dass die Testoberfläche einige Grad unter die Dampftemperatur fällt. Dieser Temperaturunterschied sorgt dafür, dass an der Oberfläche der Prüflinge während des gesamten Betauungszyklus ständig Wasser kondensiert (Abb. 7).

Das resultierende Kondensat ist sehr stabiles, reines destilliertes Wasser. Dieses reine Wasser erhöht die Reproduzierbarkeit der Testergebnisse, vermeidet die Bildung von Wasserflecken und vereinfacht den Aufbau und Betrieb des QUV.

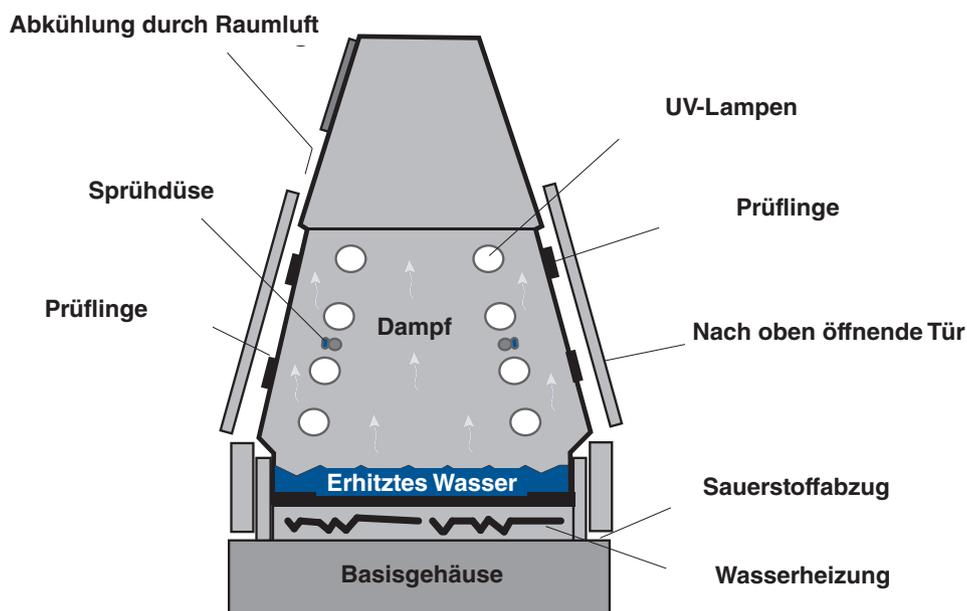
Da Materialien im Freien langen Feuchtigkeitszeiten ausgesetzt sind, dauert ein typischer QUV-Betauungszyklus mindestens 4 Stunden. Außerdem



**Die optionale Wasserbesprühung ist besonders zweckmäßig für Bedachungsmaterialien und Holzanstriche.**

erfolgt die Betauung bei einer hohen Temperatur (in der Regel 50°C), wodurch die schädigende Wirkung der Feuchtigkeit deutlich beschleunigt wird. Die lange Heißbetauungsphase des QUV reproduziert das Phänomen der Außenfeuchtigkeit deutlich besser als andere Verfahren wie Wasserbesprühung, Eintauchung oder hohe Luftfeuchte.

Um weitere schädigende Wirkungen der Endanwendungsumgebung wie thermische Schocks oder mechanische Erosion zu simulieren, kann das QUV zusätzlich zum Standardbetauungsmechanismus mit einer Wassersprühanlage ausgestattet werden. Benutzer können das QUV mit abwechselnden Phasen der Bewitterung mit Feuchtigkeit und UV-Licht programmieren und so Bedingungen erzeugen, die eine hohe Korrelation zur natürlichen Bewitterung aufweisen.



**Abb. 7 - Querschnitt des QUV während Betauungsphase**

Das QUV simuliert Schäden durch Außenfeuchtigkeit durch ein realistisches Heißbetauungssystem.

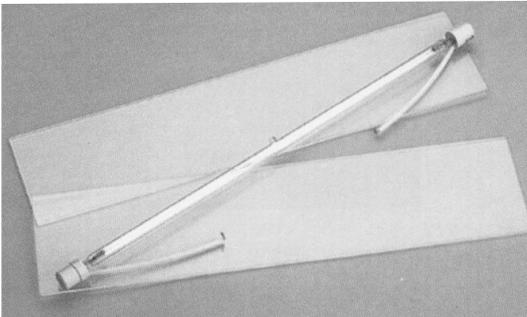
## Q-SUN Xenon-Prüfkammer

**Simulation von Sonnenlicht.** Xenonbogen-Testgeräte bieten nach allgemeiner Auffassung die beste Simulation von Vollspektrum-Sonnenlicht, da sie UV-Licht, sichtbares Licht und Infrarotlicht erzeugen. Das Spektrum von Xenonbogengeräten wird durch zwei Faktoren beeinflusst: Optische Filtersysteme und Lampenstabilität.

Xenonbogenlampen müssen gefiltert werden, um nicht erwünschte Strahlung zu reduzieren. Es stehen mehrere Typen von Glasfiltern zur Verfügung, die verschiedene Spektren ergeben. Die eingesetzten Filter hängen vom geprüften Material und von der Endanwendung ab. Verschiedene Filtertypen lassen unterschiedliche Mengen von kurzwelligem UV-Licht durch, was sich erheblich auf die Geschwindigkeit und Art der Beschädigung auswirken kann. ASTM G155 definiert drei gängige Filterkategorien: Daylight-, Window Glass- und Extended UV-Filter. In den Abbildungen 10 bis 12 sind die von diesen Filtern erzeugten Spektren dargestellt. Es gibt mehrere Arten von Daylight-, Window Glass- und Extended UV-Filtern. Eine vollständige Erklärung finden Sie im technischen Bulletin zur Filterwahl, LX-5060. Auf die Spektren im kritischen UV-Kurzwellenbereich von circa 295 bis 400 nm geht dieses Bulletin ebenfalls näher ein.



Q-SUN Xenon-Prüfkammern reproduzieren Vollspektrum-Sonnenlicht, das gefiltert wird, um nicht erwünschte Wellenlängen zu eliminieren.



Die luftgekühlten Lampen und Filter der Q-Sun Xenon-Prüfkammer sind kostengünstig und leicht auszutauschen.



Die Q-SUN Xenon Prüfkammer ist als frei stehendes Gerät in großer Ausführung und als Tischgerät lieferbar.

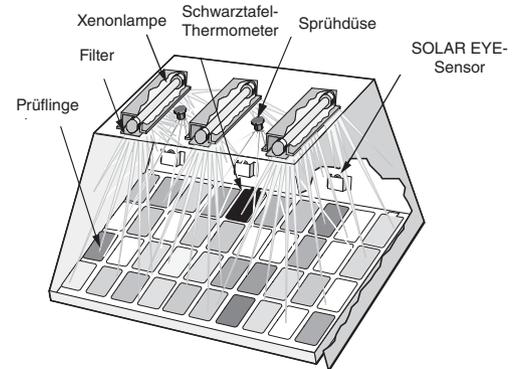


Abb. 8 - Q-SUN Xe-3

Das Q-SUN Xe-3 ist eine Prüfkammer in großer Ausführung mit drei Xenonbogenlampen.

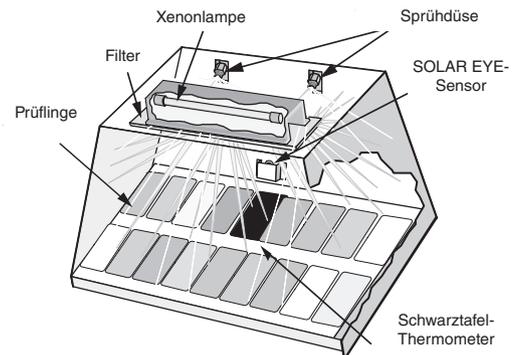
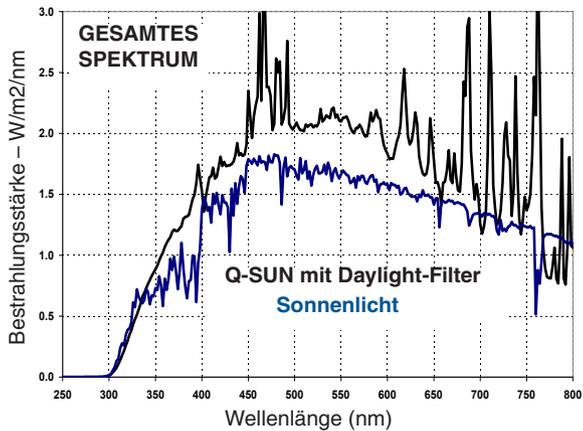
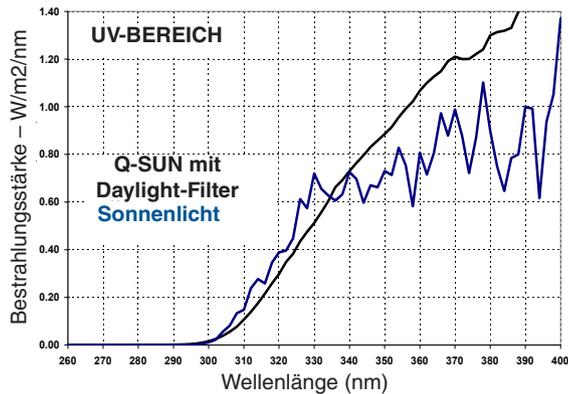


Abb. 9 - Q-SUN Xe-1

Das Tischgerät Q-SUN Xe-1 besitzt nur eine Xenonbogenlampe.

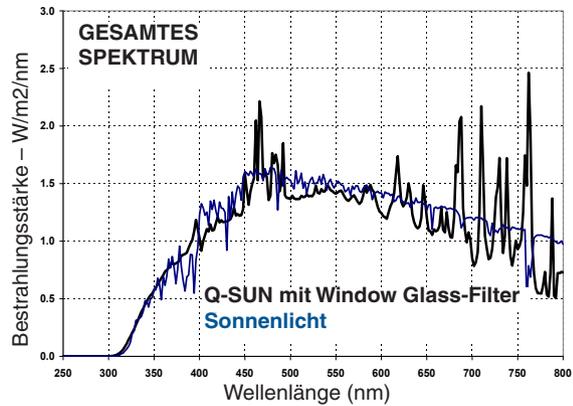


**Abb. 10a - Daylight-Filter und Sonnenlicht  
Gesamtes Spektrum**

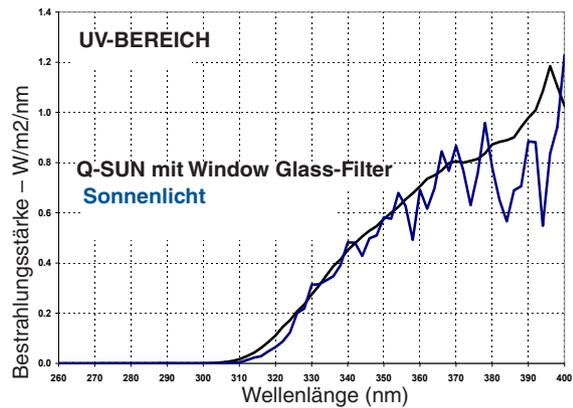


**Abb. 10b - Daylight-Filter und Sonnenlicht  
UV-Bereich**

Sonnenlicht im Vergleich zum Q-SUN mit Daylight-Filtern. Daylight-Filter werden häufig für Simulationen der Freibewitterung verwendet. Sie bieten eine exzellente Reproduktion des gesamten Spektrums von natürlichem Sonnenlicht und werden für Untersuchungen der Korrelation zur natürlichen Bewitterung empfohlen.

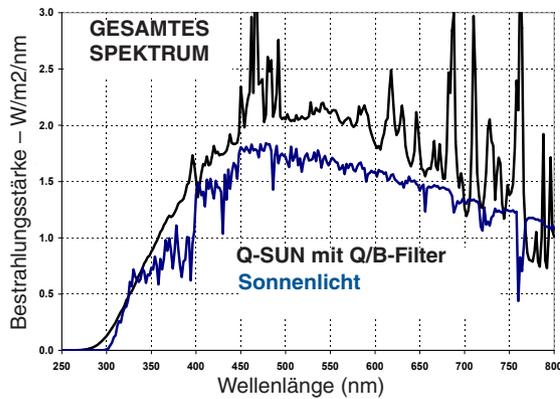


**Abb. 11a - Window Glass-Filter und  
Sonnenlicht durch Glas  
Gesamtes Spektrum**

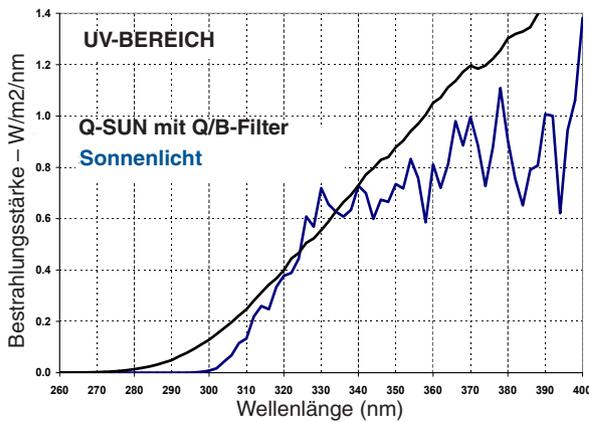


**Abb. 11b - Window Glass-Filter und  
Sonnenlicht durch Glas  
UV-Bereich**

Sonnenlicht durch Glas im Vergleich zum Q-SUN mit Window Glass-Filtern. Dieser Filter wurde für Tests der Lichtbeständigkeit in Innenräumen entwickelt. Er bietet ein Spektrum, das im Wesentlichen mit dem von durch Fensterglas einfallendem Sonnenlicht übereinstimmt. Das Spektrum ist außerdem zur Simulation von allgemeinen Lichtverhältnissen geeignet, da es die gleichen Wellenlängen mit schädlicher Wirkung umfasst.



**Abb. 12a - Q/B Extended UV-Filter und Sonnenlicht Gesamtes Spektrum**

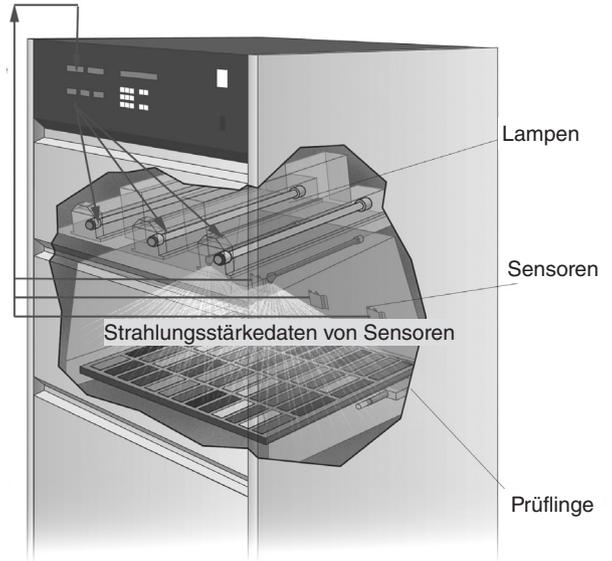


**Abb. 12b - Q/B Extended UV-Filter und Sonnenlicht UV-Bereich**

Sonnenlicht im Vergleich zum Q-SUN mit Extended UV-Filtern. Für bestimmte Testverfahren in der Automobilbranche wird ein Spektrum benötigt, das kurzwelliges UV-Licht unterhalb der Grenzwellenlänge von auf die Erdoberfläche gelangendem UV-Sonnenlicht (295 nm) umfasst. Dieses Spektrum wird von Q/B-Filtern erzeugt. Diese Filter lassen zwar eine unrealistische Menge von kurzwelligem UV-Licht durch, liefern aber häufig schnellere Ergebnisse.

## Xenonbogen (Forts.)

**Strahlungsregelung.** Xenonbogen-Testgeräte verfügen in der Regel über eine Strahlungsregelung. Die SOLAR EYE-Bestrahlungsregelung des Q-SUN ist auf Abbildung 13 dargestellt.

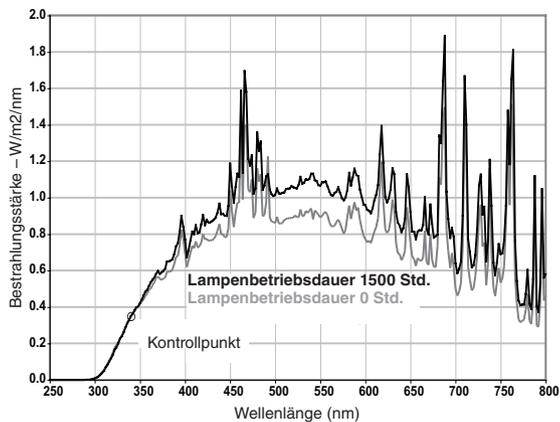


**Abb. 13 - Q-SUN Xenon-Prüfkammer SOLAR EYE Bestrahlungsstärke**

Die Steuerung der Strahlungsstärke ist bei Xenongeräten besonders wichtig, da Xenonlampen grundsätzlich spektral weniger stabil sind als UV-Leuchtstofflampen. Abb. 14 veranschaulicht die spektrale Abweichung zwischen einer neuen Lampe und einer Lampe mit einer Betriebsdauer von 1500 Stunden. Wie deutlich zu sehen ist, ändert sich das Spektrum in den größeren Wellenlängen im Laufe der Zeit deutlich. Wenn die gleichen Daten jedoch als prozentuale Änderung über die Zeit abgebildet werden (Abb. 15), wird offensichtlich, dass es eine ähnliche Verschiebung auch im kurzwelligem UV-Bereich des Spektrums gibt. Allerdings wird das Spektrum am 340 nm-Kontrollpunkt durch das Regelungssystem aufrecht erhalten.

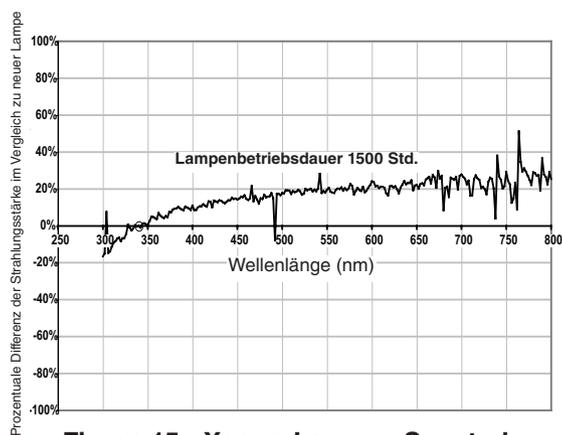


Die erforderlichen Kalibrierungen lassen sich problemlos mit dem Kalibrierradiometer CR20 und dem Kalibrierthermometer CT202/BP durchführen.



**Abb. 14 - Xenon-Lampen Spectral Leistung bei 1500 Stunden vs 0 Stunden**

Nach einer Betriebsdauer von 1500 Stunden ändert sich die spektrale Emission von Xenonlampen. Die Bestrahlungsregelung erhält das Spektrum am Kontrollpunkt jedoch auf effiziente Weise aufrecht.



**Figure 15 - Xenon-Lampen Spectral Über die Zeit**

Mit zunehmendem Alter ändert sich die spektrale Emission der Xenonlampe im kurz- und langwelligen Bereich.

Diese alterungsbedingten spektralen Veränderungen sind eine Eigenart von Xenonbogenlampen. Es gibt allerdings Methoden, um diese Schwankungen auszugleichen. Die Lampen können beispielsweise häufiger ausgetauscht werden, um die Auswirkungen der Lampenalterung zu minimieren. Außerdem kann das Ausmaß der spektralen Änderung in einem bestimmten Bereich mittels Sensoren minimiert werden, die die Strahlungsstärke bei 340 oder 420 nm messen.

Abgesehen von spektralen Veränderungen aufgrund des Lampenalters haben sich Xenonbogenlampen als zuverlässige und realistische Lichtquelle zum Prüfen der Licht- und Witterungsbeständigkeit bewährt.

Darüber hinaus ermöglicht das patentierte SOLAR EYE-System eine einfache Kalibrierung und gewährleistet die NIST-Rückverfolgbarkeit und die Einhaltung von ISO-Normen. Für eine ISO 17025-konforme Neukalibrierung müssen Kalibrierradiometer und Thermometer einmal pro Jahr an das von Q-Lab akkreditierte Labor (A2LA) eingeschickt werden.

## SOLAR EYE Bestrahlungsregelung für das Q-SUN

Das Q-SUN verfügt über die SOLAR EYE-Bestrahlungsregelung, ein patentiertes Präzisionsstrahlungsregelsystem. Mit dem SOLAR EYE kann der Bediener die gewünschte Strahlungsstärke einstellen. Der Regler misst die Lichtstärke und behält die programmierte Stärke automatisch bei. Die Strahlung kann bei 340 nm, 420 nm oder TUV überwacht und gesteuert werden.

### Funktionsweise

**Schritt 1:** Der Bediener wählt die gewünschte Strahlungsstärke aus (Sollwert; „Set Point“). Das SOLAR EYE-Gerät zeigt die Soll- und Iststrahlung („Set“ und „Actual“) der Lampe an.

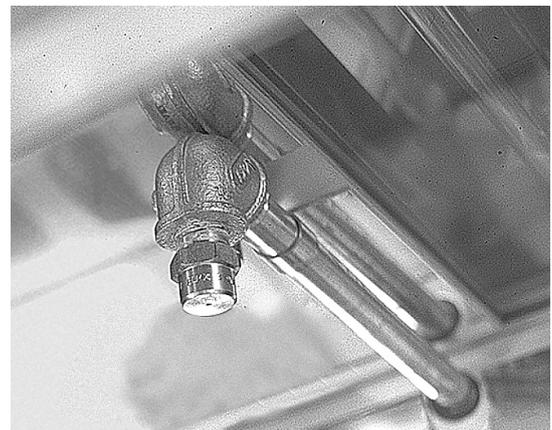
**Schritt 2:** Der integrierte SOLAR EYE-Bestrahlungsstärkesensor misst die Lichtstärke und überträgt sie an den Regler.

**Schritt 3:** Die SOLAR EYE-Bestrahlungsregelung vergleicht die gemessene Iststrahlung („Actual“) mit dem eingestellten Sollwert („Set“).

**Schritt 4:** Die SOLAR EYE-Bestrahlungsregelung reguliert die Stromzufuhr zur Lampe, um die programmierte Strahlungsstärke beizubehalten.

**Feuchtigkeitssimulation.** Die meisten Xenonbogen-Testgeräte simulieren die Wirkung von Feuchtigkeit durch Wasserbesprühungs- und/oder Luftfeuchteregelungssysteme. Ein Nachteil der Wasserbesprühung kann darin bestehen, dass beim Besprühen von relativ heißen Prüflingen mit relativ kaltem Wasser die Prüflinge abkühlen. Dadurch verlängert sich eventuell die Zeit, nach der Schäden auftreten.<sup>2</sup> Allerdings ist die Wasserbesprühung sehr nützlich zum Simulieren von thermischen Schocks und von Erosion. Um die Bildung von Wasserflecken zu vermeiden, muss in Xenonbogen-Testgeräten hochreines, entionisiertes Wasser verwendet werden.

Da die Feuchtigkeit sich auf die Art und Geschwindigkeit der Schäden von bestimmten Innenmaterialien wie vielen Textilien und Farben auswirken kann, wird in vielen Testspezifikationen die Kontrolle der relativen Luftfeuchtigkeit empfohlen. Die Q-SUN Xenon Prüfkammer ist mit optionaler Regelung der relativen Luftfeuchtigkeit erhältlich.



**Die programmierbaren Wassersprühphasen können während Bestrahlungs- oder Dunkelphasen stattfinden.**

<sup>2</sup> In alternativen Testgeräten mit rotierender Trommel wird relativ wenig Wasser verwendet (ungefähr 3 Sekunden pro 1 Minute Drehung). Aufgrund der vertikalen Ausrichtung der Prüflinge rinnt das meiste Wasser an der Oberfläche ab.

## Praktische Erwägungen

Egal wie gut die Leistung eines Testgeräts auch sein mag, wenn es in der Anschaffung oder im Betrieb zu teuer ist, ist es unzweckmäßig. Aus diesem Grund sind Einkaufspreis, Betriebskosten und Wartung wichtige Aspekte, gegen die die Vorteile der Anschaffung eines Testgeräts abgewägt werden müssen.

**Anschaffungspreis.** Im Allgemeinen ist das QUV kostengünstiger als eine Xenonbogenkammer. Je nach Funktionen und Größe kostet das Q-SUN beispielsweise bis zu drei Mal so viel wie das QUV.<sup>3</sup>

**Kapazität.** QUV/se und Q-SUN Xe-1 haben einen ähnlichen Anschaffungspreis, weichen hinsichtlich der Prüflingskapazität aber erheblich voneinander ab. Die Prüflingskapazität des QUV ist fast fünf Mal so hoch wie beim Q-SUN Xe-1 und entspricht annähernd 150 % der Kapazität des Q-SUN Xe-3.

**Befestigen der Prüflinge.** Die Standardprobenhalter des QUV sind auf flache, relativ dünne Platten oder Prüflinge ausgerichtet. Allerdings sind für eine begrenzte Gruppe von 3-D-Teilen Spezialhalter erhältlich. Das Q-SUN bietet mehr Flexibilität in Bezug auf die Arten von Prüflingen, die angebracht werden können. Es ermöglicht die Befestigung von 3-D-Teilen, Reagenzröhrchen und Petrischalen sowie von flachen Platten.



Das Q-SUN Xe-3 ermöglicht die Befestigung von 3-D-Teilen, Reagenzröhrchen und Petrischalen sowie von flachen Platten.



Das QUV besitzt die fünffache Kapazität des Q-SUN Xe-1 und die 1,5-fache Kapazität des Xe-3.



Das Q-SUN Xe-1 ermöglicht eine vielseitige Probenmontage, einschließlich 3-D-Teile und flachen Prüflingen.

<sup>3</sup> Alternative Xenon-Prüfgeräte mit rotierender Trommel kosten in der Regel deutlich mehr als die Q-SUN Xenon Prüfkammer.

**Bedienerfreundlichkeit und Wartung.** Sowohl QUV als auch Q-SUN sind sehr bedienerfreundlich und leicht zu warten. Beide Geräte funktionieren vollautomatisch und können kontinuierlich eingesetzt werden: 24 Stunden pro Tag, 7 Tage pro Woche. Mit Zeitschaltuhren zur automatischen Abschaltung können Sie Tests jederzeit beenden. Mit dem patentierten AUTO CAL-System und den Kalibrierradiometern ist die Kalibrierung ebenfalls einfach. Die Kalibrierung erfolgt per Tastendruck. Das Gerät misst die Lampenleistung automatisch und stellt das integrierte Regelsystem automatisch entsprechend ein. Während dieses Vorgangs bleiben Prüflinge und Lampen an ihrem Platz.

Die Q-SUN Xenon Prüfkammer<sup>4</sup> und das QUV Schnellbewitterungsgerät sind beide benutzerfreundlich ausgelegt. Das Einsetzen der Lampen und die Befestigung der Prüflinge wurden durch den vorderseitigen Zugang beim Q-SUN und den beidseitigen Zugang beim QUV vereinfacht.

**Wartungskosten.** Sowohl QUV als auch Q-SUN weisen relativ geringe Wartungskosten auf. Die jährlichen Lampenkosten des Q-SUN sind deutlich höher als beim QUV/se oder QUV/spray. Auch die Stromkosten des Q-SUN sind höher. Des Weiteren kann im QUV/se und QUV/basic normales Leitungswasser verwendet werden, während für das Q-SUN reines, entionisiertes Wasser erforderlich ist. Insgesamt sind die jährlichen Betriebskosten des QUV deutlich geringer als beim Q-SUN.<sup>5</sup>



**Q-SUN Lampen lassen sich ganz mühelos ersetzen: Öffnen Sie die Klapptür, lösen Sie die Lampe, und ziehen Sie sie heraus.**



**Beim QUV/se ist kein Rotieren der Lampen erforderlich. Im Bedarfsfall lässt sich die Lampe jedoch aufgrund des beidseitigen Zugangs problemlos wechseln.**

<sup>4</sup> Alternative Xenonbogenmodelle mit wassergekühlten Lampen und rotierender Trommel erfordern in der Regel deutlich mehr Wartung als das Q-SUN. Auch die Kalibrierung ist zeitaufwändiger und umständlicher. Die Befestigung der Prüflinge ist schwieriger, und das Lampen-/Filtergehäuse ist deutlich komplizierter.

<sup>5</sup> Die Wartungskosten des Q-SUN sind zwar höher als beim QUV, aber bei weitem niedriger als bei alternativen Xenonbogen-Testgeräten. Die Lampen für das Q-SUN sind deutlich kostengünstiger als die meisten Xenonbogenlampen, und die Filter müssen niemals gewechselt werden. Der Stromverbrauch eines Xenonbogens kann erheblich sein.

## Technische Zusammenfassung: Das richtige Prüfgerät für die richtige Aufgabe

Die Entscheidung für das richtige Gerät zum Prüfen der Witterungs- oder Lichtbeständigkeit kann schwierig sein, vor allem, wenn Sie keine Erfahrung mit dieser Art von Tests besitzen. Welches Gerät ist das beste für Sie? Nachfolgend finden Sie einige allgemeine Richtlinien. Wie bei jeder Verallgemeinerung kann es Ausnahmen von der Regel geben.

# QUV

**Im kurzwelligen UV-Bereich ist das QUV besser.**

Mit seinen UVA-340-Lampen bietet das QUV die bestmögliche Simulation von Sonnenlicht im kritischen kurzwelligen UV-Bereich. Kurzwelliges UV-Licht verursacht typischerweise Polymerabbau wie Glanzverlust, Verlust der Reißfestigkeit, Vergilben, Bildung von Rissen bzw. Haarrissen, Versprödung usw. Darüber hinaus sind die UV-Leuchtstofflampen des QUV spektral stabil mit nur geringfügigen Veränderungen der SEV über die Zeit. Dies erhöht die Reproduzierbarkeit und Wiederholbarkeit. Weitere Informationen finden Sie im technischen Bulletin zur Lampenauswahl, LU-8160.

**Zur Simulation der Auswirkungen von Außenfeuchtigkeit ist das QUV besser geeignet.**

Das Btauungssystem (100 % RL) des QUV ist aggressiver und realistischer als die Wasserbesprühungs- und/oder Luftfeuchterege-lungssysteme des Q-SUN. Tief eindringende Feuchtigkeit kann Schäden wie Bläschenbildung bei Lacken hervor-rufen.



### Ein zweistufiger Ansatz

Da viele Forscher sich mit Polymerabbau, feuchtigkeitsbedingten Schäden und Farbänderungen beschäftigen, ist ein zweistufiger Ansatz häufig das beste Verfahren. Viele Hersteller erhalten kosteneffiziente Ergebnisse durch Verwendung des QUV Schnellbewitterungsgeräts für Polymerabbau und einer Q-SUN Xenon Prüfkammer für Farbänderungen.

# Q-SUN

**Das Q-SUN eignet sich besser um Sonnenlicht im langwelligen UV-Bereich und im sichtbaren Spektrum zu reproduzieren.**

Langwelliges UV-Licht und sichtbares Licht können das Ausbleichen und Farbveränderungen von Pigmenten und Farbstoffen verursachen. Wenn Farbveränderungen das Problem darstellen, wird in der Regel das Q-SUN empfohlen.

Mit seinen Window Glass-Filtern ist das Q-SUN außerdem in der Regel zum Testen von Innenmaterialien besser als das QUV geeignet. Weitere Informationen finden Sie im technischen Bulletin zur Filterauswahl, LU-5060.

**Das Q-SUN ist besser zur Steuerung der Luftfeuchtigkeit geeignet.**

Das Q-SUN ermöglicht die Regelung der relativen Luftfeuchte. Für feuchtigkeitssensible Materialien wie viele Textilien und Farben kann dies eine wichtige Funktion sein. Eine hohe Feuchtigkeit kann Farbveränderungen und eine ungleichmäßige Farbstoffkonzentration verursachen.



**Q-Lab Corporation**

**[www.q-lab.com](http://www.q-lab.com)**



**Q-Lab Headquarters**  
Westlake, OH USA  
Tel: +1-440-835-8700  
[info@q-lab.com](mailto:info@q-lab.com)

**Q-Lab Florida**  
Homestead, FL USA  
Tel: +1-305-245-5600  
[q-lab@q-lab.com](mailto:q-lab@q-lab.com)

**Q-Lab Europe, Ltd.**  
Bolton, England  
Tel: +44-1204-861616  
[info.eu@q-lab.com](mailto:info.eu@q-lab.com)

**Q-Lab Arizona**  
Buckeye, AZ USA  
Tel: +1-623-386-5140  
[q-lab@q-lab.com](mailto:q-lab@q-lab.com)

**Q-Lab Deutschland, GmbH**  
Saarbrücken, Germany  
Tel: +49-681-857470  
[vertrieb@q-lab.com](mailto:vertrieb@q-lab.com)

**Q-Lab China** 中国代表处  
Shanghai, China 中国上海  
电话: +86-21-5879-7970  
[info.cn@q-lab.com](mailto:info.cn@q-lab.com)

LU-8009.3 DE © 2011 Q-Lab Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

Q-Lab, the Q-Lab logo, QUV, Q-SUN, SOLAR EYE, AUTO CAL und CR10 sind eingetragene Handelsmarken der Q-Lab Corporation.