

Farbänderung bei der beschleunigten Laborbewitterung von PVC Proben

Dr. Andreas Giehl – European Technical and Standards Director

Joachim Neu – Senior Sales Manager

Christiaan Kors – Sales Manager

Richard Kish – International Sales Manager

Q-Lab Corporation

[Aufzeichnung abrufen](#)

Ein paar Anmerkungen vorweg ...

Sie erhalten in Kürze eine Email von

info@email.q-lab.com

mit den weiterführenden Links zu einer Umfrage, Anmeldung zu den weiteren Webinaren, und zum Download Bereich

- Diese Webinar Serie ist abrufbar unter:
q-lab.com/webinarseries
- Unsere archivierten Webinare finden Sie:
q-lab.com/webinars
- Bitte benutzen Sie die **F&A Funktion in Zoom** für Ihre heutigen Fragen!

Einleitung

- Organische Farbstoffe ersetzen zunehmend die anorganischen Pigmente im PVC
 - Sicherheitsaspekte (“Postgelb”), Preis, Verarbeitbarkeit
 - Aber oftmals geringere Lichtechtheit, ggf. Wechselwirkungen
- Das Verhalten gefärbter Materialien im Freien kann im Labor simuliert und studiert werden.
- Sonnenlicht erzeugt unterschiedliche Materialveränderungen (Vergilbung, Ausbleichen) in Abhängigkeit von der Wellenlänge (UV, VIS, IR)



Bewitterungs Prüfprogramme

Was ist Bewitterung?

Änderung von Materialeigenschaften durch Einwirkung der Strahlungsenergie des **Sonnenlichts** in Kombination mit **Wärme** (einschließlich Temperaturwechsel) und **Wasser** in verschiedenen Aggregatzuständen, insbesondere in Form von Feuchtigkeit, Tau und Niederschlag.

Kräfte bei der Bewitterung

Kenne deinen Feind!

- Sonnenlicht
- Wärme
- Wasser



**Verwitterung kann noch durch weitere Faktoren beeinflusst werden, in diesem Seminar werden jedoch nur die genannten behandelt*

Immer beides: Freibewitterung und Laborprüfung

Natürliche Freibewitterung in
FL, AZ, (oder beide)



Beschleunigte Laborprüfung
mit Xenon oder UV

(nicht empfehlenswert: Metallhalogenid,
Quecksilberlampen)



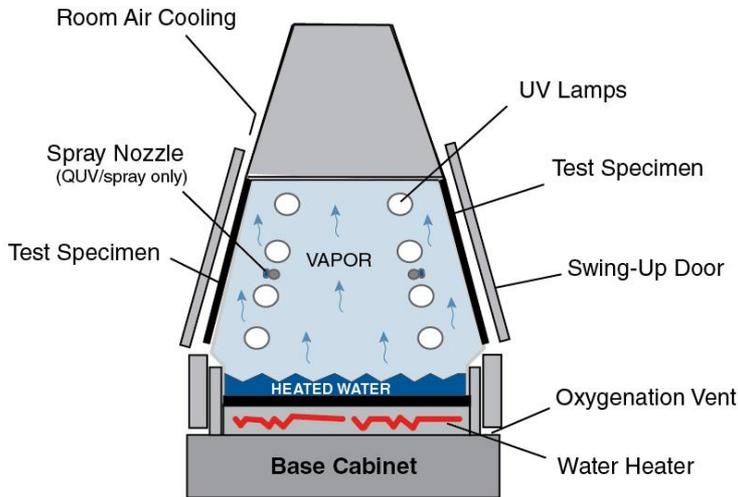
Natürliche Freibewitterung: Florida

- Starke UV Strahlung
- Hohe Temperaturen
- Lange Nass (TOW)
- Hohe Feuchte



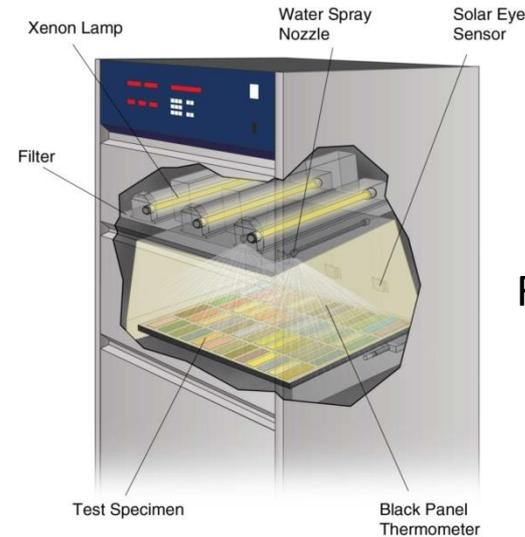
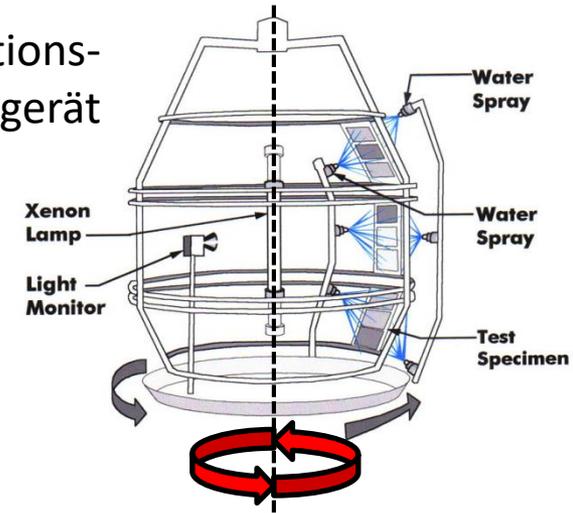
Beschleunigte Laborbewitterung

QUV



Xenon

Rotations-
gerät



Flachbetttester

QUV und Q-SUN

sind sich ergänzende Technologien !

UV Röhren

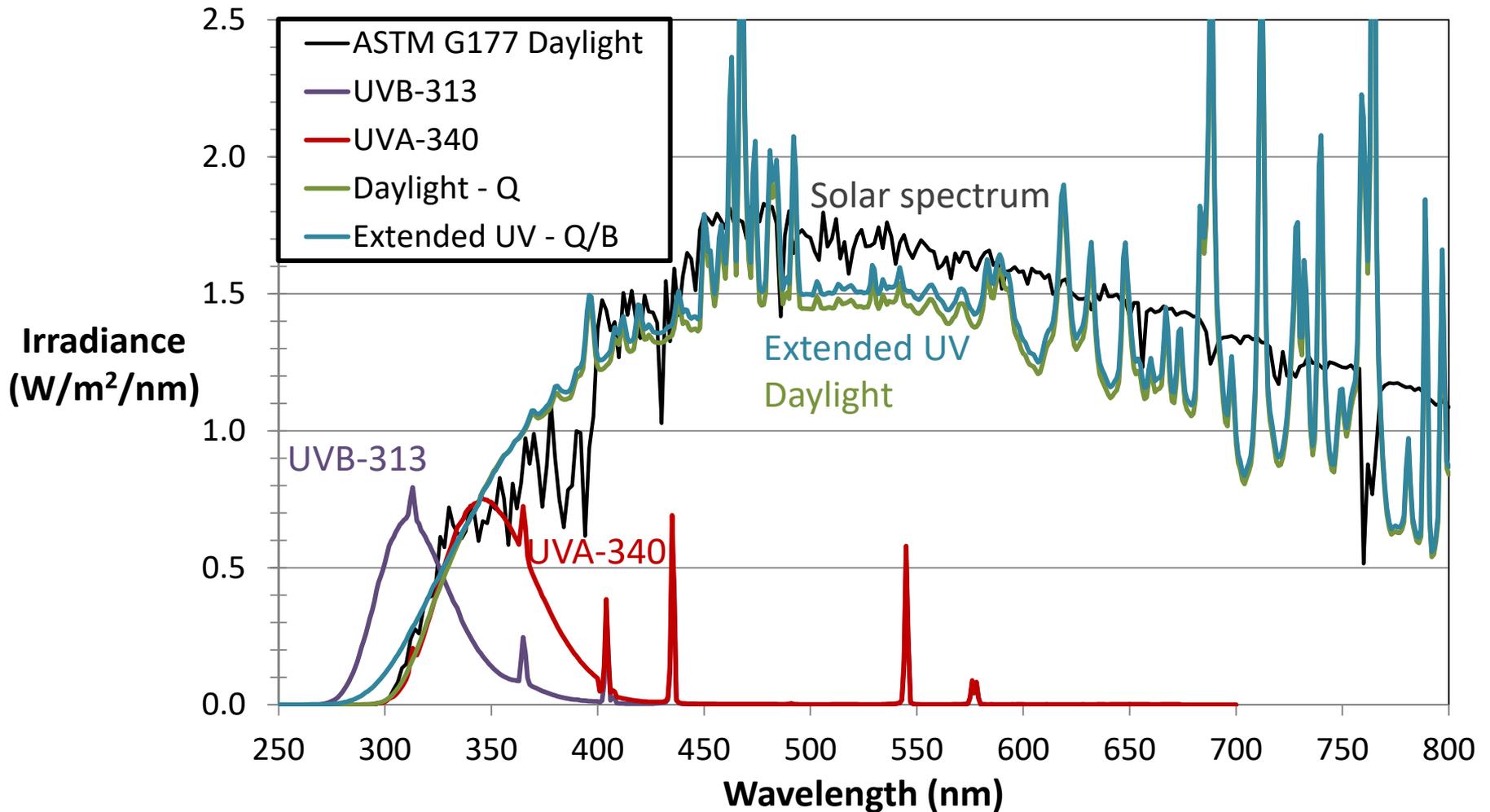
- UVA-340 bestmögliche Simulation des UV Anteils der Sonne
- UVB-313 könnte ggf. zu hart sein
- Kein Anteil im sichtbaren Licht
- Stabiles Spektrum
- Keine RH Kontrolle
- Kondensation or Wasser sprühen
- Günstig, einfache Handhabung

Xenon Bogen

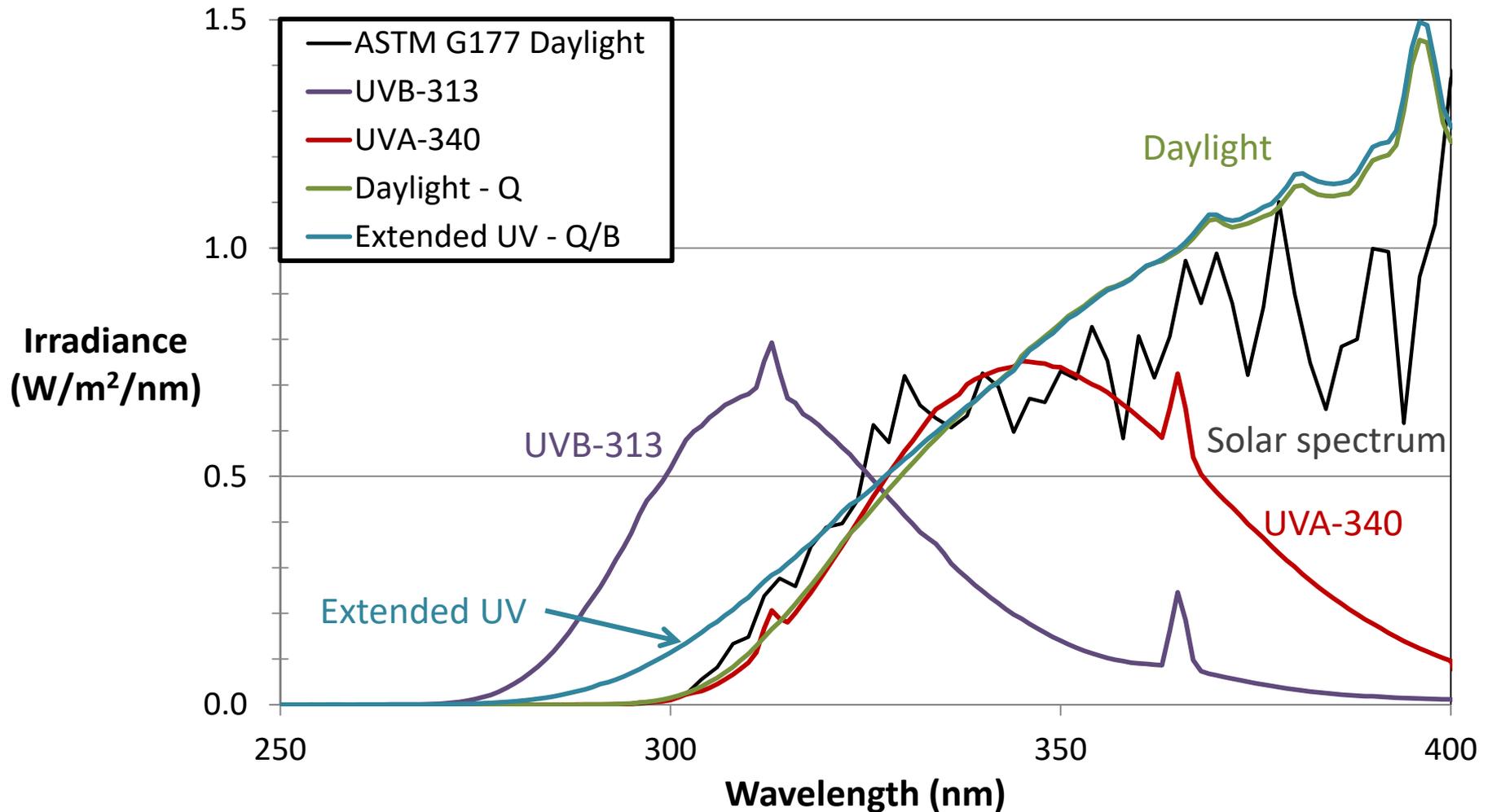
- Voll Spektrum (UV-Vis-IR)
- Beste Simulation des gesamten Sonnenlichts
- Spektrum verändert sich
- RH Kontrolle
- Wasser sprühen
- Deutlich komplexeres System und höhere Prüfkosten

Vergleich der Lichtspektren

UV und VIS Bereich



Vergleich der Lichtspektren nur UV Bereich

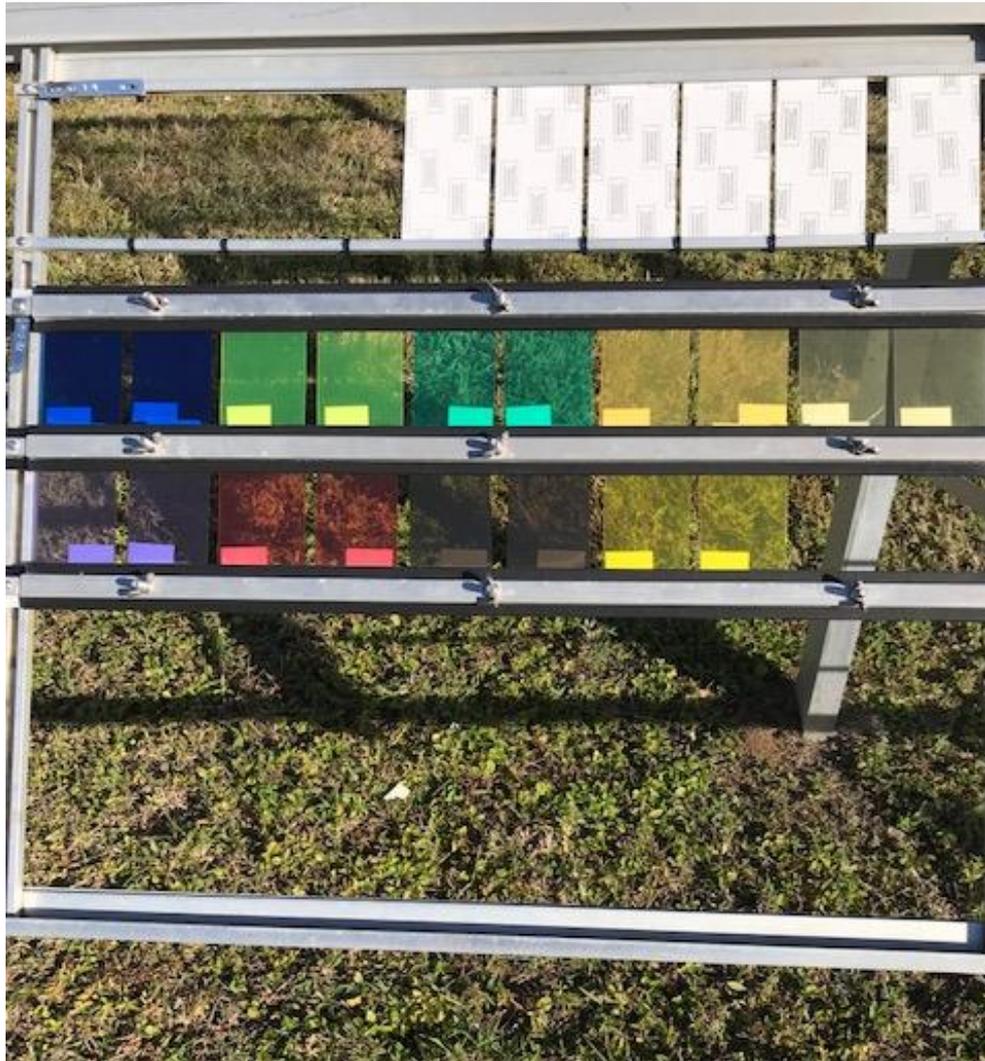


PVC Testprogramm:

- Freibewitterung
 - Florida
 - Rückseitig offen, 45° süd
 - 57 Tage
- QUV
 - UVA-340 und UVB-313 Lampen
 - 4h Licht, 0.72 W/m²/nm, 45 °C
 - 4h Kondensation, 40 °C
 - 200h gesamt
- Xenon
 - Daylight-Q und Extended UV-Q/B Filter
 - 5h Licht, 0.68 W/m²/nm, 35-45 °C
 - 20 min Sprühen, 40 °C
 - 200h gesamt



Freibewitterung: Florida



Freibewitterung: Cleveland



Dürfen wir
auch mal
nach Florida?



Farbänderung von PVC: Ergebnisse

Smoke

Daylight Q

$\Delta E=1.0$



Q-SUN Xe3HSC 7

Xenon Exposure - 200 hours

EXTENDED UV Q/B FILTER

LIGHT 0.68W/m² @340nm 5:00 45°C

LIGHT 0.68W/m² with Water Spray 0:20 30°C

COLOR: SMOKE

Ext UV-Q/B

$\Delta E=1.8$



Q-SUN Xe1BC 7

Xenon Exposure - 200 hours

EXTENDED UV Q/B FILTER

LIGHT 80W/m² TUV 5:00 35°C

DARK with Water Spray 0:20 30°C

COLOR: SMOKE

UVA

$\Delta E=1.3$



QUV/se 7

Fluorescent Exposure - 200 hours

UV-A LAMPS

LIGHT 0.72 W/m² 45°C. 8:00

CONDENSATION 40°C. 4:00

COLOR: SMOKE

UVB

$\Delta E=3.6$



QUV/se 7

Fluorescent Exposure - 200 hours

UV-B LAMPS

LIGHT 0.72 W/m² 45°C. 8:00

CONDENSATION 40°C. 4:00

COLOR: SMOKE



Smoke 7

Green



Daylight Q $\Delta E=2.0$

Q-SUN Xe3HSC 4
Q-LAB Xenon Exposure – 200 hours
DAYLIGHT Q FILTER
LIGHT 0.68W/m² @340nm 5:00 45°C
LIGHT 0.68W/m² with Water Spray 0:20 30°C
COLOR: GREEN

Ext UV-Q/B $\Delta E=5.6$

Q-SUN Xe1BC 4
Q-LAB Xenon Exposure – 200 hours
EXTENDED UV Q/B FILTER
LIGHT 80W/m² TUV 5:00 35°C
DARK with Water Spray 0:20 30°C
COLOR: GREEN

UVA $\Delta E=1.8$

QUV/se 4
Q-LAB Fluorescent Exposure – 200 hours
UV-A LAMPS
LIGHT 0.72 W/m² 45°C. 8:00
CONDENSATION 40°C. 4:00
COLOR: GREEN

UVB $\Delta E=16.7$

QUV/se 4
Q-LAB Fluorescent Exposure – 200 hours
UV-B LAMPS
LIGHT 0.72 W/m² 45°C. 8:00
CONDENSATION 40°C. 4:00
COLOR: GREEN

Yellow

Daylight Q $\Delta E=5.0$

 **Q-SUN Xe3HSC** 3
Xenon Exposure - 200 hours
DAYLIGHT Q FILTER
LIGHT 0.68W/m² @340nm 5:00 45°C
LIGHT 0.68W/m² with Water Spray 0:20 30°C
COLOR: YELLOW

Ext UV-Q/B $\Delta E=6.3$

 **Q-SUN Xe1BC** 3
Xenon Exposure - 200 hours
EXTENDED UV Q/B FILTER
LIGHT 80W/m² TUV 5:00 35°C
DARK with Water Spray 0:20 30°C
COLOR: YELLOW

UVA $\Delta E=4.7$

 **QUV/se** 3
Fluorescent Exposure - 200 hours
UV-A LAMPS
LIGHT 0.72 W/m² 45°C. 8:00
CONDENSATION 40°C. 4:00
COLOR: YELLOW

UVB $\Delta E=43.0$

 **QUV/se** 3
Fluorescent Exposure - 200 hours
UV-B LAMPS
LIGHT 0.72 W/m² 45°C. 8:00
CONDENSATION 40°C. 4:00
COLOR: YELLOW

 **Yellow** 3

Blue



Daylight Q

$\Delta E=5.2$



Q-SUN Xe3HSC

Xenon Exposure – 200 hours
DAYLIGHT Q FILTER
LIGHT 0.68W/m² @340nm 5:00 45°C
LIGHT 0.68W/m² with Water Spray 0:20 30°C
COLOR: BLUE

Ext UV-Q/B

$\Delta E=7.2$



Q-SUN Xe1BC

Xenon Exposure – 200 hours
EXTENDED UV Q/B FILTER
LIGHT 80W/m² TUV 5:00 35°C
DARK with Water Spray 0:20 30°C
COLOR: BLUE

UVA

$\Delta E=5.7$



QUV/se

Fluorescent Exposure – 200 hours
UV-A LAMPS
LIGHT 0.72 W/m² 45°C. 8:00
CONDENSATION 40°C. 4:00
COLOR: BLUE

UVB

$\Delta E=21.0$



QUV/se

Fluorescent Exposure – 200 hours
UV-B LAMPS
LIGHT 0.72 W/m² 45°C. 8:00
CONDENSATION 40°C. 4:00
COLOR: BLUE

Chartreuse

Daylight Q $\Delta E=7.7$

Ext UV-Q/B $\Delta E=11.0$

 **Q-SUN Xe3HSC** 5
Xenon Exposure – 200 hours
DAYLIGHT Q FILTER
LIGHT 0.68W/m² @340nm 5:00 45°C
LIGHT 0.68W/m² with Water Spray 0:20 30°C
COLOR: CHARTREUSE

 **Q-SUN Xe1BC** 5
Xenon Exposure – 200 hours
EXTENDED UV Q/B FILTER
LIGHT 80W/m² TUV 5:00 35°C
DARK with Water Spray 0:20 30°C
COLOR: CHARTREUSE

UVA $\Delta E=11.9$

UVB $\Delta E=25.5$



Chartreuse 5



QUV/se 5

Fluorescent Exposure – 200 hours
UV-A LAMPS
LIGHT 0.72 W/m² 45°C. 8:00
CONDENSATION 40°C. 4:00
COLOR: CHARTREUSE



QUV/se 5

Fluorescent Exposure – 200 hours
UV-B LAMPS
LIGHT 0.72 W/m² 45°C. 8:00
CONDENSATION 40°C. 4:00
COLOR: CHARTREUSE

Orange

Daylight Q $\Delta E=11.2$

 **Q-SUN Xe3HSC** 8
Xenon Exposure – 200 hours
EXTENDED UV Q/B FILTER
LIGHT 0.68W/m² @340nm 5:00 45°C
LIGHT 0.68W/m² with Water Spray 0:20 30°C
COLOR: ORANGE

Ext UV-Q/B $\Delta E=11.4$

 **Q-SUN Xe1BC** 8
Xenon Exposure – 200 hours
EXTENDED UV Q/B FILTER
LIGHT 80W/m² TUV 5:00 35°C
DARK with Water Spray 0:20 30°C
COLOR: ORANGE

UVA $\Delta E=10.2$

 **QUV/se** 8
Fluorescent Exposure – 200 hours
UV-A LAMPS
LIGHT 0.72 W/m² 45°C. 8:00
CONDENSATION 40°C. 4:00
COLOR: ORANGE

UVB $\Delta E=17.7$

 **QUV/se** 8
Fluorescent Exposure – 200 hours
UV-B LAMPS
LIGHT 0.72 W/m² 45°C. 8:00
CONDENSATION 40°C. 4:00
COLOR: ORANGE

 Orange 8

Red

Daylight Q $\Delta E=35.0$



Q-LAB Q-SUN Xe3HSC 2
Xenon Exposure - 200 hours
DAYLIGHT Q FILTER
LIGHT 0.68W/m² @340nm 5:00 45°C
LIGHT 0.68W/m² with Water Spray 0:20 30°C
COLOR: RED

Ext UV-Q/B $\Delta E=11.8$

Q-LAB Q-SUN Xe1BC 2
Xenon Exposure - 200 hours
EXTENDED UV Q/B FILTER
LIGHT 80W/m² TUV 5:00 35°C
DARK with Water Spray 0:20 30°C
COLOR: RED

UVA $\Delta E=16.8$

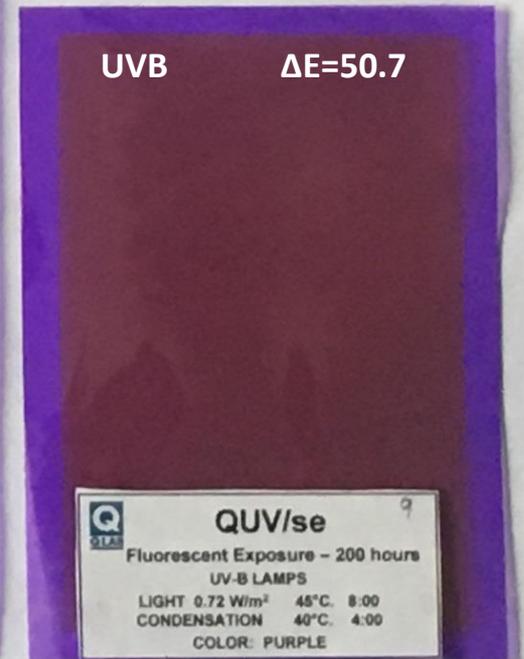
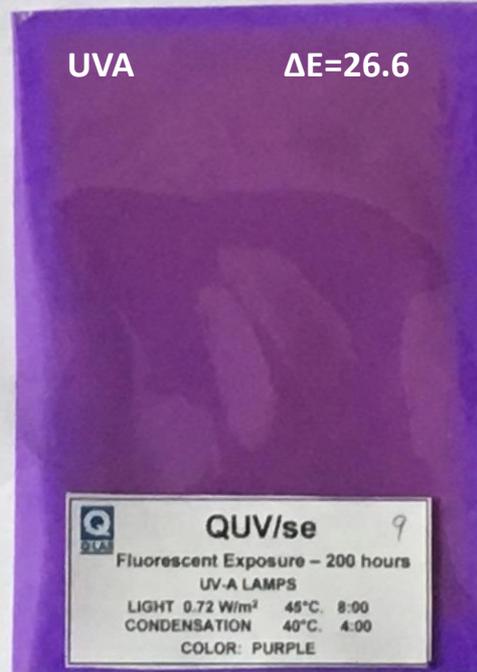
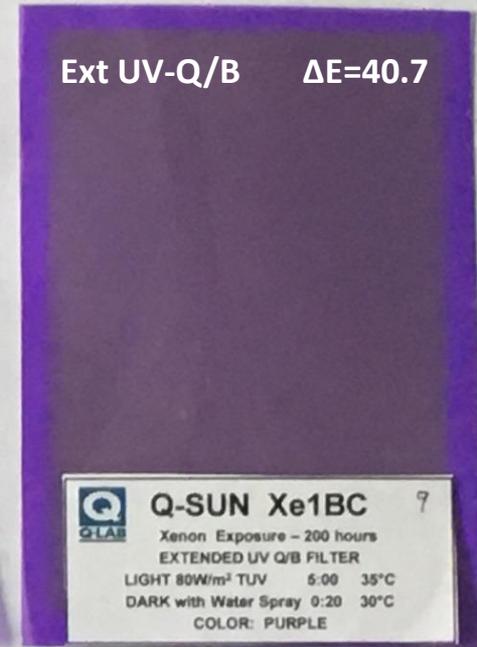
Q-LAB QUV/se 2
Fluorescent Exposure - 200 hours
UV-A LAMPS
LIGHT 0.72 W/m² 45°C. 8:00
CONDENSATION 40°C. 4:00
COLOR: RED

UVB $\Delta E=14.3$

Q-LAB QUV/se 2
Fluorescent Exposure - 200 hours
UV-B LAMPS
LIGHT 0.72 W/m² 45°C. 8:00
CONDENSATION 40°C. 4:00
COLOR: RED

Q-LAB Red 2

Purple



Pink

Daylight Q $\Delta E=41.3$



 **Q-SUN Xe3HSC** 6
Xenon Exposure – 200 hours
DAYLIGHT Q FILTER
LIGHT 0.68W/m² @340nm 5:00 45°C
LIGHT 0.68W/m² with Water Spray 0:20 30°C
COLOR: PINK

Ext UV-Q/B $\Delta E=65.3$



 **Q-SUN Xe1BC** 6
Xenon Exposure – 200 hours
EXTENDED UV Q/B FILTER
LIGHT 80W/m² TUV 5:00 35°C
DARK with Water Spray 0:20 30°C
COLOR: PINK

UVA $\Delta E=19.7$

UVB $\Delta E=49.7$



 **QUV/se** 6
Fluorescent Exposure – 200 hours
UV-A LAMPS
LIGHT 0.72 W/m² 45°C. 8:00
CONDENSATION 40°C. 4:00
COLOR: PINK

 **QUV/se** 6
Fluorescent Exposure – 200 hours
UV-B LAMPS
LIGHT 0.72 W/m² 45°C. 8:00
CONDENSATION 40°C. 4:00
COLOR: PINK

Pink 6



*Die Ergebnisse von Red,
Purple und Pink sind
seltsam*



Verschiedene Arten der Farbänderung

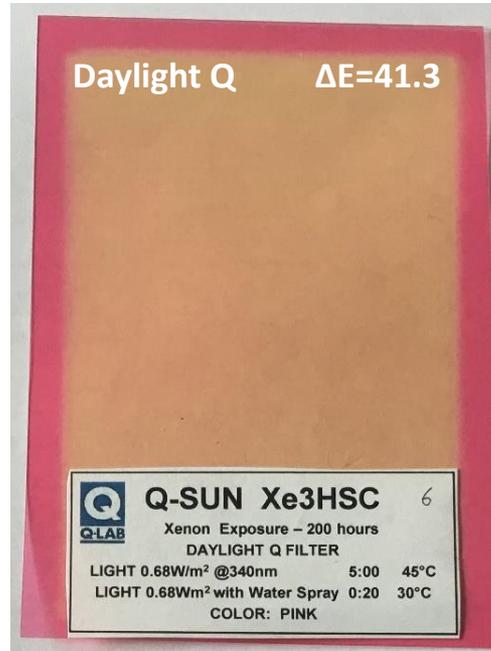
UVB-313



UV

PVC Polymerabbau,
Vergilben

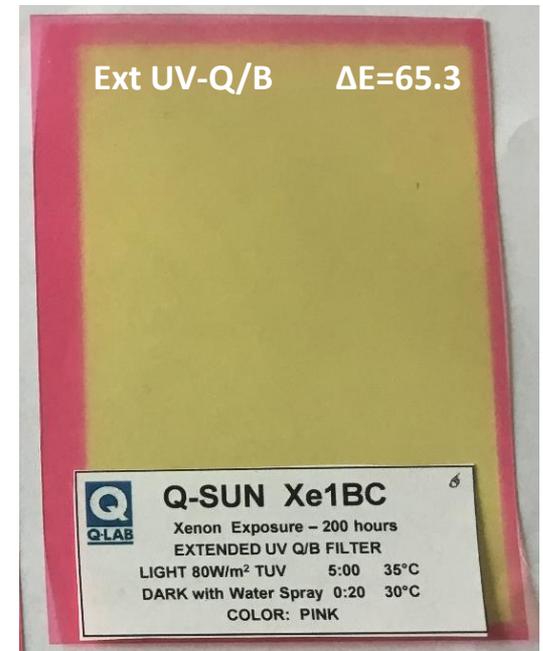
Xenon Daylight



VIS

Pigment Abbau,
Ausbleichen

Xenon Extended UV

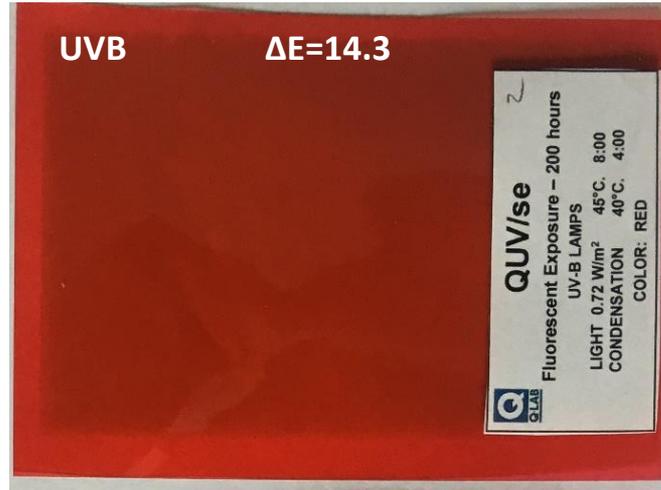


UV + VIS

PVC Polymerabbau
und Pigmentabbau

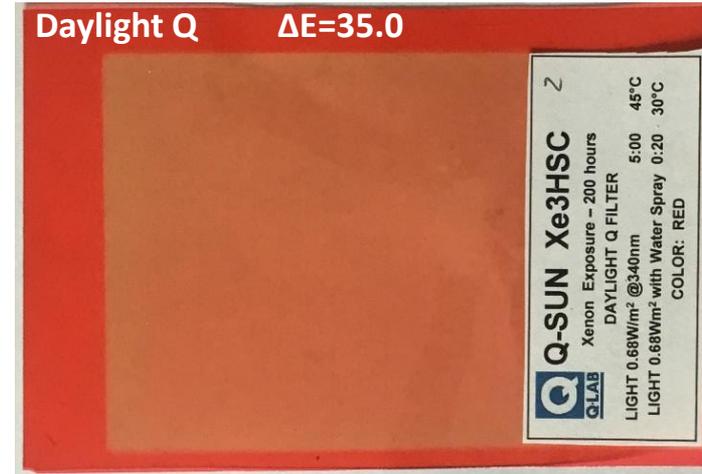
Farbänderung der roten Muster

UVB-313



- Kein VIS Anteil
- Muster wird dunkler durch PVC Abbau (Gilbe)

Xenon Daylight



- VIS Anteil
- Ausbleichen der Farbe durch Pigment Abbau

Rot und Pink zeigen die Grenzen der Farbmatrik, insbesondere ausschließlich DE!



Farbänderung von PVC: Korrelation und Zusammenfassung

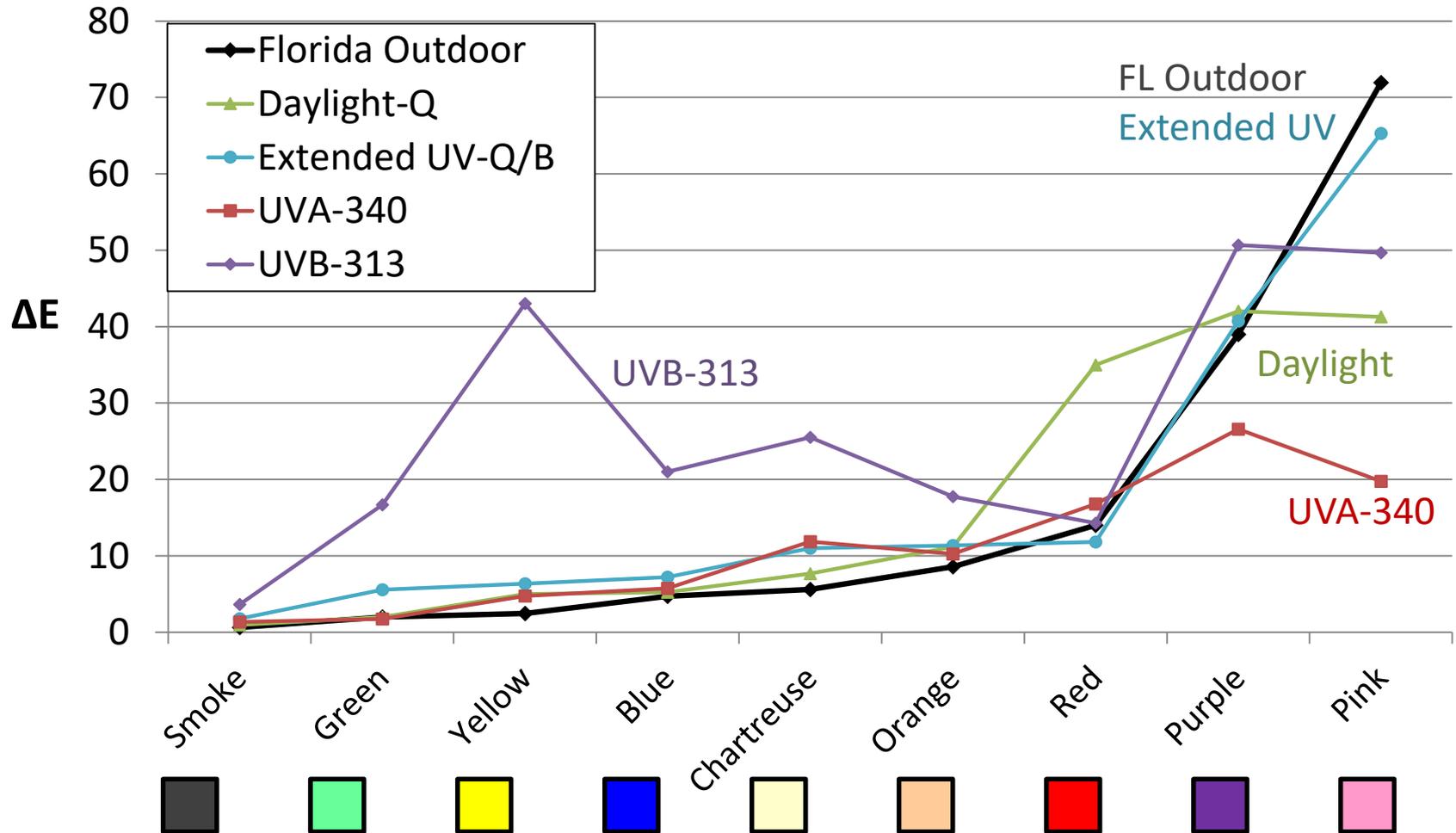
Korrelation: Labor und Freibewitterung

Color	Florida		Daylight		Extended UV		UVA-340		UVB-313	
	ΔE	Rang	ΔE	Rang	ΔE	Rang	ΔE	Rang	ΔE	Rang
Smoke	0.6	1	1.0	1	1.8	1	1.3	1	3.6	1
Green	2.0	2.5	2.0	2	5.6	2	1.8	1	16.7	3.5
Yellow	2.5	2.5	5.0	3.5	6.3	3	4.7	3	43.0	7
Blue	4.7	4	5.2	3.5	7.2	4	5.7	4	21.0	5
Chartreuse	5.6	5	7.7	5	11.0	6	11.9	6	25.5	6
Orange	8.6	6	11.2	6	11.4	6	10.2	5	17.7	3.5
Red	14.0	7	35.0	7	11.8	6	16.8	7	14.3	2
Purple	39.0	8	42.0	8.5	40.7	8	26.6	9	50.7	8.5
Pink	71.9	9	41.3	8.5	65.3	9	19.7	8	49.7	8.5
Rangfolge Korrelation mit Freibewitterung			0.98		0.96		0.95		0.54	

Sehr gute Übereinstimmung der Rangfolge der Farbänderung, außer UVB-313

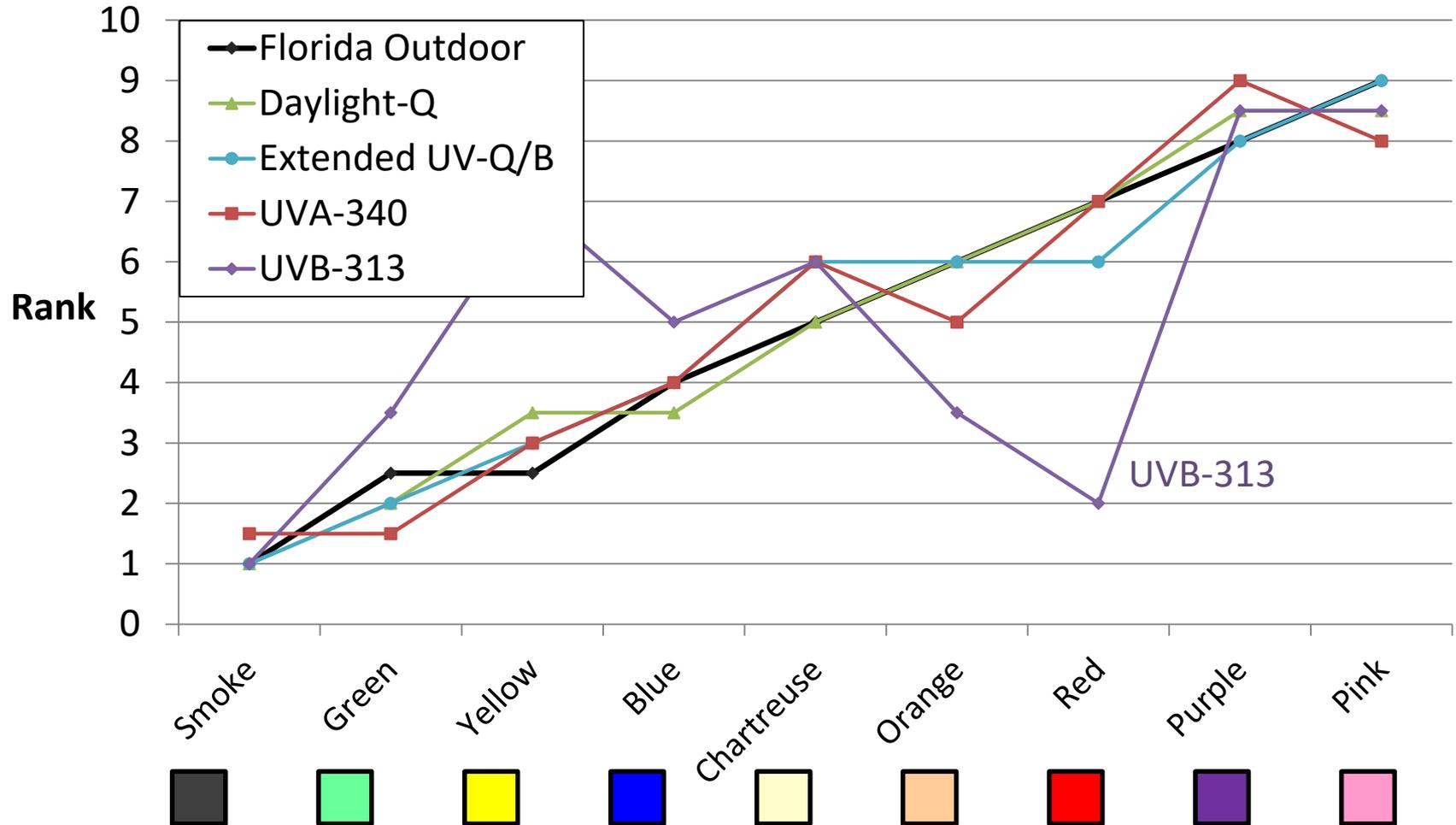
Korrelation: Labor und Freibewitterung

Gesamtfarbabstand (ΔE)



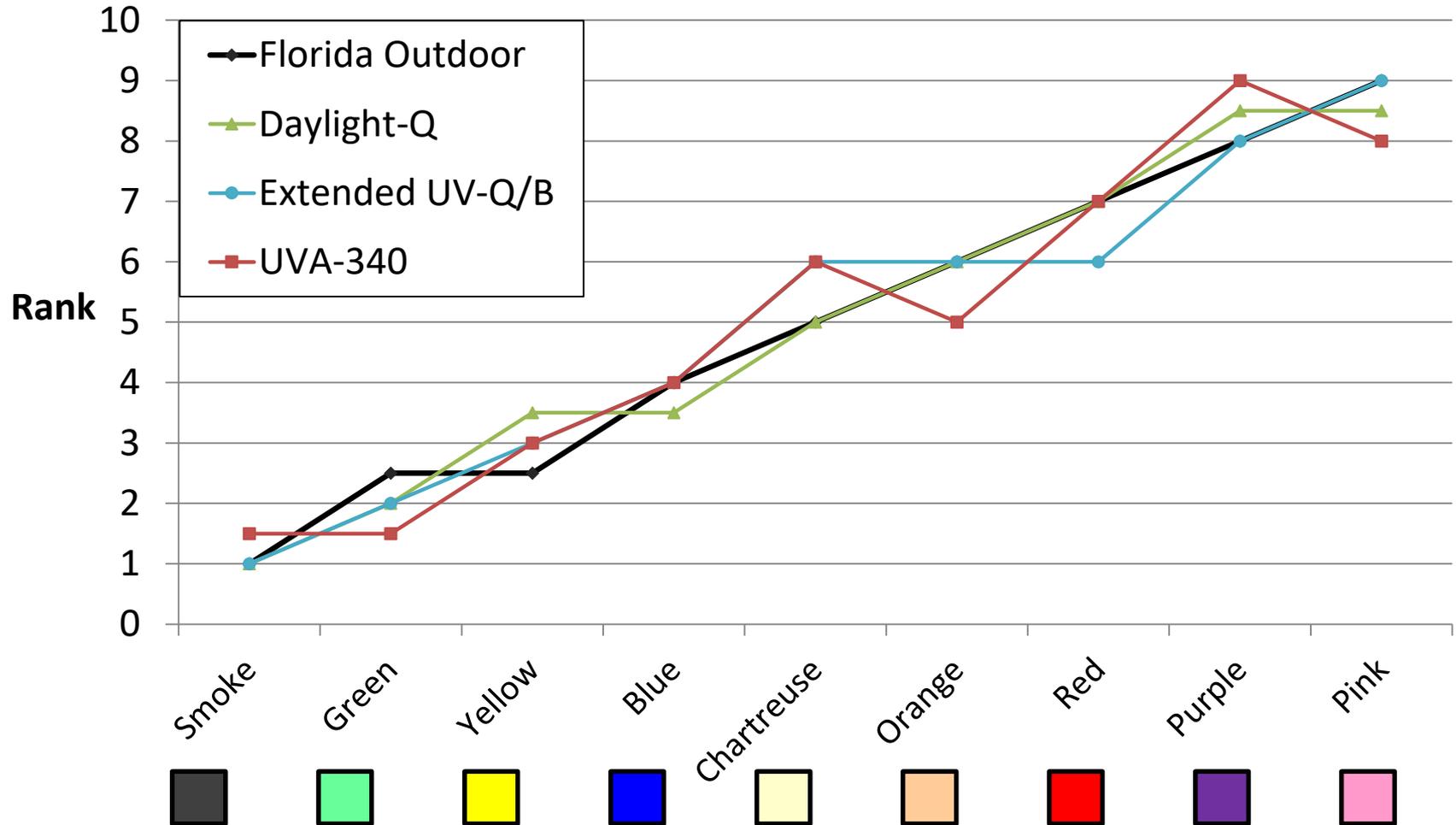
Korrelation: Labor und Freibewitterung

Rangfolge Korrelation



Korrelation: Labor und Freibewitterung

Rangfolge Korrelation (ohne UVB-313)



Zusammenfassung

- Bewitterungsversuche von farbigem PVC wurde durchgeführt und die Farbänderung als ΔE gemessen
 - Freibewitterung für 2 Monate in Florida
 - Labortest für 200h (QUV und Xenonbogen)
- Die 9 verwendeten Muster zeigten eine sehr große Bandbreite an Farbänderung

Schlussfolgerungen:

- Die Farbänderung der Muster kann für Labor und Freibewitterung korreliert werden.
 - Sehr gute Rangfolgenkorrelation bei Xenon (Daylight oder Extended UV) und UV (UVA-340 lamps)
 - Schlechte Korrelation der Farbänderung bei UVB-313 Lampen
- Der Abbau des Substrates (PVC) und der Farbmittel (Pigmente) ist unterschiedlich
 - Farbvertiefung durch Vergilbung durch die kurzwellige UV Strahlung
 - Ausbleichen durch Abbau der Pigmente durch das sichtbare Licht
 - Besonders auffällig bei Rot und Pink.
 - Die Farbänderung solcher Muster –nicht nur PVC- muß durch zusätzliche Informationen zum reinen ΔE Wert beschrieben werden.

Gedanken zur Laborbewitterung

- Es gibt keine “magic number” zur Umrechnung
- Bewitterung ist extrem vom Material abhängig
- Die gute Korrelation für die Farbänderung heißt nicht zwangsläufig auch eine gute Korrelation für andere physikalische Eigenschaften. **Das Verständnis des Fehler Modus ist der Schlüssel.**
- Wiederholen und Überprüfung. Bei jeder Änderung des Materials oder der Verarbeitung ein Muss.
- Ohne Freibewitterung keine Korrelation. **“Teste den Test”!**

Vielen Dank für Ihre Teilnahme !



Ein besonderer Dank an Richard Kish für die Durchführung der gezeigten Vergleichsstudie

Fragen ?
info@q-lab.com