

Corrosietesten in het Laboratorium: Realisme en reproduceerbaarheid met hedendaagse methoden

Wilfred Versteeg – Product Specialist Q-Lab producten

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



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 toekomstige webinars zijn te vinden op: q-lab.com/webinarseries
- 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

- Soorten versnelde tests
- Continue zoutnevel (neutraal & aangezuurd)
- Natte/droge cyclische tests
- Eerste generatie cyclische testen voor auto's
- Moderne corrosietestmethodes
- Verificatie van de prestaties van de corrosietest

Verskillende versnelde testsoorten

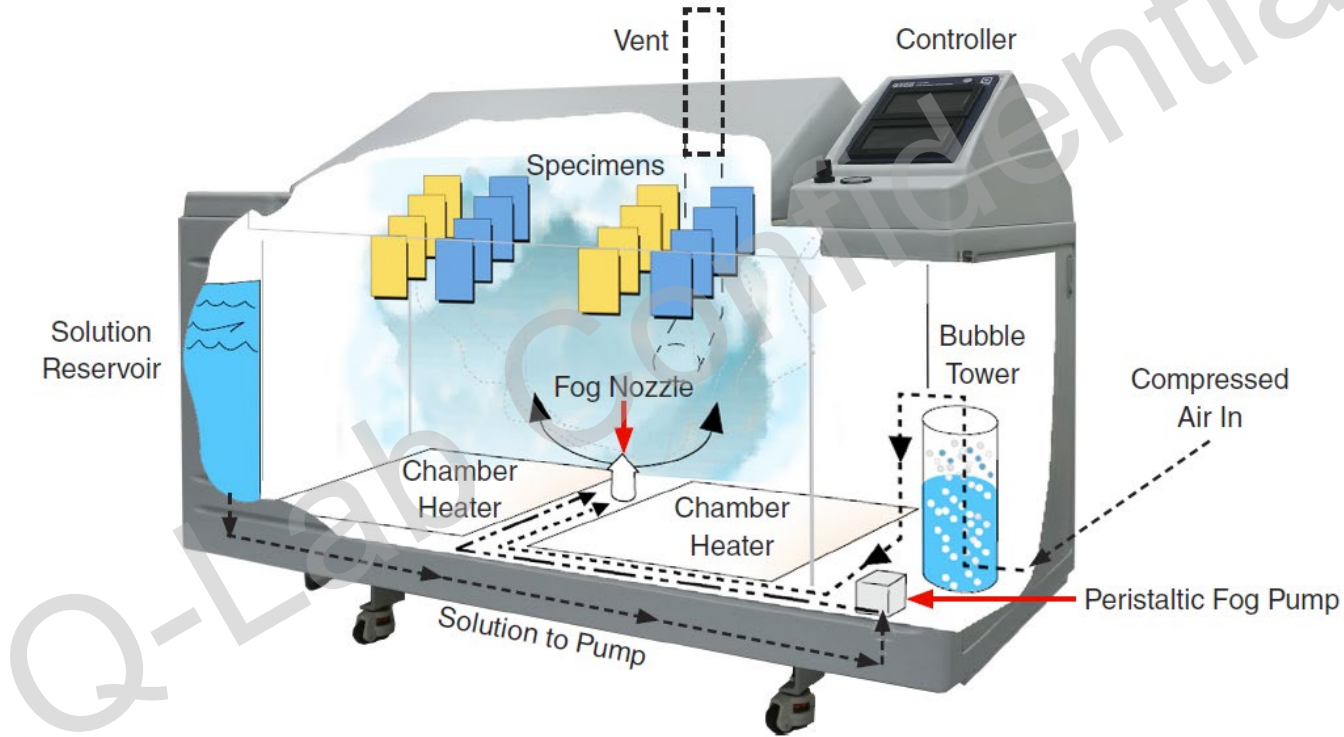
Type versnelde test	Resultaat	Testduur	Resultaten vergeleken met	Onderzoek? Ontwikkeling? Certificering?
Kwaliteitscontrole	Pass / fail	<ul style="list-style-type: none"> • Gedefinieerd • Kort 	Material specification	Certificering en onderzoek
Kwalificatie / validatie	Pass / fail	<ul style="list-style-type: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

Verskillende versnelde testsoorten

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

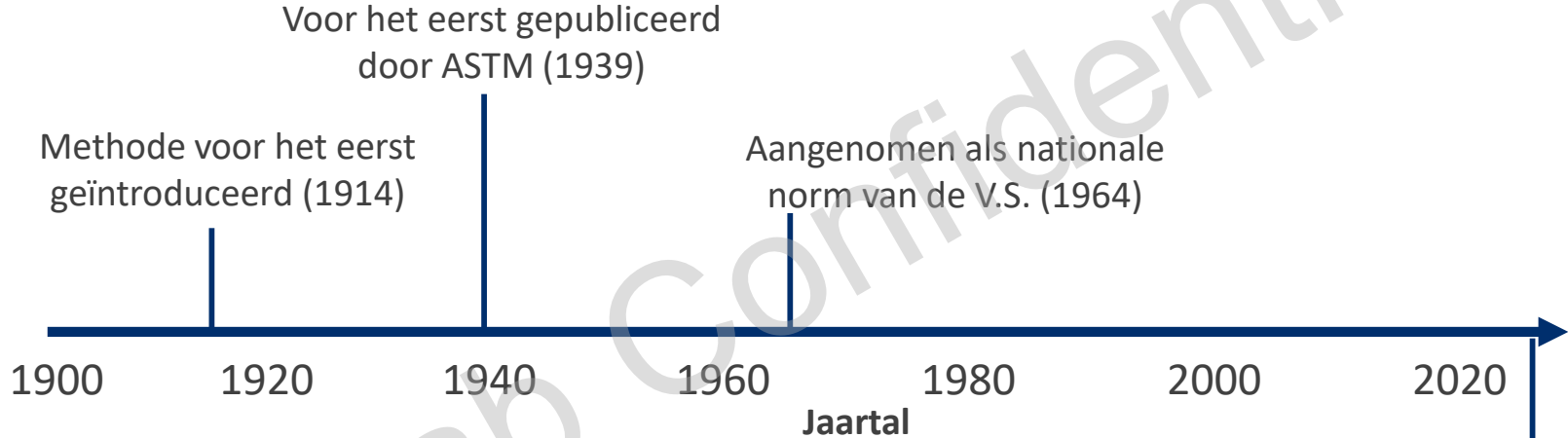
Continue zoute nevel

Zoutnevel omgeving



Continue zoute nevel

ASTM B117



ASTM B117 is op dit moment de meest gebruikte corrosienorm, hoofdzakelijk voor kwaliteitscontrole en coatings van metalen/conversielagen

Continue zoute nevel

ASTM B117

- 5% NaCl zoutnevel bij 35°C
- Neutrale pH
- Fijne nevel (verneveld met perslucht) indirect op proefstukken gespoten
- ISO 9227 bevat dezelfde test
- Indien correct uitgevoerd, heeft de test een redelijke herhaalbaarheid en reproduceerbaarheid

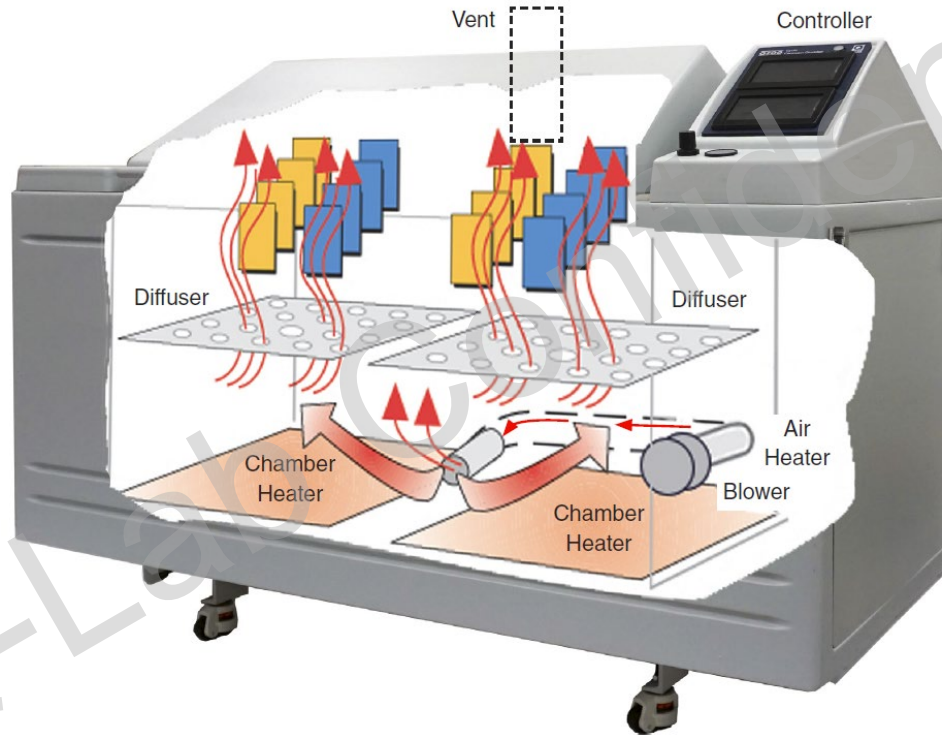
Beperkingen van zoutnevel

- Geen goede simulatie van de meeste gebruikersomgevingen
- Produceert gewoonlijk andere corrosieresultaten dan natuurlijke blootstelling
- Slechte correlatie in rangorde met corrosie buitenshuis

Q: What type of accelerated test is this?

Nat/droog cyclische tests

Zout mist -> droog uit



Verwarmingsconfiguraties

Vlakke verwarmingsplaten



`Rapid Ramp` verwarmingselementen



** Rapid Ramp Heaters nodig om te voldoen aan sommige snelle temperatuur overgangstijden*

Nat/droog cyclische tests

Prohesie (*Protectie is Adhesie*)

- Afwisselend sproeien en opdrogen
- De ontwikkeling begon in Engeland, in de jaren 1960.
- Verdund NaCl, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- De American Architectural Manufacturers Association heeft ASTM B117 onlangs vervangen door deze test in AAMA 2605, "Superieure" coatings op aluminium

Gecombineerde corrosie/verwerking

- Als een coating door blootstelling aan UV degradeert, vermindert zijn vermogen om tegen corrosie te beschermen
- Sherwin Williams ontwikkelde een gecombineerde UV + Corrosie cyclus in de jaren '80 om dit te testen



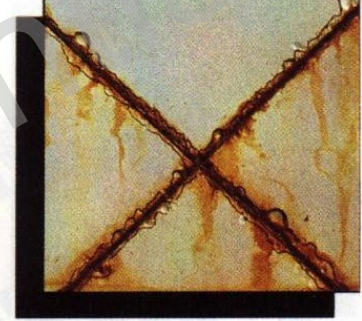
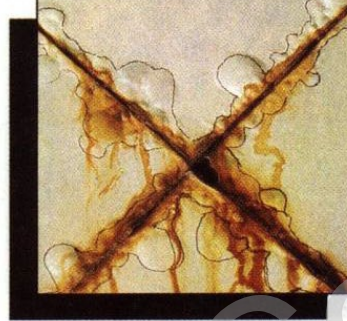
Gecombineerde corrosie/verwering vs. buiten

Epoxy

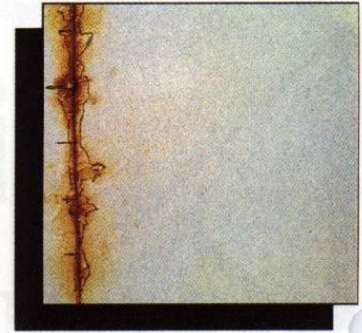
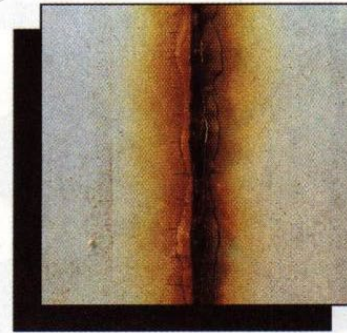
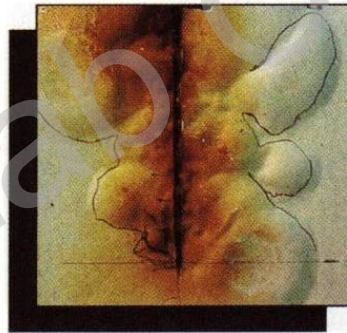
Alkyd

Latex

QUV + Q-FOG
ASTM D5894
2000 uur



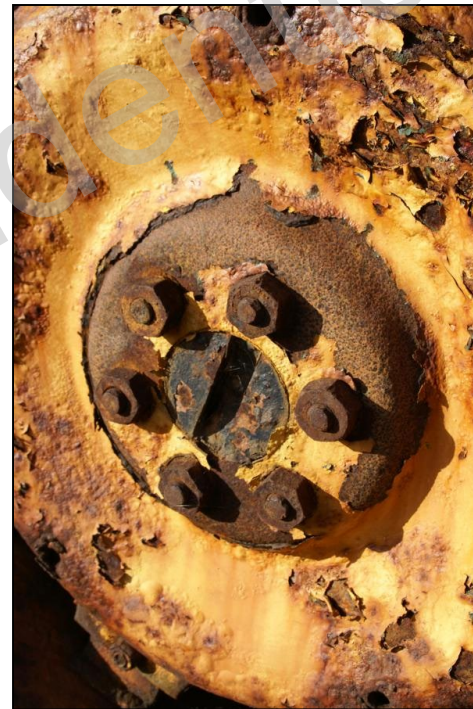
Outdoor
27 maanden,
zeemilieu



Casestudie natte/droge cyclische test

SSPC (Society for Protective Coatings)

- 15 verschillende systemen getest
- Buitenshuis testen (31 maanden)
- Versnelde tests (2000 uur)
 - Zoutnevel 5%
 - Prohesie
 - 2 soorten cyclische onderdompeling
 - Gecombineerde corrosie/ verwerking






BENELUXSCIENTIFIC

SSPC Test Results

Laboratoriumtestmethode	Correlatie met zwaar zeemilieu
Conventionele zoutnevel	-0.11
Prohesie	0.07
Procedures voor cyclische onderdompeling	0.48
Cyclische onderdompeling met UV-procedure	0.61
Gecombineerde corrosie/ verwerking	0.71

Goede correlatie van gecombineerde test!

Combined Corrosion and Weathering ISO 12944-6 (and -9)

Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7
UV/condensation — ISO 16474-3			Neutral salt spray — ISO 9227			Low-temp. exposure at $(-20 \pm 2) ^\circ\text{C}$
						

- 4 hours UVA-340, $0.83 \text{ W/m}^2/\text{nm}$ at 340 nm, $60 ^\circ\text{C}$
- 4 hours dark condensation, $50 ^\circ\text{C}$
- 72 hours



- Continuous salt fog at $35 ^\circ\text{C}$
- Rinse panels and put in a freezer for 24 hours
- 72 hours



 BENELUXSCIENTIFIC

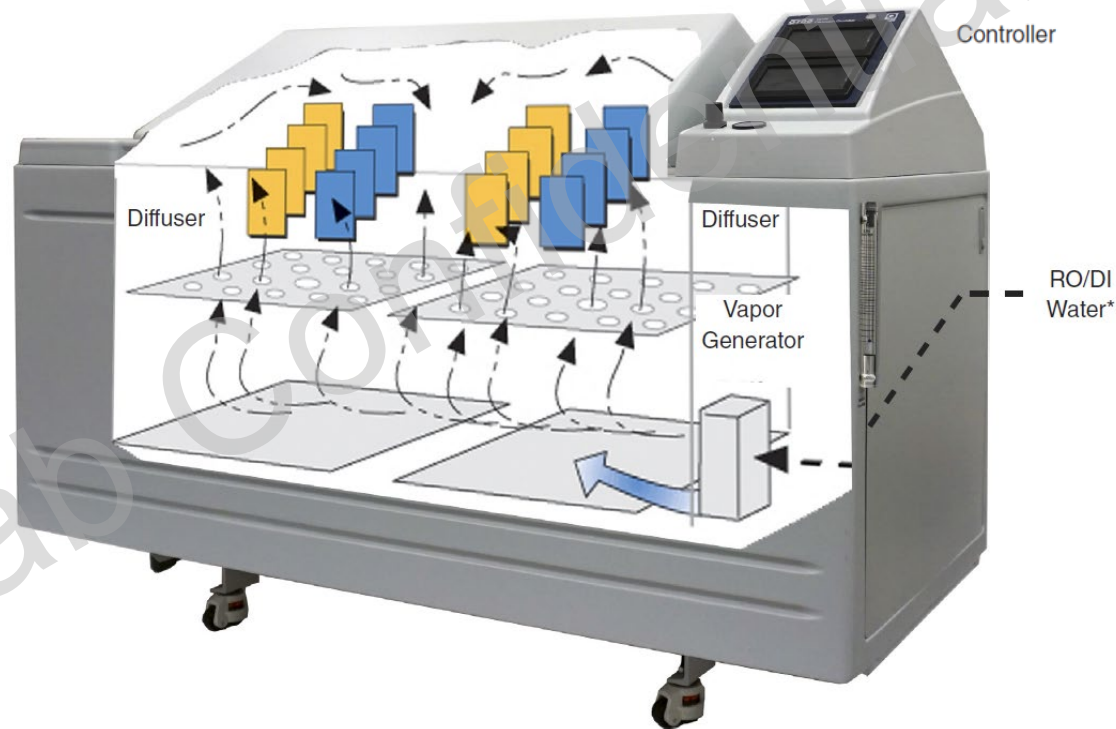
Beperkingen nat/droog cyclische test

- Slechte herhaalbaarheid en reproduceerbaarheid
- Poor correlation in some cases
 - Automobielandustrie
 - Industriële onderhoudscoatings op staal
- Enkele voorbeelden om correlatie herhaalbaarheid te verbeteren:
 - Natte bodem (water dat op de bodem van de kamer blijft staan)
 - Veranderende temperatuur van de bubbeltoren
 - **Beide zijn ruwe "workarounds" voor slechte RH controle technologie**

Eerste generatie cyclische automotieve testen

Zout mist -> droog-uit -> bevochtiging (vochtig)

Bevochtigen van de monsters na afdrogen herinitialiseert corrosie



Eerste generatie cyclische automotieve testen

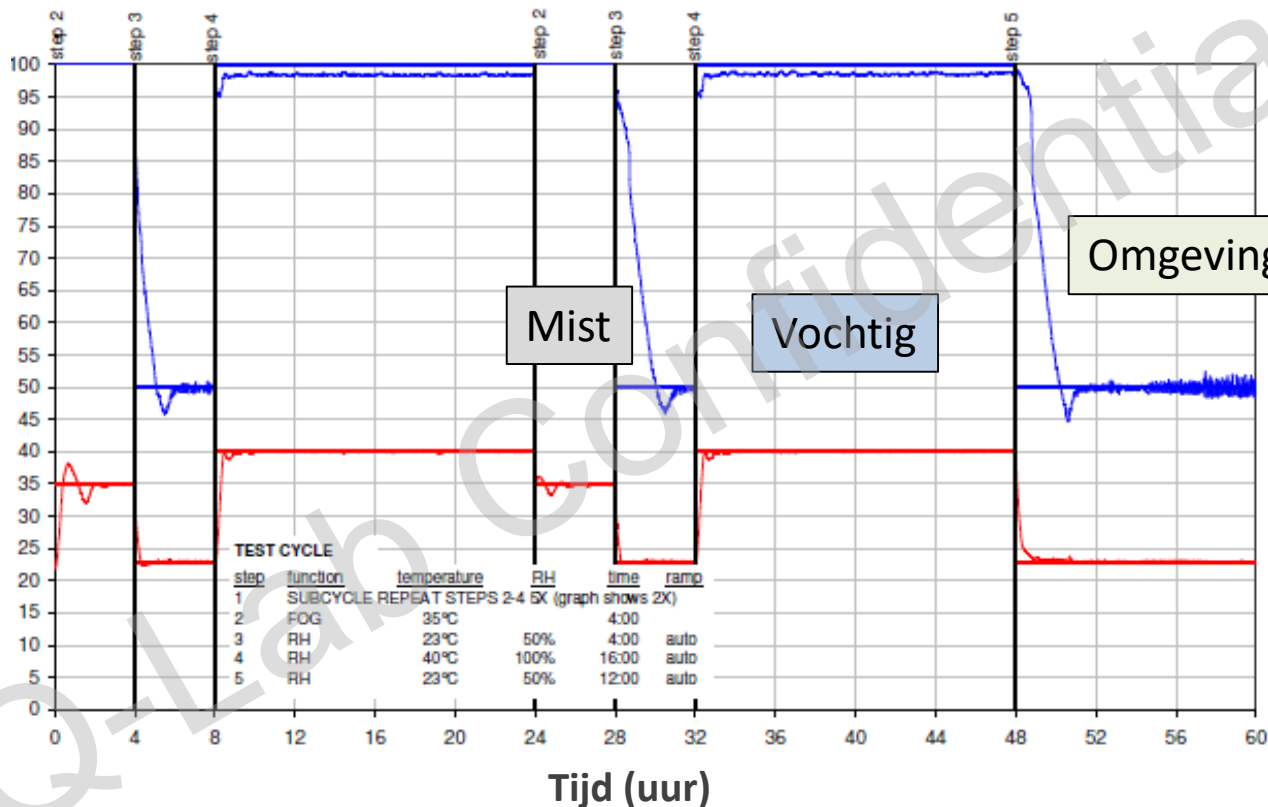
Zout mist -> droog-uit -> bevochtiging (vochtig)

Voorbeeld: GM 9540P

- NaCl en CaCl₂ om strooizout te simuleren
- Oplossing aangebracht door directe nevel, niet door mist
- Zoutnevel met tussenpozen aangebracht in "omgevingsomstandigheden"
- Gebruik van corrosiecoupons om de testvariabiliteit te minimaliseren
- SAE & American Iron & Steel Institute beoordeelden deze methode als beste voorspeller van buitencondities in 1991

Eerste generatie cyclische corrosietest

RH (%)
Temp (°C)



Beperkingen van de eerste generatie CCT

Slechte herhaalbaarheid en reproduceerbaarheid!

- Verschillende corrosiekamers geven verschillende resultaten
- Enorme verschillen in corrosiesnelheid tussen verschillende metalen van test tot test

Factoren van invloed op Corrosie

Deliquescentie van zouten

Galvanische corrosie

Invloed van relatieve vochtigheid

Automotive Tests & strooizout

- Zouten *deliqueseren* - zij absorberen vocht uit de atmosfeer tot zij oplossen en een oplossing vormen.
- Alle oplosbare zouten zullen vloeibaar worden voor RH waarden $<100\%$
- Dit leidt tot een langere **tijd van vochtigheid** en meer **corrosie**

Deliquescentie Relatieve Vochtigheid (DRH)

Salt	DRH
Kaliumchloride (KCl)	85%
<i>Natriumchloride (NaCl)</i>	76%
<i>Calciumchloride (CaCl₂)</i>	31%

Als de omgeving boven deze RH is, zal zich een vloeibare zoutoplossing vormen

Galvanische Corrosie

**Actief
(Anode)**



**Edel
(kathode)**

Magnesium
Zinc
Aluminium
Gietijzer/laag koolstofstaal
Staal
Messing
Koper
Nikkel
RVS (Passief)
Zilver
Goud
Platina

- Heeft invloed op producten gemaakt van metalen
 - Staal
 - Aluminium
 - Magnesium legeringen
- Organische & Anorganische Beschermende Coatings

Relatieve luchtvochtigheid en corrosie

- Corrosie versnelt als het eenmaal begint
 - Vorming van complexe oxiden
 - Natte tijd neemt toe naarmate zich nieuwe oxiden vormen
- Zouten deliqueseren bij verschillende RH waarden
 - De vorming van vloeibare oplossingen beïnvloedt corrosie door een **galvanisch paar** te vormen

Relative Humidity and Galvanic Corrosion

Conditie	RH Bereik	Resultaat
Droog	$\leq 50\%$	Zeer weinig corrosie door NaCl
Elektrolytische cellen rond zoutkristallen; filmvorming bij toenemende RH	50-76%	<ul style="list-style-type: none">• Corrosie van staal (maximum gecorrodeerd gebied $\sim 70\%$ RH) en aluminium• AL-Staal galvanisch paar gebroken
Gelijkmatige elektrolytische filmvorming	$\geq 76\%$	<ul style="list-style-type: none">• Maximaal kathodeoppervlak voor staal; diepere niet-uniforme corrosie• Al corrosie in galvanische koppeling met staal

Galvanische Corrosie



Relatieve luchtvochtigheid en corrosie

Controle van stapovergangstijden

"Lineaire" transitie

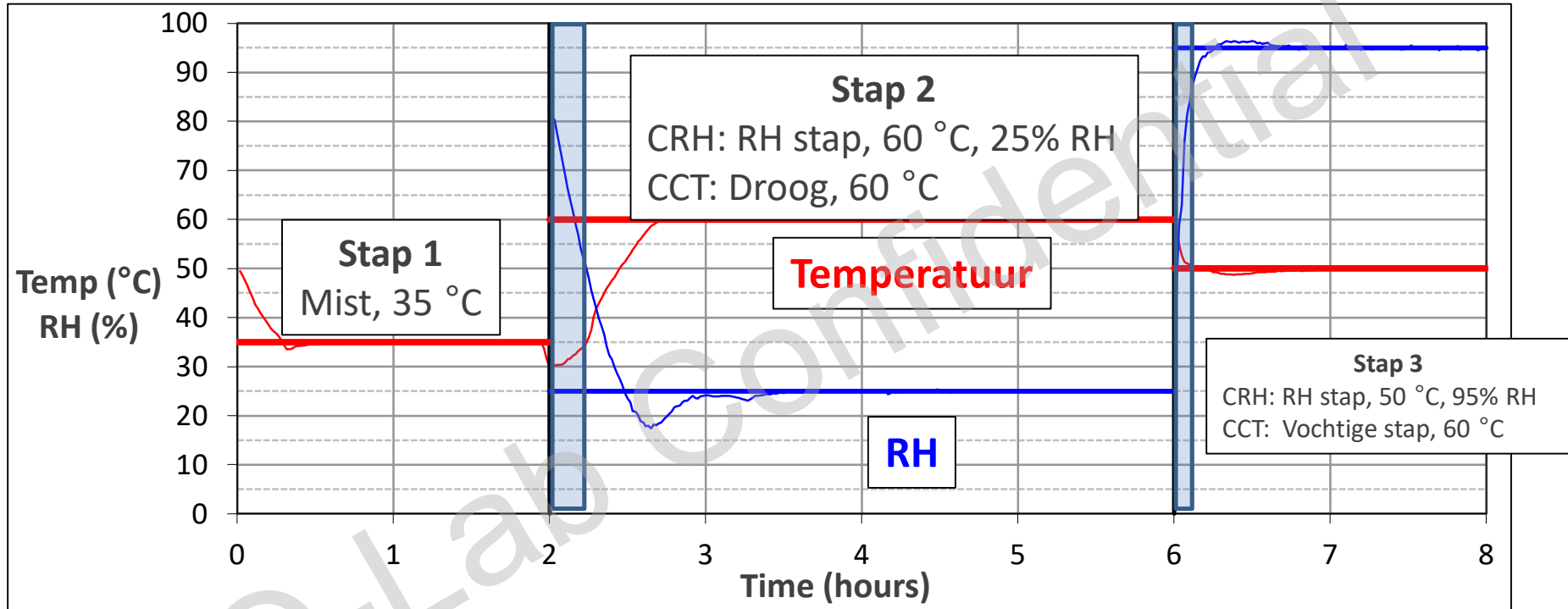
- Specificeer tijd in testcyclus om testcondities te veranderen
- De tester past de temperatuur en de RV aan voor een lineaire overgang van het begin naar het einde van de integratortijd

"minder dan" transitie

- Specificeer tijd in testcyclus om testcondities te veranderen
- De tester tracht de omstandigheden binnen de gespecificeerde tijd te bereiken - in feite zo snel mogelijk
- Snelle "minder dan"-overgangstijden (b.v. JASO M609) ontworpen om de testvariabiliteit te minimaliseren...



Snelle Overgangstijden: JASO M609



Snelle overgangstijden bedoeld om de reproduceerbaarheid te verbeteren

Zeer korte tijd in kritische RH-gebied van 50-90%!

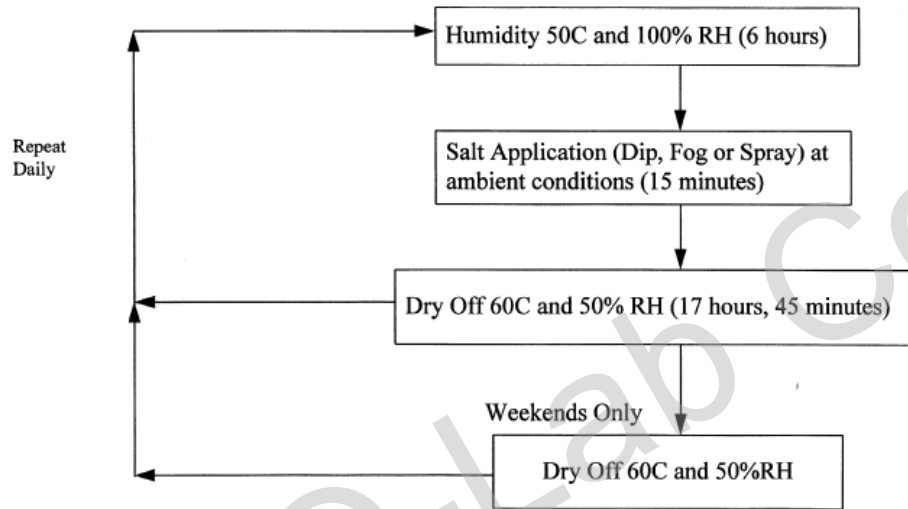


Ongecontroleerde overgangstijden: SAE J2334

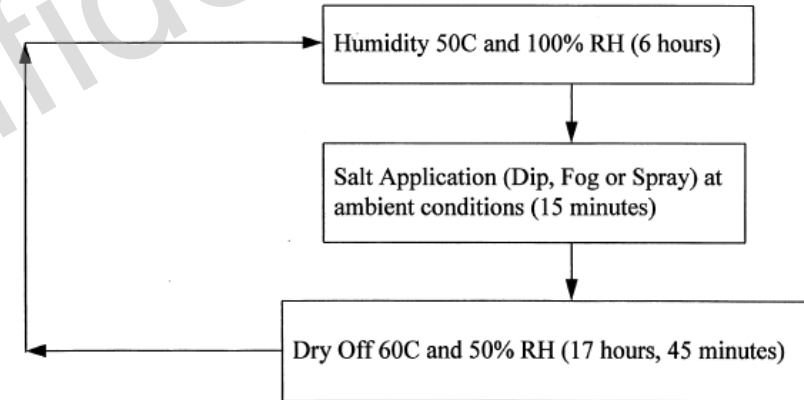
- Overgangstijden worden in deze norm niet gespecificeerd
- Het gebruik van coupons wordt aangemoedigd, maar er zijn geen grenswaarden voor het massaverlies opgenomen
- Sommige bedrijven hebben SAE J2334 met hun eigen massaverlieslimieten geïmplementeerd

SAE J2334 Testcyclus

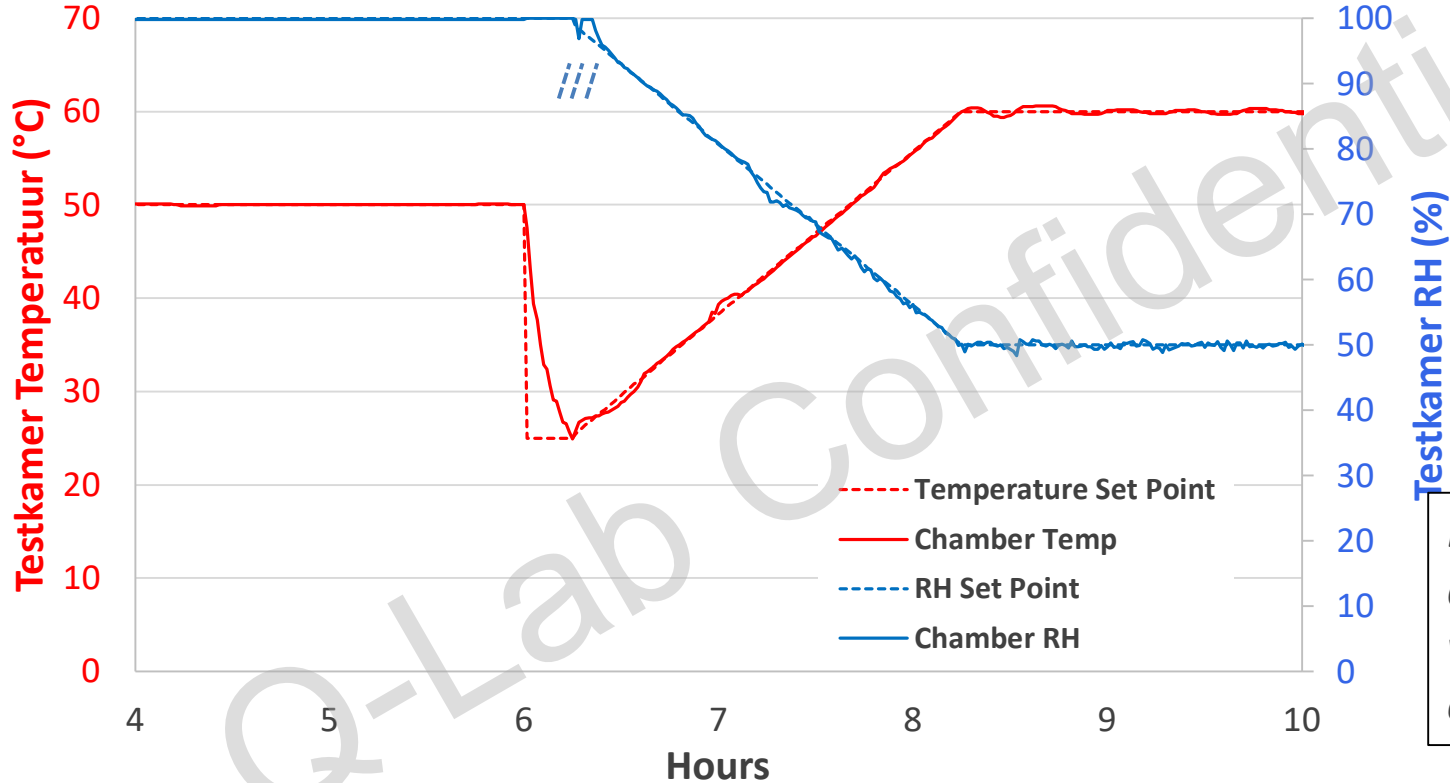
Cosmetic Corrosion LabTest Cycles SAE J2334 - 5 Day/Week - Manual Operation



Cosmetic Corrosion LabTest Cycles SAE J2334 - 7 Day/Week - Automatic Operation

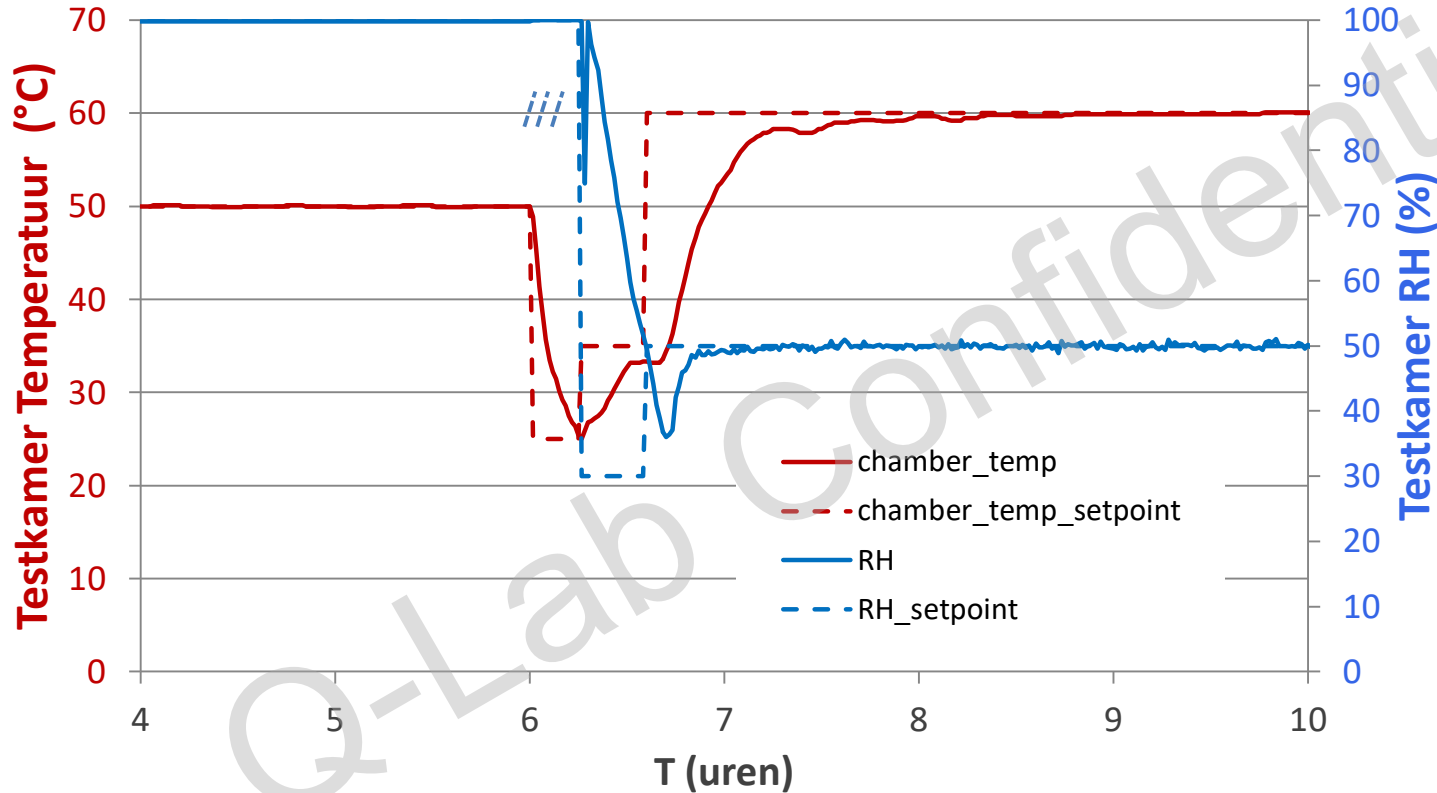


SAE J2334: Langzaam Opdrogen



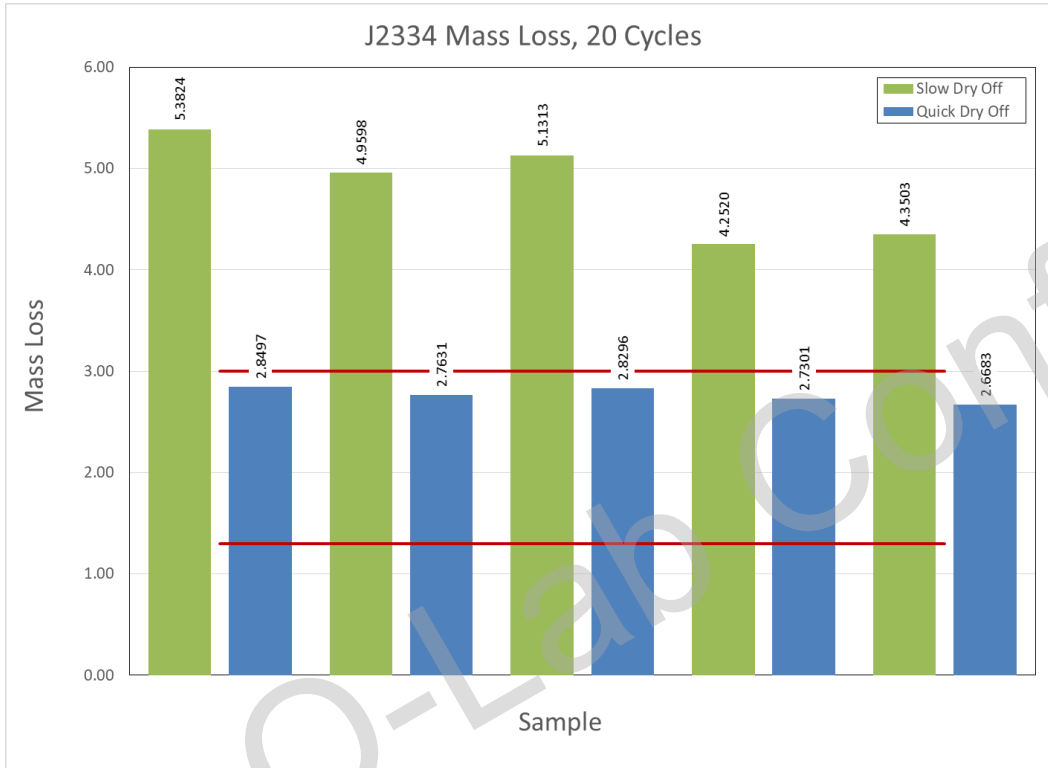
De tijd boven de deliquescentie-RH van NaCl is ongeveer 1 uur

SAE J2334: Snel opdrogen



De tijd boven de deliquescence-RH van NaCl is ongeveer 10 minuten

SAE J2334 Results



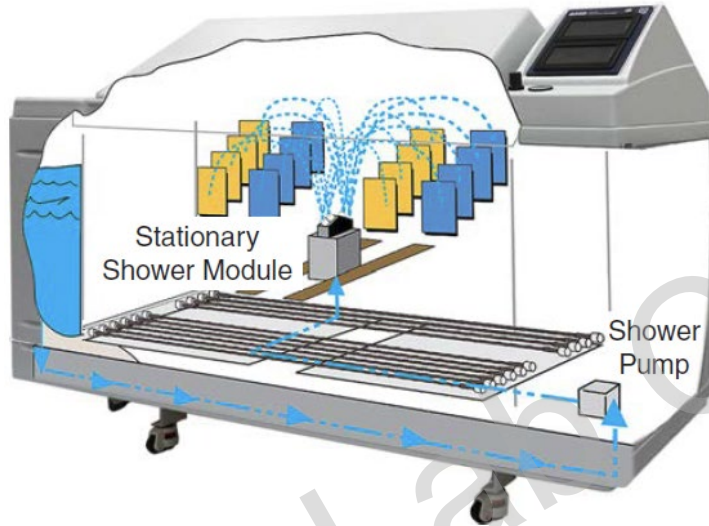
- De groene balken geven de test onder langzame droging aan: Resultaat **Afkeur**
- De blauwe balken geven de test onder snelle afdroogomstandigheden weer: Resultaat: **Goedkeur**
- De rode lijnen vertegenwoordigen tolerantie van OEM norm

Eerste generatie cyclische automotieve methodes: Wat ontbrak er?

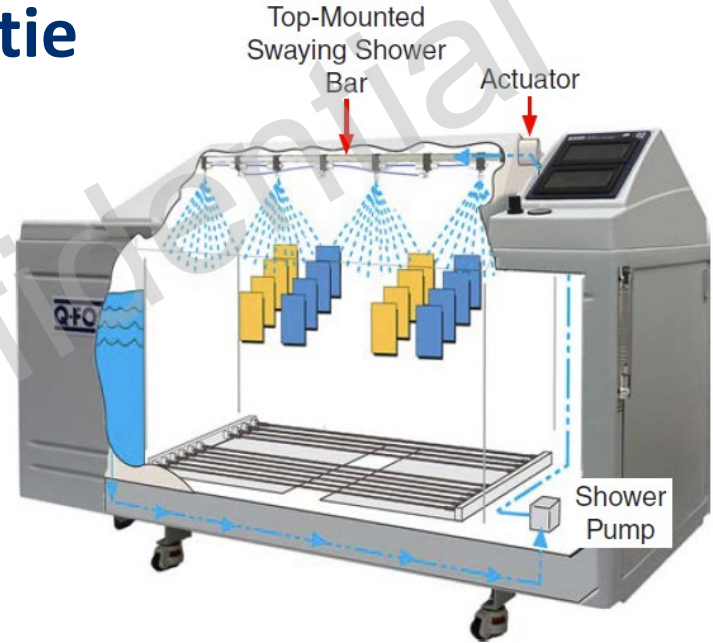
- Gebrek aan volledige RH controle
 - Omstandigheden beperkt tot volledige bevochtiging, droog, ongecontroleerde kamer/omgeving
 - Geen controle over RH-overgangstijden - "workarounds" gebruikt zoals snelle overgangstijden
 - Variabele droogtijden van het proefstuk
 - Geen RV-waarden in kritische overgangszones (DRH)
- Langzame toediening van zoutoplossing (mist)
 - Weinig tijd voor het opdrogen en opnieuw bevochtigen van preparaten

Hedendaagse Corrosietests

Sproei Functie



Stationaire Sproeimodule (SSM)



Bovengemonteerde zwaaiende sproeibalk
(*Top-Mounted Swaying Shower Bar - TSSB*)

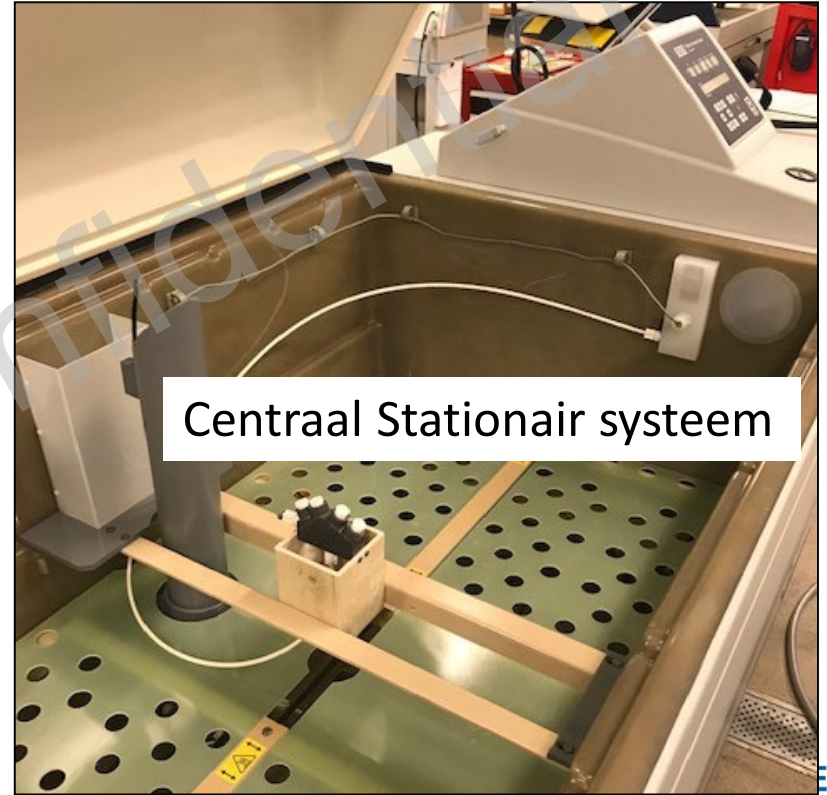
Sneller opbrengen van zoutoplossing dan bij Mist

Sproeier Configuraties

Bovengemonteerde zwaibalk



Centraal Stationair systeem



Hedendaagse Automotive Corrosietests

Mist

- Toyota TSH1555G
- VDA 233-102
- Renault D17 2028 (ECC1)

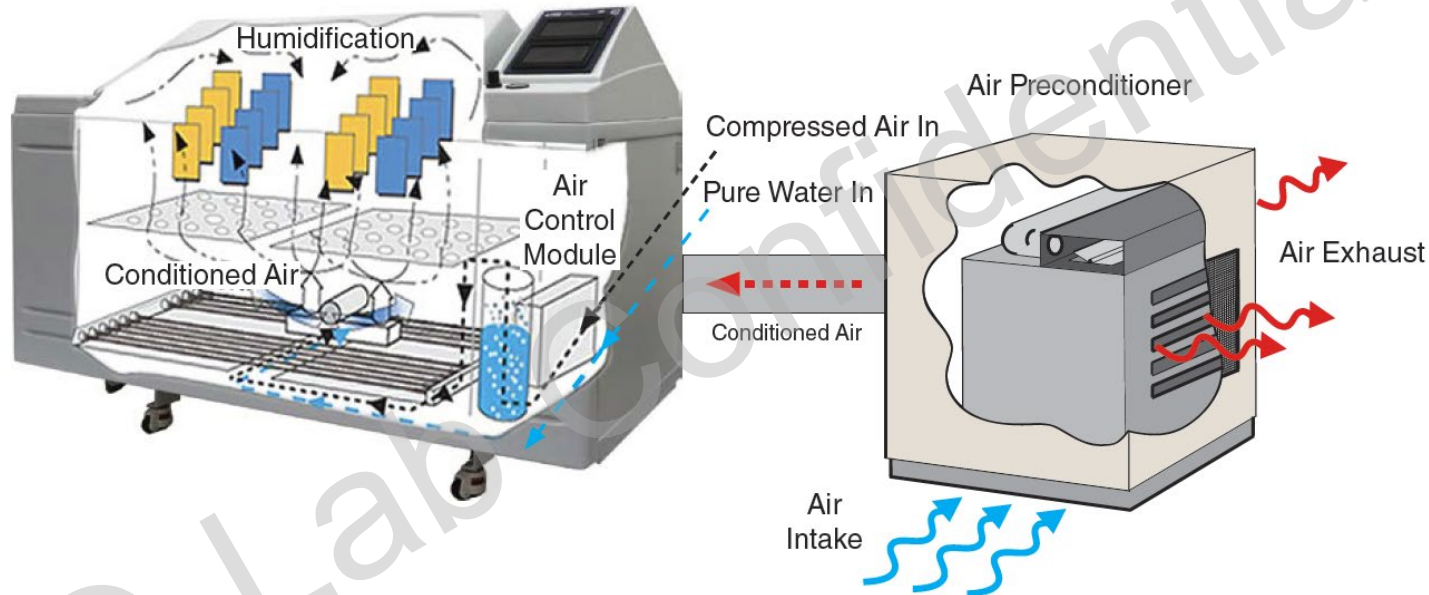
Sproei-applicatie

- GMW 14872
- Volvo ACT 1
- ISO 16701
- Volvo ACT 2/ Ford L-467

Er is geen "juiste manier" om een test te doen, maar douche/spray heeft aan populariteit gewonnen

Hedendaagse Corrosietests

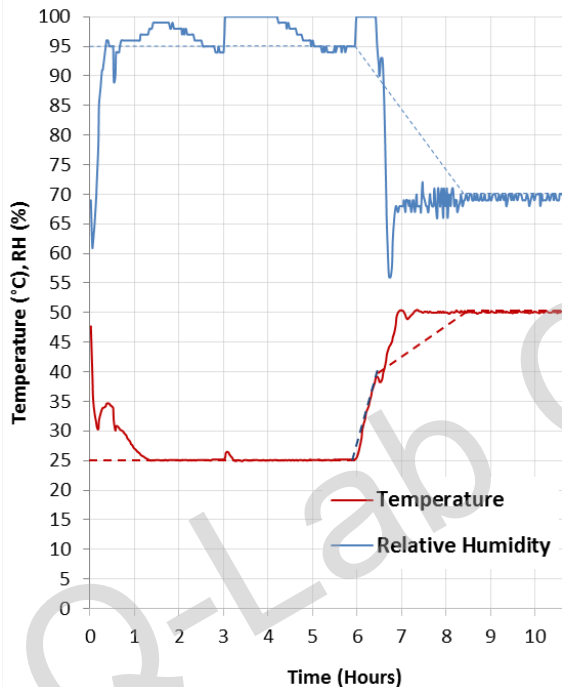
Voorconditioner voor lucht



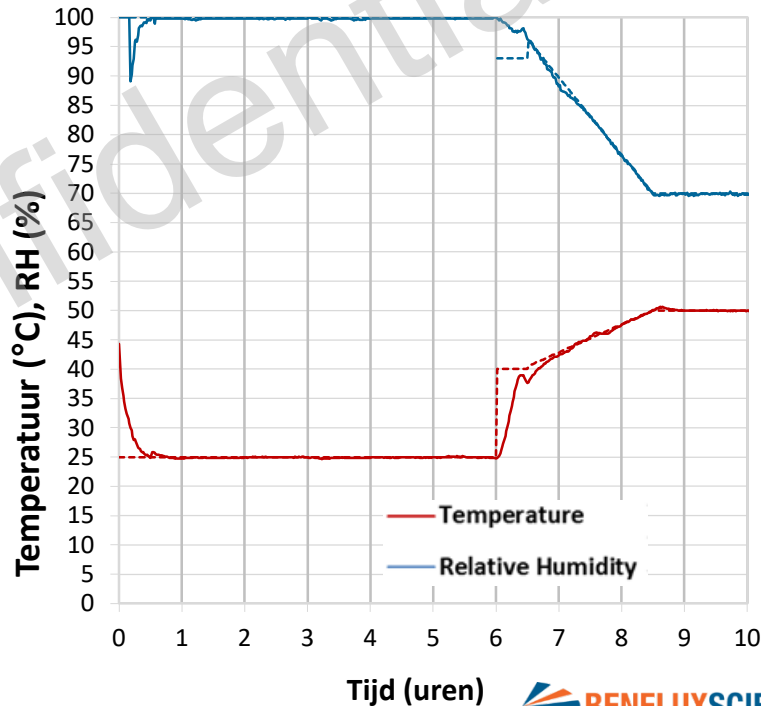
- Nauwkeurige regeling van "omgevings"-omstandigheden
- Nauwkeurige **overgang** van temperatuur en vochtigheid

Prestatieverbetering met Preconditioner

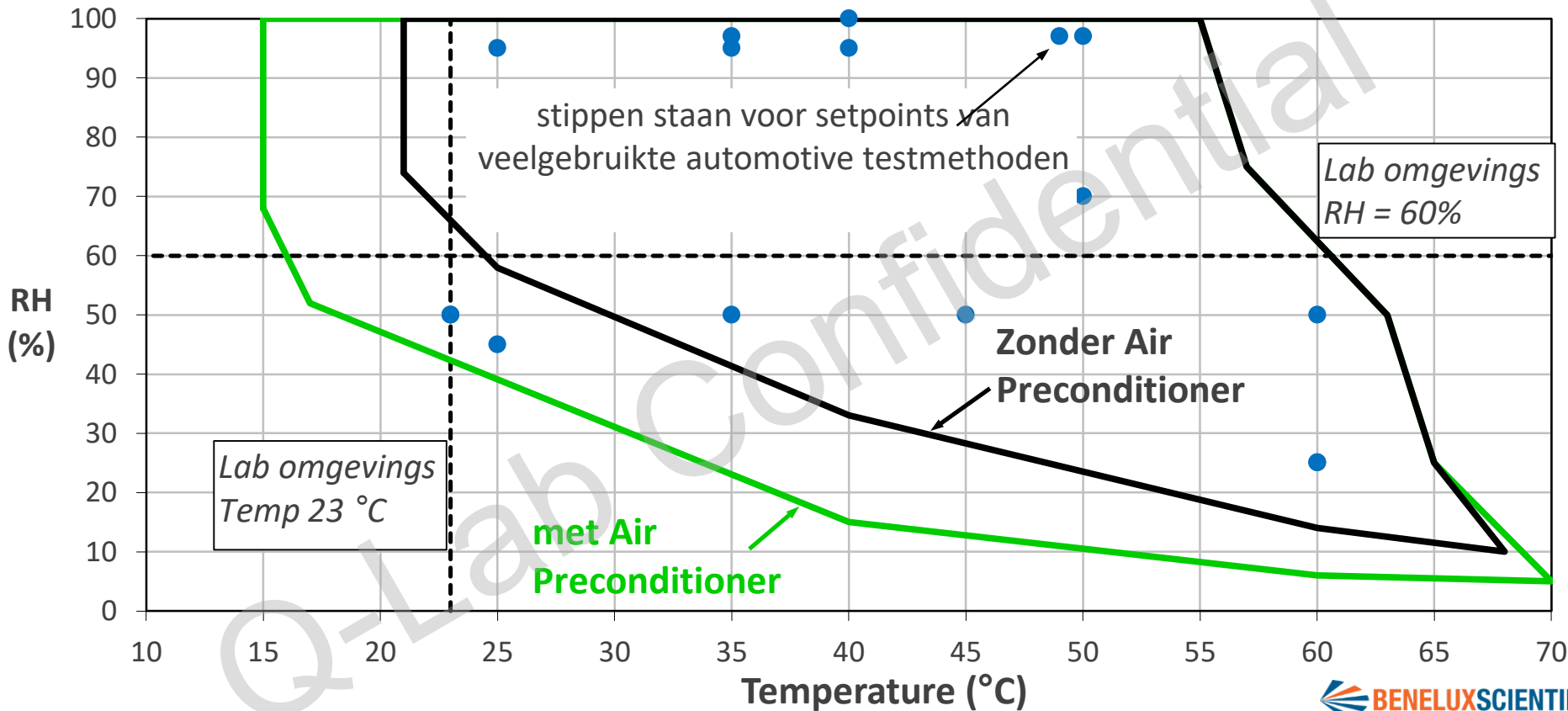
Zonder Air Preconditioner



Met Air Preconditioner



Q-FOG Operationeel bereik: Goed Gecontroleerd Lab



Hedendaagse Corrosietest voorbeelden

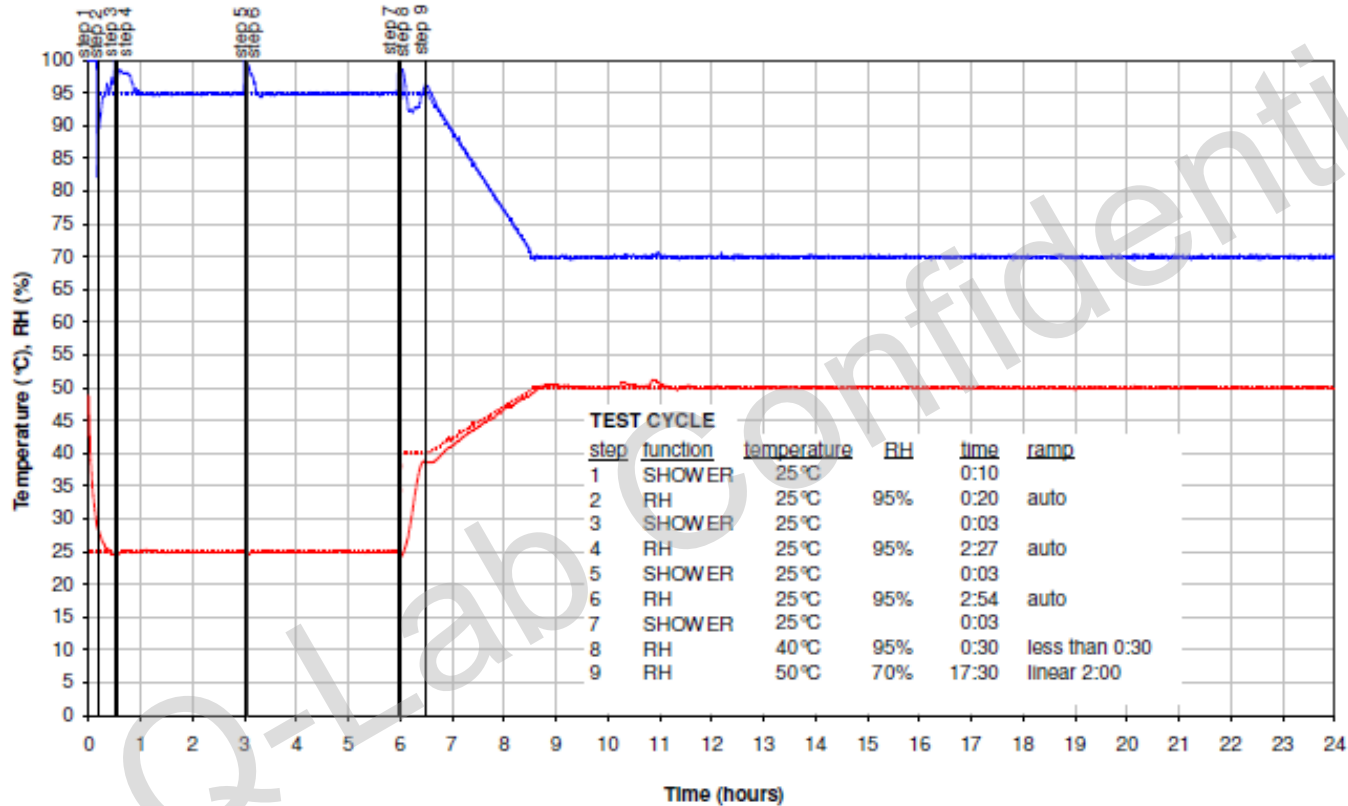
Ford CETP:00.00-L-467

Color Code

Chamber Temperature

Chamber Relative Humidity

note: dotted lines show the set points



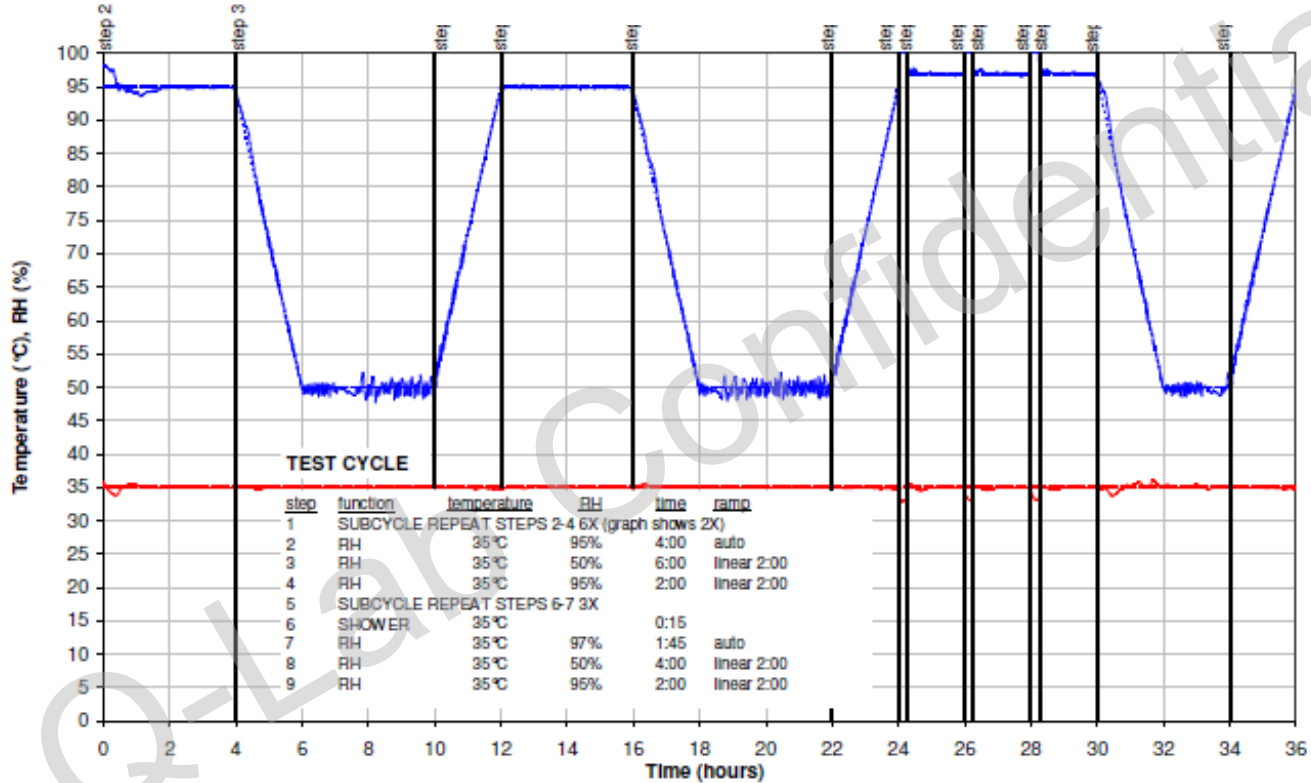
ISO 16701

Color Code

Chamber Temperature

Chamber Relative Humidity

note: dotted lines show the set point



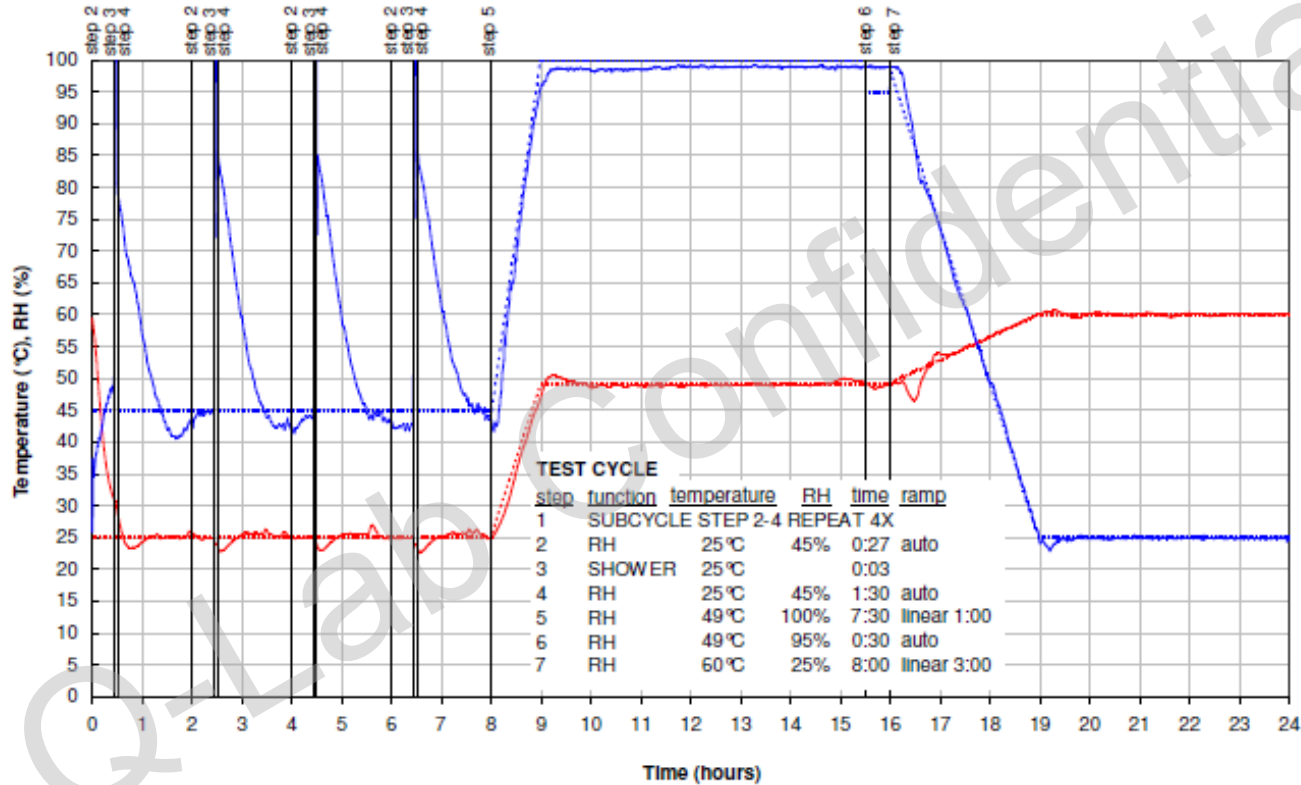
GMW 14872

Color Code

Chamber Temperature

Chamber Relative Humidity

note: dotted lines show the set points



Corrosietestresultaten verifiëren

Q-Lab Confidential



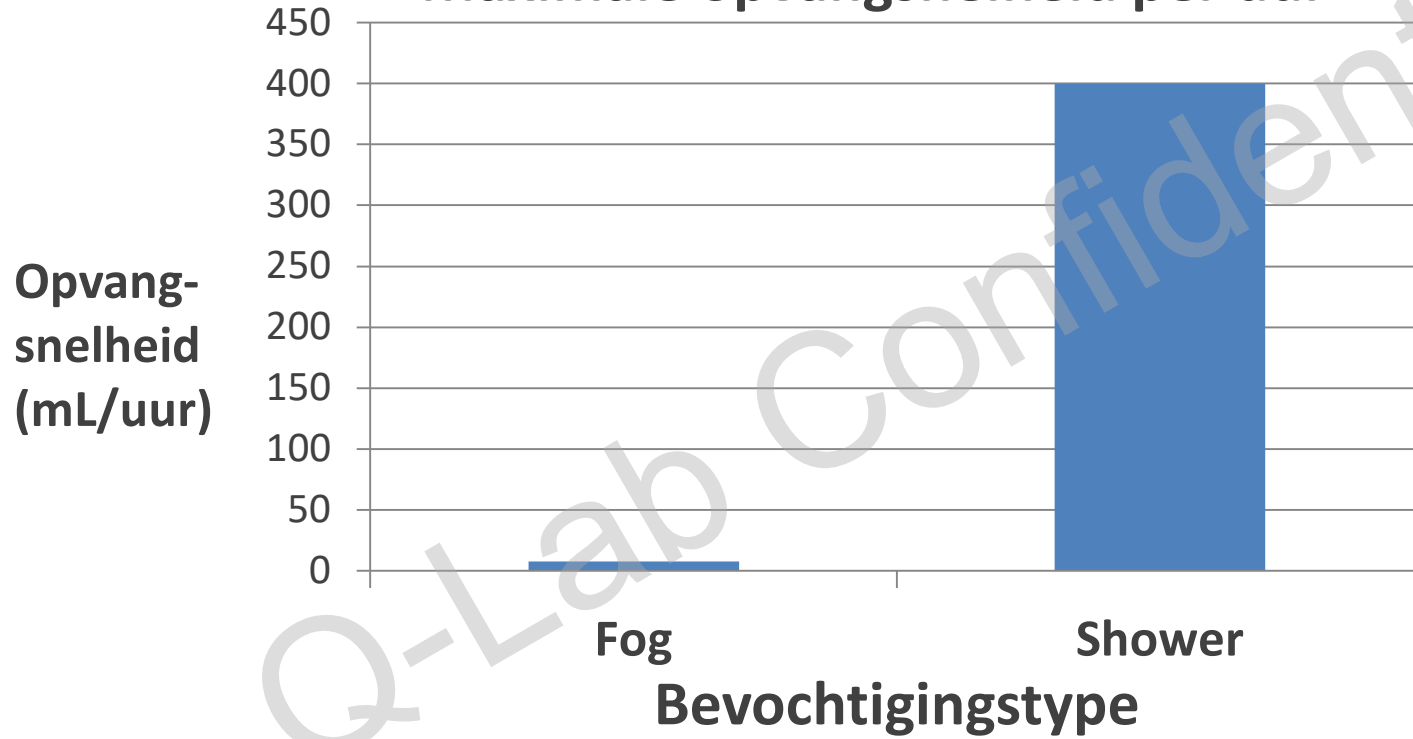
Corrosie (Massa-verlies) Coupons



- Gestandaardiseerde metalen preparaten
- Massaverlies door corrosie wordt gemeten tijdens een test
- Gebruikt door GM, VDA, ISO 16701 standaarden, en vele anderen
- GMW 14872 vereist een specifieke snelheid van massaverlies gedurende een test
- Zorgt ervoor dat de corrosiekamer de juiste omstandigheden handhaaft en dat de operator de test correct uitvoert

Pluviometrie

Maximale opvangsnelheid per uur



Onafhankelijke verificatie



- Nauwkeurige en precieze temperatuur- en RH-sensor in het midden van de kamer om de uitlezing van de Q-FOG CRH-controller onafhankelijk te controleren
- Testkamer is maximaal gevuld met stalen panelen

Controleer de test in een volle kamer

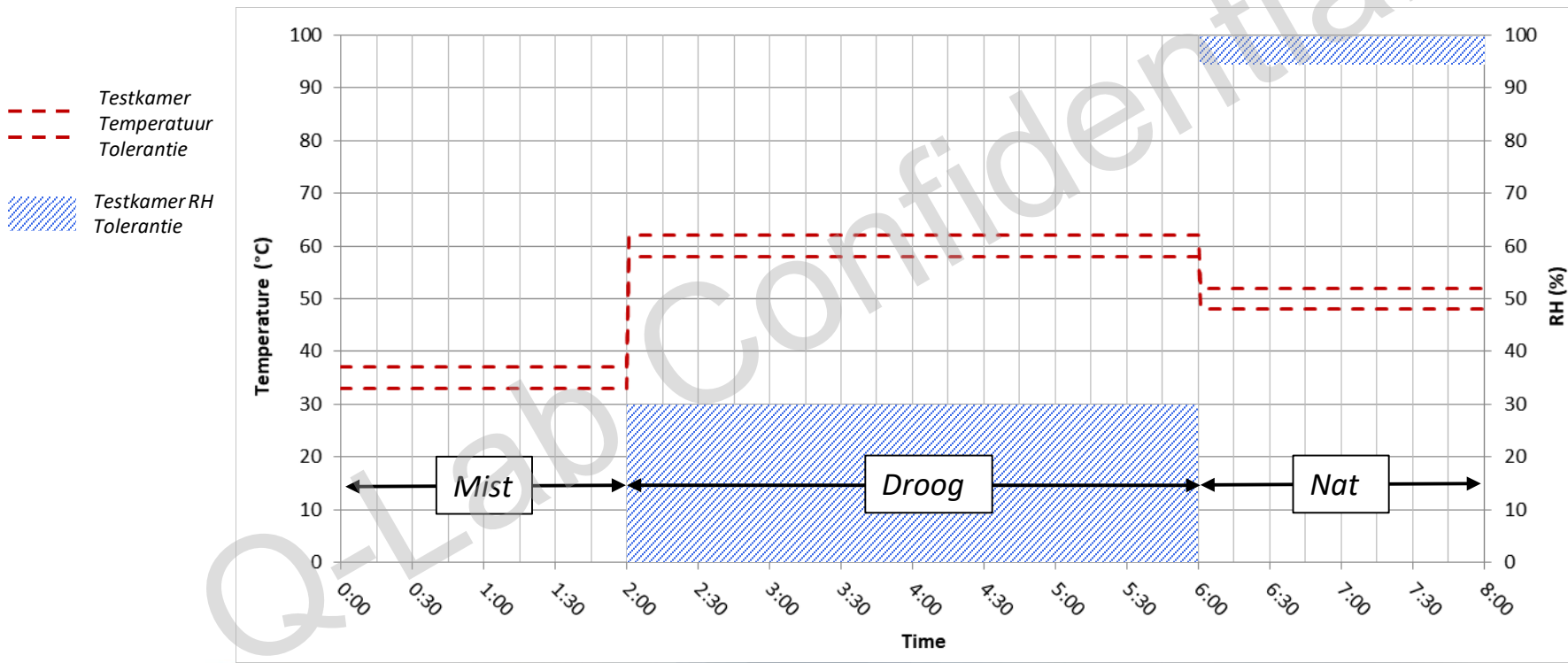
- Om te bevestigen dat een kamer aan de testvereisten kan voldoen, moet een validatie in een volledig gevulde kamer worden uitgevoerd
- De extra thermische massa van een volledig gevulde kamer met metalen panelen, zal het bereiken van de gewenste temperatuur vertragen



Verifieer dat de testcondities kunnen worden bereikt in een kamer gevuld met monsters

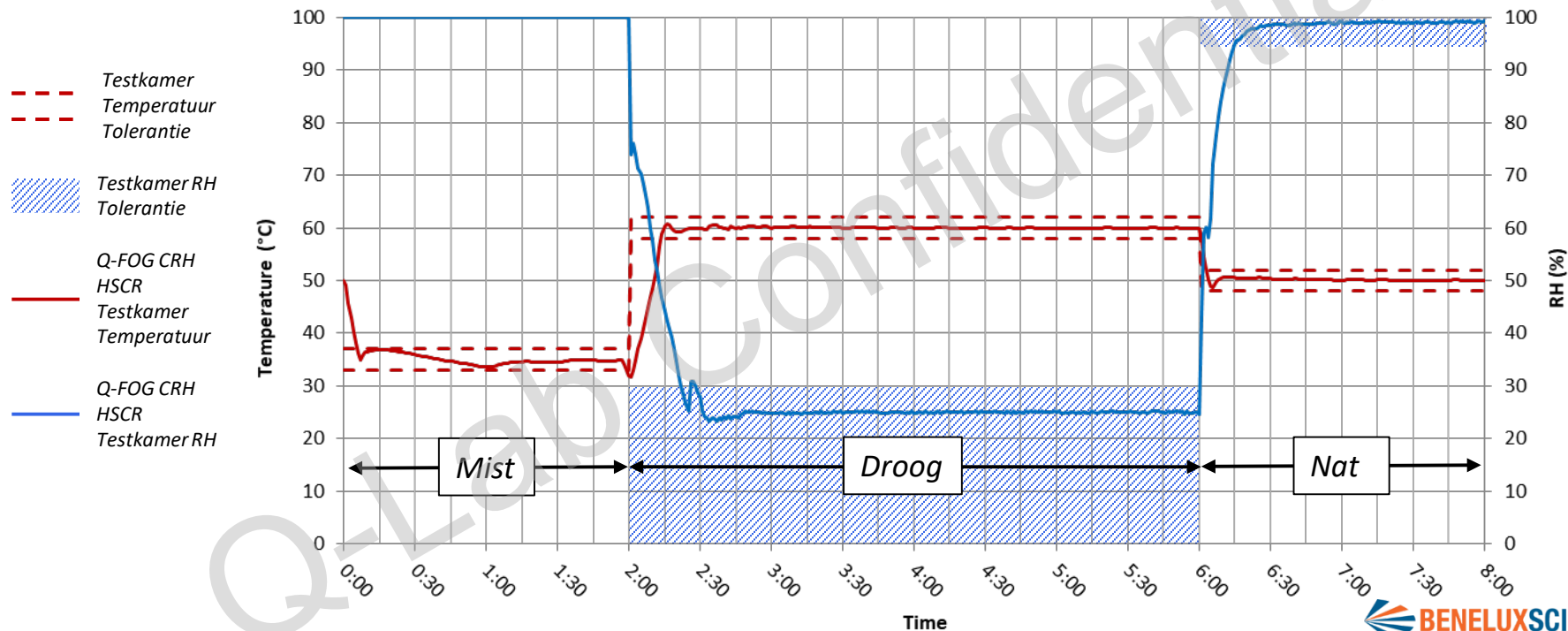
Q-FOG CRH HSCR Kamergegevens

JASO M609 / ISO 14993

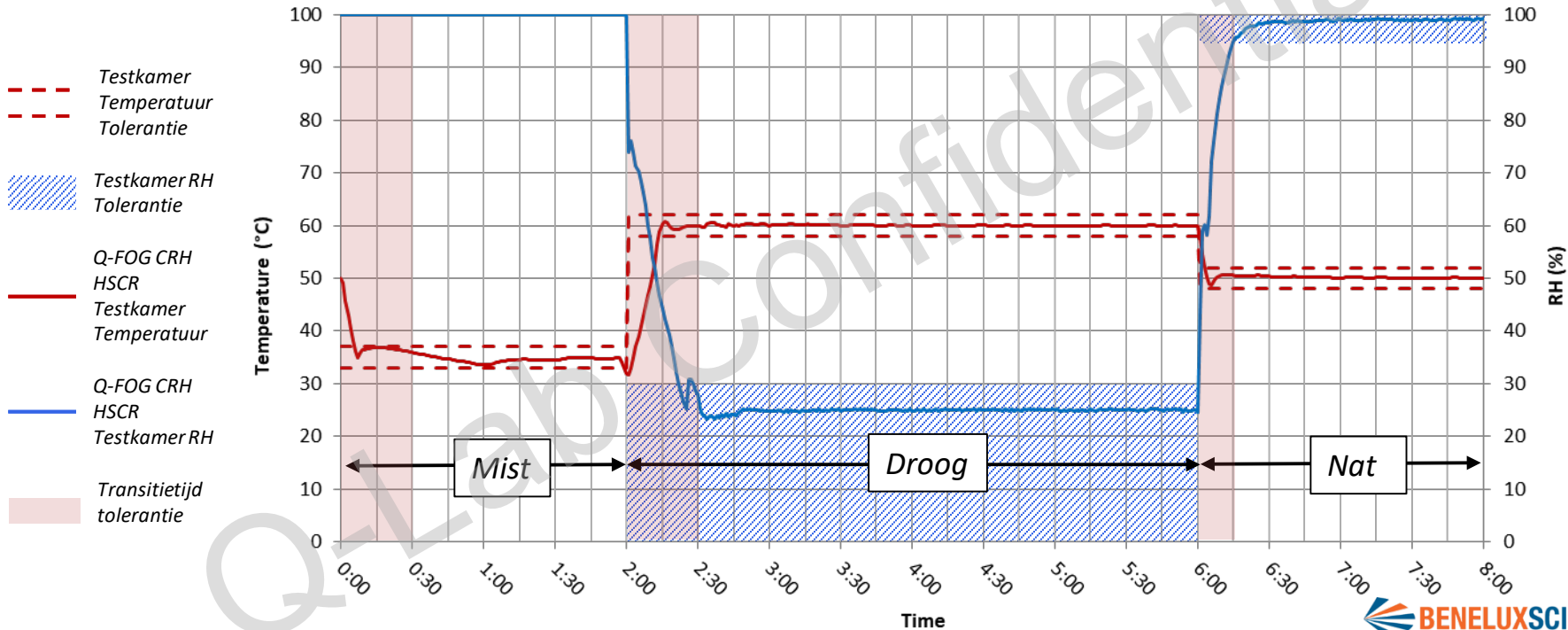


Q-FOG CRH HSCR Kamergegevens

JASO M609 / ISO 14993



Q-FOG CRH HSCR Kamergegevens JASO M609 / ISO 14993



Conclusies

- Zoutsproeitests zijn goede pass/fail screeningtests
- Nat/droogtests zijn goede vergelijkende tests voor sommige systemen, maar niet herhaalbaar
- Gecombineerde verwerings-/corrosiecycli kunnen voor sommige materialen een goede correlatie met de buitenlucht opleveren
- De cyclische autotests van de eerste generatie zijn vergelijkende tests, maar niet herhaalbaar
- Moderne corrosietests voor auto's zijn realistischer en bieden een betere herhaalbaarheid en reproduceerbaarheid

Bedankt voor uw aandacht!

Vragen?

info@q-lab.com

q-lab@benelux-scientific.nl