

Dr.-Ing. Peter Plagemann, Dr.-Ing. Jörg Grabau

Qualitätsmanagement in der Beschichtungsprüfung

Einleitung: Wie kann man Korrosionsprüfungen „besser“ machen?

Antwort: In dem man Fehler minimiert.

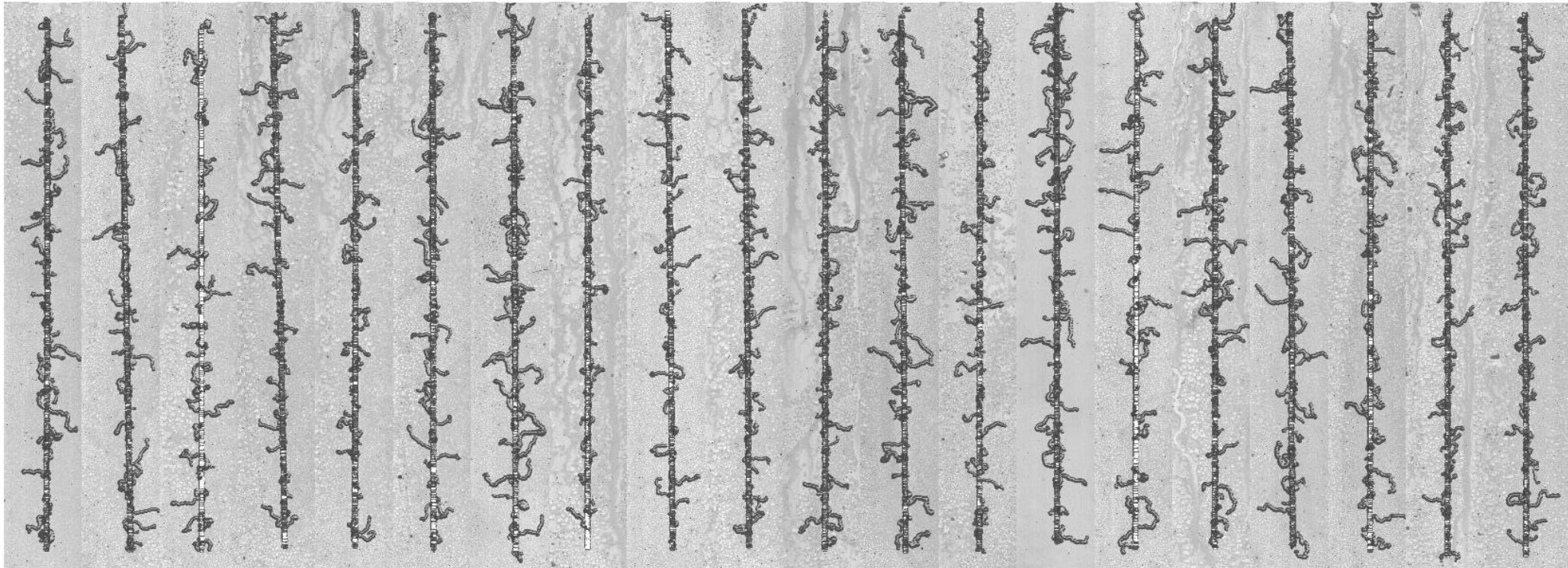
(Mess*)-Fehlerart	Beispiel aus der Korrosionsprüfung	Wie kann man das minimieren?
zufälliger Fehler	Streuung durch Proben- und Prüfvariation	Statistik, QM
systematische Fehler	die simulierten Umgebungsbedingungen (z. B. T, r.H.) sind falsch eingestellt	QM
grobe Fehler	Zahlendreher bei der Auswertung	QM
methodische Fehler	- (bei Prüfungen nicht relevant)	

Dem Vortragendem ist der Unterschied zwischen „Messen“ und „Prüfen“ durchaus bekannt und bewusst!

Statistik in der Korrosionsprüfung

Beispiel Filiformkorrosion - Auswertung

20 gleich geprüfte Ritze*

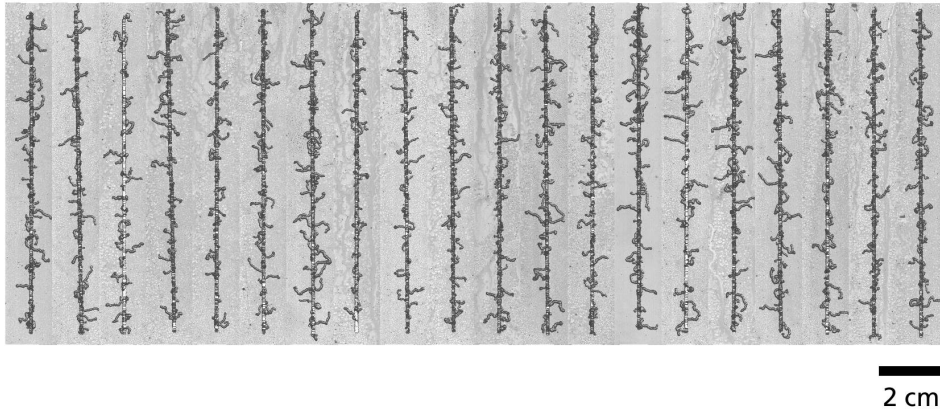


*aus 10 Prüfblechen beschichtetes Al (AA 2024 uc), geprüft gemäß DIN EN 3665, nach 1000h Klimaauslagerung

2 cm

Statistik in der Korrosionsprüfung

Beispiel Filiformkorrosion – Auswertung maximale Fadenlänge



Max. Fadenlänge M (DIN EN 3665)	
Fadenlänge / mm	5,8
Standardabweichung / mm	1,04
rel. Standardabweichung	18%
Konfidenzbereich	90%
Auflösbare Differenz / mm	1,7 (30%)

Erhöhung der Konfidenz durch:

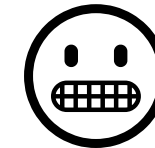
- höhere Probenzahl
- optimiert erhöhte Probenzahl, z. B. durch faktorielle Versuchsplanung („Design of Experiment – DoE“)
- Mehr dazu siehe Vortrag Jahrestagung 2022

Qualitätsmanagement in der Beschichtungsprüfung

Frage: Was ist Qualität?

EN ISO 9000:2015

Qualität: Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale eines Objekts Anforderungen erfüllt.



„aus Normensprache übersetzt“

Qualität ist geliefert, wenn der Kunde zufrieden, besser noch begeistert ist.



Qualitätsmanagement umfasst **alle Maßnahmen** zur Planung, Steuerung und Optimierung von Prozessen anhand vorgegebener Anforderungen mit dem Ziel **die Qualität zu verbessern.**



Qualitätsmanagement: Vorgehensweise zur Zielerreichung

QM-relevante Prozesse:

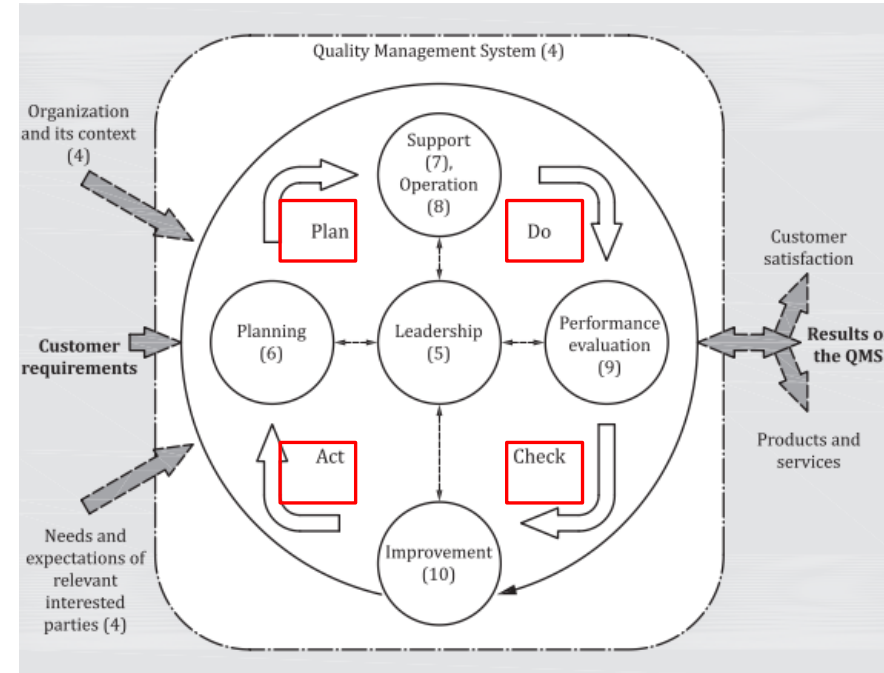
- vorgeben
- (wirksam) anwenden
- überprüfen
- kontinuierlich verbessern

Plan

Do

Check

Act



DIN EN ISO 9001:2015

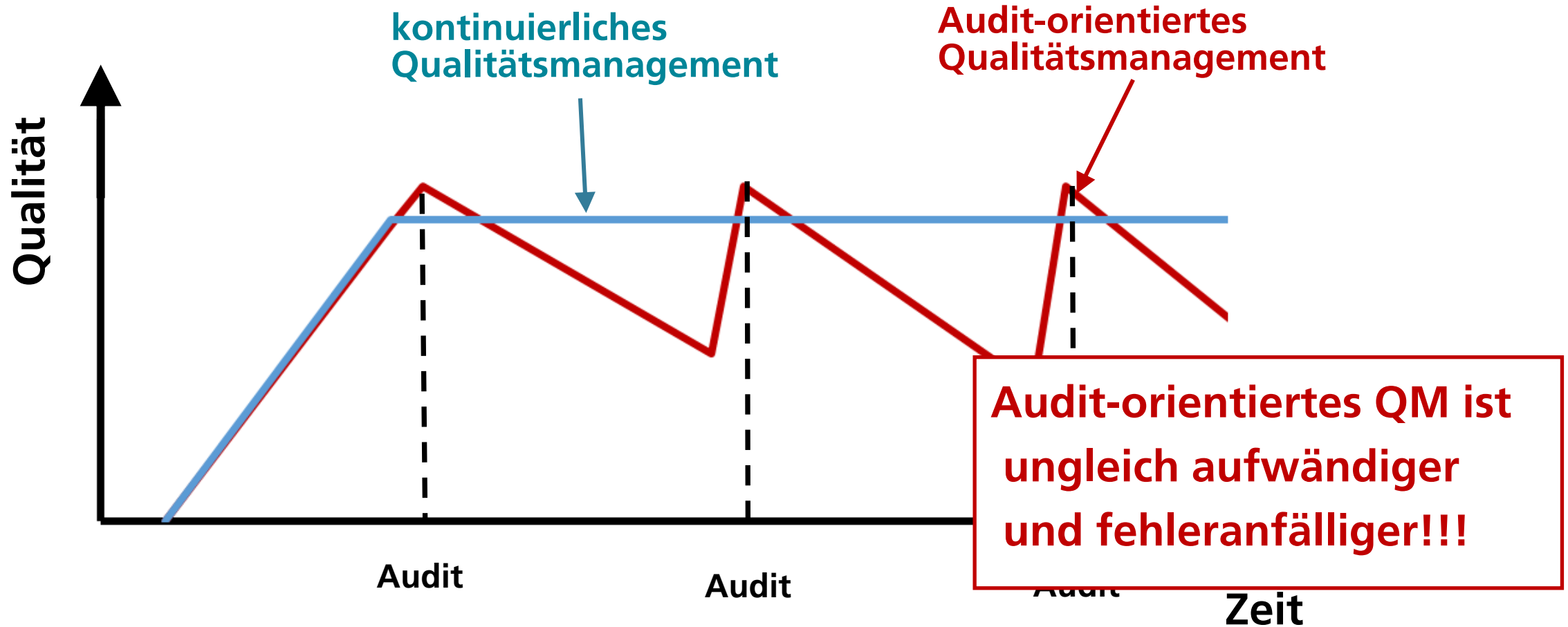
QM Prozesse und Maßnahmen

- Erstellen von Arbeitsanweisungen → plan
- Erstellen von Vorlagen (Protokolle etc.) → plan
- Kompetenz- und Zuständigkeitsplanung → plan
- Schulungen → do
- Lieferantenlisten → do
- Prüfmittelüberwachung → do/check
- Zertifikate → check
- Probenrückverfolgbarkeit → do
- Messunsicherheitsbetrachtung → do/check
- regelmäßige Audits, intern und extern → check
- Ringversuche, intern wie extern → check
-

Alle Maßnahmen und Prozesse müssen qualifiziert koordiniert werden!

→ QM-Beauftragter notwendig

QM Prozesse und Maßnahmen

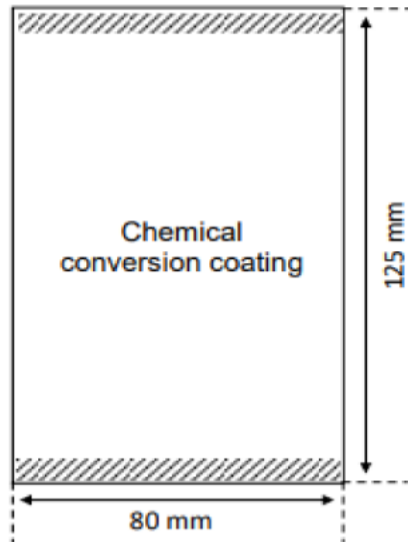


Ringversuche

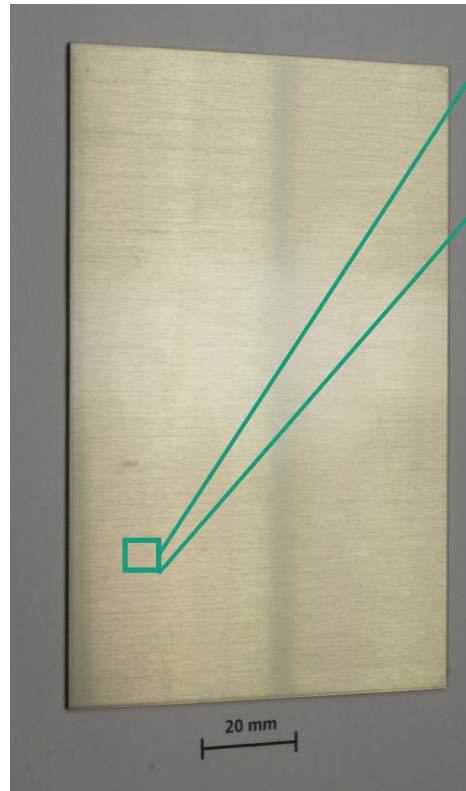
Beispiel PTP-Ringversuch Aluminium

Vorgaben:

- Al-Prüfbleche mit Konversionsschicht (wurden geliefert)
- 168 h in DIN EN ISO 9225 NSS
- Auswertung: Anzahl der Pits



Ergebnis:



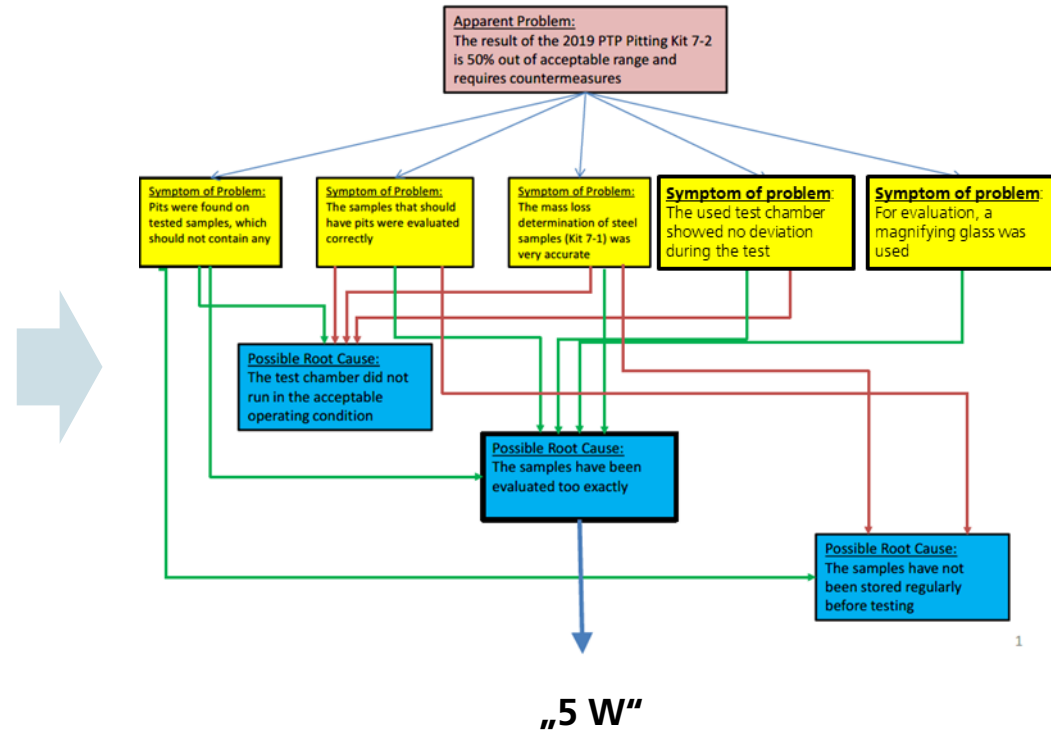
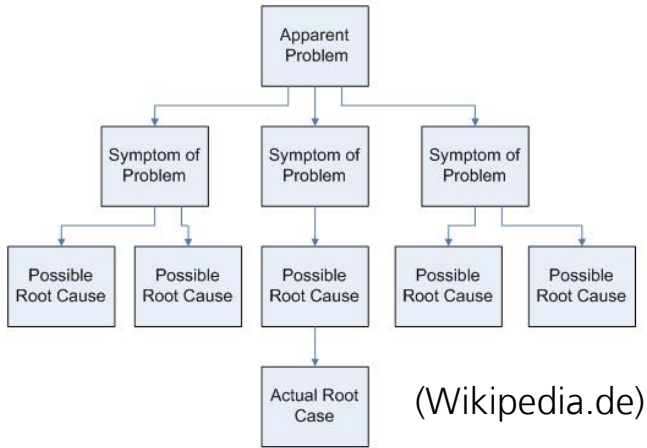
	ermittelter Wert	Erwartungswert
Specimen 517	> 50 Pits	> 50 Pits
Specimen 239	> 50 Pits	> 50 Pits
Specimen 887	3 Pits	0
Specimen 980	21 Pits	0

„The results of your laboratory for at least one characteristic are out of acceptance criteria“

Ringversuche – „Out of acceptance“, Lenkung von Korrekturmaßnahmen

Beispiel PTP-Ringversuch Aluminium

Root Cause Analysis Tree Diagram



„5 W“

Possible root cause:

The samples have been evaluated too exactly

Why?

Evaluators used magnifying glass

Why?

The evaluators wanted to perform the evaluation with particular accuracy

Why?

It was not sure which minimum size a pit has to have

Why:

Appearance and examination of pits was not defined

Ringversuche – „Out of acceptance“, Lenkung von Korrekturmaßnahmen

Beispiel PTP-Ringversuch Aluminium

Immediate counter measures:

The samples should be re-evaluated by another evaluator who was not directly involved in the test and who did not know the acceptance criteria with the demand not to use any magnification tools

(this was already done, the result was:

PTP-61-0517: > 50 pits

PTP-61-0239: > 50 Pits


PTP-61-0980: 0 pits

PTP-61-0887: 0 pits

-> the assumed root cause has been validated

Action to prevent recurrence:

In working instructions for evaluations will be included that in case of uncertainty for the evaluation not all degrees of freedom are to be exploited (e.g. using magnifying tools), but consultation with the laboratory manager and then possibly with the customer (here host of the round robin test) is to be maintained.




The image shows a microscopic view of a metal surface with many small, dark, circular pits. The pits are distributed across the surface, with some appearing in clusters. The background is a light, textured metal surface.

Q		Fraunhofer IFAM	
Lenkung der Korrekturmaßnahmen 2019 control of corrective actions 2019			
<small>* A = Abweichung/Ausfallbildung Fehlerprotokoll Mängelprotokoll Reklamation RV=Ringversuch TeTransportstufen</small>			
Lfd. Nr. / No.	B	B	B
Art / Type*	RV	RV	RV
Audit/Quelle	Bericht zum Ringversuch, Kit 7-2 "MET-2019-4721 KR 7-2-2019"	Report PTP, Kit 7-2 "MET-2019-4721 KR 7-2-2019"	
Datum			
Beschreibung Description			
IV			
Abgabe-Termin			
Ursachenanalyse / root cause analysis			
Beurteilung / Maßnahmen Assessment / actions			
Bewertung / Evaluation			
erledigt finished			

Fehler und Abweichungen

1) Fehler

- Fehler werden gemacht.
- Fehler sind an sich nicht „schlimm“.
- Sie müssen QM-gemäß korrekt bearbeitet werden
- und im Sinne des **kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP)** berücksichtigt werden
 - Adhoc-Maßnahmen, damit der **aktuelle Fehler** korrigiert wird
 - Korrekturmaßnahmen, damit der **Fehler in Zukunft** nicht wieder auftritt
- „Schlimme“ Fehler sind:
 - Fehler die sich ständig wiederholen
 - Fehler, die beim Audit auffallen → Abweichungen



Q

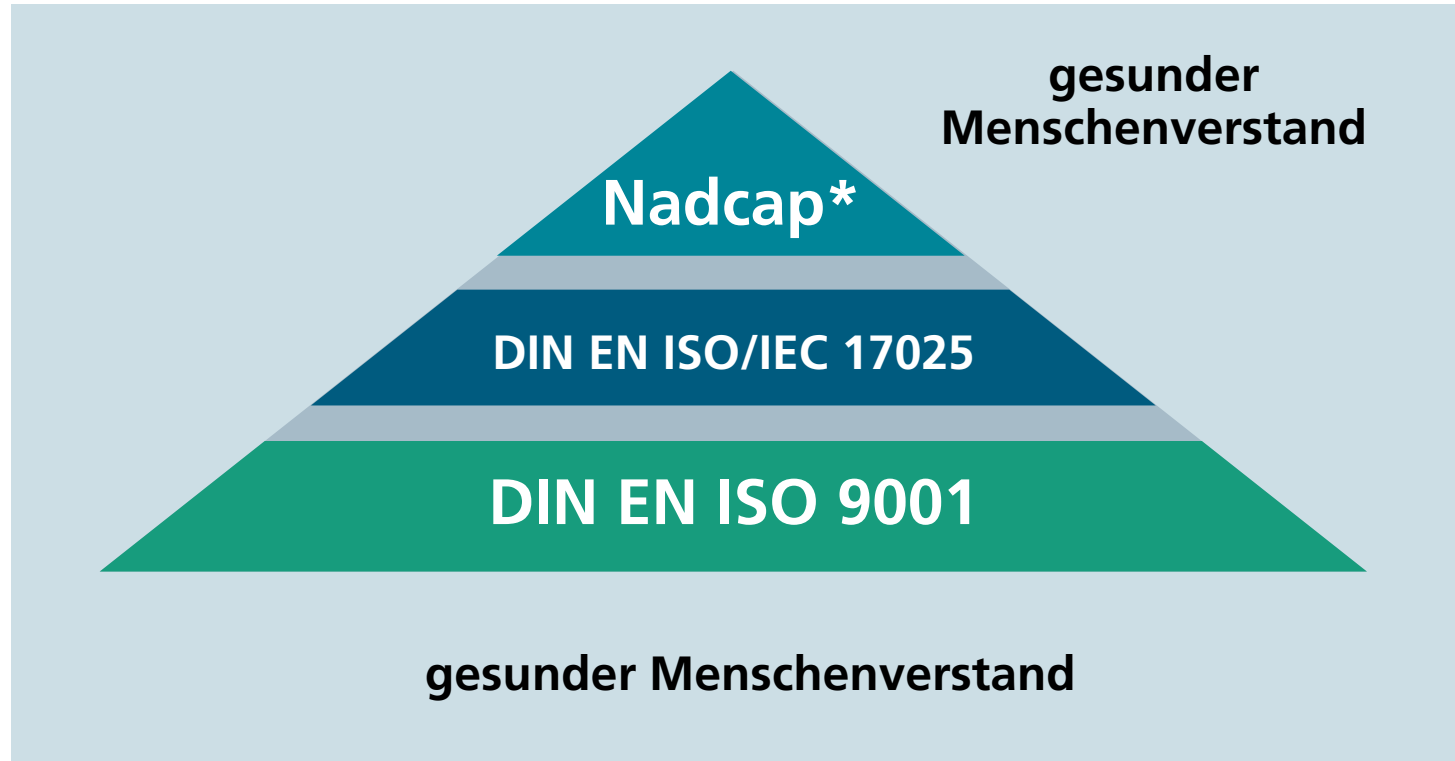
Fraunhofer

QM VA 51, Formblatt 4.5.1 Rev 1.1 vom 15.08.2018

Fehlermeldung

Mitarbeiter:	Datum:	Lfd. Nr. / Fehler-ID:
Welcher Fehler ist aufgetreten?		
Datum / Unterschrift (Mitarbeiter):		
Ursache(n) des Fehlers?		
Datum / Unterschrift (QSV, LL, LL, LL):		
Korrekturmaßnahme(n) zur Abstellung / zur zukünftigen Vermeidung?		
Vereinbartes Ausführungsdatum:	Verantwortlich für die Korrekturmaßnahme:	
	Datum/Unterschrift (Zuständige):	
Information der betroffenen Kunden erforderlich: ja / nein		
Aufzählung der Nachweise zu erfolgten Korrekturmaßnahme(n):		
Korrekturmaßnahme(n) überprüft / abgeschlossen:		
Datum/Unterschrift (QSV, LL, LL):		

Qualitätsmanagementsysteme des Korrosionsprüflabor am Fraunhofer IFAM



* DIN EN ISO 9227 NSS - Salzsprühnebelprüfung

National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Programm (Nadcap)

Subscribers

309th Maintenance Wing –Hill AFB

- Aerojet Rocketdyne
- Airbus Group
- Airbus
- Airbus Defenceand Space
- Airbus Helicopters
- Premium Aerotec
- SteliaAerospace
- Air Force (WPAFB)
- BAE Systems –Military Air & Information (MAI)
- BAE Systems
- The Boeing Company
- Bombardier Inc.
- COMAC (SADRI, SAMC)
- Defense Contract Management Agency (DCMA)
- Eaton, Aerospace Group
- Embraer SA
- The General Electric Company (AvioAero)
- General Dynamics (Gulfstream)

- GKN Aerospace
- GKN Aerospace Sweden AB
- HerouxDevtekInc. (Landing Gear Division)
- Honeywell International
- Israel Aircraft Industries
- Latecoere
- Leonardo S.P.A. DivisioneVelivoli
- Leonardo S.P.A –Helicopter Division
- Liebherr-Aerospace SAS
- Lockheed Martin Corporation
- Sikorsky Aircraft
- Mitsubishi Aircraft Corporation
- Mitsubishi Heavy Industries, LTD (MITAC/MHI)
- MTU Aero Engines
- Naval Air Warfare Center
- Northrop Grumman Corporation
- Parker Aerospace Group
- Raytheon Company
- Rockwell Collins, Inc.

- Rolls-Royce (Corp & PLC)
- SAFRAN Group
- Singapore Technologies Aerospace Ltd
- Sonaca
- Spirit AeroSystems
- Textron Inc.
- Textron Aviation
- Bell Helicopter
- Thales Group (Thales Global Services)
- Triumph Group Inc.
- United Technologies Corporation
- Goodrich (UTAS)
- Hamilton Sundstrand (UTAS)
- Pratt & Whitney
- Pratt & Whitney Canada
- Zodiac Aerospace

National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Programm (Nadcap)

Konzept

Industrieverwaltetes Konzept der Konformitätsbewertung um

- Anforderungen für Akkreditierungen festzulegen
 - Lieferanten zu akkreditieren
 - operative Programmanforderungen zu definieren
 - technisch versierte Prüfer einzusetzen, um Prozesskenntnisse zu gewährleisten
 - strenge, in der Branche allgemein anerkannte Standards umzusetzen
 - die Lieferantenqualität in der gesamten Branche durch hohe Anforderungen zu verbessern
 - Kosten durch verbesserte Standardisierung zu senken
- standardisiertes Qualitätssicherungskonzept
- weniger redundante Prüfungen in der gesamten Luft- und Raumfahrtindustrie

Weiterführende Informationen

- www.pri.org
- www.eAuditNet.com

Nadcap Akkreditierung Fraunhofer IFAM

DIN EN ISO 9227 NSS - Salzsprühnebelprüfung

Grundprinzip:

„Write what you do and do what you write“

→ Allgemeine Dokumentation


- Ergänzung zum QM-Handbuch
- 12 Formblätter
- Zuständigkeitsmatrix
- Listen, Lieferantenliste, Geräte, Prüfmittel etc.

→ Tech. Dokumente für DIN EN ISO 9227 NSS

- 7 Arbeitsanweisungen
- 1 Berichtsvorlage
- 4 Versuchsprotokolle
- 9 AN

Grundprinzip:

„Audit Criteria: yes OR no“

 Administered by PRI 161 Thorn Hill Road Warrendale, PA 15086-7527	AUDIT CRITERIA	AC7108/4 REV. C^{Δ1}
		Issued Jan-2005
		Revision Date 12-OCT-2017 Editorial 'Δ' Change 19-May-2018 Superseding AC7108/4 Rev B
Nadcap AUDIT CRITERIA FOR SOLUTION ANALYSIS AND TESTING IN SUPPORT OF CHEMICAL PROCESSING TO AC7108		

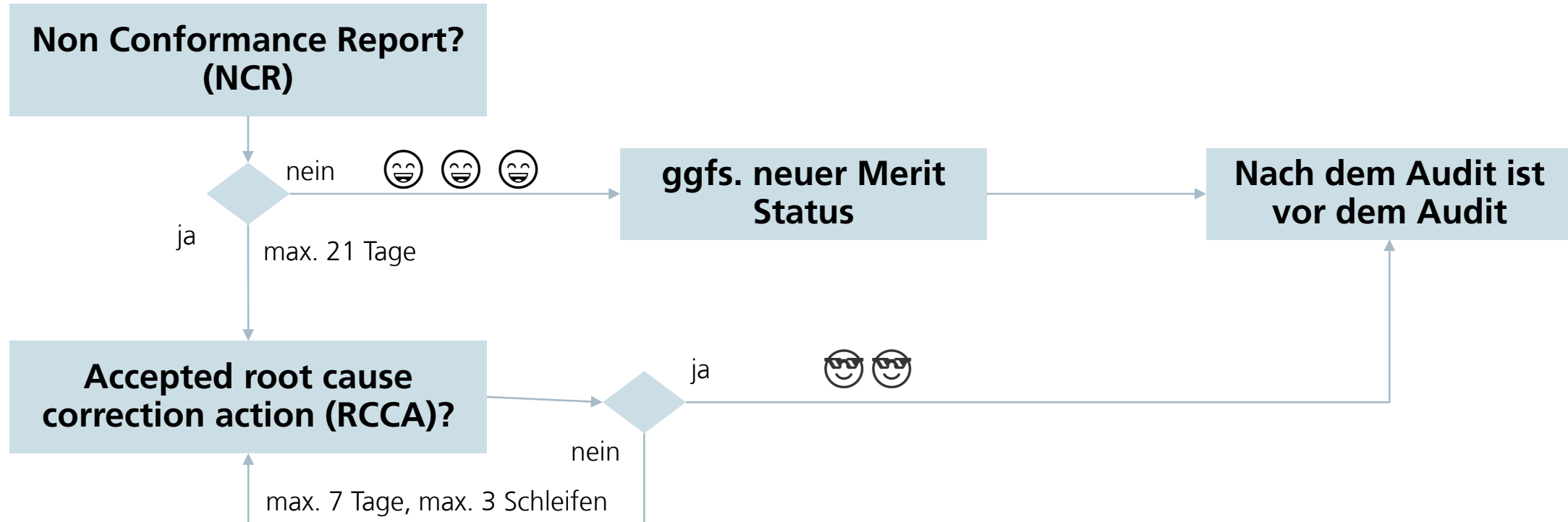
TO BE USED ON AUDITS STARTING ON OR AFTER 25-AUG-2018

3.5	Job Documentation	YES	NO	
3.5.1	Does paperwork for sample(s) to be tested contain as a minimum the following information:	YES	NO	
3.5.1.1	Relevant purchase order number (or other identification) and purchase order requirements?	YES	NO	
3.5.1.2	Identification, material, condition, number and dimensions of specimens (ensuring traceability to purchase order)?	YES	NO	
3.5.1.3	A step for each test performed with applicable internal test/or inspection procedure numbers including as applicable.	YES	NO	
3.5.1.3.1	Incoming inspection?	YES	NO	
3.5.1.3.2	Pre-test cleaning method(s)? <i>Compliance Assessment Guidance: NA applies if pre-test cleaning was not required for any of the jobs audited.</i>	YES	NO	NA
3.5.1.3.3	Conditioning? <i>Compliance Assessment Guidance: NA applies if conditioning was not required for any of the jobs audited.</i>	YES	NO	NA
3.5.1.3.4	Fixturing / Racking? <i>Compliance Assessment Guidance: NA applies if fixturing/racking was not required for any of the jobs audited.</i>	YES	NO	NA

Nadcap Audit

Ablauf

- Spätestens 30 Tage vor externem Audit alle notwendigen Dokumente uploaden
- Audit durch PRI- Auditor → 2 Tage, 4 Jobs (NSS: 2 Jobs)
- Abweichungen (NCR): max 5, davon max. 3 „major“ für 2 Prüfungen!



Nadcap Akkreditierung

Audit Kriterien - Beispiele

Jedes Auditkriterium erfordert einen eindeutigen Nachweis!

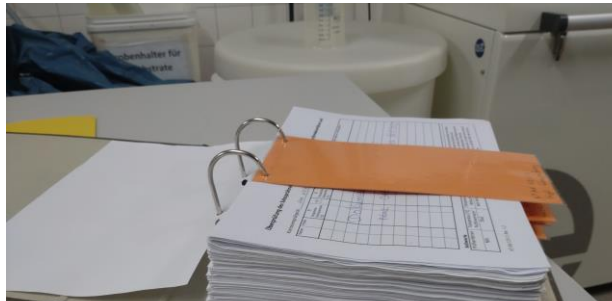
3.9	Housekeeping		
3.9.1	Are the company's facilities clean, uncluttered, and well lighted?	YES	NO

3.11.1	Is there evidence of current calibration/verification for:	YES	NO
3.11.1.1	All equipment used to control or monitor the control of a test?	YES	NO



Nadcap Audit

Beispiel NCR



KT AN 125-4
Dokumentation der Dichte der NaCl-Lösung im Vorratstank und der aufgefangenen Lösung für Neutrale Salzsprühnebelprüfungen nach DIN EN ISO 9227: 2017-07

Korrosionsprüfgerät: SLB 400 A-TR Prüfmittel- Nr.: CG-110-0060

Datum	Prüfer	Tank		Messzylinder fern der Düse			Messzylinder nah der Düse			Bemerkung
		Dichte [g/cm³]	Temp. [°C]	Dichte [g/cm³]	Temp. [°C]	i.O.? <input type="checkbox"/>	Dichte [g/cm³]	Temp. [°C]	i.O.? <input type="checkbox"/>	
13.01.2022	mazen	1,0286	24,3	1,0348	24,8	-	1,0347	24,9	-	* K2022-01-13-01 2x gemessen 2te Messung: 1,036
16.01.2022	swz	1,0285	24,7	1,0305	24,8	✓	1,0304	24,9	✓	
20.01.2022	"	1,0288	24,9	1,0285	24,9	✓	1,0284	24,9	✓	
25.01.2022	mazen	1,0284	24,8	1,0304	24,9	✓	1,0307	24,9	✓	
26.01.2022	mazen	1,0284	25,0	1,0306	25,3	✓	1,0299	25,1	✓	
01.02.2022	amon	1,0284	25,0	1,0311	25,0	✓	1,0312	25,0	✓	
08.02.2022	amon	1,0286	24,8	1,0307	24,9	✓	1,0312	24,8	✓	
07.02.2022	waj						1,0303			
09.02.2022	kl	1,0292	24,9	1,0304	25,0	✓	1,0303	25,0	✓	
11.02.2022	kl	1,0282	24,6	1,0224	24,6	✓	1,0286	24,7	✓	

Sollwerte

Prüfverfahren	Dichte aufgefangene Lösung [g/cm³]	Temperatur während Dichtemessung [°C]
NSS	1,026-1,033	25 ±2

Wenn Sollwerte nicht erreicht werden ist der Stellv. LL, der stellv. Stellv. oder der QS zu benachrichtigen.

NCR Details

Non Conformance # 1 1

Audit No: [214453](#) Program: **Nadcap**

Auditee: **Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM**,
 Wiener Straße 12, Bremen, 28359, Germany

- Accepted On-Site (Describe Action Taken Below) Potential or Confirmed Product Impact
- Nonsustaining C/A * Systemic

NCR associated with a job audit identified as EC?

Yes No

For Non-Sustaining findings, select "Nonsustaining C/A" for the NCR itself. For the mandatory "system finding" generated for failure of the corrective action system to assure effectiveness of actions taken when a non-sustaining finding is identified, please select the "Systemic" box.

NCR Element : Compliance (required) [Explain](#)

Condition Found:

Requirement:

AC7108/4 Rev. C ?1 paragraph (B5.6.4) states: Are the following items recorded- The specific gravity or concentration of the condensate?

Finding:

Suppliers records show the specific gravity is not meeting the following requirements:

- 1,026 to 1,033 g/cm3 @ 25 c as per internal procedure KT AA 125-4 Rev 1.4 paragraph 9.2.
- 1,029 to 1,036 @ 25 c as per test specification ISO 9227: 2017 paragraph 5.1.

Evidence:

Records show the following value, 11/2/2022 Collector furthest away from nozzle 1,0224 g/cm3.

Zusammenfassung

- Da sich **Beschichtungen** hinsichtlich Ihrer Schutzwirkung allgemein einer quantitativen modellhaften Beschreibung (bisher noch) weitestgehend entziehen, sind eine **hinreichende statistische Absicherung** und ein **fundierte Qualitätsmanagementsystem** notwendig, um „gute“ Prüfergebnisse zu erhalten
- Die **Prüfergebnisse** werden nicht „genauer“ sondern **verlässlicher**
- Ein **QM-System** erfordert einen **zusätzlichen Aufwand**, der sich jedoch, sobald sich das System etabliert ist, relativiert und **aufgrund der definierten Prozesse** auch **effizienter** sein kann.
- **QM** muss **gelebt** werden, Audit-orientiertes QM ist nicht zielführend!
- **Jeder** Mitarbeiter ist für die **Qualität verantwortlich!**
- Es gibt Behörden/OEM, die nicht selber akkreditiert sind. Ein **QM-System** kann aber **nur durch sich selbst** validiert werden.
- Es ist **besser**, wenn der externe Auditor mindestens **Etwas** findet (jedoch nicht bei Nadcap!).
- Eine **aufgeräumte** und **saubere Arbeitsumgebung** wirkt „beruhigend“ auf Auditoren 😊
- **QM** ist **besonders** beliebt/geeignet bei **gewissenhaft** und **strukturiert** arbeitenden **Mitarbeitern**.

Nadcap IFAM - Salzsprühnebelprüfung

Beteiligte ausführende Kollegen

Einen besonderen Dank an die Menschen, die das Ganze bei uns gewissenhaft und versiert umsetzen:

- **Tanja Scholz**
- Kerstin Eiben
- Sabrina Lange
- Anke Monsees
- Malte Asendorf
- Jürgen Loschen
- Lars Pospiech



Und Ihnen Danke für Ihre Aufmerksamkeit!