

**Daten- und Betriebssicherheit von Rechenzentren.
Klassifizierung der Luftbelastung bezüglich ihrer Risiken.
Bewertungsnorm ANSI/ISA-71.04-2013 sowie AHRAE Whitepapers**

Klaus Dolge, DOLGE Systemtechnik GmbH

klaus.dolge@dolge-systemtechnik.de

Im Jahr 1985 veröffentlichte die ISA, (Instrumentation Society of America) in USA ihre erste Bewertungsnorm für die Korrosionsneigung an Elektronischen Systemen durch chemische Luftbelastung.

Die ursprüngliche Zielgruppe waren industrielle Steuerungssysteme.

Als Referenz-Metall zur Bewertung der Korrosionsanfälligkeit wurde seiner Zeit Kupfer festgelegt, da es sich hierbei um den wesentlichen Werkstoff zur Herstellung von Platinen handelte.

Als Bewertungseinheit wurde die Korrosionsfilmsstärke in: Angström pro 30 Tage festgelegt, da 30 Tage als eine akzeptable Testdauer erschien, und Angström ($1,0 \times 10^{-10}$ Meter) d.h. der 10.000 ste. Teil von 1μ , leicht verständliche Zahlenwerte liefert. (Siehe Tabelle 1)

Korrosionsklasse	Bewertung	Filmstärke
G1	Kein Korrosionsrisiko	< 300 Å/ 30 Tage
G2	Erkennbare Korrosionsrisiko	< 1.000 Å/ 30 Tage
G3	Aggressiv	< 2.000 Å/ 30 Tage
Gx	Sehr aggressiv	> 2.000 Å/ 30 Tage

Tabelle 1

Purafil hatte bereits zu diesem Zeitpunkt die Bewertungsliste intern um das Metall Silber mit gleichen Grenzwerten erweitert. Grund für diese Erweiterung war, neben den zusätzlich erhaltenen Silberkorrosionswerten, durch die Korrelations-Möglichkeit zwischen den Kupfer und Silber eine bessere Information bezüglich der Korrosionsursache zu erhalten.)

Diese ISA-Norm hat sich schnell international etabliert, wobei auch noch verschiedene nationale und anwendungsspezifische Normen aufkamen, die jedoch in diese Ausführung nicht berücksichtigt sind.

Nach nunmehr nahezu 30 Jahre musste man jetzt aber feststellen, dass insbesondere 2 Sachverhalte auftraten, welche eine Überarbeitung notwendig machten.

1. wurden elektronische Systeme mit jeder Generation um ein Vielfaches leistungsfähiger, was eine kontinuierliche Miniaturisierung sowohl der Komponenten, als auch der Übertragungswege und Distanzen untereinander notwendig machte. Diese Mikrostrukturen hatten zur Folge, dass die Korrosions-Anfälligkeit, deutlich größer wurde.
2. im Jahre 2006 veröffentlichte die EU die Vorschrift: „Restriction of Hazardous Substances“ [http://en.wikipedia.org/wiki/Restriction_of_Hazardous_Substances_Directive (RoHS)] in welcher zum Schutz unseres Erdbodens eine Verwendung giftiger Materialien in elektronischen Systemen verboten wurde. Ausgangspunkt dieses Verbots war die angenommene Tatsache, dass es als unmöglich angesehen wurde, den Elektronik-Schrott vollständig einem Recycling zuzuführen. Diese Verordnung ist heute international nahezu komplett übernommen worden.

Da von den betroffenen Platinen-Werkstoffen besonders der Ersatz von Blei ins Gewicht fiel, wurde diese Verordnung volkstümlich auch als „Bleifrei Verordnung“ bezeichnet. Bei der Suche nach einem (ungiftigen) Ersatzmetall hat man lediglich Silber (sowie einige Silberlegierungen) gefunden, welche sehr gute elektrische Daten garantierten. Wesentliches negatives Kriterium dieser Umstellung war jedoch, dass sowohl Silber als auch seine Legierungen eine erhebliche Korrosions-Anfälligkeit gegenüber schwefelhaltigen Luftbelastungen zeigten.

Diese beiden Tatsachen haben dazu geführt, dass die ISA (welche sich heute „International Society of Automation“ nennt) sich im letzten Jahr entschied ihre Norm zu überarbeiten. Diese neu überarbeitete Norm ist auch die Grundlage meiner vorliegenden Zusammenstellung.

Bei dieser Überarbeitung wurde außerdem offiziell die frühere Zielgruppe dieser Norm auf folgende Anwendergruppen elektronischer Systeme erweitert:

- Industrielle Prozess Mess- und Regelsysteme,
- Datenkommunikation,
- IT-Hardware und
- Elektronische Büro-Ausrüstung

ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) hatte sich seit ihrer Gründung im Jahr 1894, neben vielen verschiedenen Aktivitäten, auch zur maßgebenden Organisation zur qualitativen Verbesserung und Behandlung unserer Umluft entwickelt. Bisherige ASHRAE Definitionen bezüglich der Luftkonditionen für den Betrieb elektronischer Systeme wurden in verschiedenen Whitepapers, wie zuletzt im Nov. 2011 definiert, und fanden entsprechend internationale Beachtung. Eine Überarbeitung des Handbuch „ANSI/ASHRAE IES Standard 189.1-2014“ ist z.Zt. in Arbeit.

Klassifizierungsnorm ANSI/ISA-71.04-2013						
Korrosivitäts - Niveau	G1 Mild	G2 Moderat	G3 Aggressiv	GX Extrem Aggressiv		
Filmstärke (Å) Angström / Monat						
Kupfer	<300	< 1000	< 2000	> 2000		
Silber	<200 (*)	<1000	<2000	<3000		
Die folgenden Gas Konzentrationen geben die Größenordnung an, welche den oben stehenden Korrosionsklassen entsprechen. Klima-Voraussetzung: Luftfeuchte < 50% r.F. , sowie Feuchte Variation von: <6% / Std.						
(*) = Bedingt durch die RoHS-Gesetze (Bleifreie Elektronik) und die dadurch gestiegene Korrosionsanfälligkeit von Silber gegenüber Blei durch chemische Luftbelastung wurde G1/D2Schwelle auf 200 Å/30 Tage reduziert.						
Gruppe	Gas	Gas Konzentration (ppb)				
Gruppe A	Saure Gase	H ₂ S	< 3	< 10	< 50	> 50
		SO ₂ ,SO ₃	< 10	<100	< 300	> 300
		CL ₂	< 1	< 2	< 10	> 10
		NO _x	< 50	< 125	< 1250	>1250
		HF	< 1	< 2	< 10	> 10
		NH ₃	< 500	< 10.000	< 25.000	> 25.000
Gruppe B		O ₃	< 2	< 25	< 100	> 100
Engl. Originalfassung unter Copyright ©2013 ISA.						

Tabelle 2 (Klassifizierung der chemischen Luftbelastung)

Wie in der ursprünglichen Norm von 1985 wurde die korrosive Belastung in 4 Gruppen eingeteilt. Die Korrosionseinheit wurde mit: Å/30 Tage, für beide Metalle übernommen. Die Kupfer-Korrosions-Grenzwerte bleiben hierbei unverändert

Für das neu aufgenommene Silber wurde allerdings der G1 / G2 Schwellenwert, in Anbetracht der gestiegenen Silber-Korrosionsanfälligkeit auf: 200Å/30 Tage abgesenkt.
Diese Gruppenzuordnung beruht auf einer relativen Luftfeuchte von: <50% und Feuchte-Schwankungen von: <6°C/Std.

Der untere Teil der Tabelle gibt einen Überblick über die spezifische Korrosions-Beeinträchtigung unterschiedlicher Gase, wobei allerdings zu bemerken ist, dass hierbei eine gegenseitige Beeinträchtigung der Gase nicht berücksichtigt wurde, aber gegeben ist.

DRH (Deliquescent Relative Humidity)

Diesem Sachverhalt wurde in der überarbeiteten Norm besondere Beachtung geschenkt. Als (DRH) wird das Zusammenwirken von Partikeln (Staub), Feuchte und chemische Belastungen bezeichnet, mit dem Resultat, dass sich auf Platinen im normalerweise unproblematischen trockenen Staub eine elektrisch leitende, korrosive Salzschnmelze bildet, die zu intermittierenden Fehlern durch Kurzschlüsse oder im Fall von Korrosion auch zu kompletten Systemausfällen führen kann.

Ein wesentliches Problem intermittierender Fehler ist es, dass die bei einem Kurzschluss häufige Temperaturspitze, die zuvor entstandene Kurzschluss-Verbindung wieder trennt, und die Platine somit (zumindest für eine gewisse Zeit) wieder einwandfrei arbeitet.

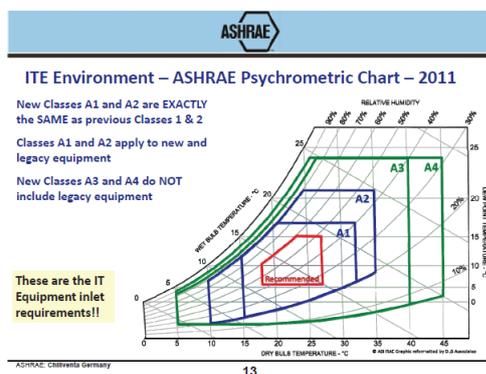
Diese Tatsache erschwert die Lokalisierung, und damit auch die Erkennung und Behebung des Fehlers, und wird daher oft als „Undefiniertes Softwareproblem“ oder als „Alterung der Elektronik“ behandelt.

Solche kurze Unterbrechungen eines Datentransfers können aber ein erhebliches Problem für die Datensicherheit des gesamten Systems bedeuten.

Die Gefahr des DRH-Auftretens im RZ kann durch eine Analyse der Platinen-Staubschicht ermittelt werden. Diese Analyse liefert die Aussage, ab welcher Luftfeuchte und in welchem Maß eine elektrische Leitfähigkeit der untersuchten Staubschicht einsetzt. Sofern sich diese auf einem problematischen Niveau befinden, sollte zu einer Erhöhung der Betriebssicherheit, entweder die chemische Luftbelastung eliminiert (Verhinderung der Salzbildung), oder die RZ-Luftfeuchte abgesenkt werden.

Der Ausschaltung von Chemischer Luftbelastung ist hierbei, gegenüber der Feuchte Absenkung, der Vorzug zu geben, da neben der angesprochenen verhinderten Salzbildung im Staub, die chemischen Gase als Bestandteil der Kühlluft eine weitere Korrosionsquelle darstellen.

Zur Beurteilung des optimalen RZ-Klima, zeigt Folie 13, aus einem ASHRAE-Vortrag 2011 in Nürnberg, dass Kühlung nicht immer sicherstellt, dass sich hierfür die aufzuwendenden Kosten auch rentieren. (Siehe Tabelle 3)



Wenn man bedenkt, dass moderne Server in der Lage sind, bei RZ-Kaltgang-Temperaturen von bis zu 45°C, und einer relativen Luftfeuchte bis zu 90% noch ohne Probleme zu arbeiten, ist eine Absenkung der RZ-Luftfeuchte z.B. auf 40% eine recht kostspielige Entscheidung, da bei dieser Feuchte, in Abhängigkeit der gebildeten Salze, DRH bereits einsetzen kann. Tabelle 3 (Server Klimabegrenzungen)

Tabelle 3 (Server Klimabegrenzungen)

Nicht chemische Luftbelastungen

Tabelle 4 zeigt Beeinträchtigungen des Korrosionsniveaus durch „nicht gasförmige“ Luftbestandteile, wobei diese Beurteilung abhängig von der Zusammensetzung dieser Bestandteile ist.

- Bei den Dämpfen wurde ein organischer Dampf (Trichlorethylen) als Beispiel genannt.
- Bei den Ölen wurde davon ausgegangen, dass diese keine spezifischen korrosiven Belastungen enthalten.
- Beim Meerwasser wird hauptsächlich der Salzbelastung Rechnung getragen und hierfür die Entfernung zwischen dem zu beurteilten Elektronikraum und der See als Belastungskriterium klassifiziert.

Luftbelastungen		Niveau 1 Mild	Niveau 2 Moderat	Niveau 3 Aggressiv	Niveau x Extrem Aggressiv
Art des Aerosols	Klasse	Wert	Wert	Wert	Wert
Dämpfe (*)	LA	< 1,0	< 5,0	< 20,0	> 20,0
Oele	LB	< 5,0	< 50,0	< 100,0	> 100,0
Meerwasser Dunst	LC	> 0,5 km Meer-Ufer Entfernung	< 0,5 km Meer-Ufer Entfernung	Off Shore Installation	Spezielle Klassifizierung

Tabelle 4 (Nicht chemische Luftbelastungen)

Biologische Luftbelastung

Biologische Luftbelastungen sind in unseren Breitengraden gem. der neuen ISA Norm nur von untergeordneter Bedeutung und wurden nur der Vollständigkeit halber erwähnt. (Schimmelbildung, Insekten -Kadaver, -Nester und -Ausscheidungen sowie Spinnennetze usw.

Erfassung und Filterung der Chemischen Luftbelastung

Die chemische gasförmige Luftbelastung der RZ-Luft ist heute sicherlich die maßgebende Ursache zur Korrosionsneigung der IT- Elektronik. Der Grund für diese Tatsache liegt darin, dass die gasförmige Belastung der RZ-Luft durch die heute üblichen Partikelfilter, unabhängig von Ihrer Klasse, nicht reduziert, geschweige denn beseitigt werden.

Zur Erreichung einer maximalen Betriebssicherheit müssten chemische Filtermedien zusammen mit entsprechenden Filteranlagen eingesetzt werden.

Korrosions-Coupons

Zur Auswahl des optimalen Filtersystems und Filtermediums ist die abgesicherte Kenntnis der quantitativen und qualitativen Belastung der Rechenzentrumsluft absolut notwendig.

Hierzu ist zu bemerken, dass verschiedene Gase bereits in Konzentrationen so stark korrosiv wirken, dass sie selbst durch Gaschromatographen nicht sicher gemessen werden können.

(H₂S z.B. verlässt mit einer Konzentration von 3 ppb die Klassifizierung als unbedenkliches Korrosionsniveau.)

Außerdem hängt das Korrosions-Niveau, neben der eigentlichen Gas-Konzentration, von der gegenseitigen Beeinflussung unterschiedlicher Gase, sowie vom herrschenden Rechenzentrums-Klima ab. (Temperatur und Luftfeuchte).

Daraus resultiert, dass ein Erfassungssystem definitiv das eigentliche Korrosions-Niveau direkt messen sollte, gegenüber problematischen Einzelgas-Messungen, mit anschließend notwendigen komplizierten Korrelations-Kompensationen.

Für die Anforderungen an ein solches Erfassungssystem wurden Korrosions-Coupons spezifiziert gem.: Annex C der ANSI/ISA-71.04-2013 (Siehe Abb.1)

Diese Coupons bestehen aus einer Kunststoff Trägerplatte welche mit je einer Silber- und Kupferplatte bestückt sind, sowie optional zusätzlich mit einem Temperatur- + Feuchte-Logger. Die Coupons werden für die Dauer von ca. einem Monat im zu testenden Raum ausgelegt und anschließend beschriftet an DOLGE eingesandt. Die Auswertung erfolgt durch ein vom Batelle-Institut lizenziertes Labor. Die erfassten Daten werden anschließend durch DOLGE anwendungstechnisch bearbeitet und in einem aussagekräftigen Testbericht zusammengefasst.

Um einen guten Überblick über die Situation eines mittleren Rechenzentrums zu erhalten wird empfohlen, Coupons in verschiedenen Bereichen des Rechenzentrums auszulegen.

Prinzipieller Vorschlag :

- 2 x Coupons Server Lufteintritt (1/3 und 2/3 der Rackhöhe)
- 1 x Coupon Server Warmgang
- 1 x Coupon je Frischlufteintritt
- 1 x Coupon , sofern gewünscht je Technikraum Batterie Raum

Bei größeren Rechenzentren lassen sich die angesprochenen Coupons am Server in räumlich getrennte Servergruppen, oder solche mit stark unterschiedlichen Leistungen, mehrfach vorsehen.

Ein potentielles Kriterium des Korrosions-Coupons ist es allerdings, dass die gemessenen Korrosionsdaten einem akkumulierten Durchschnittswert über den Erfassungszeitraum entsprechen, und damit Spitzen und Täler nicht erfasst werden.



Abb. 1 (Korrosions-Coupon CCC Plus)

OnGuard 4000

Zur konstanten Überwachung der RZ-Luftbelastung steht ein elektronisches System (OnGuard 4000) zur Verfügung, welches aber vergleichbar zum Coupon-Prinzip arbeitet.

Die dynamische Arbeitsweise informiert den Betreiber jedoch ohne Zeitverzögerung über alle Kriterien, welche die Betriebssicherheit Ihrer Elektronik gefährden können.

Der OnGuard verfügt ebenfalls über 1 Kupfer- und 1 Silber-Platine, welche jeweils auf Schwingkristallen montiert sind. Der Kristall wird elektrisch erregt und schwingt mit einer Frequenz von: ca. 7 MHz.

Diese Frequenz wird durch den sich ansetzenden Korrosionsbelag auf den Metallplatinen gedämpft, woraus ein integrierter Prozessor die Stärke des Korrosionsbelags errechnet.



Abbildung 2 (OnGuard 4000)

Der OnGuard 4000 erfasst und speichert in variablen Zeitintervallen die Korrosionsdaten, mit folgenden Werten:

- Stärke des Korrosionsbelags (Å)
- Korrosionsklasse (G1-Gx)
- Temperatur
- Rel. Luftfeuchte

Zur Weiterleitung und Speicherung dieser Information kann der OnGuard 4000 folgendermaßen ausgelegt werden:

- Als Datalogger mit einer Speicherkapazität von bis zu 20.000 Zyklen, welche über das Netzwerk ausgelesen werden können.
- Als Transmitter mit verschiedenen analogen (4-20mA) sowie elektronischen Schnittstellen, zur direkten Weiterleitung der erfassten Messzyklen an ein zentrales Leitsystem um dort bearbeitet zu werden. (Registrierung und Alarmierung)

In ihrer kontinuierlichen jahrelangen Beurteilung der Funktionssicherheit elektronischer Systeme, sowohl im industriellen Steuerungsbereich als auch in der Datenverarbeitung, sind Organisationen wie ISA und ASRAE dem Phänomen nachgegangen, dass trotz der Entwicklung von Elektronik-Systemen, die immer resistenter gegen Temperatur- und Feuchteinflüsse wurden, die Korrosionsneigung trotzdem jährlich zunahm.

Mit ihrer überarbeiteten „Klassifizierung der Rechenzentrums-Luft“, in welcher hauptsächlich die Kriterien angesprochen wurden, welche außerhalb der Klimadaten liegen, sind sie ihrem Ziel: „Rechenzentrums-Betrieb ohne Sicherheitsbeeinträchtigungen durch korrosive Systemstörungen“ bereits sehr nahe gekommen.

Sofern Sie auch Ihr Rechenzentrum aber ohne chemisch bedingte Funktionsstörungen, und dadurch mit maximaler Datensicherheit betreiben wollen, benötigen Sie Erfassungssysteme, welche Ihnen die Informationen liefern, welche Schritte Sie noch unternehmen müssen, um in Punkto Sicherheit auch wirklich sicher zu sein.