

4 / 2023

Juli / August
71. Jahrgang

www.emailverband.de

info@emailverband.de

email

MITTEILUNGEN DES DEUTSCHEN EMAIL VERBANDES E.V.

Information

Berichte aus
Industrie & Forschung

Produkte & Verfahren

Aktuelles zum
Thema Emailtechnik

Verband

Tagung, Schulung
Gremien, Verschiedenes

Ihr Experte in der Emailliertechnik – alles aus einer Hand



Anlagen- Komponenten

Vorbehandlungs-, Beschichtungs- & Trocknungsanlagen sowie Robotik und Emaillieröfen



Projektierung

Beratung, Planung & Konstruktion neuer Anlagen sowie Optimierung bestehender Anlagen



Lieferung + Koordination

von individuell geplanten Einzelanlagen als auch kompletten Emaillierwerken

VET-GmbH – Vitreous Enamel Technique
Industriestraße 47–51 | 37235 Hessisch Lichtenau
Telefon: +49 (0) 5602-80960 | Telefax: +49 (0) 5602-80960-10
E-Mail: info@vet-gmbh.com

vet Vitreous
Enamel
Technique

D-58093 Hagen, An dem Heerwege 10

PREIS DES
EINZELHEFTES 13,- EUR

DEUTSCHER EMAIL VERBAND E.V.
58093 HAGEN

ISSN 09 38 -9865

POSTVERLAGSORT HAGEN

dev
deutscher email verband

QUALITÄT ON TOP



langfristige Liefersicherheit ▼

höchste Reinheit ▼

konstant hohe und geprüfte Rohstoffqualität ▼

speziell selektierte Rohstoffkomponenten ▼

persönliche und kompetente Beratung ▼



Stephan Schmidt KG
DE-65599 Langendernbach
Fon +49 6436 609-0
www.schmidt-tone.de

 **stephan
schmidt** group

Impressum

Verlag und Anzeigenverwaltung:

Informations- u. Bildungszentrum Email e.V.
An dem Heerwege 10, 58093 Hagen
Tel. 02331 / 788651, Fax 22662
E-Mail: info@emailverband.de

Verantwortlicher Schriftleiter:

Dr.-Ing. Hansjörg Bornhöft
c/o TU Clausthal, Institut für Nichtmetalli-
sche Werkstoffe, Zehntnerstr. 2 A
D - 38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel.: 05323 / 722062, Fax: 723710
E-Mail: hansjoerg.bornhoeft@tu-clausthal.de

Herausgeber: DEV e.V.

An dem Heerwege 10, 58093 Hagen
Tel. 02331 / 788651, Fax 22662
E-Mail: info@emailverband.de
Internet: www.emailverband.de

Erscheinungsweise: alle 2 Monate

Bezugspreis:

Einzelheft 13,- EUR; Jahresabo 70,- EUR zzgl.
MwSt., Versandkosten und ggf. Bankgebühren.

Anzeigenschluss und -preise:

Anzeigenschluss ist 2 Wochen vor Erscheinen;
gültig ist Anzeigenpreislite Nr. 05/2022

Druck:

Vereinte Druckwerke GmbH
Schillerstr. 2a, 58089 Hagen
Tel. 02331 / 9198-13

Satz und Layout:

CCR - Büro für Pressearbeit
Dipl.-Kfm. Claus Thielmann
An dem Heerwege 10, 58093 Hagen
Tel. 02331 / 9237121, Fax 9237252
E-Mail: info@ccr-thielmann.de

**Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit aus-
drücklicher Genehmigung des Verlages gestattet.**

Inhalt

DIN 51165-1 und -2: Normung eines Prüfverfahrens für den Hydroabrasionsverschleiß emaillierter Oberflächen <i>DIN 51165-1 and -2: Standardization of a test method for hydroabrasion wear on glass-lined surfaces</i> von Dr. J. Reinemuth	Seite 56
Vollautomatische Pulver-Emaillierung ab Losgröße 1	Seite 62
Bericht zur Normungsarbeit	Seite 65
Herstellerinformation	Seite 65
Persönliches	Seite 66

Zum Titelbild



Seit über 20 Jahren maßgeschneiderte Lösungen in der Emailliertechnik:

Neue Anlagen, Umbau vorhandener Anlagen, Inspektionen.

Fragen Sie uns zu Ihrem Projekt!

Alle Leistungen

- aus einer Hand
- weltweit
- kundenspezifisch

VET-GmbH

Vitreous Enamel Technique
info@vet-gmbh.com

DIN 51165-1 und -2: Normung eines Prüfverfahrens für den Hydroabrasionsverschleiß emaillierter Oberflächen

Zusammenfassung

Unter Hydroabrasion versteht man den Verschleiß von Bauteilen, der durch feststoffhaltige Flüssigkeiten (Suspensionen) entsteht. Bei emaillierten Apparaten äußert sich Hydroabrasion durch lokalen, ausgeprägten Emailabtrag. Dieser lokale Emailabtrag kann die Lebensdauer des emaillierten Bauteils stark verringern.

In /1/ und /2/ sind die Grundlagen des Hydroabrasionsverschleißes in verfahrenstechnischen emaillierten Apparaten umfassend dargestellt.

Der Normenausschuss NA 062-01-63-01 UA des DIN (Deutsches Institut für Normung) hat nach vergleichender Prüfung verschiedener Verfahren zur Bestimmung des Verschleißwiderstandes von emaillierten Oberflächen beschlossen, das von THALETEC vorgeschlagene Prüfkonzept in eine DIN-Norm zu überführen. Diese Norm befindet sich derzeit im Entwurfsstadium. Erscheinungsdatum war der 21. April 2023.

(Link: <https://www.beuth.de/de/erweiterte-suche/272754!search?alx.searchType=complex&alx.search.autoSuggest=false&searchAreald=1&query=51165>)

1. Einleitung

Reibung und Verschleiß verursachen in den Industrieländern jährlich hohe volkswirtschaftliche Verluste. Darüber hinaus sind große Mengen an Energie erforderlich, um die Folgen des Verschleißes zu bekämpfen, was einen nicht zu

von
Dr.-Ing. Jürgen Reinemuth,
THALETEC GmbH, Thale

Vortrag auf der Jahrestagung des DEV in
Münster am 24. April 2023

(Die Bildrechte liegen beim Autor.)

Abstract

Hydroabrasion is the wear and tear of components caused by liquids containing solids (suspensions). In the case of glass-lined process equipment, hydroabrasion manifests itself as a local and pronounced enamel removal. This local abrasion of the enamel can reduce the working life of the glass-lined component significantly.

In /1/ and /2/ the fundamentals of hydroabrasion wear in process engineering glass-lined process equipment are comprehensively presented.

The standards committee NA 062-01-63-01 UA of the DIN (Deutsches Institut für Normung) decided, after a comparative test of different methods for determining the wear resistance of glass-lined surfaces, to convert the test concept proposed by THALETEC into a DIN standard. This standard is currently in the draft stage. Release date was April 21, 2023.

(Link: <https://www.beuth.de/de/erweiterte-suche/272754!search?alx.searchType=complex&alx.search.autoSuggest=false&searchAreald=1&query=51165>)

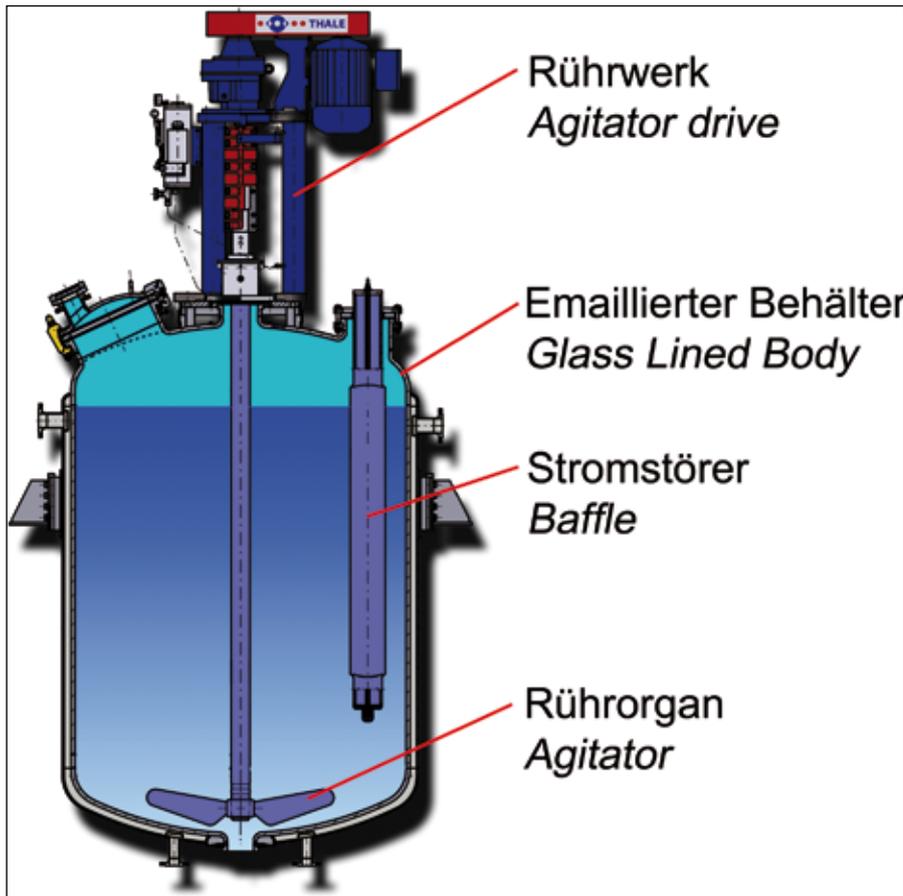
vernachlässigenden ökologischen Aspekt darstellt /3/.

Die verstärkte Berücksichtigung tribologischer Erkenntnisse kann daher zu erheblichen Einsparungen bei Energie- und Materialeinsatz, Produktion und Instandhaltung führen. Darüber hinaus werden Energie- und Rohstoffressourcen geschont, Umweltbelastungen vermieden und die Arbeitssicherheit erhöht.

Technisch emaillierte Apparate werden in der chemischen und verfahrenstechnischen Industrie zur Herstellung von Chemikalien und pharmazeutischen Wirkstoffen eingesetzt. Emaillierte Oberflächen sind hochbeständig gegen starke Säuren, glatt, antiadhäsiv und daher leicht zu reinigen. Darüber hinaus stellen emaillierte Apparate in vielen Fällen eine besonders wirtschaftliche Lösung im Vergleich zu Apparaten aus hochlegierten Edelstählen oder Werkstoffen wie Nickelbasislegierungen und Tantal dar.

Insbesondere wenn wesentliche Legierungselemente wie Nickel und Chrom, die für korrosionsbeständige Werkstoffe in großen Mengen benötigt werden, sehr teuer sind, ist ein technisch emaillierter Apparat oft die deutlich wirtschaftlichere Alternative.

Technisch emaillierte Rührwerke haben daher in einer Vielzahl von verfahrenstechnischen Prozessen ihren festen Platz und bilden oft das „Herz“ der Prozesse. Dabei kommt es auf höchste Verfügbarkeit und Langlebigkeit an. Aufgrund des hohen Gefährdungspotenzials der in den



tiert sind. Mit Hilfe einer Wellendichtung wird die Rührwelle druckdicht gegen den Rührbehälter abgedichtet.

Der Abtrag des Emails in emaillierten Rührbehältern wird im Wesentlichen durch folgende Mechanismen hervorgerufen:

- Korrosion des Emails
- Abtrag der Oberfläche infolge der Wechselwirkung mit den Feststoffen in feststoffbeladenen, bewegten (gerührten) Flüssigkeiten, die sogenannte Hydroabrasion /4/
- Emailabtrag infolge anderer Mechanismen, z.B. Kavitation.

3. Hydroabrasion im emaillierten Rührwerksapparat

Betrachtet man das Rühren feststoffhaltiger Medien in einem emaillierten Rührwerksapparat genauer, so bietet es sich an, das System als tribologisches System aus mehreren Elementen zu definieren. Bei gerührten feststoffhaltigen Fluiden stellt sich das tribologische System demnach gemäß **Abbildung 2** dar.

Apparaten verarbeiteten Medien ist es zudem wichtig, Schäden durch Korrosion oder Verschleiß möglichst zu vermeiden.

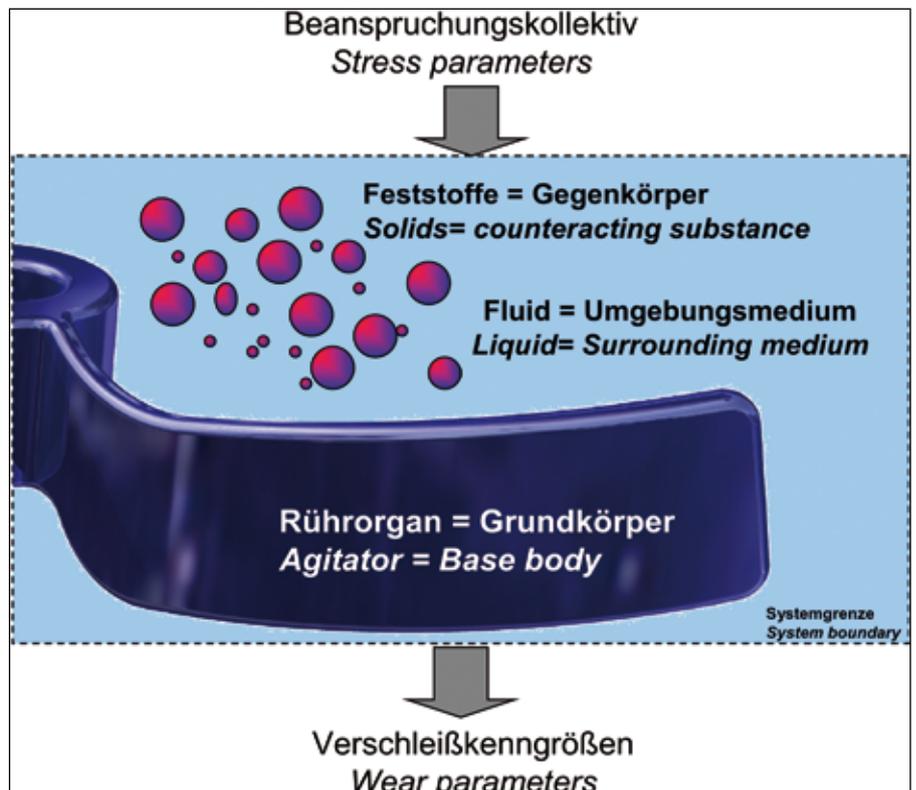
2. Abtragsmechanismen bei emaillierten Oberflächen von Rührwerksapparaten

Hydroabrasiver Verschleiß tritt bei emaillierten Rührwerksapparaten hauptsächlich an den umströmten Bauteilen auf.

Ein emaillierter Rührwerksapparat besteht aus einem Behälter mit entsprechendem Volumen. Heute können Apparate mit Volumina bis zu 100 m³ hergestellt werden. Im Durchschnitt liegen die Apparategrößen heute zwischen 10 m³ und 25 m³. Über dem so genannten Rührwerksstutzen in der Mitte des oberen Bodens eines Rührbehälters befindet sich das Rührwerk. Ein Elektromotor treibt über ein Getriebe die in den Behälter ragende Rührwelle an, auf der wiederum die Rührorgane mon-

Abbildung 1 (oben): Aufbau eines emaillierten Rührwerksapparates

Abbildung 2 (unten): Tribologisches System beim Rühren feststoffhaltiger Flüssigkeiten



Dabei stellt die emaillierte Oberfläche (Behälterwand, Rührorgan) den Grundkörper, die Feststoffe im Fluid den Gegenkörper und das feststoffbeladene Fluid das Zwischenmedium bzw. das Umgebungsmedium dar. Zwischen den beteiligten Körpern ist zudem eine Relativbewegung erforderlich, damit Verschleiß entsteht.

3.1 Schadensorte

Wie bereits beschrieben, ist Hydroabrasion ein Mechanismus, der im Wesentlichen durch die Relativbewegung zwischen den medienberührten Oberflächen des emaillierten Apparates und den im Fluid mitgeführten bzw. suspendierten Feststoffen hervorgerufen wird. Die mit dem feststoffbeladenen Fluid in Berührung kommenden Oberflächen sind daher von hydroabrasivem Verschleiß bedroht. Schäden durch Hydroabrasion sind immer lokal begrenzt und konzentrieren sich auf wenige Stellen im emaillierten Rührorgan. Bei emaillierten Rührbehältern sind dies im Wesentlichen:

- die Spitzen und den in Drehrichtung gerichteten Kanten der Rührerflügel
- die angeströmten Flächen sowie den angeströmten Kanten der Stromstörer
- die Seitenwand des Apparates auf der Höhe der Rührorgane
- der Behälterboden, vorwiegend unterhalb des Rührers
- die der Wand des Apparates im Bereich der Flüssigkeitsoberfläche, insbesondere dann, wenn aufschwimmende Feststoffe die Flüssigkeitsoberfläche bedecken
- der Bereich der Aushalsungsradien am Bodenauslaufstutzen.

Die Schäden treten daher bevorzugt an Stellen auf, an denen aufgrund der Strömung im Apparat durch Rühren oder druckunterstütztes Entleeren hohe lokale Strömungsgeschwindigkeiten auftreten. Schäden infolge Hydroabrasion sind auch an Stellen zu erwarten, an denen die Strömung aufgrund der Geometrie der umströmten Bauteile stark und abrupt

umgelenkt wird. Schließlich können Stellen betroffen sein, an denen abrupte Änderungen der Strömungsgeschwindigkeit des feststoffbeladenen Fluids auftreten.

3.2 Charakteristisches Schadensbild

Das Schadensbild der hydroabrasiv

geschädigten Emailoberflächen weist einige charakteristische Merkmale auf. Wie oben beschrieben, ist die Schädigung lokal begrenzt. Darüber hinaus kommt es in der Regel zu einem Emailabtrag, der kontinuierlich zunimmt und im Bereich der maximalen Schädigung teilweise bis



Abbildung 3: Verschleißschaden an einem emaillierten Rührorgan /5/

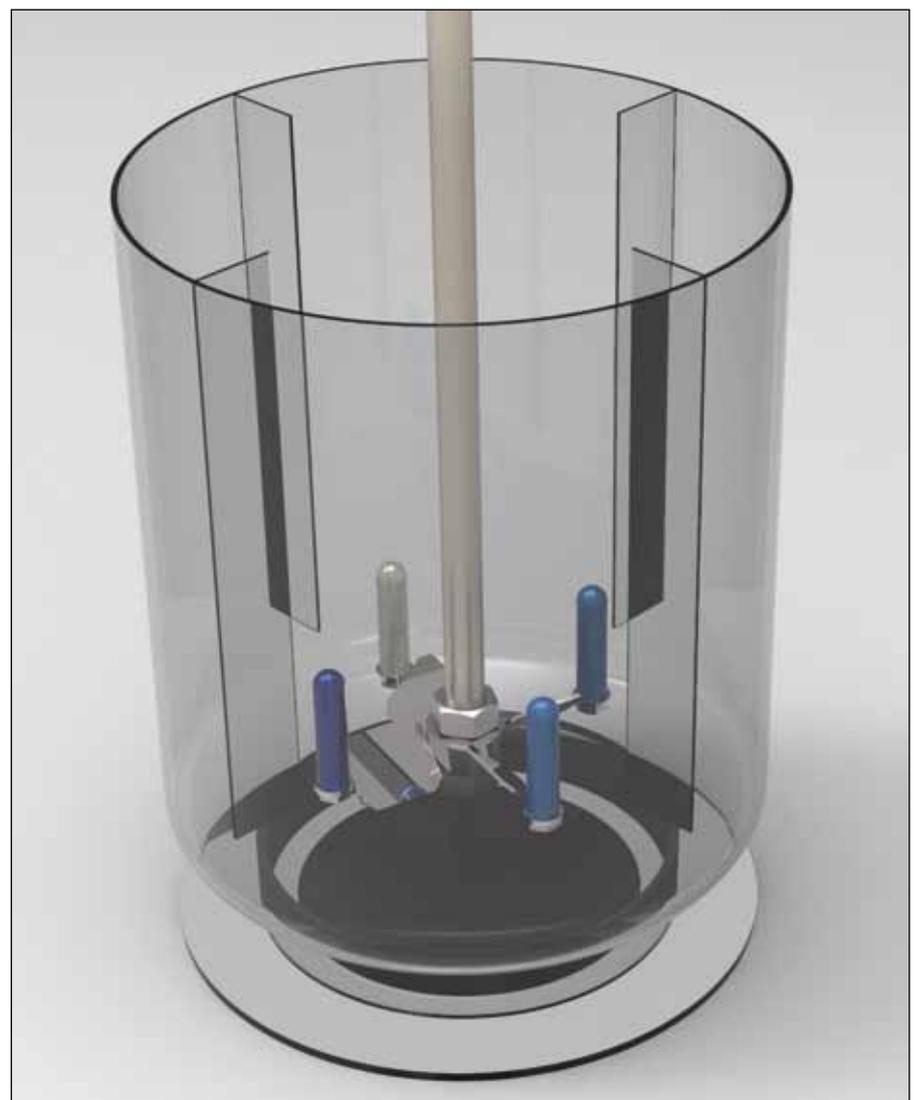


Abbildung 4: Versuchsaufbau für Hydroabrasionsversuche (Behälter transparent dargestellt)

an die Oberfläche des darunter liegenden Stahlbauteils reicht.

Ist der Prozess nicht sehr korrosiv, setzt sich die hydroabrasive Schädigung mit verminderter Geschwindigkeit auf der freigelegten Stahloberfläche fort. Bei starker Stahlkorrosion kommt es jedoch in der Regel sofort zu weiteren Schädigungen (Emailabplatzungen durch Unterwanderung des „gesunden“ Emails um die Schadstelle herum bis hin zum Durchbruch), so dass die Schadensursache in der Regel nicht mehr erkennbar ist. In diesem Fall ist es erforderlich, weitere Bauteile oder andere Stellen desselben Bauteils auf das hydroabrasionstypische Schadensbild hin genau zu untersuchen.

Sofern nur eine hydroabrasive Beanspruchung auf das emaillierte Bauteil einwirkt, ist der Bereich der hydroabrasiven Schädigung besonders gut erkennbar, da in diesen Bereichen die Emaillierung aufgeraut ist, während die übrigen Oberflächen noch den sogenannten „Feuerglanz“ aufweisen.

4. Untersuchung des Hydroabrasionswiderstands emaillierter Oberflächen

Um die Hydroabrasionseigenschaften emaillierter Oberflächen zu untersuchen, wurde von THALETEC ein Hydroabrasionsprüfstand konzipiert. Die Entwicklung des Prüfstandes war mit folgenden Einzelzielen verbunden:

- Schaffen einer einfachen Möglichkeit zum quantitativen Vergleich der Verschleißbeständigkeit verschiedener Oberflächen unter definierten, schleißenden Bedingungen in feststoffbeladenen Fluiden mit einem Feststoffgehalt bis zu 50%.
- Praxisnahe Simulation von hydroabrasiven Verschleißbedingungen (Fluid, Feststoff im Rührprozess) und als Grundlage für das Ableiten von Lebensdauer-Aussagen emaillierter

Oberflächen für konkrete Kundenanwendungen

- Schaffen von Grundlagen zur Weiterentwicklung von Emails im Hinblick auf deren Verschleißfestigkeit unter hydroabrasiver Beanspruchung
- Erarbeitung von Grundlagen zur Festlegung eines normungsfähigen, standardisierten Prüfverfahrens für emaillierte Oberflächen bezüglich Verschleißfestigkeit unter hydroabrasiven Betriebsbedingungen.

4.1 Versuchskonzept

Das Verschleißtopfverfahren nach /4/ wurde für die Simulation von Hydroabrasivverschleißvorgängen in Rührbehältern modifiziert (**Abbildung 4**).

Ein Behälter aus Stahl ist mit vier Wandstromrührern ausgerüstet. Um den Verhältnissen in Rührbehältern möglichst nahezukommen, ist der Behälterboden als Klöpperboden nach DIN 28011 ausgeführt. Wie beim emaillierten Rührwerk ist eine Welle konzentrisch zur Behälterachse angeordnet. Am Ende der Welle ist ein vierflügeliger 45°-Schrägblattrührer befestigt. Am Ende jedes Rührflügels befindet sich eine Halterung, in die jeweils eine Probe eingeschraubt werden kann. Zur Bestimmung des Emailabtrags wird ein

Schichtdickenmessgerät verwendet. Um die Emailsichtdicke reproduzierbar an immer der gleichen Stelle der Probekörper zu ermitteln, steht eine Messschablone zur Verfügung. Um Messfehler und andere Abweichungen zu minimieren, werden bei jedem Versuch immer vier Probekörper eingebaut und die Messwerte über die jeweiligen Messpunkte sowie über die Probekörper gemittelt. Als Feststoff hat sich Siliciumcarbid mit einer mittleren Korngröße von 50 μm , einer Dichte von 3.210 kg/m^3 und einer Mohs-Härte von 9 als besonders geeignet erwiesen. Bei einer Füllmenge von 20 l Wasser werden 2 kg Siliciumcarbid zugegeben (10 % Gewichtsanteil bezogen auf die Flüssigkeitsmenge).

Durch die Anordnung der Prüfkörper in konstantem Abstand zur Rührwelle ergeben sich zumindest nominell gleiche Geschwindigkeiten entlang der Prüfkörperachse. Auch bei an sich konstanter Geschwindigkeit an der angeströmten Probenseite (wtip) ist der Emailabtrag entlang der Probenlängsachse dennoch nicht konstant. Vielmehr tritt der stärkste Verschleiß am (oberen) Ende des Probekörpers im Übergangsbereich von der zylindrischen Form zur halbkugelförmigen Spitze auf.



Abbildung 5: Verschlossene, angeströmte Seite des einen Probekörpers mit inhomogenem Emailabtrag. Der größte Emailabtrag findet am Beginn der Kuppe des Probekörpers statt.

Weiterhin konnte festgestellt werden, dass Emailabtrag ausschließlich auf der Anströmseite des Probekörpers auftritt. (Abbildung 5). Während das Email auf der angeströmten Seite matt und verschliffen erscheint, weist das Email des Probekörpers auf der Rückseite noch den ursprünglichen Feuerglanz auf.

Abbildung 6 zeigt den gemessenen Emailabtrag entlang der angeströmten Hauptachse eines Probekörpers an drei Messstellen. Messstelle 1 befindet sich an der oberen Kuppe des Probekörpers, Messstelle 2 in der Mitte des zylindrischen Bereichs des Probekörpers und Messstelle 3 in der Nähe der Befestigung des Probekörpers am Probenhalter. Um den Messvorgang zu vereinfachen und sicherzustellen, dass bei jeder Messung die Emailsichtdicke mit einem Schichtdickenmessgerät immer wieder an der selben Stelle ermittelt wird, wurde eine Schablone in Form einer Hülse angefertigt, in der die Messstellen durch Bohrungen festgelegt sind. Gut erkennbar ist in dem Diagramm zum einen der über der Zeit lineare Verlauf des Emailabtrags. Zum anderen kann festgestellt werden, dass, wie oben schon dargestellt, der Emailabtrag im Bereich der Kuppe am größten und im Bereich der Einspannung am geringsten ist.

Bei den Messwerten in **Abbildung 6** handelt es sich um die Darstellung einer Einzelmessung. Für alle weiteren Messungen werden jeweils die Mittelwerte aller Messungen dieser Konfiguration verwendet. Hierbei handelt es sich in der Regel um mindestens zwei oder drei Messungen pro Drehzahl und Probekörper. Wobei sich ein Wert aus der Mittelung der Messungen von zwei Probekörpern ergibt.

5. Überführung in eine Deutsche Norm 51165-1 und -2

Das beschriebene Verfahren bewährte sich bei THALETEC bei der internen Prü-

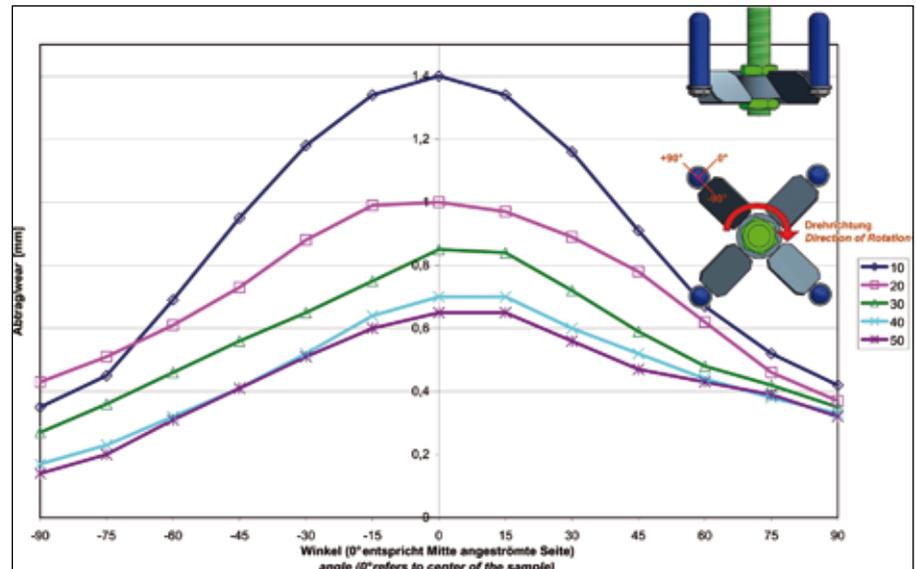


Abbildung 6: Emailabtrag in Abhängigkeit von der Messstelle am Probekörper für einen ausgewählten Emailtyp unter gegebenen Versuchsbedingungen

fung technischer Emailierungen bezüglich der Verschleißbeständigkeit über Jahre. Auf der Grundlage dieses Prüfverfahrens konnten Technische Emails hinsichtlich deren Eignung für abrasive chemische Verfahren einfach und verlässlich ausgewählt und empfohlen werden.

Die von THALETEC durchgeführten Arbeiten hinsichtlich

- Versuchskonzeption
- Reproduzierbarkeit der Messergebnisse
- Versuchsablauf
- Versuchsauswertung

führten letztendlich dazu, dass sich der Arbeitsausschuss NA 062 01 63 AA „Prüfung von Emails und Emailierungen“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP) entschied, das von THALETEC vorgeschlagene Konzept zunächst mit anderen Verschleißmessverfahren für emailierte Oberflächen zu vergleichen.

Nach umfangreichen Untersuchungen im Hause der Fa. Bayer entschied der Ausschuss, dass Aussagen bezüglich der Verschleißfestigkeit emailierter Oberflächen in verfahrenstechnischen Prozessen mittels des von THALETEC vorgestellten Konzeptes am besten und mit höchster Aussagefähigkeit als Normvorschlag

umgesetzt werden sollte. Seitens des DIN erfolgte dann die Initiierung des formalen Normungsprozesses, welcher in die Erarbeitung der DIN 51165 mündete.

In Analogie zur Literatur in /6/ und /7/ ist die DIN 51165 in zwei Teile gegliedert:

- Teil 1 mit dem Titel „Emails und Emailierungen – Bestimmung des Widerstandes gegen Hydroabrasionsverschleiß – Teil 1: Hydroabrasionsprüfgerät“ beschreibt im Wesentlichen den Aufbau der Prüfapparatur und die Ausführung und die Anforderungen an die Prüfkörper
- Teil 2 trägt den Titel „Emails und Emailierungen – Bestimmung des Widerstandes gegen Hydroabrasionsverschleiß – Teil 2: Lokaler Schichtdickenverlust“. Hierin wird der Versuchsablauf und die Auswertung sowie die Dokumentation der Versuchsergebnisse detailliert beschrieben.

Gegenüber den in /1/ und /2/ getroffenen Festlegungen wurden nur wenige Randbedingungen geändert bzw. die Vorgehensweise vereinfacht und Ergänzungen hinzugefügt:

- Der Versuchsbehälter kann nun auch aus Baustahl bestehen
- Kleinere Änderungen an der Art der Probenbefestigung
- Die Versuchsdauer wurde auf 300 Minuten festgelegt
- Der Emailabtrag wird nunmehr einmalig nach Versuchsende ermittelt
- Der Emailabtrag wird nunmehr an nur einer repräsentativen Stelle an der angeströmten Seite des Probekörpers ermittelt (im Bereich der Kuppe)
- Statt den Emailabtrag einzelner Probekörper zu betrachten, wird nun der über vier Probekörper gemittelte Emailabtrag als Kennwert abgeleitet
- Eine Definition bezüglich der Ausführung der Dokumentation der Versuchsergebnisse wurde ergänzt
- Ergänzung von Querverweisungen zu anderen, relevanten bzw. mitgeltenden Normen und Richtlinien.

6. Schlussfolgerungen

Hydroabrasion ist neben der chemischen Korrosion eine wesentliche Ursache für das Versagen emaillierter Apparate in der Verfahrenstechnik. Mit dem in /1/ und /2/ vorgestellten Verfahren zur Quantifizierung der Verschleißbeständigkeit emaillierter Oberflächen unter hydroabrasiven Bedingungen wurde erstmals ein Schritt unternommen, die Spezifika dieses Ver-

schleißmechanismus in reproduzierbarer Form zu untersuchen und damit eine quantitative Vergleichbarkeit emaillierter Oberflächen zu ermöglichen.

Mit der Überführung des ursprünglich von THALETEC entwickelten und umgesetzten Verfahrens zur Bestimmung des Hydroabrasionswiderstandes emaillierter Oberflächen in eine DIN-Norm ist es gelungen, dass dieses Verfahren neben den verschiedenen aus der Dünnschleif-emaillierung bekannten Verschleißprüfverfahren, wie dem Taber-Verfahren nach ISO 6370 /6/, dem Reibradverfahren der Fa. Kaldewei/Polyvision und dem „Kreisschüttler“ der Fa. Silit /7/, zukünftig einen festen Platz als Verschleißprüf- und Bewertungskonzept für technische Emailierungen einnehmen wird.

Besonders positiv hervorzuheben ist, dass der Wille und das Interesse aller bedeutenden Hersteller emaillierter Apparate sowie der Anwender emaillierter Apparate vorhanden war und ist, dieses Konzept in eine Norm zu überführen.

Im nächsten Schritt muss nun ein „neutrales“ und herstellerunabhängiges Prüfinstitut gefunden werden, welches Hydroabrasionsprüfungen nach DIN 51165 -1 und -2 anbietet und durchführt. Schließlich ist die Norm in eine internationale Norm zu überführen.

7. Literatur

- /1/ Reinemuth, J.: Modellierung und Minimierung des Hydroabrasivverschleißes beim Rühren in emaillierten Rührbehältern, Teil 1, in: Mitteilungen des Deutschen Email Verbandes 60 (2012) 40-48
- /2/ Reinemuth, J.: Modellierung und Minimierung des Hydroabrasivverschleißes beim Rühren in emaillierten Rührbehältern, Teil 2, in: Mitteilungen des Deutschen Email Verbandes 60 (2012) 50-55
- /3/ Gesellschaft für Tribologie e.V.: Verschleißschutz und Nachhaltigkeit als Querschnittsherausforderungen; Eine Expertenstudie der Gesellschaft für Tribologie e.V. (2021). <https://www.gft-ev.de/wp-content/uploads/GfT-Studie-Verschlei%C3%9Fschutz-und-Nachhaltigkeit.pdf> (Stand 02/2023)
- /4/ Uetz, H.: Abrasion und Erosion, München Wien: Carl Hanser Verlag 1986
- /5/ Schäfer, G.: Abnutzung vorgebeugt, in CAV 10/2010, Konradin Verlag, 46-47
- /6/ ISO 6370:1991: Vitreous and porcelain enamels, Determination of the resistance to abrasion, Part 1: Abrasion testing apparatus
- /7/ Deutscher Email Verband, AK Stahlblechemaillierung: Protokoll der Sitzung vom 27.9.2011: Ringversuch Abriebbeständigkeit (Kaldewei, Polyvision, Silit, Pemco)

81. Email-Kursus (Kurs II)
in Herdecke 11. - 15.09.2023
(Anreise am 10.09.2023)
<https://www.emailverband.de>

Vollautomatische Pulver- Emaillierung ab Losgröße 1

Dietmar Binder
ASIS GmbH
(Die Bildrechte liegen bei der Asis GmbH.)

Der Haushaltsgerätehersteller V-ZUG betreibt die weltweit modernste Pulver-Emaillieranlage in der Schweiz

V-ZUG ist die führende Schweizer Marke für Haushaltsgeräte. Seit über 100 Jahren entwickelt und produziert die V-ZUG AG Haushaltsgeräte für Küche und Waschraum am Hauptproduktionsstandort in Zug, Schweiz, und seit 2013 im Bereich Kühlgeräte auch in Arbon bzw. neu in Sulgen, Schweiz. In Zug wird alles selbst produziert – vom Blech bis hin zum fertigen Produkt. Entsprechend dem Premium-Anspruch sind Backofen, Steamer Geschirrspüler, Waschmaschine und Wäschetrockner im gehobenen Preissegment angesiedelt. Qualität und Funktionalität genießen bei allen Produkten einen hohen Stellenwert. Um diesen Standard weiter zu entwickeln, wurde in eine neue Pulver-Emaillieranlage investiert. „Wir haben uns für ASIS entschieden, weil sie im Vorfeld des Projektes glaubhaft bewiesen haben, dass sie so eine Anlage bauen und projektieren können“, so Roland Häfliger, Projektleiter Teilefertigung & Oberflächentechnik V-ZUG. „ASIS war auch einer der wenigen Anbieter, der sich als Generalunternehmer für die Gesamtanlage angeboten hat.“

Wachstum

Das V im Firmennamen V-ZUG entstammt noch den Gründungszeiten als Verzinkerei, seitdem hat sich die Stadt am malerischen Zuger See um das Unternehmen herum entwickelt. Aufgrund des begrenzten Flächenangebots kann die Produktion nur noch in die Höhe wachsen. Geplant ist zukünftig auf nahezu halber Fläche doppelt so viel zu produzieren. Alle Anlagenteile des ca. 1.400 m² gro-

ßen Beschichtungszentrums wurden so konstruiert, dass sie in den zweiten Stock eines modernen Holzbaus eingebracht werden können. Der nachwachsende Rohstoff Holz ist nicht nur nachhaltig, er erzeugt auch eine angenehme Atmosphäre im sogenannten Zephyr Hangar, die im Vergleich zu anderen industriellen Produktionshallen ungewohnt positiv überrascht. 40-50 verschiedene Bauteile können ab Losgröße 1 automatisch beschichtet werden. Das Sortiment umfasst vier Grundtypen an Backkästen und verschiedene Flachwaren, wie Heißluft- oder Backbleche.

Automatische Aufgabe

Die Backkästen kommen alle 50 Sekunden aus der Schweißlinie und werden automatisch auf ein Flachförderband übernommen. Ihre erste Station ist die Bügel- und Klipse-Anlage. Dort werden automatisch Klipse angebracht. Diese decken bestimmte Stellen zum Schutz

vor dem Emaillierpulver ab, sodass sie für die Weiterverarbeitung beschichtungsfrei bleiben. Anschließend werden automatisch Haltebügel angehängt und mit einem Übergaberoboter an die Power & Free-Fördertechnik übergeben. Die Aufgabe der Flachwaren erfolgt an einer separaten manuellen Station.

Vorbehandlung

An der 5-Zonen-Spritzvorbehandlung werden alle Teile für eine optimale Beschichtungsqualität von Ziehöl und Schmutz befreit. Die Spritzpumpen der zweibahnigen Anlage werden nicht wie üblich über Drosselklappen, sondern über Frequenzumformer geregelt. Das ermöglicht die durchgängige Einbindung in die SPS-Anlagensteuerung und der jeweils günstigste Betriebszustand, wie beispielsweise Pausenschaltungen, können eingestellt werden. Über die elektronische Druckrohrüberwachung wird der Spritzdruck konstant gehalten.



Die Emaillieranlage wurde im zweiten Stock in einer Holzhalle errichtet.



Die 5-Zonen Spritzvorbehandlungsanlage entfernt alle Verunreinigungen der mechanischen Fertigung.

Auf den sparsamen Spülmittelverbrauch wurde mit der Kaskadenführung ein besonderes Augenmerk gelegt. Nach der Abblaszone werden die Werkstücke im darüberliegenden Haftwassertrockner getrocknet, sodass keine Wasserreste an der Oberfläche zurückbleiben.

Applikations-Kombination

Alle Pulveraufträge finden in einem klimatisierten Gehäuse statt. Die Backkästen und

die Flachware werden in insgesamt drei Pulverkabinen beschichtet. Die Erfahrung der ASIS in der Haushaltsgerätebranche hat gezeigt, dass die Kombination aus Robotern und Linearachsen ein ideales Setup darstellt. Die wirtschaftlichen Linearachsen beschichten hier die vertikalen, planen Flächen, während die Roboter Kanten und Innenbereiche pulvern. Zwei Kabinen übernehmen den Grundpulverauftrag, die dritte Pulverkabine ist für die spezielle Beschichtung von Dampfgeräten vorgesehen. Sensoren erkennen, welches



Die Pulverapplikation findet an drei Pulverlinien im klimatisierten Gehäuse statt.

Teil gerade einfährt und die Parameter und Programme werden entsprechend optimal eingestellt.

Challenge accepted

„Die Anforderungen der Firma V-ZUG waren von Anfang an sehr hoch, es wurde viel Wert auf Automatisierung und Digitalisierung gelegt“, erinnert sich Dietmar Binder, Projektleitung und Vertrieb ASIS. „Eine Herausforderung war, dass wir mit nur einem Förderertechniksystem, dem Power & Free-Förderer, und nur einem einheitlichen Wagenzug sowie Gehängen durch die Anlage fahren wollten.“ Dies macht natürlich Sinn, da der Gesamtprozess vereinfacht wird und keine zusätzlichen Sortierfunktionen in der Anlage benötigt werden. Umgesetzt wurde das mit einem Umhängeroboter und einer von ASIS konstruierten Gehängereinigung. Der Umhängeroboter nimmt alle Werkstücke von den bei der Applikation ebenso mit Pulver benetzten Gehängen ab. Diese werden zwischenzeitlich in der Gehängereinigung gesäubert und der Roboter kann so die Werkstücke auf dieselben, gereinigten Gehänge übergeben, die dann zum Email-Einbrennofen fahren.

Das Emailpulver wird bei einer Temperatur von 850 °C eingebrannt. Der speziell gebaute Schuppenblechförderer schleppt die Wagenzüge des Power & Free-Förderers mit den daran hängenden Wagenzügen unbeschadet durch den Ofen und gibt sie danach wieder zurück. Die flexiblen Schuppen schließen zu jeder Zeit den Ofen nach oben hin ab, sodass keine Energie verloren geht und schützen gleichzeitig die darüberliegenden Wagenzüge sowie die Förderkette, die nicht auf diese Temperaturen ausgelegt sind. Die ausfahrenden noch heißen Backkästen strahlen ihre Energie auf die einfahrenden Werkstücke ab. Im Ofen gibt es neun Brennzonen mit verschiedenen Temperaturen, die von 16 Brennern beheizt werden. Aktuell wird der Einbrennofen noch mit Erdgas betrieben,

eine Umstellung auf Wasserstoff ist in der Ausarbeitung. Schwarz glänzend, wie Schweizer Bitterschokolade, verlassen die Werkstücke den Ofen und reihen sich im Leerziehpuffer aneinander, um weiter abzukühlen.

Fast könnte man denken, dass sie nun fertig zur Montage sind. Manche Teile werden je nach Kundenwunsch noch weiter veredelt. In einer weiteren Kabine wird mittels Roboter noch eine dauerhafte Antihafbeschichtung aufgebracht, die anschließend in einem Konvektionstrockner bei 250 °C getrocknet wird.

Digitalisierung und Nachhaltigkeit

„Wir haben ASIS ausgewählt, weil wir großen Wert auf Funktionalität und Qualität legen, dazu gehört die lückenlose Nachverfolgbarkeit der Qualitätsdaten während der Prozesse“, so Roland Häfliger. Dies wird möglich durch die Software Surface-Analytics 4.0. Sämtliche Prozessdaten der Anlage werden in einer zentralen Datenspeicherung erfasst. Der Nutzer greift per Smartphone, Tablet oder Laptop darauf zu. Neben wichtigen Kennzahlen und Reports zur Optimierung der Anlagenleistung, kann



Durch die automatische Reinigung der Gehänge entfallen Sortierfunktionen und es kann mit einem einheitlichen Gehänge gearbeitet werden.

darüber hinaus jedes Einzelteil lückenlos zurückverfolgt werden.

Einige wenige Bauteile, welche den hohen Qualitätsanforderungen im ersten Schritt nicht standhalten, werden in der Nacharbeitskabine anschliessend auf top Niveau gebracht. Selbstverständlich wird über Touch-Panel alles transparent und rückverfolgbar festgehalten. Nacharbeiten, statt wegwerfen – auch das ist Nachhaltigkeit im Produktionsprozess.

Präzise Vorplanung

Die gesamte Anlage wurde im Vorfeld digital aufgebaut. Neben klassischen Studien zur Erreichbarkeit wurden natürlich auch die Roboter simuliert und ihre Programme offline erstellt. Die Robotersimulation aller Einzelstationen und der gesamte Materialfluss in der Anlage wurde in einer Gesamtsimulation verknüpft. Die unterschiedlichen Prozesszeiten der Stationen wurden berücksichtigt. So konnten präzise Vorhersagen über die Auslegung der Fördertechnik mit Pufferstrecken, Fehlerquellen der Einzelbereiche, parallel arbeitende Zonen und dem zu erwartenden Durchsatz getroffen werden.

„Das Highlight der Anlage ist schwer zu bestimmen, es ist nämlich die Anlage im Gesamten“, resümiert Roland Häfliger. „Die ganze Anlage in ihrer Funktionalität ist einzigartig.“ Jeder Einzelprozess wurde wie ein Schweizer Uhrwerk genau aufeinander abgestimmt, automatisiert und mit einheitlicher Steuerungstechnik verknüpft. German Engineering trifft Schweizer Präzision – durch kundenorientierte Vorplanung, Robotik Kompetenz und dem Einsatz digitaler Lösungen entstand die weltweit modernste Emailieranlage in der Schweiz. (PR)



Im Einbrennofen werden die Werkstücke auf einen Schuppenblechförderer übergeben.

Bericht zur Normungsarbeit

Dr. Jörg Wendel stellt mit der auszugsweise hier wiedergegebenen PowerPoint-Präsentation auf der DEV-Mitgliederversammlung am 23.04.2023 den aktuellen Stand der Normung auf dem Emailgebiet dar.

Bericht zur Normungsarbeit

DIN NA 062-01-63-01 UA 18.05.22 Berlin und 09.11.22 Berlin und 09.03.23 Berlin
 DIN NA 062-01-63 AA 19.05.22 Berlin und 10.11.22 Berlin und 10.03.23 Berlin
 CEN / TC 262/ WG 5 21.06.22 Virtual
 ISO TC 107 und WG2: 15.09.22 Virtual

Periodische Überprüfung von Normen 2021 2

DIN EN ISO 4532
 Emails und Emailierungen - Bestimmung des Widerstandes emailierter Gegenstände gegen Schlag - Schlagholzen-Schlagversuch

Ausgabe Norm 01/2022



Überführung in internationale Normen 1:

EN ISO 6749:2022 Vitreous and porcelain enamels - Determination of surface scratch hardness according to the Mohs scale

Ersetzt EN 15771 „Emails und Emailierungen - Bestimmung der Ritzhärte nach Mohs“

Ausgabe Norm Englisch 10/2022
 Ausgabe Norm Deutsch 02/2023



Überarbeitung internationale Normen 1:

EN ISO 4531 Vitreous and porcelain enamels - Release from enameled articles in contact with food - Methods of test and limits.

Aluminium Grenzwert auf 1000 ppb gesenkt.
 Bearbeitung auf einen Tag festgelegt.

Ausgabe Norm 8/2022



Periodische Überprüfung von Normen 2021 4

EN ISO 13807
 Vitreous and porcelain enamels - Determination of crack formation temperature in the thermal shock testing of enamels for the chemical industry

Ausgabe Norm Englisch 10/2022
 Ausgabe Norm Deutsch 01/2023

Ersetzt DIN EN ISO 13807:2009



Mitarbeiter

NA 062-01-63-01 UA 2022:

Mitarbeiter:
 Denis Blattner THALETEC GmbH

ausgeschieden:
 Dr. Claudia Jensen THALETEC GmbH



Periodische Überprüfung von Normen 2021 3

DIN EN ISO 8291
 Emailierungen; Prüfung des Selbstreinigungsvermögens

Ausgabe Norm 11/2022



Überarbeitung internationale Normen 4:

DIN EN ISO 4530 „Emailierte Gegenstände; Prüfung der Wärmebeständigkeit“
 EN ISO 4530 Determination of resistance to heat

Ausgabe Norm Englisch 10/2022
 Ausgabe Norm Deutsch 07/2023

Ersetzt die Ausgabe 10/1983



Mitarbeiter

NA 062-01-63 HA 2022:

Mitarbeiter:
 Denis Blattner THALETEC GmbH
 Pierre Hartl Silit-Werke GmbH & Co. KG
 Dr. Dirk Wurzel Evonik

ausgeschieden:
 Dr. Claudia Jensen THALETEC GmbH
 Helma Hatfke CVUA-DWL
 Josef Paukner Silit-Werke



Überarbeitung internationale Normen 2

EN ISO 28768
 Vitreous and porcelain enamels - Design of bolted steel tanks for the storage or treatment of water or municipal or industrial effluents and sludges

Ausgabe Norm 3/2023



Erstellung nationaler Normen 1:

E DIN 51168-1 Emails und Emailierungen - Bestimmung des Widerstandes gegen Hydroabrasionsverschleiß - Teil 1: Hydroabrasionsprüfgerät

Ausgabe E-Norm 5/2023



Periodische Überprüfung von Normen 2021 1

DIN EN ISO 2747 „Emails - Emailierte Kochgeschürre - Bestimmung der Temperaturwechselbeständigkeit“

Ausgabe Norm 01/2022



Überarbeitung internationale Normen 3:

DIN EN ISO 4528
 Emails und Emailierungen - Leitlinie zur Auswahl von Prüfverfahren für emailierte Flächen von Erzeugnissen (ISO/DIS 4528:2022); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 4528:2021

Ausgabe Norm Englisch 06/2022
 Ersetzt die Ausgabe 05/2015
 Ausgabe Norm Deutsch 09/2022



Erstellung nationaler Normen 2:

E DIN 51168-2 Emails und Emailierungen - Bestimmung des Widerstandes gegen Hydroabrasionsverschleiß - Teil 2: Lokaler Schichtdickenverlust

Ausgabe E-Norm 5/2023



Überarbeitung internationale Normen 5:

ISO 28731-2
 Vitreous and porcelain enamels - Glass-lined apparatus for process plants - Part 2: Designation and specification of resistance to chemical attack and thermal shock

NWIP bei ISO eingereicht. Committee Abstimmung ist erfolgt. 2/3 approval by P-Members



Periodische Überprüfung von Normen 2022:1

ISO 20274:2017
 Vitreous and porcelain enamels - Preparation of samples and determination of thermal expansion coefficient



Periodische Überprüfung von Normen 2022:4

ISO 28723:2008
 Vitreous and porcelain enamels - Determination of the edge covering on enamelled steel plate to be used in heat exchangers



Überarbeitung internationale Normen 6:

EN ISO 28706-4
 Vitreous and porcelain enamels - Determination of resistance to chemical corrosion - Part 4: Determination of resistance to chemical corrosion by alkaline liquids using a cylindrical vessel

WD ist fertig - warten auf die technischen Zeichnungen von DIN



Periodische Überprüfung von Normen 2022:2

ISO 28706-1:2008
 Vitreous and porcelain enamels - Determination of resistance to chemical corrosion - Part 1: Determination of resistance to chemical corrosion by acids at room temperature



Nächste Sitzungen:

- DIN NA 062-01-63-01 UA 07.11.23 Berlin
- DIN NA 062-01-63 AA 08.11.23 Berlin
- CEN / TC 262/ WG 5 19.09.23 Brüssel
- ISO TC 107 und WG2 12.+13.10.23 Berlin

Periodische Überprüfung von Normen:

EN 10209:2013 Cold rolled low carbon steel flat products for vitreous enameling - Technical delivery conditions

Status of the development of draft hot rolled steel standard for 1-sided enamelling and 2-sided enamelling
 Status of proposal for hot rolled steel standards and adherence testing of steel with thicknesses > 3mm



Periodische Überprüfung von Normen 2022:3

ISO 28721-3:2008
 Vitreous and porcelain enamels - Glass-lined apparatus for process plants - Part 3: Thermal shock resistance



Fertig!



Herstellerinformation

V-ZUG hat es sich vor über 100 Jahren zur Aufgabe gemacht, den Alltag mit qualitativ hochstehenden, innovativen Haushaltsgeräten zu erleichtern. Die Wurzeln des Unternehmens liegen in der Wirtschaftsregion Zug im Herzen der Schweiz. Bis 2033 entsteht hier auf kleiner Grundfläche ein Technologie-Cluster in der Vertikalen, der es dem Unternehmen leicht machen soll,



Der Zephyr Hangar ist ein Holzbau in dem auf mehreren Ebenen produziert wird.

Innovationen schnell und unkompliziert umzusetzen. Die V-ZUG AG vermarktet ihre Produkte in ausgewählten Märkten an einen anspruchsvollen Kundenkreis weltweit. Die Vermarktung der Premiumprodukte unter dem „Swissness“ Label verbindet V-ZUG mit ihrer individuellen Unternehmenskultur und einer starken Serviceorientierung auf den Kunden.

Die ASIS GmbH löst besondere Aufgaben in der automatisierten Oberflächentechnik. Der international aufgestellte Systemanbieter exportiert von vier Standorten in Deutschland und einem Tochterunternehmen bei Shanghai in über 30 Länder weltweit. Das Leistungsspektrum umfasst schlüsselfertige Lösungen im Bereich Beschichtung, Applikationstechnik, Qualitätssicherung, Oberflä-

chenbearbeitung, Elektronenbehandlung, Prozess-Automatisierungstechnik und digitaler Simulation. Das Unternehmen differenziert sich zu seinen Marktbegleitern durch hohes Know-how in der Steuerungstechnik und der Nutzung digitaler Intelligenz. (PR)

Persönliches

Jubilarehrung

Im Rahmen der Mitgliederversammlung am 23. April 2023 wurde **Dieter Jacobs für 25 Jahre Verbandszugehörigkeit geehrt.**

Im Namen der Mitglieder gratulieren wir sehr herzlich.



a company of
Groupe SEB



Schreiben Sie mit uns (Ihre) Geschichte

Mit Innovationskraft, Know-how und Macher-Mentalität seit fast 170 Jahren haben wir uns vor allem in der DACH-Region mit unserer Premiummarke WMF einen Namen gemacht. Aber auch die Produkte unserer Marken Silit, Kaiser, Schaeerer, Curtis und Hepp stehen weltweit für Qualität, Funktionalität und Design. Darauf ruhen wir uns nicht aus, sondern bauen unsere starken Marken zu weltweiter Bekanntheit aus. Mit der Stärke und dem Vertrauen unseres französischen Mutterkonzerns Groupe SEB sind wir dafür bestens gerüstet. Die Transformation unseres Unternehmens bietet spannende Chancen und vielfältige internationale Karrieremöglichkeiten. Für unsere Ziele brauchen wir Gestalter*innen, die gerne Herausforderungen annehmen und ihren Fußabdruck beim Aufbruch unseres Unternehmens in ein neues globales Zeitalter hinterlassen möchten.

Informieren Sie sich über WMF als Arbeitgeber: www.aboutwmf.com/karriere

Zur Verstärkung unseres Teams in **Riedlingen** suchen wir einen

Produktentwickler Glaskeramik (m/w/d)

Unsere Anforderungen

- Eigenverantwortliche Entwicklung von Emailversätzen
- Eigenständiges Erschmelzen von säurebeständigen Emailfritten
- Unterstützung bei der operativen Einführung eigenentwickelter Emailversätze in die Produktionslinien
- Kontinuierliche Verbesserung bestehender Emailrezepturen in der Produktion hinsichtlich Produktqualität, -stabilität und Ressourceneffizienz
- Projektarbeit und Mitarbeit in Prozessverbesserungs-Teams

Ihr Profil:

- Abgeschlossene Techniker Ausbildung der Fachrichtung Keramiktechnik, Glashüttentechnik, Verfahrenstechnik oder Studium entsprechender Fachrichtung (m/w/d)
- Berufserfahrung im Produktionsbereich von Vorteil
- Ausgeprägtes Qualitätsbewusstsein und Verantwortungsbewusstsein
- Sehr gute Methodenkenntnisse
- Lösungsorientierte, ausdauernde Arbeitsweise, gepaart mit praktischem und beharrlichem Vorgehen
- Kommunikations- und Teamfähigkeit
- Englischkenntnisse in Wort und Schrift

Silit-Werke GmbH & Co. KG
Neufraer Straße 6
88499 Riedlingen
beate.hirsch@silit.de

www.wmf.com



Silit



schaerer



Curtis

„Für die Zukunft
seh´ ich schwarz.“



Bilder: Jotul, le Creuset, Reuter, shutterstock

Mattschwarz. von Wendel.



Qualität
Versorgungssicherheit
Partnerschaft

 **Wendel** Email