

01.23

dgfs

echo 2023

INFORMATIONEN ÜBER DIE AKTIVITÄTEN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FEUERFEST- UND SCHORNSTEINBAU E.V.

Industrie braucht den Feuerfest- und Schornsteinbau

Im Fokus:
Forschungsprojekt FF-SIM

Berichte aus dem
Mitgliederkreis

Tätigkeitsberichte
aktueller Arbeitsgruppen

Rechtliche
Informationen



▀ Liebe Leserinnen und Leser,

unser jährlich erscheinendes dgfs-echo geht in diesem Jahr in die 16. Auflage! Die Seitenanzahl hat sich seit der Erstauflage mehrfach verdoppelt und hat sich zu einer anerkannten Branchenlektüre mit deutlich gestiegener Anzahl an Fachbeiträgen entwickelt. Das freut uns sehr und macht uns auch stolz. Zeigt es doch, wie vielseitig die Aktivitäten unserer Mitglieder in den beiden Gewerken „Feuerfestbau“ und „Schornsteinbau“ sind und mit welchem großem Einsatz sich die Mitglieder innerhalb der dgfs in den Bereichen Forschung und Entwicklung, Technik sowie Recht engagieren.

Wir freuen uns sehr, dass wir unsere Informationszeitung auch zu unserer 7. Fachtagung „Innovationen und Neuerungen im Feuerfest- und Schornsteinbau“ am 12. Juni 2023 in der Stadthalle im CCD Süd am ersten Tag der internationalen Messen GIFA, METEC, THERMPROCESS und NEW CAST in Düsseldorf einem breiten Publikum zur Verfügung stellen können, um die vielfältigen Leistungen unserer Branche zu präsentieren.

Das dgfs-echo gibt in gebündelter Form einen Überblick über die unterschiedlichen Aktivitäten unserer Gesellschaft durch Berichte aus verschiedenen Arbeitsgruppen, zahlreichen Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen zur Personalentwicklung und Personalqualifikation, der Arbeit des Vorstandes sowie Online-Veranstaltungen und Mitgliederversammlungen.

Neben der Darstellung der unterschiedlichen Aktivitäten innerhalb der dgfs gibt es in dieser Ausgabe insgesamt fünf Fachberichte aus dem Mitgliederkreis zu beiden Spezialgewerken, ein Update zu dem von der dgfs initiierten Forschungsprojekt „FF-SIM“ sowie einen Exkurs in rechtliche Informationen.

Wir wünschen Ihnen viel Freude mit dieser Ausgabe!

Ihre Annette Zülch

Geschäftsführerin

Deutsche Gesellschaft Feuerfest- und Schornsteinbau e.V.



Als „ein besonders schweres Jahr“ bezeichnete Bundeskanzler Olaf Scholz in seiner letzten Regierungserklärung das Jahr 2022. Er bezog dies insbesondere auf den russischen Angriffskrieg, das Leid der Ukrainerinnen und Ukrainer und die Zäsur, die dieser Krieg auch für Deutschland und die ganze Welt bedeutet hat. Putin habe sich „grundlegend geirrt“, als er glaubte, er könne die Ukraine überfallen, Europa spalten und die europäische Solidarität durch das Abdrehen des Gashahns austrocknen. Auch wenn sich Putin offensichtlich verrechnet hat, bleibt dieser von ihm initiierte Krieg in seiner Logik und den vorgeschobenen Gründen eine Bedrohung Russlands durch die westliche Welt völlig sinnlos und überflüssig.

Niemand auf der Welt hat nach über zwei Jahren Corona eine so nachhaltige weltpolitische Verwerfung mit all ihren negativen wirtschaftlichen Folgen, insbesondere für die Ärmsten dieser Welt, gebraucht. Besonders erschreckend bleibt aber auch zu sehen, dass in unserer angeblich so aufgeklärten und modernen Welt solch imperialistisches Gedankengut mit entsprechender Propaganda den Großteil eines Volkes fangen kann.

Es ist davon auszugehen, dass auch mit noch mehr militärischer Unterstützung dieser Konflikt noch lange nicht gelöst sein wird und wenn, dann wird das vermeintlich „neue“ Russland ein anderes sein und damit auch die politische und wirtschaftliche Landkarte, ganz besonders in Europa.

Natürlich war und ist unsere Branche auch im Jahr 2022 von diesen äußeren Einflüssen massiv betroffen. Seien es die Auswirkungen von Corona in den Lieferketten oder eben der russische Angriffskrieg in der Ukraine mit seinen enormen Auswirkungen auf die weltweiten Energiemärkte. Sowohl im privaten als auch im geschäftlichen Bereich hat sich eine Inflation entwickelt, die die meisten von uns nur noch aus den Erzählungen der Großeltern und Eltern kennen.

Somit war das Jahr 2022 wiederholt ein schwer planbares und sicherlich zu Recht „ein besonders schweres Jahr“, nicht nur in der Politik.

Die dgfs kann jedoch aufgrund des Abklingens der Pandemie und der Reduzierung der Corona-Schutzmaßnahmen auf ein normales und sehr aktives Jahr zurückblicken.

So war es möglich, im Frühjahr nach zwei coronabedingt gescheiterten Anläufen eine mehr als gelungene Frühjahrstagung bei bestem Wetter in Regensburg abzuhalten, bei der turnusgemäß der neue Vorstand live und in Farbe gewählt wurde. Es gab einen Rückblick auf unsere großartige Nachhaltigkeitsaktion im Herbst 2021, bei der die dgfs im Siebengebirge in einer Wochenendaktion der Mitglieder und des heimischen Forstes über 10.000 Bäume erfolgreich selbst gepflanzt hat.

Aufgrund der guten Resonanz im Mitgliederkreis und auch in den sozialen Medien hat sich die dgfs entschlossen, diese Aktion fortzuführen. Unter dem Motto „Junge Bäume für junge Talente“ wurde auf der Herbsttagung 2022 in Heidelberg beschlossen, dass für jeden Teilnehmer, der eine Fortbildung bei der dgfs absolviert, 10 Bäume als Spende an den Forst im Siebengebirge gehen. Die Spende wird aus den Mitgliedsbeiträgen finanziert und dient damit dem nachhaltigen Umbau zu einem klimastabilen Wald in der Region des Sitzes der dgfs. Wir glauben, dass wir damit als Verband einen weiteren wichtigen Beitrag für die Allgemeinheit leisten, auch wenn

dieser Aspekt nicht explizit in unserer Satzung erwähnt ist.

Die Mitgliederzahl der dgfs ist nach wie vor sehr stabil, die Nachfrage nach einer Mitgliedschaft ist ungebrochen.

Im Zuge der geplanten Einführung eines Masterstudienganges „Feuerfestbau“ am WesterWaldCampus der Hochschule Koblenz wurde die dgfs angefragt, ob wir uns an diesem Studiengang aktiv beteiligen können. Auch hier möchten wir als dgfs unseren Beitrag leisten und uns im Rahmen unserer Lehrgänge und Fortbildungen, den Lehrgangsunterlagen und unseres einzigartigen Mitglieder-Know-hows an diesem neuen Studiengang beteiligen.

Ansonsten ist es uns durch das hohe

Engagement von Annette Zülch gelungen, den „Corona-Stau“ der nur in Präsenzform möglichen Fortbildungsmaßnahmen kontinuierlich abzubauen, so dass das Jahr 2022 ganz im Zeichen dieser Maßnahmen stand und die dgfs ihren Zweck für ihre Mitglieder gut erfüllen konnte.

Für 2023 steht natürlich als großes Highlight die „7. dgfs-Fachtagung“ am 12. Juni 2023 in Düsseldorf auf dem Programm. Im Rahmen der weltgrößten Messe für Feuerfest und Hochtemperaturanwendungen, der GIFA/METEC/THERMPROCESS/NEW CAST, wird sich die dgfs mit interessanten und fachlich spannenden Vorträgen den brennenden Themen des Feuerfest- und Schornsteinbaus wie Nachhaltigkeit, Wasserstoff und anderen widmen. Ganz besonders freu-

en wir uns, dass es uns gelungen ist, Ranga Yogeswar als Keynote Speaker zu gewinnen, der uns auf eine Zukunftsreise in „Emils Welt“ mitnehmen wird.

So wird auch 2023 mit den anstehenden Sitzungen und den vielen Arbeitsgruppen sicherlich wieder ein spannendes Jahr in hoffentlich politisch und wirtschaftlich weniger turbulenten Zeiten.

Bleiben Sie der dgfs auch 2023 gewogen.

Ihr Markus Horn

Terminvorschau

12. Juni 2023

Düsseldorf

7. dgfs-Fachtagung
Innovationen und Neuerungen im
Feuerfest- und Schornsteinbau

12. bis 16. Juni 2023

Düsseldorf

GIFA, METEC, THERMPROCESS
und NEW CAST

26. bis 29. September 2023

Frankfurt a.M.

UNITECR 2023

19. bis 20. Oktober 2023

Naumburg an der Saale

Die gemeinsame Herbsttagung
der Betriebe des Feuerfest- und
Schornsteinbaues findet in Naum-
burg an der Saale statt.

20. Oktober 2023

Naumburg an der Saale

75. dgfs-Mitgliederversammlung

06. bis 17. November 2023

Königswinter

dgfs-Weiterbildung und Prüfung
zum Vorarbeiter im Feuerfest- und
Schornsteinbau

06. November bis 15. Dezember 2023

Königswinter

dgfs-Weiterbildung und Prüfung
zum Werkpolier im Feuerfest- und
Schornsteinbau

09.04.2024 - 12.04.2024

Messe München

ceramitec 2024

Mai 2024

Innsbruck

Die gemeinsame Frühjahrstagung
der Betriebe des Feuerfest- und
Schornsteinbaues findet in Inns-
bruck statt. Die genaue Terminie-
rung wird noch bekannt gegeben.

22.10.2024 - 25.10.2024

Messe Düsseldorf

glasstec 2024



Frühjahrstagung in Regensburg

Wie sehr hatten wir das alle vermisst: Eine Tagung in PRÄSENZ!

Im Mai 2022 war es dann endlich so weit: Am 20. Mai fand unsere 72. Mitgliederversammlung in Regensburg statt.

Viele Mitglieder folgten unserer Einladung und wir legten uns mächtig ins Zeug, um unseren Mitgliedern eine abwechslungsreiche und interessante Frühjahrstagung zu bieten.

Auf dem Programm standen aktuelle Berichte aus den insgesamt 10 aktiven Arbeitsgruppen:

- Thermomechanische Spannungsberechnungen
- Neue Entwicklungen im Industrieschornsteinbau
- Personalqualifikation Zustandsüberwachung Schornsteine
- Zusatzqualifikation „Spritzen von Feuerbetonen“
- Zusatzqualifikation „Schalungsbau im Feuerfestbau“
- Überarbeitung Fachkundebuch Teil 1 Feuerfestbau
- Weiterbildung im Feuerfest- und Schornsteinbau
- dgfs-Lexikon
- Technische Unterlagen
- GU-Haftung und Nachunternehmermanagement

Dabei konnten als „fertige Produkte“ den Mitgliedern die nunmehr 7. Auflage der „Technischen Unterlagen“ überreicht sowie die „Freischaltung“ des digitalen dgfs-Lexikons angekündigt werden.

In Vorbereitung eines besonderen Events im Jahr 2023 -der 7. dgfs-

Fachtagung- im Rahmen der internationalen Messen GIFA, METEC, THERMPROCESS und NEW CAST wurde das „Call for Papers“ verteilt und die Mitglieder aufgefordert ihre Beiträge bis zum 30.08.2022 einzureichen.



Zwei Fachvorträge aus dem Bereich Forschung und Entwicklung sowie Recht rundeten die Mitgliederversammlung ab. Wir hörten hierzu von Herrn Dr. Thorsten Tonnesen einen zweigeteilten Vortrag über die Bestimmung des Verschleißverhalten feuerfester Werkstoffe und über den aktuellen Stand der Forschungsarbeiten an dem von der dgfs initiierten Forschungsprojekt zur Untersuchung von Feuerfestproben zur FE-Modellierung thermomechanischer Spannungen.

Herr RA Wolf-Simon Greling stellte uns die im Aufbau befindliche webbasierte Informationsseite zur Darstellung der rechtlichen Rahmenbedingungen der Zielländer bei Entsendung in Europa vor.



Annette Zülch



WIR KÖNNEN HEISS!



Seit rund dreißig Jahren sprühen wir als Feuerfest-Systemanbieter vor innovativen Ideen in der Entwicklung, Konzeption und Produktion von feuerfesten Funktionskeramiken und Fertigbauteilen, behalten bei allen technischen Herausforderungen einen kühlen Kopf und sind stets Feuer und Flamme für die Wünsche unserer Kunden in der europäischen Stahl-, Gießerei und Aluminiumindustrie.

Wir sehen uns auf der METEC in Düsseldorf.
Sprechen Sie uns an, damit der Funke überspringt!



KNÖLLINGER

Keramische Verschleißteile GmbH

Knöllinger Keramische Verschleißteile GmbH
Auf den Dorfswiesen 20 | D-56204 Hillscheid
Tel.: 0 26 24 - 95 52 6-0 | Fax: 0 26 24 - 95 52 6-12
Mail: info@knoellinger.de | www.knoellinger.de

Vorstandswahlen

▼ **Vorstandswahlen.**
Anlässlich der 72. Mitglieder-
versammlung wurde ein neuer
Vorstand gewählt.
Ein guter Mix aus bewährten
und neuen Köpfen!

Wir sagen **HERZLICHEN GLÜCKWUNSCH**
mit ausschließlich einstimmigen Er-
gebnissen an alle sieben Vorstands-
mitglieder.

Dipl.-Ing. Markus **Horn (Vorsitzender)**
c/o Jünger+Gräter GmbH, Schwetzingen

Dipl.-Ing. Jürgen **Mathwig**
(1. Stellvertretender Vorsitzender)
c/o SCHLÜSSLER Feuerungsbau GmbH,
Bispingen

Dipl.-Ing. Rudolf **Mallweger**
(2. Stellvertretender Vorsitzender)
c/o Züblin Chimney and Refractory GmbH,
Köln



Weitere Vorstandsmitglieder aus dem
Kreis der ordentlichen Mitglieder:

Dipl.-Ing. Jörg **Müller**
c/o Dresdner S+F-Bau GmbH,
Dresden

Dipl.-Ing. Stefan **Sasse**
Möller Feuerfesttechnik GmbH & Co.KG,
Lemgo

Weitere Vorstandsmitglieder aus dem
Kreis der außerordentlichen Mitglieder:

Thomas **Klaas**
c/o ikb Ingenieur- und Konstruktionsbüro für
Feuerungsbau GmbH, Andernach

Dipl.-Ing. Herbert **Hönl**
c/o REFKO Feuerfest GmbH,
Ransbach-Baumbach



vhi GmbH

vhi - Vertriebsgesellschaft für Hochtemperaturwerkstoffe und Industribedarf mbH
Klingelswiese 2 · D-56626 Andernach
Tel.: +49 2632 252423 · Fax +49 2632 252425
www.vhi-gmbh.com · office@vhi-gmbh.com



Herbsttagung in Heidelberg

Die 73. Mitgliederversammlung fand in Heidelberg statt und begann unter der Leitung von Markus Horn mit der Vorstellung eines neuen Mitglieds der OXYD-KERAMIK GmbH & Co. KG.



Es schloss sich ein Impulsvortrag von Herrn RA Wolf-Simon Greling zum Lieferkettensorgfaltspflichten-gesetz und zum BAG-Urteil zur Arbeitszeiterfassung an.



Über die Aktivitäten der Arbeitsgruppen berichteten in gewohnter Weise die Vorsitzenden bzw. die Geschäftsführung, und stellten die aktuellen Projektstände, dar.

Auf dem Programm der 73. Mitgliederversammlung standen u.a. auch turnusmäßige Wahlen der Rechnungsprüfer. Wir freuen uns, dass sich die bisherigen Rechnungsprüfer für eine Wiederwahl zur Verfügung stellten und sie von den Mitgliedern einstimmig wiedergewählt wurden. Wir gratulieren an dieser Stelle Frau Gabriele Nebgen und Herrn Johannes Meilenbrock zu ihrer Wahl.

Anlässlich der Mitgliederversammlung beschlossen die Mitglieder einstimmig, die im Jahr 2021 begonnene Aufforstungsaktion nicht bei einer einmaligen Aktion zu belassen, sondern ein dauerhaftes Nachhaltigkeitsprogramm aufzulegen. Dieses Programm sieht vor, dass pro Jahr 1.000 Jungbäume im heimischen Wald, konkret im Siebengebirge, angepflanzt werden. Lesen Sie dazu mehr im Artikel Nachhaltigkeitsaktionen der dgfs ab Seite 32 dieser Ausgabe.

Annette Zülch

Trauer um unsere Mitglieder

Wir trauern um

Herbert Wuschek

der am 26. Dezember 2022 im Alter von nur 76 Jahren verstorben ist.

Er war Geschäftsführer der Wuschek Feuerungsbau GmbH & Co. KG in Langenneufnach. Herr Wuschek hat sich viele Jahre in verschiedenen dgfs-Arbeitsgruppen aktiv eingebracht und war bei unseren Veranstaltungen stets präsent.

Wir werden Herrn Wuschek wegen seines menschlichen und offenen Wesens vermissen und ihm ein ehrendes Andenken erhalten.

Deutsche Gesellschaft
Feuerfest- und Schornsteinbau e.V.
Vorstand und Geschäftsführung

► Mündungsreparatur unter schwierigen Randbedingungen

Auf dem Gelände der PCK Raffinerie in Schwedt steht der Kraftwerkschornstein „IKS“ mit einer Mündungshöhe von 100 Metern. Im Stahlbetonschaft sind 2 voneinander getrennte Rauchgasröhren vorhanden, die der Ableitung der Rauchgase aus den Kesseln 1 und 2 in die Atmosphäre dienen. Beide Innenrohre bestehen aus keramischem Mauerwerk, konstruiert als Etagenfutter, mit einer außenseitigen Isolierung aus Foamglas.

Im Rahmen der regelmäßig durchgeführten Zustandsüberwachungen der Schornsteinanlage wurden Schäden am Futtermauerwerk des Innenrohres Linie 1 festgestellt: Im direkten Mündungsbereich Richtung Ost hatten sich Foamglaselemente und sogar einzelne Radialformsteine gelöst und sind im begehbaren Zwischenraum auf die darunter liegenden Innenböden abgestürzt. In der Folge wurden Begehungen des Zwischenraums aus Sicherheitsgründen nicht mehr zugelassen; sensible Einrichtungen im Innenraum wurden mit Schutzdächern versehen. Der

Zustand der Mündungen der beiden Rauchgaslinien wurde dann mittels Drohnenbefliegungen in größeren regelmäßigen Zeitabständen erkundet: Die Schäden an der Mündung Linie 1 hatten signifikant zugenommen; das

Futtermauerwerk an Mündung Linie 2 ist noch vollständig vorhanden, wobei über die Befliegungen nicht zu erkennen war, ob das Mauerwerksgefüge nicht doch geschädigt ist.



Bild 2: Schaden im Futter Linie 1 – März 2022 – kurz vor der Reparatur



Bild 1: Schaden im Futter Linie 1 – verschiedene Zeitpunkte – Himmelsrichtung Ost oben – West unten

Als Schadensursache wurden zwei Gründe identifiziert:

- Der in der Regel von Nord-West auf den Mündungsbereich einwirkende Niederschlag hat das Fugenmaterial (Kaliwasserglaskitt) auf der Ost-Seite ausgewaschen und damit die Stabilität des Futtermauerwerks reduziert.
- Durch eine ungewollte Kopplung der obersten Futtertrommel mit der Mündungsdecke werden zunächst unabhängige Bewegungen von Betontragrahr und Trommel aufeinander übertragen. Die dadurch entstehenden Zwangkräfte konnten von der vorgeschädigten Trommel nicht mehr aufgenommen werden.

Die erforderlichen Reparaturmaßnahmen konnten erst für einen planmäßigen Anlagenstillstand der Linie 1 im Frühjahr 2022 geplant werden. Die größte Schwierigkeit ergab sich aus der Tatsache, dass immer eine der beiden Kesselanlagen in Betrieb sein musste; für Arbeiten im Mündungsbereich war der Einfluss von Rauchgasen aus der Nachbarröhre zu berücksichtigen: Arbeiten auf der Mündungsdecke wurden durch den Betreiber gar nicht zugelassen und Arbeiten unterhalb der Ebene der Mündungsdecke sollten so gestaltet werden, dass der Einfluss von Rauchgasen und damit die Anforderung einer Fremdluftversorgung minimiert wird.

Verschiedene von ZCR ausgearbeitete Lösungen für eine geeignete technische Lösung und einen sicheren Arbeitsablauf wurden intensiv mit dem Betreiber diskutiert. Die Entscheidung fiel zugunsten einer Variante aus, deren wesentlicher Bestandteil ein Arbeitsgerüst ist, das mit einem Teleskopkran auf der Mündungsdecke abgesetzt und von dem aus die Reparatur durchgeführt werden sollte. Um das Eindringen von Rauchgasen aus der in Betrieb befindlichen Nachbarröhre weitestgehend auszuschließen, wurde das Gerüst mit einer Blechabdeckung und einem flexiblen Gewebe für die Abdichtung zur Mündungsdecke hin versehen.

Der Arbeitsablauf gestaltete sich dann wie folgt:

- Lösen und Bergen gelockerter Futtersteine und Foamglaselemente von der vorhandenen inneren Ringbühne bei +96m soweit, bis der Fußbereich des Futterrohres sicher betreten werden kann
- Einheben eines leeren Arbeitskorbes über die Mündung mit Mobilkran - Absetzen auf Sohle Futter Linie 1 - Zustieg von Montagepersonal über den Kanal - Auffahren bis zur Mündung - Rückbau des defekten Futtermauerwerk vom Arbeitskorb aus - Ausführung unter Fremdluftversorgung
- Einheben eines mehrstöckigen Arbeitsgerüsts über die Mündung
- Absetzen auf der Mündungsdecke - auflagernah wegen begrenzter Tragfähigkeit der Mündungsdecke
- Zustieg des Montagepersonals zum Arbeitsgerüst von einem über der Innenbühne +96m neu montierten Zugangspodest
- Neuaufbau des Futters inkl. Isolierung und Kompensator am Übergang zur Mündungsdecke
- Ausheben des Arbeitsgerüsts nach Fertigstellung



Bild 3: Einheben des Arbeitsgerüsts mit 650-to-Mobilkran

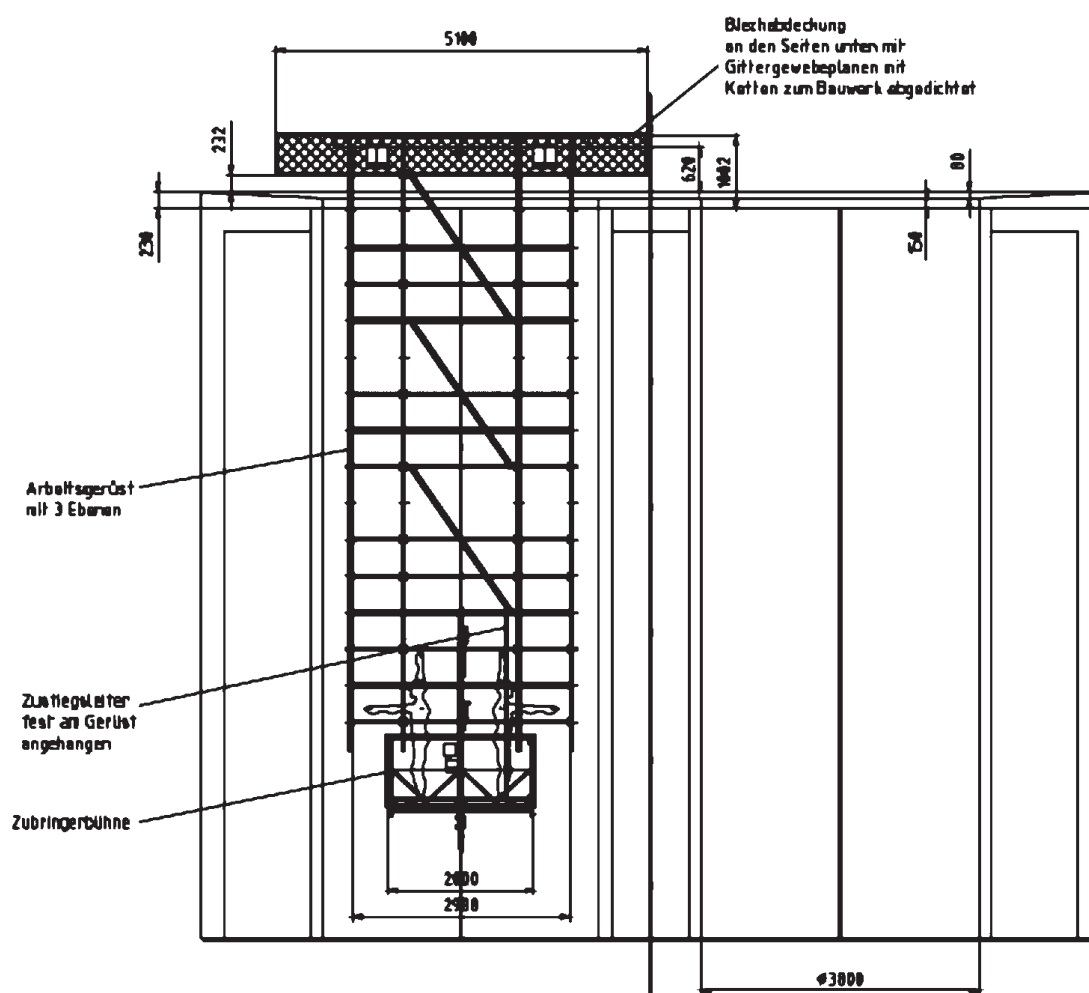


Bild 4: Arbeitsgerüst auf der Mündungsdecke abgesetzt. Prinzipskizze der Einhänge Arbeitsrüstung (Fa. High-Tech)



Bild 5: Mündung Linie 1 instandgesetzt

Über die gesamte Dauer der Arbeiten wurden die Schadstoffgehalte der Umgebungsluft in 2 Ebenen an der Mündung gemessen und dokumentiert. Die täglich durchgeführte Auswertung ergab - betrachtet über den ganzen Montagezeitraum - eine Überschreitung der zulässigen Schadstoffgehalte nur von wenigen Minuten. Die Wirksamkeit der umge-

setzten Maßnahmen wird damit belegt. Trotzdem wurden alle Tätigkeiten im Rauchgasrohr unter Nutzung einer stationären Fremdluftversorgung durchgeführt. Die modifizierte Ausbildung des Übergangs zwischen Futtermauerwerk und Mündungsdecke wird in Zukunft dauerhaft unabhängige Bewegungen von Tragrohr und Futtertrommel zulassen; eine erneute Destabilisierung des Futters

ist ausgeschlossen. Die intensive Zusammenarbeit zwischen Anlagenbetreiber und der Züblin Chimney and Refractory GmbH vor und während der Maßnahme hat bei der schwierigen Ausgangslage zu einem technisch einwandfreien Ergebnis geführt, bei gleichzeitig sicherer Umsetzung vor Ort. Daher wurde ZCR mit der Reparatur der Mündung Linie 2 beauftragt, die im Frühjahr 2023 in gleicher Art und Weise abgewickelt werden soll.

In diesem Zusammenhang bedanken wir uns auch bei Herrn Jörg Gajewski, welcher zu Beginn der Projektgestaltung aktiv noch als ZCRler und auch weiterhin als **I.S.T.** – Ingenieurbüro für SchornsteinTechnik uns in diesem doch sehr anspruchsvollem Bauvorhaben begleitet.

Sten Lüpke, Projektleiter
ZCR - Züblin Chimney and Refractory GmbH,
Niederlassung Schwedt
Passower Chaussee 111, 16303 Schwedt
www.zueblin-cr.de



Work On Progress

Wir sind weit mehr als nur ein Unternehmen im Feuerfestbau. ZÜBLIN Chimney and Refractory (ZCR) ist die Partnerin für zukunftsfähige Lösungen im Feuerfestbau, Schornsteinbau, baulichen und technischen Brandschutz sowie technische Isolierungen. Unsere Leistungen reichen von der Beratung und Projektierung über die Instandhaltung, Wartung und Dokumentation bis hin zum Umbau und der Sanierung von Industrieanlagen. Die ZCR gehört zum Unternehmen der STRABAG SE, einem der führenden Baukonzerne Europas. STRABAG stellt sich den drängenden Zukunftsthemen der Baubranche und hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2040 entlang der gesamten Wertschöpfungskette klimaneutral zu werden. Mit über 250 Innovations- und 400 Nachhaltigkeitsprojekten realisieren wir mutige Ideen und erfinden dabei das Bauen von morgen neu.

www.zueblin-cr.de



ZÜBLIN Chimney and Refractory GmbH,
Siegburger Str. 229a, 50679 Köln,
Tel. +49 221 824-2943, zcr@zueblin.de

1. Spannungsberechnungen im Feuerfestbau

Die Arbeitsgruppe „Spannungsberechnungen im Feuerfestbau“, die sich aufgrund des Umfangs der Arbeiten in zwei Unterarbeitsgruppen aufgeteilt hat, war in den letzten 12 Monaten sehr aktiv und hat einerseits an dem Forschungsprojekt, über das in diesem Heft im Artikel „Untersuchung zur Materialcharakterisierung von Feuerfest- und Fugenmaterial anhand von Druckerweichungsversuchen mit mehrteiligen Proben zur FE-Modellierung thermomechanischer Spannungen von Feuerfest-Zustellungen mittels Homogenisierungs-Verfahren“ ab Seite 38 ausführlich berichtet wird und andererseits an einer eigenen Empfehlung zu Spannungsberechnungen im Feuerfestbau weitergearbeitet. Diese Empfehlung hat zwischenzeitlich einen Umfang von über 100 Seiten bekommen und wird kontinuierlich im Rahmen von Online-Sitzungen bearbeitet. Die Unterarbeitsgruppe, die das Forschungsprojekt „FF-SIM“



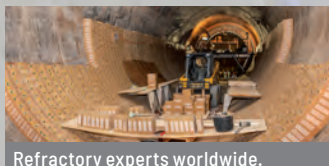
begleitet, hat sich in den Räumlichkeiten des Instituts für Gesteinshüttenkunde (GHI) der RWTH Aachen im Februar und Oktober 2022 sowie im Januar 2023 getroffen. Bei den ganztägigen Treffen in der Forckenbeckstraße waren wir beeindruckt von der Vielzahl von Versuchsmöglichkeiten wie z.B. die Durchführung von 3-Punkt-Biegeversuchen mit der digitalen Aufzeichnung der Rissverläufe sowie der Messung der Wegänderung der Auflager durch GOM

Aramis und dem High-Tech-Equipment mit Messungen bis 1.600°C.



Das Forschungsprojekt wird durch das Institut für Gesteinshüttenkunde (GHI) und dem Institut für Bild-

YOUR REFRACTORY SPECIALIST



Refractory experts worldwide.

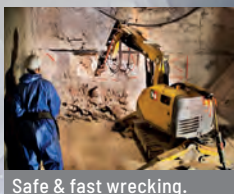


Refractory material always available.

MUCH MORE THAN YOU MAY THINK



Always on call for you.



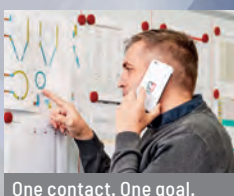
Safe & fast wrecking.



3D LaserScan: See your kiln with new eyes.



Shotcrete: 100% quality. Only 25% downtime.



One contact. One goal.

Möller

Member of the
MGROUP

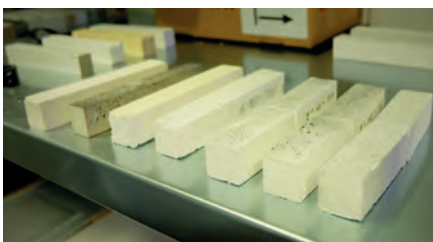
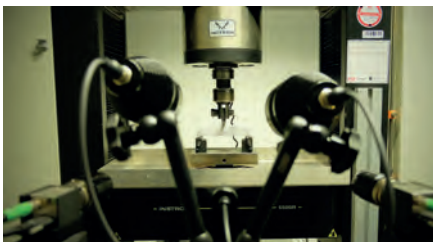
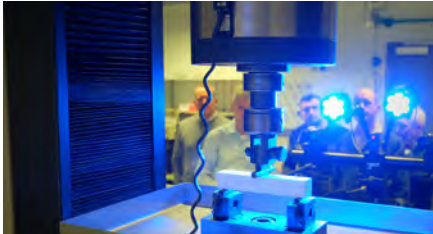
Quadriga
The new dimension of refractory works

PATENT
pending



Möller Feuerfesttechnik GmbH & Co. KG
Am Bauhof 17 - 21 | 32657 Lemgo | GERMANY
Tel.: +49 5261 25 07 - 0 | www.the-M-Group.com

same Formgebung (IBF) der RWTH Aachen durchgeführt. Die Verantwortlichen Projektleiter des Forschungsprojektes, Herr Dr. Thorsten Tonnesen und Michel Henze, gaben uns einen Überblick über die Zwischenergebnisse und standen dem projektbegleitenden Ausschuss Rede und Antwort.



Markus Horn

2. „Neue Entwicklungen im Industrieschornsteinbau“

Das beherrschende Thema in der Arbeitsgruppe ist noch die Überarbeitung des Fachkundebuches Teil 2 „Schornsteinbau“. Aber: So langsam biegen wir auf die Zielgerade ein; die Lücken in den Texten schließen sich, das anschauliche Bildmaterial wird vollständiger und wir sind optimistisch, die Bearbeitung in 2023 abschließen zu können.

Im letzten „dgfs-echo“ hatten wir unsere Unzufriedenheit mit dem Entwurf der neuen Norm DIN EN 13084 – Teil 9 „Freistehende Industrieschornsteine – Lebensdauermanagement“ zum Ausdruck gebracht. Die Norm wurde schließlich im Dezember 2022 veröffentlicht. Nach Angaben des Deutschen Instituts für Normung (kurz DIN) als Herausgeber ist es nicht vorgesehen, die Norm in die „Muster-Verwaltungsvorschrift der Technischen Baubestimmungen“ des Deutschen Instituts für Bautechnik (kurz DIBt) aufzunehmen. Daher ist sie für unsere Arbeit, zumindest in Deutschland, nicht bauaufsichtlich eingeführt. Unsere Ansicht bezüglich der Inhalte hat sich nicht grund-

DEUTSCHE NORM		Dezember 2022
DIN EN 13084-9		DIN
ICS 91.060.40		
Freistehende Industrieschornsteine – Teil 9: Lebensdauermanagement – Überwachung, Inspektion, Wartung, Sanierungsmaßnahmen und Dokumentation; Notwendige Maßnahmen und Verfahren; Deutsche Fassung EN 13084-9:2022		
Free-standing chimneys – Part 9: Lifetime management – Monitoring, inspection, maintenance, remedial and reporting; Operations and actions required; German version EN 13084-9:2022 Cheminées autoportantes – Partie 9: Gestion du cycle de vie – Surveillance, inspection, maintenance, mesures correctives et établissement de rapports; opérations et actions requises; Version allemande EN 13084-9:2022		
DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)		Gesamtumfang 40 Seiten
© DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist Inhaber aller ausschließlichen Rechte für Deutschland – alle Rechte der für andere Länder geltenden Rechte sind vorbehalten. DIN und seine Stellen sind nicht haftbar für Schäden, die aus der Verwendung der Normen resultieren. DIN ist nicht haftbar für Schäden, die aus der Verwendung der Normen resultieren. DIN ist nicht haftbar für Schäden, die aus der Verwendung der Normen resultieren.		

sätzlich geändert. Und doch ist es das bisher umfassendste Papier, welches die erforderlichen Tätigkeiten im Rahmen der vorgeschriebenen Zustandsüberwachungen für die verschiedenen Schornsteintypen beschreibt. Daher lohnt die Anschaffung und der Abgleich mit den beim Schornsteinbauer ggfs. vorhandenen Checklisten für die Inspektionen.



Jörg Gajewski



3. Zustandsüberwachung freistehender Schornsteine und deren Steigschutzeinrichtung. Neuartige Weiterbildungsmaßnahmen entwickelt. Personalqualifikation für Ingenieure, technisches Führungs- und Fachpersonal.

Der Zustand freistehender Schornsteine sowie deren Steigschutzeinrichtungen ist nach den einschlägigen Normen und Regelwerken in regelmäßigen Prüfintervallen durch einen verantwortlichen Fachmann zu überwachen.

Das ist notwendig, um die Nutzungssicherheit fortlaufend zu gewährleisten bzw. frühzeitig notwendige Maßnahmen zur Erhaltung der Tragfähigkeit und der Stabilität sowie der Funktionstüchtigkeit aufzuzeigen.

Die Intervalle der Überprüfungen liegen im Regelfall bei maximal zwei Jahren für die Beurteilung des Schornsteins und bei maximal einem Jahr für die Überprüfung ggfs. vorhandener Steigschutzeinrichtungen. Wir haben über mehrere Jahre ein umfassendes Schulungskonzept mit Abschlussprüfung zur Weiterqualifizierung von Schornstein-Inspektoren entwickelt.

Am 16. und 17. Januar 2023 fand erstmalig diese Weiterqualifizierung mit 24 Teilnehmern in Ratingen statt. Es wurden die Inhalte der zu beachtenden gesetzlichen Vorgaben und berufsgenossenschaftlichen Regeln

vermittelt. Anhand zahlreicher Beispiele wurden offensichtliche und versteckte Mängel an Schornsteinen aller Art erläutert. Häufig vorzufindende Fehler an den Steigschutzeinrichtungen, die zur Persönlichen Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA) gehören, waren ebenfalls ein wichtiges Thema.

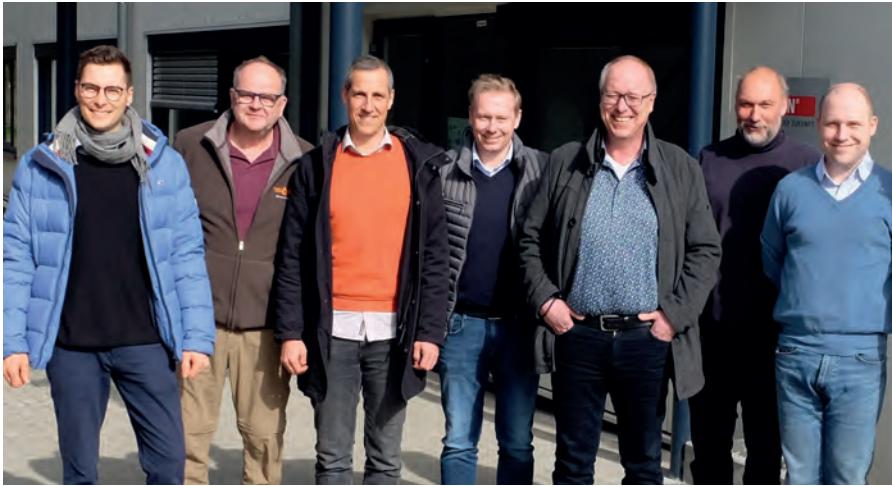
Die umfangreichen Schulungs- und Vortragsunterlagen enthalten u.a. eine Vielzahl von in der kurz zuvor erschienenen DIN EN 13094-9 Freistehende Schornsteine - Teil 9: Lebensdauermanagement – Überwachung, Inspektion, Wartung, Sanierungsmaßnahmen und Dokumentation, (Dezember 2022) mit detaillierten und konkreten Vorgaben zur Inspektion und zum Inspektionsbericht. Den inhaltlichen Abschluss bildete

die Beschreibung einer beispielhaften und umfassenden Dokumentation einer Zustandsüberwachung. Um den Titel „QSI“ zu erhalten, hatten die Teilnehmer noch einen umfangreichen Wissenstest zu absolvieren, den alle bestanden haben. Das Feedback der Teilnehmer bezüglich des gesamten Lehrgangs war durchweg sehr positiv und veranlasst uns, die Weiterqualifizierung weiterhin anzubieten. Die wenigen kritischen Anmerkungen werden wir dann mit einfließen lassen.

Durch den Lehrgang führten verantwortlich drei Referenten Jörg Gajewski (I.S.T. – Ingenieurbüro für SchornsteinTechnik), Friedhelm Heischkamp (Mende Schornsteinbau GmbH & Co.KG) und Annette Zülch (dgfs).



Jörg Gajewski



4. GU-Haftung und Nachunternehmermanagement

Auf der 58. Mitgliederversammlung im Oktober 2014 in Stuttgart wurde beschlossen, eine Arbeitsgruppe zum Thema Nachunternehmermanagement zu gründen.

Ziel sollte es sein, eine Arbeitshilfe zu erstellen, in der die rechtlichen Randbedingungen zum Umgang mit Nachunternehmern beleuchtet werden. Die in zahlreichen Arbeitsgruppentreffen entwickelte Unterlage „dgfs Arbeitshilfe Umgang mit Nachunternehmern auf inländischen Baustellen“ wurde zuerst im Juli 2016 an alle Mitgliedsunternehmen verteilt. Im Juni 2021 wurde dann die 4. Auflage digital und analog an alle Mitglieder herausgegeben.

Wir hoffen, dass diese Unterlage allen Mitgliedsunternehmen eine wertvolle Hilfe zum Bewältigen der sehr umfangreichen und immer weiter steigenden bürokratischen Hürden und Gesetze in Deutschland und Europa sein kann. Da die Regelungswut in Europa aber nach wie vor ungebremsst wütet, ja, sich eher noch weiter beschleunigt, lässt es sich nicht vermeiden, dass Teile der Arbeitshilfe schon beim Erscheinungsdatum überholt oder nicht mehr ganz ausreichend sein können. Jedes Unternehmen muss die Rechtslage und aktuellen Vorschriften immer im Auge behalten und kann sich nicht auf einem Stand ausruhen.

Ende 2021 hat die Arbeitsgruppe damit begonnen, sich intensiver mit dem Thema „Feuerfest- und Schornsteinbauarbeiten im europäischen Ausland // Erarbeitung einer dgfs-Ar-

beitshilfe zu Rechtlichen Rahmenbedingungen“ zu befassen. Nachdem in 2020 und 2021 einige Sitzungen pandemiebedingt nur online erfolgt sind, gibt es seit Ende 2021 wieder Treffen in Präsenz. In 2022 fanden diese im März und September statt, in 2023 gibt es Treffen ebenfalls im März und voraussichtlich September. Anfang März 2023 wurde die elektronische Arbeitshilfe „dgfs-ENT-SENDIS“ frei geschaltet und allen Mitgliedern zugänglich gemacht.

<https://www.dgfs-entsendis.de>

Auf dieser Seite sollen wichtige rechtliche Rahmenbedingungen aufgezeigt werden, die für die Entsendung von Mitarbeitern aus Deutschland in dem Zielland gelten. Bisher wurden für die Länder Belgien, Frankreich, Großbritannien, Luxemburg, Niederlande, Österreich, Polen und die Schweiz Informationen

zusammengestellt. Informationen zu weiteren europäischen Ländern werden nach und nach erarbeitet und ins System gestellt. Jedes Mitglied ist gerne aufgefordert, sich hin und wieder auf der Internetpräsenz über den aktuellen Stand zu informieren. Seit 2020 werden zum Thema Umgang mit Nachunternehmern auf inländischen Baustellen kostenlose Online-Seminare für dgfs Mitglieder abgehalten. In 2022 fanden diese im September und Oktober statt. Die Veranstaltungen wurden, wie auch in den Vorjahren, in der stets gut verständlichen und wahrlich nicht trockenen Art und Weise von Herrn Rechtsanwalt Wolf-Simon Greling durchgeführt. Wie bisher, waren auch die 2022er Veranstaltungen schnell ausgebucht.

Zusätzlich fand im November ein weiteres Online-Seminar mit RA Greling zum Thema „Bauvertrags ABC“, bestehend aus drei Modulen, statt.

Aufgrund der Aktualität der Themen und des ständigen Bedarfs werden wohl weitere Seminartermine folgen. In der Arbeitsgruppe herrscht trotz des nicht ganz so lockeren Themas doch immer eine lockere und entspannte Atmosphäre, die hoffentlich dazu beiträgt, dass die Arbeitsgruppenmitglieder auch zukünftig immer wieder gerne und hoch motiviert an der Aufgabenstellung arbeiten. Unser Dank gilt auch den Firmen, die immer wieder Mitarbeiter für die Tätigkeit in der Arbeitsgruppe freistellen und dabei auch den Nutzen für alle Mitgliedfirmen im Auge haben.



Jürgen Mathwig

Neuerungen bei Konstruktion und Inspektion von feuerfesten Systemen in Abfallverbrennungsanlagen

1. Anlagenbefahrung per Drohne / 360° Inspektion/Photogrammetrie

1.1. Anlagenbefahrung per Drohne

Oft ist es nicht einfach möglich persönliche Befahrungen durch Fachleute in einem Kessel durchführen zu lassen. Dies kann entweder Gründe in der persönlichen Gefährdung oder mit Kosten oder Zeitaufwand für den Gerüstbau zu tun haben. Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, diese Anlagen mit Drohnen abzufliegen und per Video zu inspizieren (Abbildung 1).



Abbildung 1: Inspektionsdrohne im Einsatz

Diese Befahrungen von der Drohne aus können selbst schlecht zugängige Bereiche optisch inspizieren. Es werden heutzutage z.B. Pipelines, Öltanks regelmäßig so untersucht. Dies ist ein Zusammenspiel von Drohnenpilot und Fachmann. Der eine bringt die Kamera an die jeweils gewünschte Stelle, der zweite bewertet das Live-Bildmaterial und legt neue Positionen für die weitere Befundung fest. Vorteilhaft ist es, wenn Pilot und Fachmann eine Person sind.

Es haben einige Anbieter und Betreiber versucht, mit günstigeren handelsüblichen Drohnen, Kessel und Feuerungsanlagen zu befliegen. Im Außenbereich haben sich diese zwar bewährt. Es hat sich aber in teilweise engen und turbulenten Innenräumen gezeigt, dass andere Eigenschaften von einer Inspektionsdrohne verlangt werden müssen, um einen sinnvollen Einsatz sicherzustellen.

Mit einer zwar extrem teuren aber sehr robusten Käfigdrohne ist es möglich,

Wände auf Kontakt zu befliegen. Die Rotoren werden hierbei von einem Karbonfaser-Kugelkäfig geschützt. Dies schützt zum einen die Drohne vor Schäden, zum anderen ermöglicht gerade dieser Käfig eine extrem nahe Befliegung der Wand.

1.2. Digitale 360° Befahrungen

Aus der Erfahrung der vielen Inspektionen und Befundungen mit der Käfigdrohne wurden deren Schwächen insbesondere für den Einsatz in kommunalen Müllverbrennungsanlagen analysiert.



Abbildung 2: 360° Inspektion eines Müllkessels vor der Reinigung zur Freigabe

Für Befahrungen von Müllkesseln mit der Käfigdrohne haben sich drei Dinge als unvorteilhaft erwiesen. Erstens war die schiere Menge an Befahrungen und gerade bei deren Kurzfristigkeit mit der Anzahl von qualifizierten Drohnenpiloten nicht bedienbar.

Zweitens führten die Kosten der speziellen Inspektionsdrohne dazu, dass hier nicht auf eine unbegrenzte Anzahl zurückgegriffen werden konnte.

Drittens stehen die Bilder oder Videos in Normalperspektive, die von der Drohne an kritischen Stellen im Detail extrem gut gemacht werden können, etwas im Konflikt mit dem Gesamtüberblick. Dies liegt daran, dass die Bildführung aufgrund der Flugbewegung immer nur im Zusammenhang mit dem gesamten Video zu verstehen ist. Es wird immer etwas Erfahrung bei der Bildbetrachtung vorausgesetzt.

Als Schritt wurde für die Befahrungen von Müllkesseln ein einfacher zu bedienendes 360° Inspektions-System entwickelt, welches jeder Unterwiesene bedienen kann. Die Unterweisung dauert max. eine Stunde und erfordert

keine besonderen Kenntnisse oder Fähigkeiten. Die Inspektionsdauer sollte praktisch zeitlich nicht begrenzt sein. Die 360° Aufnahmen selbst sind eher unkritisch, weil der Bildausschnitt im Raum aufgrund der Kugelgeometrie immer noch später gewählt werden kann. Selbst stark schwankende oder drehende Videoaufnahmen beinhalten immer genug Information, so dass bei angehaltenem Video der richtige Bildausschnitt noch gewählt werden kann.

Ein typisches Vorgehen bei einer Befahrung mit unseren 360° Systemen ist es, die Anlage erst per Video in Gänge zu erfassen und anschließend an verschiedenen Stellen Einzelaufnahmen zu erstellen. Die Bildauflösung bei den Fotos ist erheblich höher (4K oder 5K Bildauflösung) als bei den Videos.

Aufgrund der optimierten Plattformgröße sind Deckenöffnungen von nur 70 mm Durchmesser nutzbar. Sollten keine Öffnungen in der Decke vorhanden sein, kann man die Inspektion aber auch durch seitliche Mannlöcher durchführen.



Abbildung 3: 360° Blick auf hinterlüftete Zündeckennase und Einschnürung

Das Bild- und Videomaterial der Inspektion kann direkt vor Ort weltweit zur Auswertung zur Verfügung gestellt werden.

1.3. 360° 3D Befahrung / 3D Vermessungen

Eine Erweiterung dieser Inspektionsverfahren ist die Darstellung der 3. Dimension. Durch Verwendung von 2 Optiken im Augenabstand auf der Kamera, können auf besonderen 3D Betrachtungsbrillen oder Betrachtungsgeräten die Bilder dreidimensional betrachtet werden. Dies kann z.B. bei der Auswertung von „Beulen“ oder „Verwerfungen“ im Kessel sehr hilfreich sein. Dieser optische Eindruck lässt sich mit einem „Structure from Motion“ oder „Photogrammetrie“ genannten Verfahren noch verbessern. Hierbei ist es auf mathematischem Wege möglich, aus verschiedenen Bildern aus unterschiedlichen Raumrichtungen echte 3D Messdaten abzuleiten (Abbildung 4, Abbildung 5).

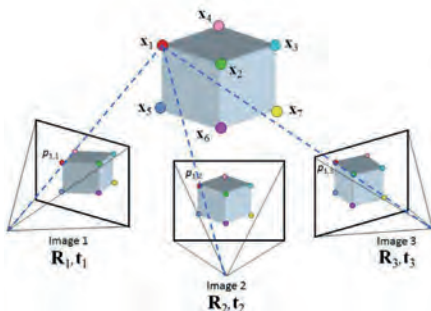


Abbildung 4: Logik des SfM - Verfahren



Abbildung 5: Polycam® SCAN und 3D Netzkörper von „Herrn Bert J+G“

Da die Inspektionseinheit fast unendlich viele Bilder liefern kann, lassen sich sogar kleine (+/-15mm) Verschiebungen z.B. im Feuerfestsystem aufzeigen.

Die neue Drohne von J+G (elios3 von flyability), verfügt bereits über eine derartige Technik. Hier kann online während des Fluges und später auch

offline ein Raum vermessen und mittels 3D CAD analysiert werden.

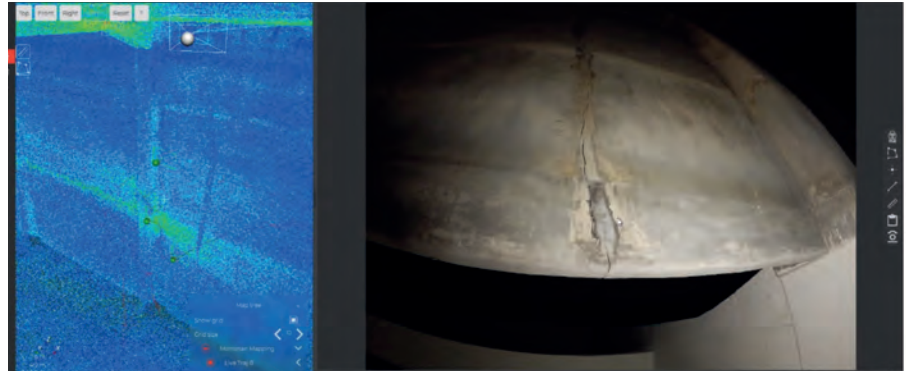


Abbildung 6: Überlagerung von Punktwolkenmenge und Realbildern bei der neuen JuSpect® Inspektionsdrohne

2. Heißendoskopie

2.1. Statische Heißendoskopie von außen

Es gibt natürlich die Aufgabe Feuerräume im Betrieb bzw. bei Betriebstemperatur zu untersuchen. Hierfür werden schon lange statische Heißendoskope eingesetzt (Abbildung 7).

Technische Daten zum statischen Heißendoskop:

Die optischen Merkmale ermöglichen eine 60°-Sicht in mehrere Richtungen (0°, 45° und 71°).

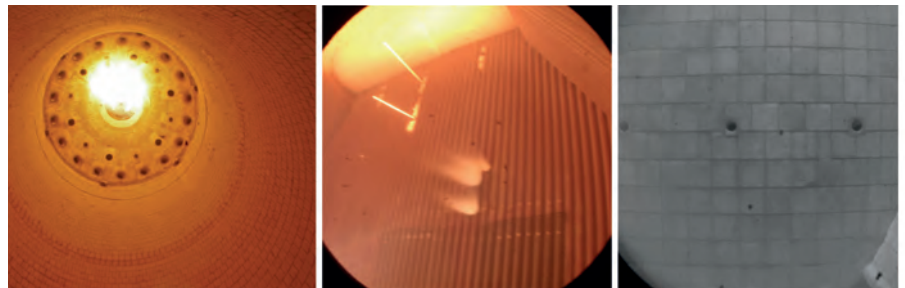


Abbildung 7: typische Ergebnisse statischer Heißendoskope

Das Heißendoskop (Abbildung 8) ist eine außenliegende hochauflösende Kamera mit geschlossener Wasserkühlung und Luftreinigungssystem der Linsenoptik.

Der Beobachtungswinkel beträgt bis zu +/- 101°

Temperaturbereich von 900°C bis zu 2.000 °C , oder < 400°C mit interner Lampe

Min. Öffnungsgröße : DN50 / 2" ,

Max. Überdruck : + 30 mbar,

Maximale Gesamtdicke 1,2 m,

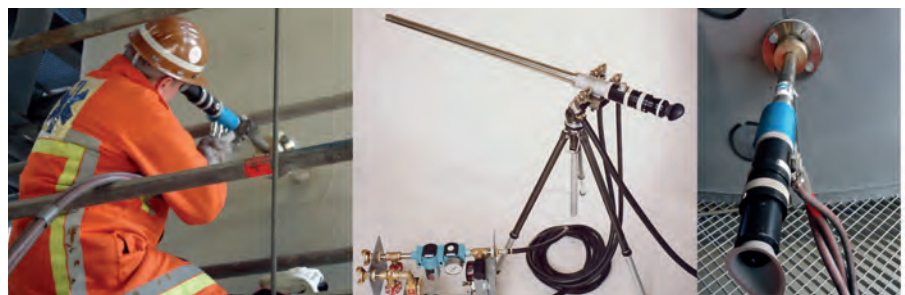


Abbildung 8: Equipment und Durchführung einer Heißendoskopie

Bestimmte Fragestellungen des Betriebes oder des inneren Zustandes von Aggregaten sind nur so überhaupt lösbar.

2.2. Online-Heißendoskopie

Um die Vorteile aller bisher dargestellten Inspektionssysteme auch für die Heißendoskopie zu nutzen, wurde bei J+G ein neuartiges Online-Heißendoskop entwickelt und auch zum Kopieren durch verschiedene Online-Reinigungsfirmen freigegeben.

Die Idee dieses Online-Heißendoskops erwuchs aus der Verbindung des JuSpect® 360 Systems mit der bekannten Online-Reinigungstechnik im ersten Zug. Um das statische System stark zu vereinfachen, wurde bei dem neuen System einfach auf einen geschlossenen Kühlwasserkreislauf verzichtet. Das notwendige Kühlwasser wird gleichzeitig als Reinigungsmedium zur Reinigung von Rohrwänden und Platten verwendet und eben nicht zurückgeführt.

Diese Feuerraumkamera wird an einem Schlauch von der Kesseldecke herabgelassen. Eine Einlasstiefe von 20 m ist derzeit möglich. Das elektrische Zubehör (Spannungsversorgung sowie Videosignal-Übertragung) sind in der Schlauchtrommel untergebracht. Aufgrund On-Screen-Display Einstellungen können die lichtempfindlichen Kameras auch im 3. Kesselzug eingesetzt werden.

Die Wassermengen, die zur Kühlung der Kamera notwendig sind befinden sich im Bereich der üblichen Online-Reinigungsmengen von ca. 2m³/h Wasser (Abbildung 9 a).

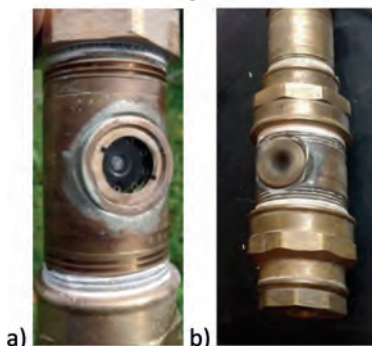


Abbildung 9: Kamerakopf DN32 mit Linse für die Nanokamera Mikro-Kamera in DN50 Gehäuse

DN50 Gehäuse (Abbildung 9 b)) mit 20m Schlauch

1 x Mikro-Kamera 19 x 19mm, 0,01 Lux, 1/2" Sensor

M12 Fassung Objektivfassung mit Objektiven bis 3,6mm Brennweite bis ca. 90° Öffnungswinkel.

Eine Auflösung von Objekten von 5mm in 2-3m Entfernung ist möglich

Die Aufnahmen aus Abbildung 10 wurden mit der Mikrokamera erzeugt. Der 1/2" Sensor liefert bessere Aufnahmen. Strukturen bis ca. 10mm sind aus einer Entfernung von 2,5m auflösbar. In der Nähe der Kamera können auch die Wassertropfen von ca. 5mm gesehen werden.

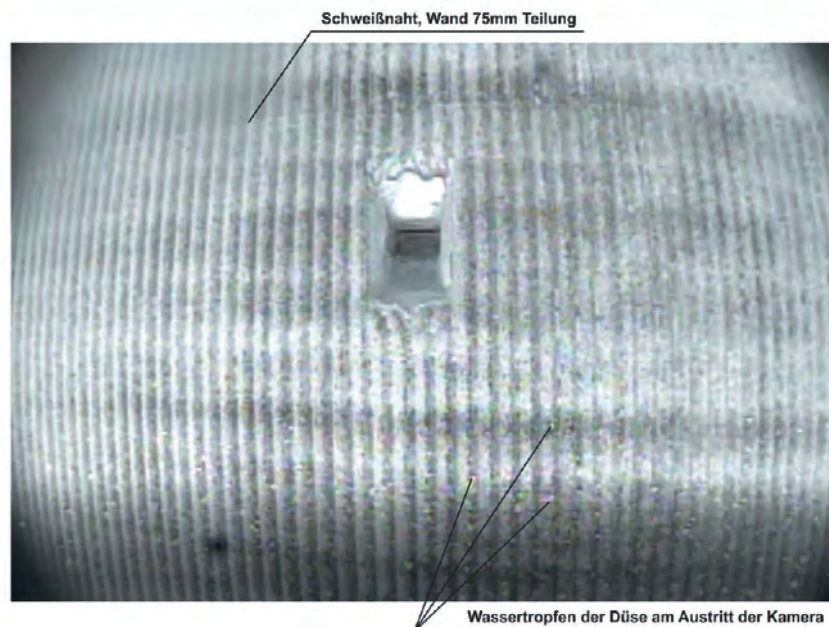


Abbildung 10: Online Videoaufnahme mit der Mikro-Kamera

Unabhängig von der möglichen Inspektionsaufgabe, können mit diesem System auch regelmäßig die Reinigung des Kessels mit der Online Reinigung überwacht bzw. optimiert gesteuert werden.

3. Neuerungen in der Konstruktion von hinterlüfteten Plattensystemen

3.1. Feuerfester Kompensator JuFlex 1.0

Vor über 12 Jahren wurde J+G mit einer Aufgabe konfrontiert, welche sich durch immer breitere Kessel ergab. Zunehmend wurden Kesselwände z.B. die Trennwand mit Quersamm-

lern oder Versteifungen zur Stabilisierung ausgestattet.

Eine Abkleidung dieses Sammlers mit einer einzelnen SiC Platte hatte zwei gravierende Nachteile. Erstens sind für jede Sammlerposition neue Formsteine erforderlich, deren Herstellung mit erheblichen Zusatzkosten verbunden ist. Zweitens und wesentlich gravierender ist die Tatsache, dass bei Nichteinhaltung von Abkühlgradienten in der brennkammerseitigen Oberfläche dieser Bogenplatte Zugspannungen entstehen, welche zu Rissen und Versagen des Systems führen können.

Deshalb wurde ein neues System entwickelt und patentiert. Dieses System wurde JuFlex® genannt und besteht hauptsächlich in der Trennung der Aufgabe des Feuer-, Flammen- und Korrosionsschutzes und der tragenden Funktion. Feuerfeste Werkstoffe sind zwar sehr druckfest, aber empfindlich gegen Zugspannung.

Das neue System ist in viele einzelne Segmente zerlegt und Zugspannungen können sich deshalb im Gesamtbau teil nicht aufbauen. Sich öffnende Fugenflächen übertragen diese Spannungen nicht. Die Tragfunktion wird

durch einen metallischen Körper aus 1.4828 übernommen (Abbildung 11).



Abbildung 11: Entwurf bis zur Ausführung JuFlex 1.0

Dieses System hat sich nun über ca. 6,5 Jahre im Einsatz bewährt, insbesondere auch an Übergängen, die gar keinen Sammler besitzen. Es sorgte dort aber dafür, dass Verspannungen des Plattensystems einer gesamten Wand durch Verformung des Kompensators abgebaut werden. Damit verhindert JuFlex großflächige Spannungsschäden. Es hat sich sogar gezeigt, dass der horizontale Kompensator in der Lage ist Querverspannungen in den Ecken zu reduzieren.

3.2. Universeller Feuerfester Kompensator JuFlex® 2.0

Aufgrund der guten Erfahrungen mit dem ersten System, wurde ein Nachfolgesystem entwickelt, welches einige Schwächen eliminiert. Ein Nachteil der Detailausführung von JuFlex® 1.0 war die Notwendigkeit für jede Rohrteilung komplett neue Formteile und Stahlteile entwerfen, liefern und bevorraten zu müssen. Dies hatte insbesondere die Reaktions- und Lieferzeit dieser Version des Kompensators negativ beeinflusst.

JuFlex2.0 wurde im Plattenraster von ursprünglich einer Platte nun auf ein-einhalb Platten in der Höhe erweitert. Hierdurch kann der Kompensator flexibler auch größere Quersammler umkleiden.

Die keramischen Riegel sind konstruktiv weitgehend normale hinterlüftete Platten aus nitrid-gebundenem SiC in einer auf ein Viertel reduzierten Höhe. Des Weiteren wurden die Riegel zur kalten Seite gekeilt, um den Radius abbilden zu können.

Das Verankerungskonzept wurde ebenfalls analog zu den bekannten

Plattenhaltern konstruiert. Der tragende Haltebügel (Abbildung 12 b); Abbildung 14) kann auf der Baustelle oder bereits im Herstellwerk mit den einzelnen Ankern versehen werden. Dieser wird wie eine Platte ohne Schweißen in die Wand integriert. Alles ist so wie auch bei den normalen hinterlüfteten Platten, nur mit einer 4fachen Verankerungsdichte und eben einer höheren Fugenanzahl.

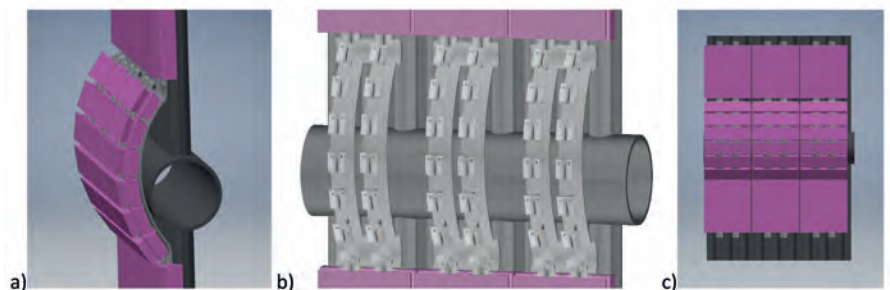


Abbildung 12: Entwurf des universeller Feuerfest Kompensator 2.0

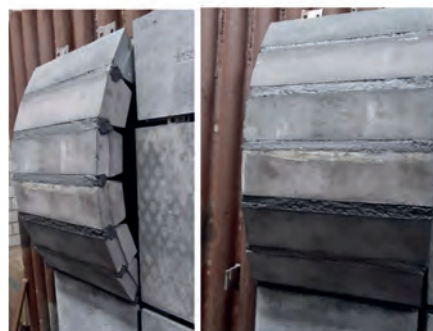


Abbildung 13: Mock-up an der Probewand

Die Konzeption des neuen Systems wurde wieder als Mock-up im Herstellwerk montiert und validiert (Abbildung 13). Die leichte und relativ schnelle Montage konnte bestätigt werden, so dass das neue Konzept zur Verwendung freigegeben wurde (Abbildung 14).



Abbildung 14: Beankerung und Montage der Haltebügel

Es liegen heute Erfahrungen über 2,5 Jahre mit dem neuen System vor

und die Haltbarkeit hat sich bestätigt. Standzeiten über mehr als 8,5 Jahren steht also auch in diesem Bereich nichts entgegen.

Dr.-Ing. Manfred Möller, Spartenleiter Umwelt
Jünger+Gräter GmbH
Robert-Bosch-Straße 1
68723 Schwetzingen
www.jg-refractories.com

5. Spritzen von Feuerbetonen dgfs-Düsenführerschein – Zusatzqualifikation für Montagepersonal!

Mit dem Personaltraining und der Prüfung zum qualifizierten Verarbeiter von feuerfesten Spritzbetonen beschäftigt sich eine Arbeitsgruppe unserer Gesellschaft seit bereits über 15 Jahren.

Angefangen hat es im Jahr 2008 mit den ersten Lehrgängen zum Erwerb des sog. dgfs-Düsenführerscheins. Diese Erfolgsgeschichte setzte sich auch im Jahr 2022 fort.

Mitte Oktober 2022 fand bereits zum 28-mal unser Personaltraining zum Erwerb des national wie international anerkannten „dgfs-Düsenführerschein“ statt. Damit haben wir die Schallmauer von über 350 Inhabern des begehrten Führerscheins durchbrochen.

An zwei Tagen wurden verschiedene feuerfeste Spritzbetone in Theorie und Praxis verarbeitet. Dabei wurden

zunächst die Themen Materialkunde, Spritztechnologie, Gerätetechnik und Baustellenorganisation theoretisch behandelt und anschließend an besonderen Spritzständen praktisch verarbeitet. Immer an der Seite zwei Trainer, Michael Louen von der Calderys Deutschland GmbH oder Joachim Müller von der Kafeu Feuerungsbau GmbH & Co.KG sowie mehrere Mitarbeiter der Dominion Deutschland GmbH, die mit zahlreichen Tipps aus langjähriger Erfahrung unterstützten.



Nach der Beurteilung der Probenpanels direkt bei der Verarbeitung

vor Ort folgte die Untersuchung der Proben in einem externen Labor nach normengerechten Prüfkriterien. Erst nach positiver Bewertung der Prüfergebnisse und bestandener theoretischer Prüfung erhielten die Teilnehmer den begehrten „dgfs-Düsenführerschein“

Im Herbst 2023 werden wir weitere Lehrgänge mit dem Abschluss „dgfs-Düsenführerschein“ und „dgfs-HPC-Düsenführerschein“ anbieten. Hierzu können und dürfen wir in gewohnter Weise zu Gast bei der Dominion Deutschland GmbH sein, die uns in unkomplizierter Art und Weise großzügige Bereiche auf ihrem Bauhofgelände mit entsprechendem Geräteequipment und Manpower zur Verfügung stellt.

Grundlagen-Seminar „Trockenspritztechnik im Feuerfestbau“ – Basiswissen for Beginners!

Neben der Zusatzqualifikationen für erfahrenes Montagepersonals haben



REFRACTORIES
AND MORE
FIRST IN QUALITY!

REFKO



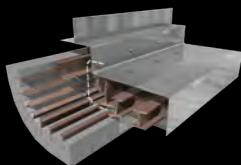
Unshaped
monolithic materials



Fast heat up



Ceramic shock blower



Bull nose preshaped block
system



Anchor concepts:
Seal anchor



Preshaped block systems

NEW!
REFKO MIX-Guide App



REFRACTORIES
AND MORE
FIRST IN QUALITY!

WWW.REFKO.DE

REFKO FEUERFEST GMBH

Concordiastraße 1 D-56235 Ransbach-Baumbach
Tel : + 49 (0) 26 23 - 2075
Fax: + 49 (0) 26 23 - 1738
email: info@refko.de

wir ein neues Format für Einsteiger das sogenannte Grundlagen-Seminar „Trockenspritztechnik im Feuerfestbau“ entwickelt und erstmals Ende November 2022 durchgeführt. Dabei konnten wir auf dem Betriebsgelände der Möller Feuerfesttechnik GmbH in Lemgo unsere eigenen dgfs-Spritzstände zum ersten Mal nutzen. Wir haben diese mobil einsetzbaren Spritzstände Anfang 2022 herstellen lassen.



Mit dem Grundlagen-Seminar möchten wir gezielt für die Gruppen

- Einsteiger,
- gewerbliche Auszubildende,
- Interessierte aus dem kaufmännischen Bereich,
- Vertriebs- und Entwicklungspersonal oder
- noch Unerfahrene

im Bereich Trockenspritztechnik im Feuerfestbau Basiswissen in Theorie und Praxis vermitteln.

Das Seminar stellt kein Konkurrenzprodukt zum dgfs-Düsenführerschein oder dgfs-HPC-Düsenführerschein dar und schließt auch nicht mit einer Prüfung ab. Im Mittelpunkt steht die Vermittlung von Basiswissen in Theorie und Praxis.

Im praktischen Teil hat jeder Teilnehmer die Möglichkeit an speziell dafür gefertigten Spritzständen der dgfs konventionelle FF-Betone selbst zu verarbeiten. Jeder Teilnehmer bekommt die Möglichkeit die Ausrüstung wie Spritzmaschine, Schläuche, Schlauchverbindungen, Spritzdüse etc. zu testen, Spritzmaschinen zu befüllen, richtig einzustellen, Materialfluss und -menge zu bestimmen, die Spritzdüse zu führen und entsprechende Felder zu spritzen.

Beim ersten Seminar am 30.11. und 01.12.2022 in Lemgo ging es nach einem bewusst kurz gehaltenen Vortragsteil für unsere „Novizen“ direkt am ersten Seminartag zur Geräteeinweisung mit mehrmaligem Geräteauf- und abbau. Der zweite Tag startete mit dem weiteren Aufbau des erforderlichen Maschinenequipments sowie der erforderlichen Vorbereitung der entsprechenden Wandfelder, bis es dann zum eigentlichen Spritzen einer zweilagigen



Wand kam. Jeder Teilnehmer hatte an „seinem Feld“ die Gelegenheit sowohl die Isolier- als auch die Verschleißschicht zu spritzen. Zahlreiche Tipps gab es selbstverständlich von unseren beiden Trainern Michael Louen und Joachim Müller vor, während und nach den Spritzvorgängen am Equipment mit den unterschiedlichen Einstellmöglichkeiten.

Die Teilnehmer wurden nicht geschont, alle kamen kräftig ins Schwitzen und stellten fest, wie handwerklich anspruchsvoll die Arbeit ist.

Wir bedanken uns bei unseren beiden Trainern sowie dem gesamten Team von der M-Group in Lemgo, deren Manpower und Equipment wir benutzen durften.

Herbert Hönl

6. Weiterbildung im Feuerfest- und Schornsteinbau

Die Weiterbildung von Fachkräften im Feuerfest- und Schornsteinbau zu Vorarbeitern und Werkpolieren und damit zu verantwortungsbewussten im Sinne ihrer Unternehmen, aber auch der Auftraggeber handelnden Mitarbeitern, ist u.a. eine der Aufgaben, die die dgfs nunmehr schon seit Jahrzehnten mit Erfolg durchführt.

Durch die Corona-Pandemie konnten 2020 keine Weiterbildungen durchgeführt werden, doch bereits Ende 2021 und zweimal im Jahr 2022 konnte die dgfs erneute Weiterbildungen im Bereich Vorarbeiter und Werkpoliere anbieten. Hierfür war ein Wechsel der Schulungsräume erforderlich. Frau Zülch hat eine neue Schulungsstätte in Königswinter ausgemacht, die, wie sich herausstellte, die Anforderungen in den Schulungsräumen der Unterkunft für die Teilnehmer und die Bewirtung im

gleichen Umfang erfüllte wie vorher in Haan. Unter Einhaltung der Hygienevorschriften wurden die Schulungen zunächst mit einer reduzierten Anzahl von Teilnehmern erfolgreich durchgeführt.

Ende des Jahres 2022 wurde eine weitere Ausbildung für Vorarbeiter und Werkpoliere durchgeführt. Nach einer frühzeitigen Anfrage der Mitglieder über mögliche Teilnehmer konnten für Vorarbeiter 21 und für Werkpoliere 22 Anmeldungen registriert werden.

Die hohe Anzahl der geschulten Mitarbeiter zeigt, dass weiterhin ein hoher Bedarf für Baustellen-Führungskräfte vorhanden ist. Ein neuer Termin wurde bereits für 2023 festgelegt. Vom 6.11. bis 17.11.2023 findet die Weiterbildung der Vorarbeiter, und vom 6.11. bis 15.12.2023, die der Werkpoliere statt. Die Anfrage zur Anmeldung der Teilnehmer wurde bereits an die Mitgliedsfirmen gestellt.

Die generelle enge Personalsituation im Baubereich trifft auch den Schornstein- und Feuerungsbau. Schulungs- und Weiterbildungsmaßnahmen, wie sie von der dgfs angeboten werden, mit möglichem Aufstieg in den Unternehmen, werden auch bei der Suche nach neuen Mitarbeitern helfen.

Gangolf Stegh

Expect the best.

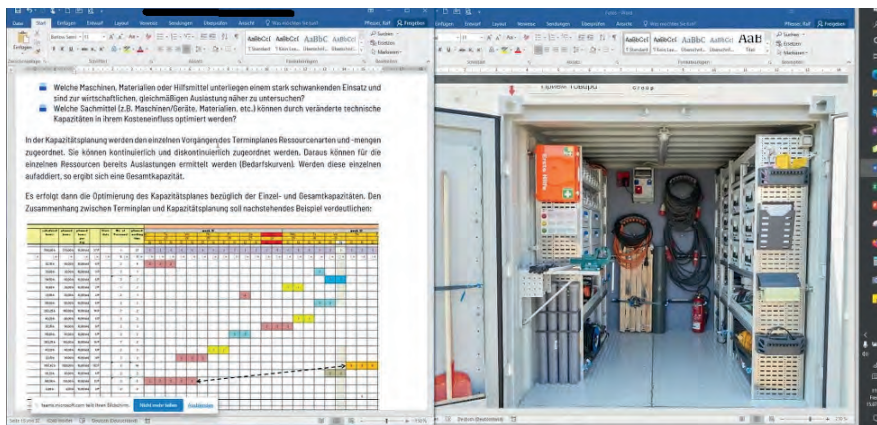
Alle Kompetenzen. Ein Partner.

Mit unserer langjährigen Erfahrung im Bereich Stahl, Aluminium und NE-Metalle entwerfen wir maßgeschneiderte Zustellkonzepte für unsere Kunden. 3D-Modelle von Refratechnik bieten von Anfang an einen kompletten Blick auf die spätere Installation. E-Drawings erlauben dem Kunden, sich vorab mit den Details der Zustellung vertraut zu machen. Unser Know-How aus Konstruktion, Berechnungen und Mengenkalkulation garantiert eine reibungslose Montage; ohne Zeitverluste. Sprechen Sie mit uns über Ihr Projekt. Erfahren Sie mehr: www.refra.com

REFRATECHNIK

7. Überarbeitung des Fachkundenbuches Teil 1 Feuerfestbau

Ein Ende ist in Sicht. Die Überarbeitung des ersten Teils des Buches „Fachkunde für den Feuerungs- und Schornsteinbauer“ steht vor dem Abschluss. Die Umgestaltung und Diskussion der Texte, die auch weiterhin via Bildschirm und TEAMS Sitzung erfolgte, sind nun abgeschlossen. Nochmals mein Dank an die Teammitglieder für die gute Vorbereitung und sehr hohe Effizienz in der Durchführung.



Das sehr wichtige Thema „Arbeitsvorbereitung“ und „Baustelleneröffnung“ wurde von Herrn Ralf Pflesser in einer neu strukturierten Form überarbeitet. Es entstand ein praxisbezogener Leitfaden für die Prozesse der Kalkulation, Auftragsabwicklung, Einrichtung und Steuerung von Baustellen.

Auch das Thema „Konstruktion“ wurde von Daniel Liberka, Celal Cakar an die heutigen Anforderungen angepasst. Neben den neuen Konstruktionsmethoden, Autocad und Zeichnen in 3D wurden auch auf die technischen Basics nicht vergessen. So sind händische Berechnungen eines Wärmedurchgangs auch wei-

terhin Teil des Kapitels.

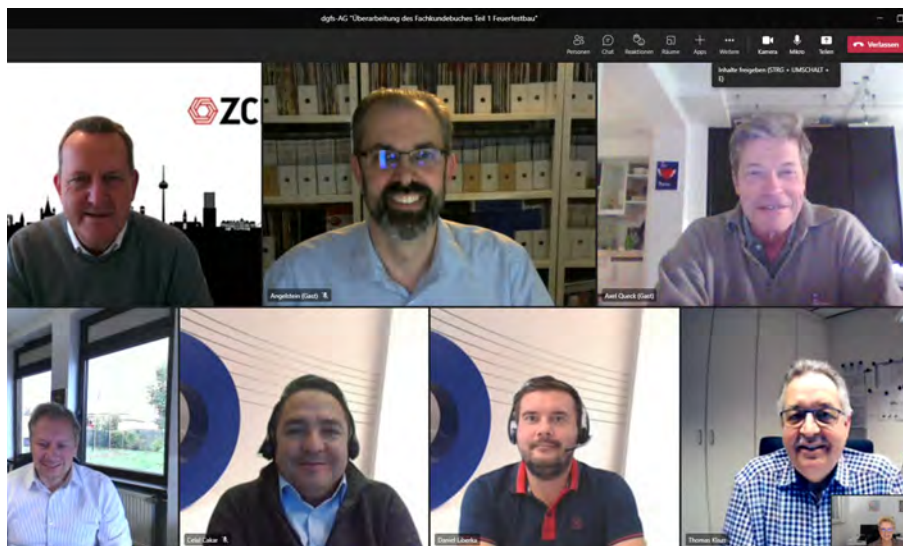
Aber die Arbeit ist noch nicht zu Ende. Nun gilt es Fotos und Tabellen zu aktualisieren, Diagramme in einem neuen Design erstrahlen zu lassen und das Design und die Nummerierungen zu harmonisieren.



Danke nochmals an Annette Zülch für die Vorbereitung der Meetings und Koordination der Ergebnisse und an das großartige Team für die Mitarbeit.

Das Team besteht derzeit aus: Andre Angelstein, Celal Cakar, Herbert Hönl, Thomas Klaas, Hartmut Körber, Daniel Liberka, Rudolf Mallweger, Ralf Pflesser, Ulrich Posingis, Axel Queck, Annette Zülch.

Rudolf Mallweger





8. Schalungsbau im Feuerfest- und Schornsteinbau Lehrgang 11!

Die dgfs-Weiterbildungsmaßnahme „Schalungsbau im Feuerfestbau“ fand auch in 2022 ein weiteres Mal statt. Bei der 11. Auflage dieses Lehrgangs wurden im September 12 Teilnehmer aus 6 Mitgliedsfirmen in Bottrop bei der gastgebenden Firma Schlüssler Feuerungsbau GmbH begrüßt.

Erstmals entsandte ein Unternehmen zwei seiner Auszubildenden zu unserer anerkannten Weiterbildungsmaßnahme, mit dem Ziel, die Nachwuchskräfte zielgerecht praxisorientiert unterrichten zu lassen. Dafür ist unser Lehrgang bekanntermaßen geeignet, stehen doch ausgesprochen versierte Fachkräfte unserer Mitgliedsfirmen als Trainer unentgeltlich zur Verfügung. Diesmal konnte unsere Geschäftsführerin Annette Zülch auf die bewährte Lehrtätigkeit von Victor Herz (Jünger+Gräter GmbH), sowie Thorsten Rothamel (Schlüssler Feuerungsbau GmbH) und Joachim Müller (Kafeu Feuerungsbau GmbH & Co. KG) zurückgreifen, die den theoretischen und praktischen Lehrgangsinhalt gewohnt souverän „an den Mann“ brachten. Damit eine solche Maßnahme reibungslos durch-

geführt werden kann, bedarf es einer sorgfältigen Vorbereitung und Organisation, die aber wie gewohnt bei Annette Zülch in besten Händen liegt. Da gilt es zu beachten, dass die gastgebende Firma Schlüssler auf unseren Bedarf an Räumlichkeiten vorbereitet ist, genügend „neues“ Schalungsmaterial zur Verfügung steht, die Werkzeuge, Geräte und Maschinen uneingeschränkt einsatzbereit sind und für die Lehrgangsteilnehmer und Trainer Übernachtungsmöglichkeiten in der Nähe zur Verfügung stehen. Nicht zuletzt sorgt sich Annette Zülch um das leibliche Wohl aller Beteiligten, damit die Probanden bestens versorgt bei Kräften bleiben.

Das Fazit des 11. Lehrgangs, sowohl aus dem Teilnehmerkreis sowie von der Arbeitsgruppe ist wiederum rundum zufriedenstellend. Die Weiterbildungsmaßnahme Schalungsbau wird aufgrund der zahlreichen Inanspruchnahme auch in 2023 angeboten werden.



Aufgrund der jüngsten positiven Erfahrungen mit der Teilnahme von baustellen-erfahrenen Auszubildenden möchten wir den Mitgliedsfirmen diesen Aspekt der Ausbildungsmöglichkeiten ans Herz legen. Die Erfahrungswerte, die ihren Azubis durch unsere Feuerungsbau-Spezialisten mit auf den Weg gegeben werden, zahlen sich für Ihr Unternehmen aus, **versprochen!**



Hans Frühwald

STEULER Refractory Linings

FUTURE. TOGETHER. NOW.

Ihr führender **Technologie-Partner** für feuerfeste **Auskleidungen** von **Direktreduktions-Anlagen** und **Wasserstoff-Atmosphären**.

STEULER-KCH GmbH
56427 Siershahn | GERMANY
Phone: +49 2623 600-409 | E-Mail: info@steuler-kch.de
www.steuler-linings.com

Im Dreierpack nach oben

Mit zunehmender Nutzungsdauer werden Reparaturmaßnahmen an Industrieschornsteinen nicht nur am äußeren Tragschaft sondern auch im inneren Bereich bzw. am Schornsteinfutter erforderlich.

In Abhängigkeit von Art und Umfang der gewählten Arbeiten kommen Autokräne, Bühnen und Befahranlagen oder Innengerüste zur Anwendung. In einigen Fällen können auch Industriekletterer effektiv und schnell eingesetzt werden.



Aufgabenstellung

Man stelle sich einen 150 m hohen Industrieschornstein mit einer 15 m überstehenden Innenröhre vor. Und genau dieser überstehende Bereich ist von innen so stark geschädigt, dass eine Sanierung zur Erhaltung der Betriebssicherheit notwendig wurde.

Da es sich um einen sogenannten Säurekamin handelt, wurde das Schutzfutter als Zeta-Röhre gemauert. In Zusammenarbeit mit dem Betreiber und Eigentümer der Anlage, der Aurubis AG in Hamburg, wurde der Verlauf der Schädigungen über viele Jahre beobachtet und dokumentiert. Die Entnahme von Bohrkernen in 2017 und 2019 war für die Untersuchung der chemischen und mechanischen Eigenschaften erforderlich. Das Ergebnis war zwar eine zunehmende Zersetzung der Steine, die Röhre war aber noch standsicher.

Wir diskutierten unterschiedliche Sanierungskonzepte, auch der Teilabbruch war eine Option, am Ende entschieden wir uns für ein mehrlagiges Laminieren. Die besonderen Herausforderungen bei dieser Baustelle waren:

- kleines Zeitfenster
- lange Trocknungszeiten
- starke chemische Belastung

Ausführung

Aufgrund der komplizierten Randbedingungen war der Einsatz einer Standardbühne nicht möglich. Um schnell und sicher arbeiten zu können,



Betonschornstein Höhe 150 m



Schäden im abgasberührten Teil der Zeta Röhre



Kernbohrung bei +137 m

musste eine Konstruktion mit eigener Bauteilstatik her, die folgende Anforderungen erfüllt:

- Tragfähigkeit für 9 Personen, zzgl. Material, Geräte und Maschinen
- maximale Größe von 1,20 m der Einzelteile
- hohe Säurebeständigkeit
- schneller Austausch einzelner Komponenten

Nach dem Aufbau und Abnahme der Sonderkonstruktion durch den TÜV wurden bei der ersten Fahrt größere Anbackungen entfernt. Horizontal bewegliche Rollen an der Außenseite ermöglichten das Überfahren von überstehenden Teilen und Vormauerungen in der Röhre. So wurde ein maximaler Spalt von 20 cm zwischen Bühne und Innenwand zur fachgerechten Ausführung der Laminierung eingehalten.

Da neben der Innenbühne auch eine äußere Förderung notwendig war, wurde zusätzlich auf +135 m ein 2 m auskragendes Schutzgerüst montiert. Dieses Gerüst und die begehbare Betonfläche konnten auch zur Zwischenlagerung von Materialien und der notwendigen Schutz- und Rettungsausrüstung verwendet werden. Um gleichbleibende Bedingungen zu gewährleisten und Witterungseinflüsse zu eliminieren wurde die Träger-

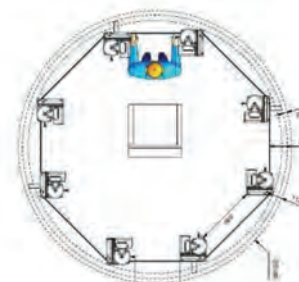
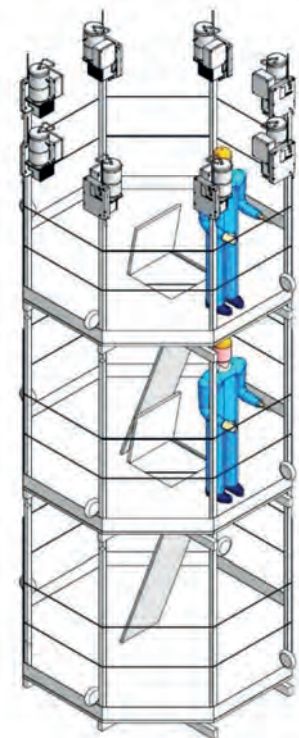


Einbau unter beengten Verhältnissen und Vollschutz

konstruktion an der Mündung aufgeständert und eine Schutzabdeckung montiert. Ein Überstieg auf unser Konsolgerüst diente neben der Bühne als zweiter Rettungsweg.

Während des mehrwöchigen Einsatzes im 2-Schicht-Betrieb mussten die Elektrokabel sowie die Fahr- und Sicherungsseile aufgrund der sauren Atmosphäre im Inneren mehrfach gewechselt werden.

Der Aufbau des Schutzgerüsts erfolgte durch unsere Industriekletterer, die auch während der gesamten Bauphase als Retter vor Ort waren. Das am Ende der sanierte Bereich termingerecht übergeben wurde, ist der gewerkübergreifenden, guten Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten zu verdanken.



Aufhängung und Überstieg



Blick von oben auf die Bühne

3 stöckige Innenbühne
Sonderkonstruktion für 9 Personen

Frank Schilling, Geschäftsführer
Willems & Schüller GmbH
Am Schützenhof 2, 53119 Bonn
www.sh-g.com

9. Technische Unterlagen

Seit dem 20. Mai 2022 ist die 7. Auflage der Technische Unterlagen auf einem Strick verfügbar.

Die Ausarbeitung ist vor allem für die Ausbildung und Weiterbildung im Feuerfestbau gedacht. Sie ist aber auch eine Informationsmöglichkeit für alle, die sich allgemein für den Feuerfestbau interessieren. Im Mittelpunkt der Betrachtung stehen nicht die feuerfesten Baustoffe oder Arbeitsmethoden, sondern die Darstellung wie „unser Teil der Arbeiten“ in die Prozesse unserer Kunden eingreift.

Die Technischen Unterlagen sind unterteilt in die Industriebereiche:

- 10. Stahl und Eisen
- 20. Chemie, Petrochemie und Kohletechnologie
- 30. Dampfkraftwerke
- 40. Thermische Abfallbehandlung
- 50. Zement und Kalk
- 60. Glas
- 70. Keramik
- 80. Nichteisenmetall

Für die 7. Auflage der Technischen Unterlagen wurden die Kapitel Sinteranlage (111), Pelletanlage (112) sowie Direktreduktionsanlage (114) neu erstellt und die Einleitung von Kapitel 10 Stahl und Eisen aktualisiert.

Die Arbeitsgruppe Technische Unterlagen der dgfs besteht seit Anfang der 90-er Jahre und wird seit ihrem Bestehen durch neue Mitglieder und Themen kontinuierlich weitergeführt.

An der neuen Ausgabe haben Daniel Cölle, Patrick Kerscher, Johann Kleicker, Rüdiger Rasch, Klaus Vogel, Bruno Wilhelmi und Annette Zülch mitgearbeitet.

Dr. Johann Kleicker



Die Fertigstellung beider „dgfs-Werke“ war Grund genug, um sich nach zahlreichen Online-Sitzungen in der Corona-Zeit bei den „aktuellen“ und „ehemaligen“ Akteuren persönlich zu bedanken. Das haben wir im Juli 2022 in Bad Honnef getan; auch wenn leider nicht alle dabei sein konnten.

10. dgfs-Lexikon

Die Arbeitsgruppen „dgfs-Lexikon“ und „Technische Unterlagen“ haben nach zahlreichen Sitzungen im Jahr 2022 Meilensteine ihrer Arbeit erreicht und Projekte zur Veröffentlichungsreife fertiggestellt.

Im Klartext bedeutet das

Ab dem 25. Mai 2022 wurde das webbasierte dgfs-Lexikon freigeschaltet!

Seit diesem Zeitpunkt können sich dgfs-Mitglieder unter www.dgfs-lexikon.de registrieren.

Das dgfs-Lexikon enthält umfangreiche Erläuterungen in Wort und Bild zu mehreren hundert fachspezifischen Begriffen des Feuerfest- und Schornsteinbaus und zielt vor allem auf die Ausbildung und Weiterbildung im Feuerfest- und Schornsteinbau.

Es ist aber auch eine Informationsmöglichkeit für alle, die sich allgemein für den Feuerfest- und Schornsteinbau interessieren.

Das dgfs-Lexikon kann keinen Anspruch auf Vollständigkeit haben. Anregungen und Ergänzungen sind ausdrücklich willkommen. Wir bitten hierzu den Button Verbesserungsvorschläge zu nutzen.

Für die zur Verfügungstellung von Bild- und Filmmaterialien für das dgfs-Lexikon bedanken wir uns an dieser Stelle besonders bei (Benennung in alphabetischer Reihenfolge): BAXO GmbH, BHS-Sonthofen GmbH, FORM+TEST Seidner & Co. GmbH, ikb Ingenieur- und Konstruktionsbüro für Feuerungsbau GmbH, HÄNDLE GmbH, HAVER NIAGARA GmbH, HKS GmbH, Dr. Johann Kleicker, Rudolf Krebs, METTOP GmbH, NETZSCH GmbH & Co. Holding KG, NOXMAT GmbH, Helmut Peiler Montanwärme GmbH, SCHLÜSSLER Feuerungsbau GmbH, SHS - Stahl-Holding-Saar GmbH & Co. KGaA, SMS group GmbH, Rainer Spahl, Standardkessel Baumgarte GmbH, Paul Wurth Deutschland GmbH, WZR ceramic Solutions GmbH.

Ohne diese großzügigen Beiträge hätten wir die verschiedenen Glossen nicht so umfangreich und aussagekräftig zusammenstellen können. Ein Bilderverzeichnis wird bei der Geschäftsstelle der dgfs geführt.

Unser besonderer Dank gilt allen Arbeitsgruppenmitgliedern, die durch ihre Beiträge die Arbeitsgruppe unterstützen. Am Entstehen haben Dr. Johann Kleicker, Rudolf Krebs, Dr. Helmut Röpke, Rainer Spahl, Manfred Steiger, Klaus Vogel und Annette Zülch mitgearbeitet.

Dr. Johann Kleicker



...WEIL WIR ES DRAUF HABEN!

INSTANDHALTUNGSOPTIMIERUNG DURCH AGILITÄT

Infos unter www.sika-refractories.de/instandhaltungsoptimierung

► Klimaschutz! Nachhaltigkeit! Wiederbewaldung! Global denken. Lokal handeln.

Im November 2021 startete die dgfs-Aufforstungsaktion im Siebengebirge. In Summe wurden in den darauffolgenden Wochen über 10.000 Bäume gepflanzt. Eine Gesamtfläche von über 14 Fußballfeldern. Es wurden verschiedene Baumarten gepflanzt, darunter Esskastanien, Vogelkirschen, Traubeneichen sowie Bergahorn und Spitzahorn.

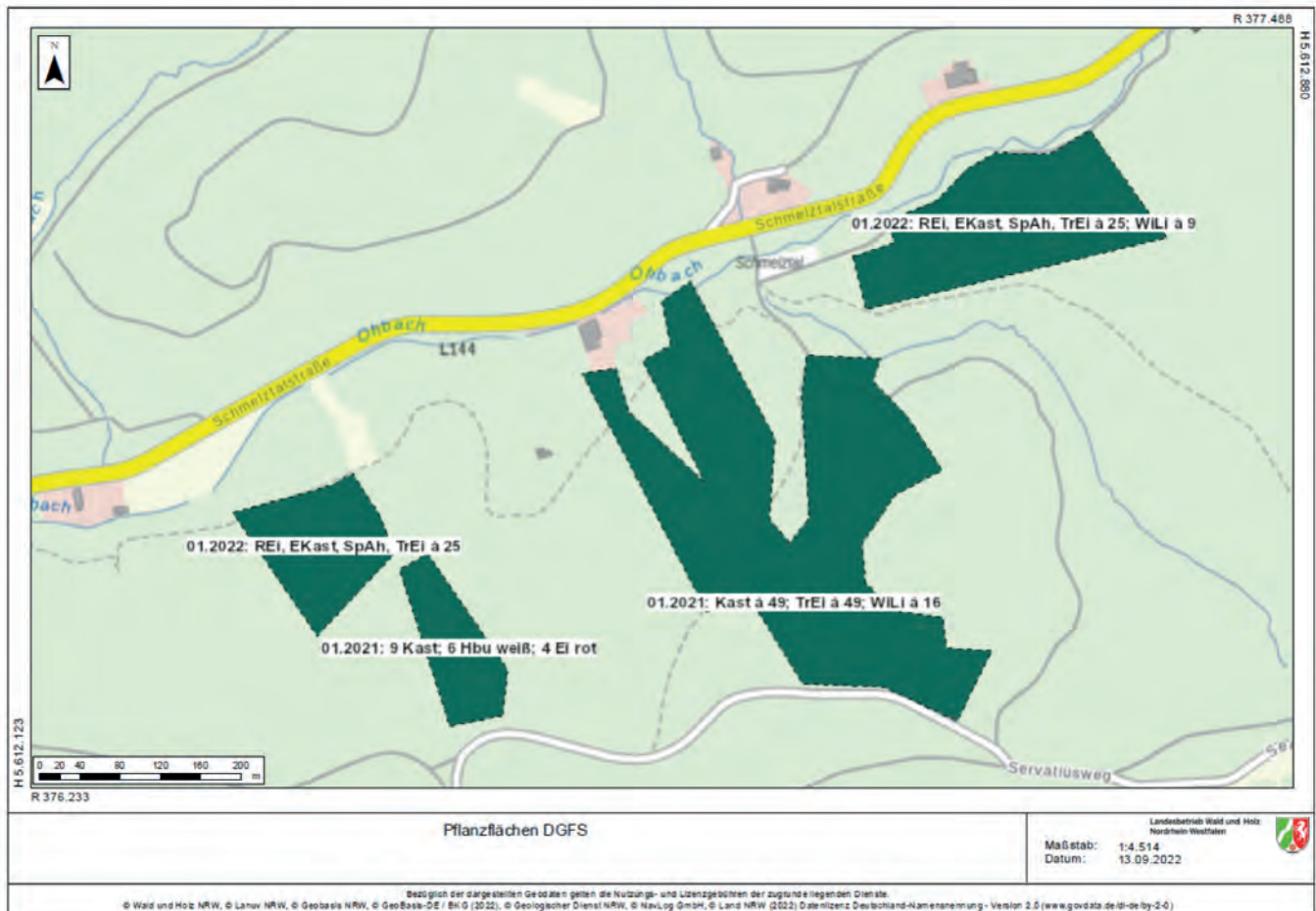
Wir möchten mit der nachfolgenden Bildergalerie ein **Update** geben.

Zuallererst die wichtige Aussage des Försters, Jan-Valentin Wiesmeyer (Regionalforstamt Rhein-Sieg-Erft) mit dem wir seit der Aktion im lockeren Austausch stehen: „**Den Bäumen geht es gut!**“.

Das ist nicht selbstverständlich nach dem trockenen Sommer und sicherlich haben wir auch ein paar Verluste zu verzeichnen, aber wir waren im **September und Oktober 2022** an dem Ort, an dem wir gestartet sind, und haben sichtbare Erfolge zu vermelden.

Hier an paar „Vorher“ / „Nachher“-Bilder:





Eine Übersichtskarte zu unseren Pflanzflächen, Stand 13.09.2022

Was ist aus den Jungbäumen geworden?

Herr Wiesmeyer gab uns im September 2022 eine Übersichtskarte zu den Pflanzflächen der dgfs. Gepflanzt wurden auf den Flächen: Eßkastanie, Spitzahorn, Traubeneiche, Winterlinde und Roteiche. Aus Naturverjüngung kamen hinzu: Eberesche, Weiden, Birken, Douglasien, Fichten, Lärchen, Kiefern und Buchen (die Aufzählung ist nicht abschließend). Im Ergebnis die besten Voraussetzungen für die Entstehung eines Mischwaldes mit 13-16 Baumarten.

Und nun? Einmalige Aktion? Wie könnte es nachhaltig weitergehen?

Mitglieder beschließen einstimmig die Fortsetzung der Nachhaltigkeitsaktion! Großartig!

Die Mitglieder der dgfs haben anlässlich ihrer Mitgliederversammlung Ende Oktober 2022 in Heidelberg einstimmig beschlossen, die im November 2021 begonnene Aufforstungsaktion -Anpflanzung von über 10.000 jungen

Bäumen über eine Gesamtfläche von über 14 Fußballfeldern im Siebengebirge- nicht bei einer einmaligen Aktion zu belassen, sondern nachhaltig fortzusetzen.

Unter der Kampagne „junge Bäume für junge Talente“



werden ab 2022 pro Jahr 1.000 junge Bäume in heimischen Wäldern angepflanzt. Die Finanzierung dieser dauerhaften Aktion ermöglichen die Mitglieder der dgfs.

Warum die Anzahl 1.000 pro Jahr und wie kommt es zu dem Titel der Kampagne?

Die dgfs nimmt im Bereich der beruflichen Aus- und Weiterbildung sowohl im technisch-gewerblichen als auch im ingenieurmäßigen Bereich

eine zentrale Rolle ein -national wie international. Die Zertifikate über die Qualifizierungen genießen bei Montage- und Herstellunternehmen des Feuerfest- und Schornsteinbaus, bei Betreibern und Anlagenbauern sowie Hochschulen und Kammern des öffentlichen Rechts hohe Akzeptanz und Anerkennung.

Pro Jahr werden i.M. über 100 Personen aus unseren Mitgliedsunternehmen durch unsere vielfältigen Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen weiterqualifiziert. Diese konstante Größe mit 10 multipliziert, ergibt die Anzahl an jungen Bäumen pro Jahr. Wir finden das ist eine gelungene Größe, mit der wir einen dauerhaften Beitrag zum Klimaschutz leisten möchten.

Wir bedanken uns auch an dieser Stelle bei allen Mitgliedern für die Bereitstellung der notwendigen finanziellen Mittel für die Kampagne „junge Bäume für junge Talente“, die im November 2022 mit der beginnenden Anpflanzsaison fortgesetzt wird.

Annette Zülch



Waldpatenschaft

Dank der tatkräftigen Unterstützung der



**Deutschen Gesellschaft
Feuerfest- und Schornsteinbau e.V.**

werden **1.000 Bäume** für den Aufbau klimastabiler und multifunktionaler Wälder in Nordrhein-Westfalen gepflanzt. Damit wird ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz geleistet.

Wiesmeyer

Hürtgenwald, 19.12.2022, Unterschrift

Wiesmeyer, Jan-Valentin
Fachgebietsleiter Landeseigener Forstbetrieb
Regionalforstamt Rureifel-Jülicher Börde



dgfs meets Feuerfest-Symposium 2022 in Freiberg



Zum 4.-mal wurde vom 25.-27.04. 2022 das Feuerfest-Symposium in Freiberg durchgeführt. Das Symposium stand unter dem Titel „Entwicklung feuerfester Werkstoffe – Nachhaltiger Umgang mit notwendigen/verfügbaren Ressourcen“.

24 hochkarätige Dozenten präsentierten neuste Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung in Hinblick auf Material- und Montagetechnologien in unterschiedlichsten Hochtemperaturanlagen.

Wir bzw. Vertreter aus unserem Mitgliederkreis waren mit verschiedenen Neuigkeiten auch mit von der Partie. Unser Vorstandsvorsitzender, Markus Horn hatte über die Anforderungen an

die Montageausführungen in Bezug auf Planung, Logistik, Qualität und Sicherheit vor einem sehr gut gefüllten Vortragssaal, dem Tivoli in Freiberg referiert.

Annette Zülch



Beckmann GmbH
Schornstein- und Feuerungsbau



**Mehr Erfahrung.
Mehr Sicherheit.
Mehr Service.**

Die Beckmann GmbH Schornstein- und Feuerungsbau ist ein modernes, hoch qualifiziertes Team mit einem perfekt abgestimmten Leistungsangebot. Wir errichten, warten und sanieren jede Schornstein- und Feuerungsbaumaßnahme mit einem hohen Maß an

Erfahrung, Sicherheit und Service. Seit über 60 Jahren sind wir aus diesem Grund bei Industrie, Gewerbe, Behörden und Privatkunden so erfolgreich.





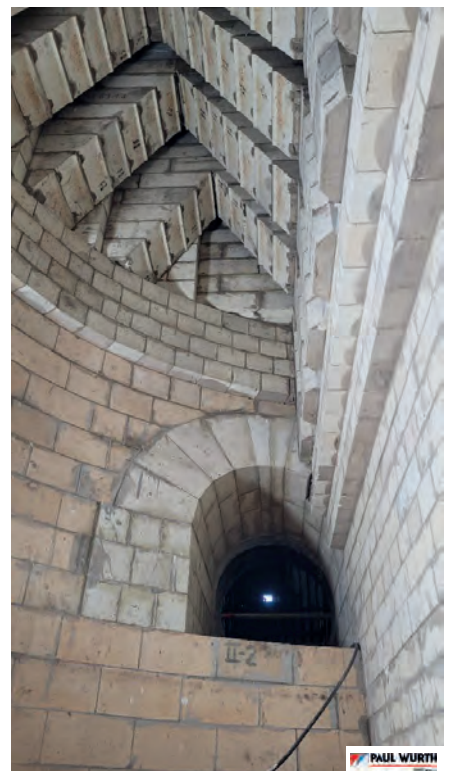
■ Herausforderungen bei der Zustellung eines Winderhitzers

Eine besondere Situation ergab sich für die Firmen SCHLÜSSLER und den Auftraggeber PAUL WURTH Deutschland im zurückliegenden Jahr bei den Hüttenwerken Krupp Mannesmann in Duisburg. Ein vorab endoskopisch erfasster Schaden am Feuerfest im Brennschacht des Winderhitzers 1 von Hochofenbetrieb A erwies sich als deutlich umfangreicher als geplant. Die bereits vorbereitete Reparatur mittels Heißspritzens unter Asbestbedingungen musste kurzfristig verworfen werden.

Es musste in erheblich größerem Umfang ein definiertes Abkühlen des Winderhitzers erfolgen und eine Sanierung des gesamten Brennschachtes getätigt werden. Das Projekt verlangte höchste Anforderungen an Planung und Koordination sowie einen intensiven Austausch der beteiligten Parteien untereinander. Unsere Baustellenverantwortlichen und Ingenieure waren kontinuierlich im Einsatz und 24/7 bereit, um in kurzer Bauzeit das Projekt an den Auftraggeber zu übergeben.

Der Abkühlvorgang des vom Hochofenbetrieb abgekoppelten Winderhitzers A1 wurde am 26.03.22 eingeleitet. Abhängig vom verbauten Silika-Material wurde die Abkühlkurve sehr sensibel gestaltet. Die besondere Herausforderung war der Abkühlprozess und die Filtrierung der heißen asbesthaltigen Abgase.

Da nicht ausgeschlossen werden konnte, dass es zu einem Kollabieren des gesamten Schachtes kommt und die beiden asbesthaltigen Amosil-Schichten der Isolierung freigelegt werden würden, mussten entsprechende Vorkehrungen getroffen werden.



Die 1200 °C heißen Rauchgase mussten heruntergekühlt werden und gleichzeitig durften die am Ende zugeschalteten Asbestfilter nicht mit Temperaturen > 60 °C belastet werden.



Für die Asbestsanierung wurde ein weiträumiger Schwarzbereich mit mehreren hundert Quadratmetern Plane im gesamten Bereich des Brennschachtes errichtet. Mit hohen Sicherheitsvorgaben und in enger Zusammenarbeit mit der Bezirksregierung Düsseldorf wurden knapp 540 to Feuerfestmaterial demontiert, in Big Bags verpackt, ausgeschleust und zu einer Deponie abtransportiert.

Die Feuerfestmontage erforderte große logistische Aufwendungen bei gleichzeitig stattfindendem Rückbau der Schwarzbereiche. Hochofen A musste in der gesamten Sanierungsphase mit nur zwei von drei Winderhitzern betrieben werden. Um diese Zeitphase zu minimieren wurde für die Montage eine Möglichkeit zur Parallelarbeit im Brennschacht und am keramischen Brenner geschaffen. Anfang November erfolgte die planmäßige Einbindung von Winderhitzer 1 nach erfolgreicher Sanierung in den Hochofenbetrieb.

M.Eng. Florian Ballon, Projektleiter
SCHLÜSSLER Feuerungsbau GmbH
Hafenstraße 98, 46242 Bottrop
www.schluessler.de



Untersuchung zur Materialcharakterisierung von Feuerfest- und Fugenmaterial anhand von Druckerweichungsversuchen mit mehrteiligen Proben zur FE-Modellierung thermomechanischer Spannungen von Feuerfest-Zustellungen mittels Homogenisierungs-Verfahren

Ziel des Projektes ist eine hinreichend genaue Ermittlung von E-Modul und thermischer Dehnung für feuerfeste Materialsorten, sowie Validierung der Materialdaten mittels FE-Simulation. Dadurch ist gewährleistet, dass für die Untersuchung des Verbundes Feuerfest-Fuge lediglich der Einfluss der Fuge unbekannt ist.

Ermittlung unterschiedlicher E-Moduln mittels 3- Punkt- Biegeprüfung und DIC (GHI)

- Durchgeführte Arbeiten: Analog zu den Biegeversuchen wurden E-Moduln mittels 3-Punkt-Biegeprüfung nach DIN EN 993-6 unter Verwendung von DIC (Digital Image Correlation) durchgeführt. Dieser ist nach diesem Verfahren aus dem Verhältnis von Spannung und Dehnung bzw. der Verformung zu ermitteln. Neben den auftretenden Prüfkraften muss dazu während des Versuchs die Durchbiegung der Probe gemessen werden. Der Traversenweg der Prüfmaschine unterliegt dabei erfahrungsgemäß meist signifikanten Messungenauigkeiten, da Setzeffekte und Anlagensteifigkeit hier mit in die Messdaten eingehen. Daher repräsentiert der Messschrieb der Prüfmaschine nicht das elastische Verhalten des Prüfkörpers.

Für eine möglichst genaue Ermittlung des E-Moduls wurden daher die Wegänderung bzw. Durchbiegung direkt an der Probe gemessen. Hierzu wurde eine optische Dehnungsmessung hinzugezogen. Diese wurde ebenfalls zu Bestimmung der Anlagensteifigkeit, also der Differenz der Wegmessung zwischen Probe und Anlage, verwendet. Das optische Messsystem erfordert einen hohen Kontrast,

etwa 50% schwarz und 50% weiße Bereiche sowie Musterpunkte mit einer Größe von 3-5 Pixel. Dies wurde durch die verwendeten feuerfesten Materialien gewährleistet. Das Prinzip der Erkennung der stochastischen Muster ist in Abbildung 1 dargestellt. Zunächst erfolgt die Definition von individuellen Facetten im Referenzbild (Abb. 1 links). Innerhalb einer Facette wird dann eine Grauwertverteilung vorgenommen. Somit ist auch bei perspektivischer Verzerrung (Abb. 1 rechts) und einer Dehnung die Grauwertverteilung nahezu gleich.

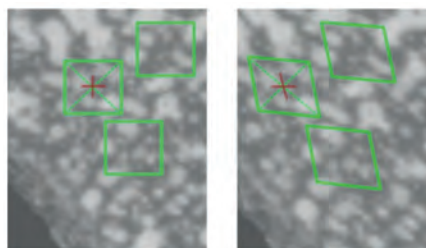


Abbildung 1: Individuelle Facette im Referenzbild (links) und Verzerrung (rechts)

- Erzielte Ergebnisse: Zur Visualisierung der Rissausbreitung und des Verformungs-Verlaufs der Probe beim Drei-Punkt-Biegeversuch erfolgt die Darstellung der Dehnung der Probe in horizontaler x-Richtung (Abbildung 2). Es werden etwa 100 Frames in 2 Sekunden von dem Mess-System erfasst.

Die Auswertung der Biegeversuche erfolgt dann mit Hilfe der Biegelinienmethode gemäß folgender Formel:

$$w = \frac{F \cdot L_s^3}{16E \cdot I} \cdot \frac{x}{l} \cdot \left[1 - \frac{4}{3} \left(\frac{x}{L_s} \right)^2 \right], x \leq \frac{l}{2}$$

F : Maximalkraft
 L_s : Stützweite
 E : E-Modul
 l : Probenlänge
 I : Flächenträgheitsmoment

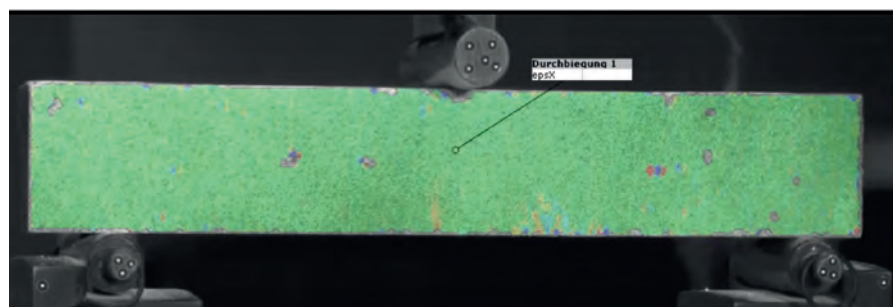


Abbildung 2: DIC Erfassung des Drei-Punkt-Biegeversuches

Zur Ermittlung des E-Moduls mittels Biegelinienmodells wurden zwei unterschiedliche Materialien verwendet. Zum einen wurde an einem metallischen Quader aus Aluminium die Durchbiegung erfasst und gemäß der Biegelinie der E-Modul berechnet. Zum anderen wurde das auch für die DE-Bestimmungen verwendete Bauxitmaterial getestet. In Abbildung 3 und 4 sind die Zeit-Weg Messungen sowie die Durchbiegungen der metallischen Aluminiumprobe und der feuerfesten Bauxitprobe wiedergegeben. Die ermittelten Werte für die Durchbiegungen sind stark unterschiedlich, so dass die Durchbiegung der Aluminiumprobe vierfach so groß ist wie die der feuerfesten Bauxitprobe. Zu berücksichtigen gilt hier jedoch auch das unterschiedliche Verformungsverhalten und die entstehenden Rissbildungen in den Feuerfestproben. Die ermittelten Werte für Biegekraft, Durchbiegung und E-Modul sind in Tabelle 1 zusammengefasst:

Material	Durchbiegung [mm]	Biegekraft [MPa]	E-Modul [GPa]
Aluminium	0.172	9879	70.7
Bauxit	0.042	1623	47,5

Tabelle 1: Biegekraft, Durchbiegung und E-Modul, ermittelt durch Drei-Punkt-Biegung und DIC

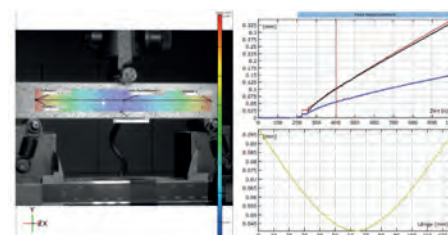


Abbildung 3: Zeitliche Verformung einer Aluminiumprobe im Drei-Punkt-Biegeversuch und ermittelte Durchbiegung

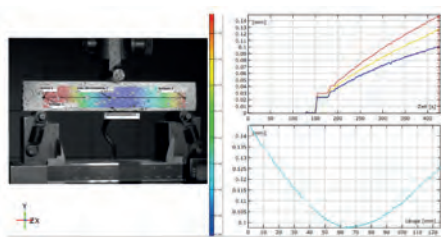


Abbildung 4: Zeitliche Verformung einer feuerfesten Bauxitstein-Probe im Drei-Punkt-Biegeversuch und ermittelte Durchbiegung

1. Ermittlung thermischer Dehnung und E-Modul (GHI)

- Durchgeführte Arbeiten:

Es wurden für die im Projekt untersuchten Materialien Druckerweichungsversuche ohne Last an Vollkörper-Proben nach DIN 993-19 zur Ermittlung der thermischen Dehnung der Materialien durchgeführt. Dabei wurden pro Material mindestens drei Versuchswiederholungen durchgeführt. Anhand der ermittelten Temperatur-Weg-Schriebe wurde anschließend die thermische Dehnung in Abhängigkeit der Temperatur ermittelt. Anschließend wurden Drucker-

weichungsversuche an Zylinder-Proben mit Last nach DIN EN ISO 1893 durchgeführt, zunächst mit der Standardlast von 0,2 MPa, anschließend auch mit Lasten von 0,3, 0,4 und 0,45 MPa sowie an durchschnittsverringerten Zylindern mit Lasten von 0,7 und 1,3 MPa. Anhand der gemittelten Kurven für konstante Spannungen bei steigender Temperatur wurden aus entsprechenden Messpunkten elastische Geraden bei konstanter Temperatur für steigende Spannungen erstellt. Anhand der Steigung dieser Geraden kann der EModul des Materials bestimmt werden. Parallel wurden zum Abgleich Resonanzfrequenzmessungen zur Ermittlung des dynamischen E-Moduls nach DIN EN ISO 12680-1 bzw. ASTM C1548-02 für erste Materialien durchgeführt, um einen Vergleichswert für die im Druckerweichen ermittelten E-Moduln zu erhalten.

- Erzielte Ergebnisse:

Temperatur-Dehnungsdaten von RUL-Versuchen an Feuerleichtsteinen der

ASTM Gruppe 34 mit 99% Al₂O₃, die bereits im vorherigen Berichtszeitraum gemessen und dokumentiert wurden sind in Abbildung 5 dargestellt. Wie zu erwarten resultiert mit steigender Spannung eine abnehmende Dehnrate der Feuerleichtsteinproben.

Wie in Versuchen im früheren Projektzeitraum bereits gezeigt, weisen die einzelnen Kurven eine frühere Abweichung vom linear-elastischen Verhalten auf und erreichen daher mit zunehmender Spannung den Druckentlastungspunkt früher. Es ist auch zu erkennen, dass die Kurven bei gleicher Temperaturänderung mit zunehmender Spannung eine geringere Dehnung erfahren, was auf die höhere elastische Stauchung durch die höhere Druckspannung zurückzuführen ist. Da die Kurve des Versuchs mit der höchsten Spannung (1,3 MPa) bereits bei etwa 1100 °C vom linear-elastischen Verhalten abweicht, wurden die Versuche nur bis zu einer Temperatur von 1000 °C ausgewertet. Die experimentellen Daten des Versuchs bei 0,01 MPa Belastung wurden zur Be-



More than 125 years of experience in industrial furnace/kiln construction:
You have the thermal process, we have the suitable plant.

Industrial furnaces made by ONEJOON –
always one degree better!



ONEJOON GmbH
Auf der Mauer 1
37120 Bovenden · Germany
Phone: +49 551 820 830 – 0
info@onejoon.de
www.onejoon.de



We look forward to your inquiry, contact us today!

stimmung des Ausdehnungskoeffizienten des Materials verwendet.

Bei den Versuchen wurden aus den gemessenen Daten elastische Geraden für konstante Temperaturen im Bereich von 200 °C bis 1000 °C in Schritten von 200 °C konstruiert. Das Ergebnis dieser Konstruktion ist für alle Messungen im Temperaturbereich von 200°C bis 1000°C in Abbildung 6 dargestellt. Aus dem Verlauf dieser Kurven wurden dann die E-Modulwerte für das Material im angegebenen Temperaturbereich ermittelt (vgl. Tabelle 2). Diese Werte für den statischen E-Modul können nun mit den erzielten Ergebnissen aus der Bestimmung des dynamischen E-Moduls nach ASTM C 1548-02 mittels Resonanzfrequenz-Dämpfungs-Analyse (RFDA) verglichen werden.

Wie in Tabelle 1 gezeigt, liegen die so ermittelten Werte des statischen E-Moduls im Bereich von 4,7 GPa bei 200°C bis zu 1,9 GPa bei 1000°C. Dies ist ein deutlicher realistischerer Wert als bei den bisherigen Annahmen im Projektverlauf. Die Werte des dynamischen E-Moduls zeigen die erwartbaren höheren Werte zwischen 11,8 GPa bei 200°C bis zu 12,5 GPa bei 1000°C.

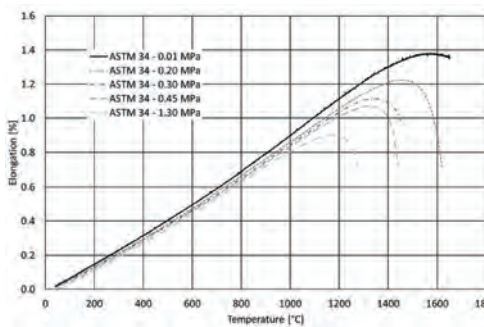


Abbildung 5: Temperatur-Dehnungsmessungen aus RUL-Tests unter verschiedenen Belastungen für Feuerleichtseine der ASTM Gruppe 34

Aus den Messergebnissen des Feuerleichtsteins wurden daher für verschiedene Temperaturen exemplarisch elastische Geraden konstruiert anhand derer der jeweilige E-Modul für die Temperaturen ermittelt wurde. Möglicherweise zeigt auch der Feuerleichtstein für geringe Spannungen noch nicht das tatsächliche elastische

Verhalten (Vergleich Abbildung 5). Ein Abgleich mittels Resonanzfrequenzanalyse sowie die Durchführung von Zylinderstauchversuchen sind daher die nächsten Schritte zur Überprüfung.

Temperatur [°C]	E-Modul DE [GPa]	E-Modul RFDA [GPa]
200	4,7	11,8
400	4,3	11,4
600	3,9	11,6
800	3,0	11,6
1000	1,9	12,5

Tabelle 2: E-Modul Bestimmungen aus den für verschiedene Temperaturen konstruierten Geraden aus Abb. 6 (DE) sowie der RFDA Methode

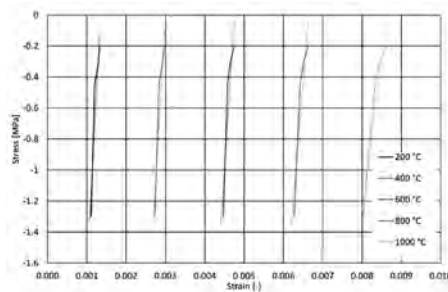


Abbildung 6: Aus Druckerweichungsversuchen erstellte elastische Geraden für verschiedene Temperaturen

Im Projektzeitraum fand ein Umzug der Forschungsstelle 1 (GHI) in neue Räumlichkeiten statt, die eine Neukalibrierung der DE-Messapparatur erforderlich machte. Es wurden somit für die Feuerleichtsteine der ASTM Gruppe 34 alle Messungen zur Vergleichbarkeit wiederholt. Die Belastung wurde von 0,01 MPa auf bis 1,3 MPa gesteigert. Die Ergebnisse dieser Wiederholungsmessungen sind in Abb. 7 wiedergegeben. Die daraus konstruierten Spannungs-Dehnungskurven sind in Abb. 8 wiedergegeben. Die ermittelten Werte für die unterschiedlichen E-Modul-Bestimmungen finden sich in Tabelle 3.

Temperatur [°C]	E-Modul DE (neu) [GPa]	E-Modul DE (alt) [GPa]	E-Modul RFDA [GPa]
200	4,5	4,7	11,8
400	2,6	4,3	11,4
600	2,3	3,9	11,6
800	1,9	3,0	11,6
1000	1,1	1,9	12,5

Tabelle 3: E-Modul Bestimmungen aus den für verschiedene Temperaturen konstruierten Geraden aus Abb. 8 (DE) sowie der RFDA

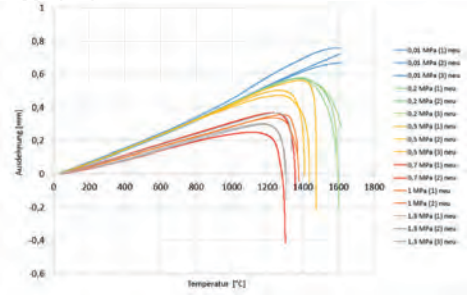


Abbildung 7: Temperatur-Dehnungsmessungen aus RUL-Tests unter verschiedenen Belastungen für Feuerleichtsteine der ASTM Gruppe 34 (Mehrfach Neubestimmungen nach Laborumzug und Neukalibrierung)

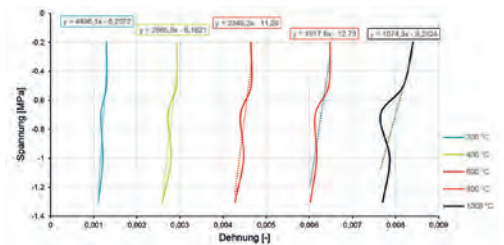


Abbildung 8: Aus Druckerweichungsversuchen der Feuerleichtsteine (aus Abb. 7) erstellte elastische Geraden für verschiedene Temperaturen

Als weiteres Referenzmaterial für die Evaluierung des E-Moduls aus Messdaten der Druckerweichungsversuche dient hydraulisch gepresstes Feuerfestmaterial auf Bauxitbasis. Im Vergleich mit dem Feuerleichtsteinmaterial weist es eine deutlich höhere Dichte sowie Festigkeit auf und wird für thermisch und v.a. mechanisch höher belastete Feuerfest-Konstruktionen verwendet.

Zunächst wurden in diesem Projektzeitraum zylindrische Bauxit-Vollproben für die Bestimmungen verwendet. Die gesamten DE-Versuche sind mit Messungen bei Belastungen zwischen 0,7 MPa und 1,3 MPa nun ebenfalls abgeschlossen. A priori sei bemerkt, dass derartige Feuerfest-Materialien bezüglich der mechanischen Belastbarkeit mikrostrukturell aufgebaut und weiterentwickelt wurden. Um das entsprechende elastische Verhalten zu erreichen sind somit hohe Lastraten

nötig. In Abbildung 9 sind alle Messungen des Bauxitmaterials mit den ansteigenden Lastraten dargestellt. Es ist zu beachten, dass ein Y-Offset zu Beginn der Messungen in dieser Darstellung bereits berücksichtigt ist. Die generelle Trendlinie ist klar ersichtlich. Dennoch gibt es zwischen 0,7 MPa und 1 MPa resp. 1 MPa und 1,3 MPa kleine Abweichungen. Es gilt zu beachten, dass es sich hierbei um keine Wiederholungsmessungen sondern immer um Neumessungen handelt. In Abbildung 10 sind die für die Ermittlung des statischen E-Moduls des Bauxitsteins notwendigen elastischen Geraden für verschiedene Temperaturen dargestellt. Es sind deutlich höhere und auch realistischere E-Modul-Bestimmungen nun zu verzeichnen als vor dem Y-Offset. Wendepunkte wie in den Bestimmungen vorher sind in diesen Messungen nur bei 1200°C erkennbar. Die ermittelten Werte vor und nach der Y-Korrektur sind in Tabelle 4 aufgelistet. Bezüglich der statischen E-Modulwerte zeigt der Wert für 600°C mit 1.8 GPa die höchsten Abweichungen auf.

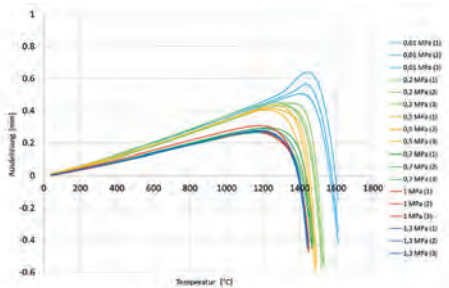


Abbildung 9: Temperatur-Dehnungsmessungen aus RUL-Tests unter verschiedenen Belastungen für Bauxitsteine (Mehrfachmessungen)

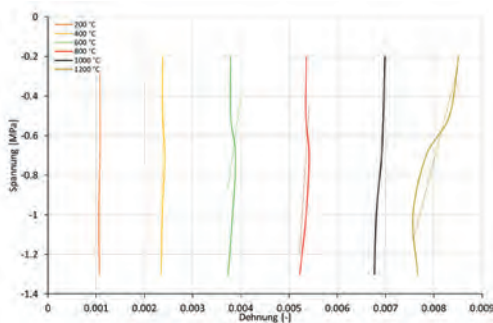


Abbildung 10: Aus Druckerweichungsversuchen des Bauxitmaterials (aus Abb. 9) erstellte elastische Geraden für verschiedene Temperaturen

Temperatur [°C]	E-Modul DE [GPa]	E-Modul DE korrigiert [GPa]
200	4,0	20,1
400	3,5	7,6
600	2,7	1,8
800	2,6	3,8
1000	2,3	4,4
1200	0,8	0,9

Tabelle 4: E-Modul Bestimmungen aus den für verschiedene Temperaturen konstruierten Geraden aus Abb. 10 (DE), Erstmessung sowie Korrektur nach Y-Offset-Abgleich

Die zuvor ermittelten Messergebnisse für Wärmedehnung der Bauxitsteinproben (0,01 MPa) und die Messergebnisse für höhere Lasten bis 1,3 MPa zeigten zwar geringfügige Unterschiede untereinander auf, die Tendenz wurde jedoch eingehalten. Die Messreihen bei 0,01 MPa weisen die größte relative Längenänderung auf und die Reihe bis 1,3 MPa die geringste. Im Gegensatz zu früheren Messungen lassen sich nun aus den vorliegenden Messergebnissen Geraden zur Ermittlung des E-Moduls konstruieren. Die Materialgruppe der Feuerleichtsteine sowie die Bauxitsteine zeigen, wie oben beschrieben, dass das Messprinzip zur Ermittlung des E-Moduls geeignet ist. Die Vermutung, dass hierzu höhere Auflasten benötigt werden wurde somit auch unabhängig von zuvor durchgeführten Stauchversuchen bestätigt.

2. Validierung der Materialdaten anhand von Abgleichen zwischen FE-Simulation und Experiment (IBF)

- Durchgeführte Arbeiten: Anhand der vom GHI bereitgestellten Messdaten konnten die Wärmeausdehnungskoeffizienten sowie E-Moduln für die durchgeführten Versuche berechnet bzw. validiert werden. Für die Validierung wurden die verwendeten Materialdaten in entsprechenden FE-Modellen des 3-Punkt-Biegens und des Druckerweichens hinterlegt und die vom Solver berechnete Durchbiegung bzw. Längenänderung mit den experimentellen Messdaten verglichen. Zudem konnten Werte für den E-Modul mittels inverser Modellierung ermittelt werden, dazu wurden die in den Simulationen hinterlegten E-Modul-Werte solange angepasst, bis die Ab-

weichung der Längenänderung bzw. Durchbiegung zwischen Simulation und Experiment ein Minimum erreicht.

- Erzielte Ergebnisse:

Für Validierung des ermittelten temperaturabhängigen E-Moduls wurden die entsprechenden E-Modul-Daten aus den Druckerweichungsversuchen und den RFDA-Messungen jeweils in einem Modell des Druckerweichens (1,3 MPa Last) hinterlegt. Der Abgleich der Temperatur-Längenänderungs-Daten von Simulation und Experiment, wie am Beispiel des Feuerleichtsteins 34 in Abbildung 11 gezeigt, zeigt eine sehr gute Übereinstimmung zwischen Simulation und Experiment für die mittels Druckerweichens ermittelten E-Modul-Daten. Die Simulation mit den E-Modul-Daten aus der RFDA-Messung hingegen überschätzt die auftretenden Dehnungen deutlich, sodass die Ergebnisse der Simulation näher an experimentellen Daten eines DE-Versuchs mit 0,01 MPa liegen als an den eigentlich simulierten 1,3 MPa. Diese Ergebnisse legen nahe, dass der mittels DE ermittelte statische E-Modul den im Druckerweichen auftretenden statischen Lastfall deutlich besser abbildet, als der dynamische E-Modul der RFDA-Messungen. Um dies zu bestätigen sind weitere Validierungen geplant, indem die E-Modul-Messdaten in einem Modell des 3-Punkt-Biegens hinterlegt werden, sobald hier experimentelle Messdaten für Versuche bei erhöhten Temperaturen vorliegen.

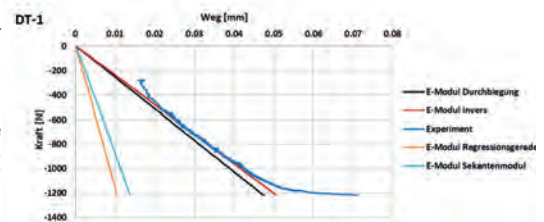


Abbildung 11: Validierung der ermittelten E-Modul-Daten mittels FE-Modell des Druckerweichens am Beispiel Feuerleichtstein 34

Das FE-Modell des 3-Punkt-Biegeversuchs wurde als 2D-Modell aufgebaut, um die zuvor erwähnte Maschinensteifigkeit der Anlage abzubilden, wurden zusätzlich Federn an den

unteren beiden Auflagern modelliert (Abbildung 12). Mit den zuvor mittels verschiedener Auswerteverfahren im 3-Punkt-Biegeversuch ermittelten E-Modul-Werten wurden jeweils Simulationen durchgeführt und anschließend wurde der Kraft-Weg-Schrieb der Anlage mit den Simulationsergebnissen verglichen. Dabei zeigte sich, dass die Auswertung mittels Biegelinientheorie die beste Übereinstimmung zwischen Simulation und Experiment lieferte.

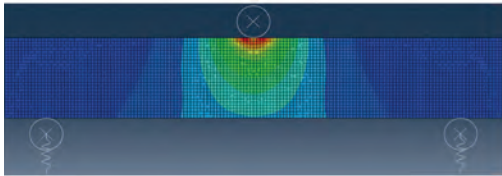


Abbildung 12: FE-Modell des 3-Punkt-Biegeversuchs

Ein anhand des Kraft-Weg-Schriebs invers ermittelter E-Modul weicht dabei nur geringfügig vom E-Modul der Biegelinientheorie ab, wie in Abbildung 11 zu sehen ist. Zum Abgleich mit den Ergebnissen der DE-Versuche sind in

Zukunft 3-Punkt-Biegeversuche bei erhöhter Temperatur geplant um auch hier einen temperaturabhängigen statischen E-Modul ermitteln zu können.

3. Charakterisierung des Verbundes Feuerfest-Fuge (AP2)

- Ziel: Experimentelle Abbildung und Charakterisierung des Einflusses von unterschiedlichem Fugenmaterial zwischen Feuerfest-Material mittels zwei- bzw. mehrteiliger Proben

- Durchgeführte Arbeiten: Die aufgrund der Corona-Pandemie und des Umzugs der Forschungsstelle 1 zeitlich verschobenen Bestimmungen an gemörtelten Proben wurden in diesem Projektzeitraum nun bearbeitet. Die hierzu notwendigen Probekörper mit Fuge wurden bereits vorher vorbereitet. In Abbildung 13 ist ein Beispiel einer zweiteiligen Bauxitsteinprobe mit einer Mörtelfuge zu sehen.



Abbildung 13: Zweiteilige Bauxitsteinprobe mit einer Mörtelfuge für DE-Prüfung

- Erzielte Ergebnisse: Messergebnisse der DE-Bestimmungen für mehrteilige Bauxitstein-Proben mit Mörtelfuge sind in Abbildung 14 dargestellt. Die Belastung wurde hier zunächst von 0,01 MPa bis auf 0,5 MPa gesteigert. Eine Bestimmung des statischen E-Moduls durch die Isotherme ist aus diesen Messungen jedoch nicht bestimmbar, da die Schichtdicke der applizierten Mörtelschicht zu unterschiedlich war.

Als Lösungsansatz hierfür wurde dann



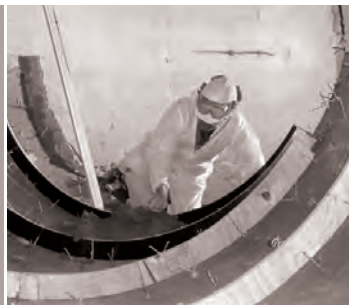
**Kompetenz und Innovationskraft
im Feuerfest- und Schornsteinbau.
Seit mehr als 130 Jahren.**

Schwerpunkte unserer Tätigkeit liegen auf diesen Gebieten:

- Aluminium und Stahl
- Chemie und Petrochemie
- Kalk-Zement
- Kraftwerke
- Biomasse- und Holzverbrennung
- Müll- und Sondermüllverbrennungsanlagen
- Sanierung und Rückbau von Industrie-Schornsteinen
- Wärmebehandlungsanlagen
- Sonderanlagen



Wilhelm Tölke GmbH & Co. KG
Leonroder Straße 4
D-90431 Nürnberg
Tel: +49 (0) 911 | 23 89-0
Fax: +49 (0) 911 | 23 89-25
toelke@toelke-feuerfest.de
www.toelke-feuerfest.de



die inverse Modellierung der einzelnen Messungen erkannt, da der E-Modul des feuerfesten Bauxitmaterials durch die vorhergehenden Messungen bekannt ist. Es erfolgte eine Variation der E-Modulwerte des Mörtels bis die angewandte Simulation und das angewandte Experiment gut übereinstimmten. Dies erfolgte durch drei Versuche pro Material, um die Reproduzierbarkeit der Methode zu überprüfen.

den. Anschließend wurden die Daten zur Validierung in einem entsprechenden FE-Modell einer mehrteiligen Probe hinterlegt.

- Erzielte Ergebnisse:

Da die Mörtel-Schichtdicken von Probe zu Probe zu stark schwanken, können zur Auswertung keine Isothermen gebildet werden, da die unterschiedlichen Höhenverhältnisse von Feuerfest zu Mörtel die gemessene Gesamtdehnung der Proben unterschiedlich beeinflussen.

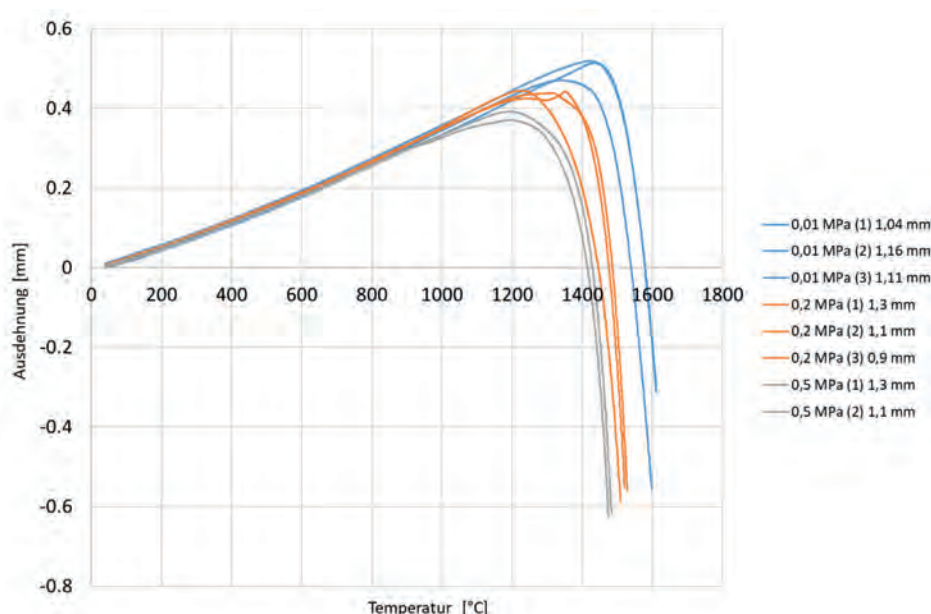


Abbildung 14: Temperatur-Dehnungsmessungen aus RUL-Tests unter verschiedenen Belastungen für mehrteilige Bauxitsteine (Mehrfachmessungen)

4. Numerische Homogenisierung des Materialverbunds und Validierung (AP3)

- Durchgeführte Arbeiten:

Bevor die Materialdaten für die kombinierten Proben aus Mörtel und Feuerfest homogenisiert werden, müssen zunächst die Materialdaten der einzelnen Materialien validiert werden. Dazu wurden die experimentellen Messdaten der mehrteiligen Proben ausgewertet. Mit bekannter Wärmedehnung und E-Modul des Bauxits aus den Vollkörper-Proben können aus der anteilig verbleibenden Dehnung des Mörtels die Wärmedehnung und der E-Modul des Mörtels berechnet werden.

Stattdessen wurde jede Probe einzeln ausgewertet, mit bekannten Höhenverhältnissen und aus vorherigen Versuchen bekannter Wärmedehnung des Feuerfestmaterials kann zunächst anhand der Versuche bei 0,01 MPa die Wärmedehnung des Mörtels bestimmt werden. Dazu wird die Wärmedehnung des Feuerfest berechnet und von der Gesamtdehnung subtrahiert, anschließend kann der Wärmeausdehnungskoeffizient des Mörtels anhand der verbleibenden Dehnung berechnet werden. Entsprechend kann für den E-Modul für Versuche mit höherer Spannung vorgegangen werden. Die ermittelten Materialdaten

werden zunächst in einem FE-Modell validiert, welches die einzelnen Materialbereiche abbildet. Hierzu wurde zunächst ein Modell erstellt, welches aus einem einzigen vernetzten Körper mit definierten Bereichen verschiedener Materialeigenschaften besteht. Die resultierenden Verschiebungen des Modells passen jedoch noch nicht zu den experimentellen Daten. Daher wird als nächster Schritt ein Modell mit drei einzelnen Körpern erstellt um den Einfluss der Modellierungsstrategie zu untersuchen. Wenn das Modell soweit angepasst ist, dass es verlässliche Ergebnisse liefert, soll schließlich noch die experimentelle und numerische Homogenisierung der Materialdaten durchgeführt werden und deren Validierung.

Dr.-Ing. Thorsten Tonnesen
RWTH Aachen
Institut für Gesteinshüttenkunde Lehrstuhl für Keramik und Feuerfeste Werkstoffe
tonnesen@ghi.rwth-aachen.de
www.ghi.rwth-aachen.de
M.Sc. Michel Henze
Institut für Bildsamer Formgebung

Innovation im Feuerfestbereich? Das geht am besten mit viel Erfahrung!

Seit 1969 bin ich im Feuerfestbereich aktiv – zunächst als Bauzeichner im Stahl und Eisenbereich, später als Ingenieur in den Bereichen Aluminium, Gießereien, allgemeiner Feuerungsbau, Umwelt, Energie, Chemie (DIDIER, RHIMagnesita).

Beginnend mit dem ersten keramischen Brenner im Cowperbau, damals bei der Brohltal AG in Urmitz, endend mit einem innovativem Design für den Sicherheitsbereich von Kraftwerken und einem Schutzsystem zur Effizienzsteigerung in speziellen Verbrennungsanlagen.

Seit 2019 bin ich nun als freiberuflicher Ingenieur unter „BW-Refractory-Design“ aktiv.

Gerne würde ich meine langjährige Erfahrung nutzen, um Ihnen innovative und bestmögliche Lösungen aufzuzeigen. Dabei verspreche ich beste Qualität und faire Preise.

„Design ist nicht Dekoration. Design ist, etwas zum Funktionieren zu bringen. Design ist ein Denkprozess, das Lösen eines Problems.“
Ana Kraš



Für innovative Lösungen steht:
BW-Refractory-Design
Dipl.-Ing. (FH) Bruno Wilhelmi
Sonderkonstruktionen
Energie Wärme Werkstoffe
+49 174 4630303 , bw-design@gmx.de

► National wie international anerkannte Ausbildung: Der geprüfte Vorarbeiter im Feuerfest- und Schornsteinbau Der geprüfte Werkpolier im Feuerfest- und Schornsteinbau

Eine Erfolgstory!

Seit Jahrzehnten führen wir die mehrwöchigen Weiterbildungsmaßnahmen zum Vorarbeiter und zum Werkpolier im Feuerfest- und Schornsteinbau erfolgreich durch. Das einzigartige Konzept, dieser an festen Leitplanken orientierter Lehrgänge, wird von einer unserer Arbeitsgruppen begleitet und kontinuierlich weiterentwickelt. Zu den Inhalten der Lehrgänge gehören jeweils für beide Spezialgewerke „Feuerfestbau“ und „Schornsteinbau“ insbesondere

Fach- und Materialkunde
Fachrechnen
Konstruktion
Ausführung
Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz

Baustellenmanagement
Baustellenlogistik und Geräteequipment
Qualitätssicherung
Qualitätsmanagement

Die Dozenten der unterschiedlichen Fach-Disziplinen stellen unsere Mitgliedsunternehmen zur Verfügung. Nach den mehrwöchigen Lehrgängen finden schriftliche Prüfungen statt, die von einer Prüfungskommission abgenommen wird.

Im Jahr 2022 fanden die verschiedenen Lehrgänge insgesamt dreimal



statt: Einmal im April/Mai 22 und die anderen Male im November/Dezember 22. Insgesamt nahmen über 50 entsandte Mitarbeiter aus unseren Mitgliedsunternehmen an den beiden dgfs-Lehrgängen teil. Nach Abschluss der Prüfungen im Jahr 2022 konnten insgesamt

- 29 neue Vorarbeiter im Feuerfest- und Schornsteinbau und
- 22 neue Werkpoliere im Feuerfest- und Schornsteinbau

ihre Prüfungsurkunde entgegennehmen.



WE ARE DOMINION

Mehr als 100 Jahre Feuerfestbau - Technologie · Kompetenz · Erfahrung



**Wir bieten Dienstleistungen und Produkte in den Bereichen:
Industrieöfen, Stahl & Eisen, Aluminium, Glas, Zement – Kalk – Keramik,
Chemie, Petrochemie und (erneuerbare) Energien**

DOMINION Deutschland GmbH
Breitscheider Weg 34, D-40885 Ratingen
Tel.: +49 2102/938-0
info.bde@dominion-global.com
www.dominion-global.com/de/


DOMINION

Wir gratulieren allen Absolventen zum erfolgreichen Abschluss und wünschen für den weiteren beruflichen Weg alles Gute!

Die Zertifikate der dgfs genießen bei Montage- und Herstellunternehmen des Feuerfest- und Schornsteinbaus, bei Betreibern und Anlagenbauern so-

wie Hochschulen und Kammern des öffentlichen Rechts hohe Akzeptanz und Anerkennung.

Annette Zülch



Abschlussfoto Vorarbeiter im Feuerfest- und Schornsteinbau: April/Mai 2022



Abschlussfoto Vorarbeiter im Feuerfest- und Schornsteinbau: November 2022



Abschlussfoto Werkpoliere im Feuerfest- und Schornsteinbau: November/Dezember 2022

Web-Seminare haben sich seit 2020 bei der dgfs etabliert!

Nicht zuletzt aufgrund von Corona haben wir bei der dgfs das digitale Format für Fachseminare entdeckt. Insbesondere für Veranstaltungen zu rechtlichen Themen stellen für uns Web-Seminare ein absolut geeignetes Medium dar, um unsere Mitglieder zu informieren. Die eher abstrakten und komplexen Sachverhalte versuchen wir dabei in „gut verdauliche“ Häppchen aufzuteilen und die Seminare kurzlebig und interessant zu halten. Im Jahr 2022 standen dabei unsere Mitglieder folgende Veranstaltungen zur Auswahl, die ausgiebig genutzt wurden:

„Nachunternehmereinsatz auf inländischen Baustellen“ „BauvertragsABC“

Worum geht's in den Web-Seminaren?

„BauvertragsABC“

In diesem Seminar behandeln wir den Themenkomplex: Bauvertragsrecht in drei aufeinander abgestimmte Module

Modul 1: Vor Beginn der Ausführung und vor bzw. nach Vertragsabschluss Modul 2: Während der Ausführung Modul 3: Nach der Ausführung.

Mit der Online-Seminarreihe sprechen wir hauptsächlich die Zielgruppen Projektleitung, Bauleitung sowie Personen aus dem Bereich Kalkulation an. Folgende Themen werden in den verschiedenen Modulen schwerpunktmäßig behandelt:

„Nachunternehmereinsatz auf inländischen Baustellen“

Inhaltlich werden Erläuterungen und Handlungshinweise zu folgenden Themenbereichen gegeben:

- Werkvertrag
- Dienstvertrag
- Arbeitnehmerüberlassung
- Abgrenzungsfragen Werk- und Dienstvertrag von der Arbeitnehmerüberlassung
- Haftungsfragen beim Nachunternehmereinsatz
- Haftungsfragen nach dem Arbeitnehmerentsendegesetz
- Nachunternehmer und Selbständige

Mit der Online-Seminarreihe sprechen wir hauptsächlich die Technische Leitung, Projektleitung, Bauleitung, Arbeitsvorbereitung, Einkauf, Vertrieb, Kalkulation an.

Statistik

Teilnehmerzahlen

„Nachunternehmereinsatz auf inländischen Baustellen“

36 Vertreter aus unserem Mitgliederkreis BauvertragsABC_Modul 1 bis 3

27 Vertreter aus unserem Mitgliederkreis

Die anonymen Bewertungen durch die Teilnehmer sind für uns Motivation genug, genauso im Jahr 2023 fortzufahren.

Annette Zülch

Modul 1:

Bauvertrags-ABC vor Beginn der Ausführung und vor bzw. nach Vertragsabschluss

- Einführung und vertragliche Grundlagen
- Was ist ein Einheitspreisvertrag?
- Was bedeutet Pauschalvertrag?
- Was ist ein Werkvertrag?

Modul 2:

Bauvertrags-ABC während der Ausführung

- Einführung und vertragliche Grundlagen
- Was ist bei Änderungen oder Ergänzungen im Vertrag zu tun?
- Was ist bei Behinderungen zu tun?
- Was ist bei Terminverzögerungen zu tun?
- Was sind Zusatzleistungen?
- Was sind Stundenlohnarbeiten?
- Was ist ein Aufmaß?

Modul 3:

Bauvertrags-ABC nach der Ausführung

- Einführung und vertragliche Grundlagen
- Was bedeutet Fertigstellung?
- Was bedeutet Abnahme?
- Was bedeutet Leistungsübergang?
- Was bedeutet Vertragsstrafe?
- Was bedeutet Gewährleistungszeit/Haftungszeit?

Preisanpassungen nach BGB Bauwerkvertragsrecht

Bereits mit dem pandemischen Geschehen und zuletzt durch den Ukraine-Krieg werden Fragen nach Preisanpassungsmöglichkeiten diskutiert. Insbesondere einzelne enorme Preissteigerungen für Baumaterialien sind zu beobachten. Dabei stehen bei einem Bauvertrag unterschiedliche Interessen gegenüber. Einerseits das Interesse des Auftraggebers sein geplantes Budget einzuhalten und andererseits das Interesse des Auftragnehmers, trotz gestiegener Materialeinkaufspreise, nicht defizitär Bauleistungen zu erbringen. Hinzu kommt, dass der Bauvertrag die Besonderheit aufweist, dass das Bauprodukt nicht bereits hergestellt ist und verkauft wird, sondern erst hergestellt wird und die Herstellung wiederum von unterschiedlichen Einflüssen abhängig ist.

Neuerung in dem BGB Bauwerkvertragsrecht aus dem Jahre 2018

Eine der wesentlichen Neuerungen im Rahmen der zum 1.1.2018 in Kraft getretenen Änderung des Bauvertragsrechts ist die Implementierung eines einseitigen Anordnungsrechts des Bestellers nach § 650 b II BGB. Durch diese Änderung treten wesentliche Folgen mit den in § 650 c BGB festgelegten Rechtsfolgen ein. Die Vorschrift des § 650 c I 1 BGB sieht vor, dass die Höhe des Vergütungsanspruchs für den infolge einer Anordnung des Bestellers nach § 650 b II BGB vermehrten oder verminderten Aufwand nach den „tatsächlich erforderlichen Kosten“ mit „angemessenen Zuschlägen für allgemeine Geschäftskosten, Wagnis und Gewinn zu ermitteln“ ist. Gemäß § 650 c II 1 BGB kann der Unternehmer zur Berechnung der Vergütung für den Nachtrag auf die Ansätze in einer vereinbarungsgemäß hinterlegten Urkalkulation zurückgreifen. Schließlich wird gem. § 650 c II 2 BGB vermutet, dass die auf Basis der Urkalkulation fortgeschriebe-

ne Vergütung der Vergütung nach § 650 c I BGB entspricht.

Die gesetzliche Vermutung

Die Vorschrift des § 650 c II 2 BGB verweist bezüglich des Inhalts der Vermutung auf § 650 c I BGB. Zu klären, was unter „tatsächlich erforderlichen Kosten“ und „angemessenen Zuschlägen“ zu verstehen ist. Mit der Gesetzesbegründung (BT-Drs. 18/8486, 56) erfolgt der Hinweis, dass die in der Urkalkulation enthaltenen bzw. fortgeschriebenen Preis- und Kostenansätze entsprechend sind zu den tatsächlich erforderlichen Kosten und die Zuschläge weiterhin angemessen sind. Für den Zuschlag für allgemeine Geschäftskosten ist nach der Gesetzesbegründung ferner zu vermuten, dass dieser weiterhin zutreffend ist. Ebenfalls einbezogen werden auch die Zuschläge für Wagnis und Gewinn und bei unternehmensbezogenen kalkulierten Zuschlägen auch die in der Urkalkulation ausgewiesenen Ansätze und Bezugsgrößen, wie Umsatz, Bauzeit oder projektbezogene Festbeträge. Hingegen werden Baustellengemeinkosten nicht ausdrücklich im Gesetz erwähnt. Für den VOB/B-Vertrag war die Behandlung schon vor der Reform umstritten (Althaus BauR 2012, 1841). Im Streit der Meinungen scheint Einigkeit zu bestehen, dass zusätzliche Baustellengemeinkosten im Zusammenhang mit Nachträgen nach § 650 c I 1 BGB nur dann der Vergütungspflicht unterliegen, wenn sie „direkt“ also „tatsächlich angefallen und erforderlich sind“ (Hornickel, NZBau 2021, 712, 713)

Vertragsanpassung und Anordnungen des Auftraggebers

Die Änderung von Rahmenbedingungen kann also grundsätzlich zu einer Vertragsanpassung führen. Solche Änderung im Sinne der gesetzlichen Regelung des § 650 c sind dann gegeben, wenn der Auftraggeber Änderungen wünscht. Der Auftragnehmer kann dies als Anlass

nehmen für diese neue Situation die angebotenen Preise zu überdenken und möglicherweise die Vergütung anzupassen. Für die Rechtsprechung ist uneingeschränkte einseitige Preisanpassung nicht zulässig (BGHZ 229, 344 = NJW 2021, 2273). Die andere auftragnehmerseitige Interessenlage ist, dass der geänderte Vertrag Berücksichtigung finden muss, woraus dieser ableiten wird, dass er auch nicht an den ursprünglichen Preisen festgehalten werden kann. Hier sollen die §§ 650 b, 650 c BGB eine Lösung bieten.

1. Auswirkungen

Die Anwendbarkeit der §§ 650 b, 650 c BGB setzt **Änderungen** voraus, die der Auftraggeber begehrt. Darunter können „die Anpassungen des Inhalts der Leistungsbeschreibung, der vollständige Austausch einzelner Leistungen oder Leistungsinhalte aber auch das Hinzukommen neuer Leistungen oder Leistungsinhalte“ fallen (Seidenberg, NZBau 2022, 257). Die Konkretisierung der Vertragsinhalte gehören nicht dazu (§ 315 BGB).

Ob dem Auftragnehmer eine Verpflichtung trifft, die Änderung als vereinbart zu akzeptieren und umzusetzen, betrifft insbesondere die Zumutbarkeit und ist erst im Rahmen des § 650 b II BGB zu prüfen.

Ob Änderungen auch solche in zeitlicher Hinsicht sind, also die den Zeitablauf betreffen durch Bauzeitverschiebungen oder Beschleunigungen ist streitig (Langen NZBau 2019, 10, 14 f.; MüKoBGB/Busche, BGB § 650 b Rn. 4, 5; Diehr ZfBR 2019, 738, 740)

2. Konsensuale Vertragsanpassung

Die Vorschrift des § 650 b I BGB scheidet den Vertragsparteien vor, dass diese **vorrangig das Einvernehmen über die Änderung und die infolge der Änderung zu leistende Mehr- oder Mindervergütung** anstreben müssen. Dieses Konsensprinzip folgt der Kooperationspflicht der Vertragsparteien. Nur dann, wenn eine Einigung nicht zustande kommt, kommen weitere Regelungen zum Tragen mit einem Anordnungsrecht des Auftraggebers. In diesem Fall kann der Auftragnehmer die Anpassung der Vergütung verlangen.

Der Auftragnehmer muss ein Angebot als Verhandlungsgrundlage vorbereiten. Für die Vertragsparteien gibt es bis jetzt für diese Preisfindung keine Grenze – mit Ausnahme des auffälligen Missverhältnisses zwischen Leistung und Gegenleistung (Wucher-Grenze nach § 138 BGB). Derzeit geht man in der Literatur davon aus, dass der Auftragnehmer in der Kalkulation frei ist (Oberhauer, NZBau 2019, 3, 6f.). Der Wortlaut des § 650 b I BGB zeigt, dass der Gesetzgeber nur den Fall einer Nichteinigung regeln wollte (Seidenberg, NZBau 2022, 257, 259).

„Die Privatautonomie ermöglicht es den Parteien, die Preise neu zu verhandeln, und die eingetretenen Preissteigerungen zu berücksichtigen. Verhandlungsgegenstand wird dabei jedoch in der Regel nicht der gesamte Vertrag, sondern nur die Änderung und die damit im Zusammenhang stehenden Preise sein.

(Seidenberg, NZBau 2022, 257, 259).“

Die gerichtliche Auseinandersetzung über eine Vertragsänderung kann sowohl die Vertragserfüllung als auch zukünftige Kooperationen erheblich belasten. Der Gesetzgeber will diese Auseinandersetzung verhindern (Begr. RegE z. Gesetz z. Reform d. Bauvertragsrechts, BT-Drs. 18/8486, 24, 53).

Deshalb steht dem Auftraggeber das Anordnungsrecht nur dann zu, wenn er sich ernsthaft um eine Einigung bemüht hat. Das Anordnungsrecht des Auftraggebers entfällt und ist auch nicht mehr notwendig, wenn eine Einigung sowohl über die Änderung an sich als auch über die Anpassung der Vergütung zustande kommt (§ 650 b I 1 BGB).

3. Anordnungsrecht

Steht nach erfolglosen Bemühungen dem Auftraggeber das Anordnungsrecht zu, so kann sich

- Entweder auf eine Änderung des vereinbarten Werkerfolgsbeziehungen (§ 650 b I 1 Nr. 1 BGB, § 631 II BGB)
- oder auf eine Änderung, die zur Erreichung des vereinbarten Werkerfolgs notwendig ist (§ 650 b I 1 Nr. 2 BGB).

Durch vertragliche Vereinbarungen und AGB-Gestaltungen kann das Anordnungsrecht ausgeschlossen oder erweitert werden. Für den Fall der AGB-Gestaltung ist für ihre Wirksamkeit zu berücksichtigen, dass § 650 b BGB Leitbildcharakter hat (MüKoBGB/Busche, BGB § 650 b Rn.1).

Der Auftraggeber hat im Hinblick auf das Anordnungsrecht

- sowohl die Form: in Textform
- als auch die gesetzlich vorgegebene

Frist: grundsätzlich erst 30 Tage nach Zugang des Änderungsbegehrens beim Auftragnehmer zu beachten.

Wird die Form nicht gewahrt, ist die Anordnung formnichtig (§ 650 b II BGB, § 125 BGB).

Der Verstoß gegen Formvorschriften in der Hoffnung auf eine Leistungsausführung, die auch erfolgt, könnte dazu führen, dass der Auftraggeber sich auf die Nichtigkeit beruft.

In diesem Fall kann der Auftragnehmer die Treuwidrigkeit (§ 242 BGB)

argumentieren, weil der Auftraggeber unter Missachtung von Formvorschriften die Änderungen anordnet und dann nach Ausführung die Preis Anpassung verweigert, § 242 BGB.

Ein anderer Weg wäre für den Auftragnehmer sich auf die Geschäftsführung ohne Auftrag oder das Bereicherungsrecht zu berufen. Die Berufung auf Bereicherungsrecht führt zunächst zu einem Herausgabeanspruch, der regelmäßig wegen der Unmöglichkeit der Herausgabe der Bauleistungen durch den Auftraggeber auf einen Wertersatzanspruch hinausläuft (Diehr ZfBR 2019, 738, 740; MüKoBGB/Busche, BGB § 650 b Rn. 16.). Der objektive Verkehrswert des Erlangten ist zu ersetzen (BGHZ 82, 299 = NJW 1982, 1154 Rn. 47f.). Zeitpunkt zur Wertermittlung für den Wertersatzanspruch ist der Zeitpunkt des Entstehens des Herausgabeanspruchs (OLG München NJOZ 2006, 4075). Damit verschiebt sich der Wertermittlungszeitpunkt (der Leistung) vom Abschluss des Vertrages zum Zeitpunkt der Leistungserbringung. ausschlaggebend. Die nach dem Abschluss des Vertrags gestiegenen Preise können also (zumindest mittelbar) die Wertberechnung beeinflussen.

4. Anpassung des Vergütungsanspruches

Die Anpassung des Vergütungsanspruches nach einer Anordnung ist in § 650 c BGB geregelt. Abweichungen durch Vertrag oder AGB sind möglich (HK-BGB/Scheuch, 10. Aufl. 2019, BGB § 650 c Rn. 1-5). Beim Architekten- und Ingenieurvertrag gilt vorrangig § 650 q II BGB.

„Der Auftragnehmer hat das Wahlrecht, ob er die anordnungsbedingte Vergütung auf der Grundlage der hinterlegten Urkalkulation oder nach den tatsächlich erforderlichen Kosten mit angemessenen Zuschlägen für allgemeine Geschäftskosten, Wagnis und Gewinn ermittelt (Seidenberg, NZBau 2022, 257, 259).“

Bei der zweiten Berechnungsme-

thode wird es dem Auftragnehmer ermöglicht, Preissteigerungen sowie weitere Umstände aus der Zeit nach Vertragsschluss zu berücksichtigen (MüKoBGB/Busche, BGB § 650 c Rn. 4; Althaus NZBau 2019, 15).

Umstritten ist, ob und wie die zeitliche Verschiebung berücksichtigungsfähig ist (Althaus NZBau 2019, 15, 19).

Der Wortlaut der §§ 650 b, 650 c BGB schließt die Berücksichtigung der zeitlichen Anordnungen nicht aus. Damit kann die Ansicht vertreten werden, dass auch Änderungen des Zeitablaufs in den Anwendungsbereich fallen. Insbesondere die Verschiebung des Baubeginns wird dazu führen, dass Preise eine Neuüberücksichtigung finden müssen. Andererseits kann dem Auftraggeber ein unbilliges Ergebnis nicht zugemutet werden (§ 242 BGB).

Dies etwa dann, wenn eine geringfügige Verschiebung ohne spürbare Auswirkungen zum Anlass genom-

men wird, die Preise anzupassen. In der Regel dürften nur größere Verzögerungen Preisanpassung rechtfertigen, da sie vom Auftragnehmer nicht erwartet werden mussten

Wolf-Simon Greling
Rechtsanwalt/Syndikusrechtsanwalt



Firmenjubiläum



150 Jahre L. Gussenbauer & Sohn Spezialbauunternehmung GmbH

Der Unternehmensgründer Ludwig Gussenbauer fand gleich nach seiner Maurerlehre großes Interesse am Schornsteinbau und der Einmauerung von Dampfkesseln. 1873 gründete er deshalb die Firma Gussenbauer als Spezialfirma mit Sitz in 1050 Wien, Schönburggasse 26. Die Industrialisierung und Technik des 19. und 20. Jahrhundert war eine große Herausforderung aber auch eine Chance für ihn und seinem Sohn Ferdinand.

1905 wurde dann das Stammhaus Haus in 1040 Wien, Karolinengasse 17 gekauft welches nun für bereits mehr als hundert Jahre der Firmensitz ist.

Ein großes Anliegen des Unternehmens war und ist bis heute die Ausbildung des Personals und auf die Anpassung an die Gegebenheiten des Marktes. Durch diese Anpassungsfähigkeit hat sich das Familienunternehmen bis zum heutigen Tag ihre Position am Markt geschaffen und wird trotzdem noch im Sinne der Familie weitergeführt.

Auf das sind wir die Großenkel Dorothee Gussenbauer und Ludwig Gussenbauer stolz und werden das Unternehmen innovativ, am neusten Stand der Technik, bereit für die Anforderungen der Kunden in die Zukunft führen.

L. Gussenbauer & Sohn
Spezialbauunternehmung GmbH
Karolinengasse 17
1040 Wien
Tel. +43 1 505 58 58
Fax +43 1 505 40 70
office@gussenbauer.at
www.gussenbauer.at

IMPRESSUM

Herausgeber:
Deutsche Gesellschaft
Feuerfest- und Schornsteinbau e.V.
Königswinter
www.dgfs-online.de

Verantwortlich:
GF, Dipl.-Ing. Annette Zülch

Gestaltung:
mediendesign&produktion
marcel tasler
www.marcel-tasler.de

Fotonachweis:
Florian Ballon
Wolf-Simon Greling
Sten Lüpke
Frank Schilling
Dr. Manfred Möller
Dr. Thorsten Tonnesen
Annette Zülch



Deutsche Gesellschaft
Feuerfest- und Schornsteinbau e. V.
Königswinterer Straße 409
53639 Königswinter
info@dgfs-online.de
www.dgfs-online.de