Aspekte zur Rückkühlung in Härtereien: Gesetzgebung, Verfahren, Probleme (Teil 2)

von **Miriam Moritz, Olaf Irretier, Marco Jost**

Die Kühlung von Prozessen und Einrichtungen sind bei Wärmebehandlungs- und Härteprozessen eine zwingende Notwendigkeit, die es in der Auswahl und Auslegung genau auf die Erfordernisse der Härterei anzupassen gilt. Doch nicht nur die verfahrenstechnische Dimensionierung der Rückkühltechnik ist als anspruchsvoll zu bezeichnen. Die mit dem Betrieb einer Anlage in Zusammenhang stehenden rechtlichen und umweltrelevanten Vorgaben ist eine besondere Aufmerksamkeit geschuldet. Der vorliegende zweite Teil des Fachbeitrags beschäftigt sich mit den wesentlichen gesetzlichen Grundlagen, u. a. zur 42. BImSchV und VDI 2047-2 sowie Möglichkeiten zur Wasseraufbereitung, Wasserbehandlung, Steuerung und Dokumentation als auch mit dem immer relevanten Thema der Legionellen in Verdunstungskühlanlagen und insbesondere deren Vermehrung und Nachweis. Teil 1 ist in der PROZESSWÄRME 4/2019 erschienen.

Aspects of recooling in heat treatment shops (part 2)

The cooling of processes and facilities for heat treatment and hardness processes has to be adapted exactly to the requirements of the heat treatment shop. The first part of the report treated practically the procedure-technical and investment-technical needs and demands of heat treatment shops referring cooling systems like drop tower systems or chillers. The second part of the report shows the essential bases, among the 42. BImSchV and the VDI 2047-2 as well as possibilities for the water treatment, cooling water control and documentation as well as the relevant subject of the legionella in drop water towers as closed loop systems. Part 1 was published in PROZESSWÄRME 4/2019.

In Verdunstungskühlanlagen kann es neben dem beabsichtigten Prozess – der Abfuhr von Wärmelasten durch Verdunstung – im gesamten wasserberührten Bereich zu verschiedenen Nebeneffekten kommen. Die durch Verdunstung bedingte Aufkonzentrierung der Wasserinhaltsstoffe kann zu Ablagerungen aus Härtebildnern oder eingetragenem Schmutz führen. Es kann zu Korrosionsvorgängen auf wasserberührten metallischen Oberflächen kommen. Nicht zuletzt entstehen durch den Eintrag und die Vermehrung von Mikroorganismen, insbesondere Legionellen, prozessrelevante und hygienische Probleme. Eine Verbreitung legionellenhaltiger Aerosole in die Umgebung kann zu Erkrankungen in der Bevölkerung führen, wie mehrere – zumindest vermutlich – durch Verdunstungskühlanlagen verursachte Ausbrüche (Ulm/Neu-Ulm 2010, Warstein 2013, Jülich 2014, Bremen 2015/2016) mit etlichen Erkrankungs- und Todesfällen gezeigt haben.

Hygienisch sicherer Betrieb

Eine wichtige Voraussetzung zum hygienisch sicheren Betrieb von Verdunstungskühlanlagen ist eine möglichst ablagerungsfreie Fahrweise.

Anorganische Ablagerungen

Die Verdunstung von Wasser bedingt eine Anreicherung von Salzen. Kommt es dabei zur Überschreitung von Löslichkeitsprodukten unter den systemspezifischen Bedingungen – in erster Linie pH-Wert und Temperatur – können Salze in Form von Schlämmen oder festen Ablagerungen auf Oberflächen ausfallen (**Bild 1**). Die

Bild 1: Ausschnitt einer Kühlturmwabe mit Härteablagerungen

Bild 2: Schmutzablagerungen in der Kühlturmtasse, insbesondere am Ablaufsieb

Tendenz zur Ausbildung von Ablagerungen hängt u. a. von der eingesetzten Zusatzwasserqualität ab, die sich von Standort zu Standort stark unterscheiden kann.

Korrosionsprodukte

Eine weitere Form der Ausbildung von Ablagerungen ist die Korrosion. Korrosion ist ein elektrochemischer Vorgang, bei dem eine elektrische Potenzialdifferenz zwischen zwei Metallen oder zwei verschiedenen Bereichen des gleichen Metalls entsteht. Dadurch fließt ein Strom durch das Metall, der zur Ausbildung eines anodischen und kathodischen Bereichs führt. Metallionen gehen an der Anode in Lösung und bilden Ablagerungen in Form von unlöslichen, teilweise porösen Metalloxiden. Durch die hohe Sauerstoffsättigung des Wassers besteht in offenen Verdunstungskühlanlagen generell ein gewisses Risiko der Korrosion, das durch ansteigende Salzkonzentrationen und die damit verbundene erhöhte elektrische Leitfähigkeit beschleunigt wird.

Schmutzablagerungen

Über das Zusatzwasser, die Luft und unter Umständen auch den zu kühlenden Prozess kommt es zum Eintrag verschiedener Verunreinigungen in das Nutzwasser von Verdunstungskühlanlagen. Dazu gehören u. a. Sand, Staub, Pflanzenbestandteile oder Öl. Diese Verunreinigungen lagern sich häufig in wenig oder gar nicht durchströmten Bereichen der Verdunstungskühlanlage ab (**Bild 2**).

Mikrobiologische Ablagerungen

Zusatzwasser und Luft sind nicht nur eine Quelle für den Eintrag von Schmutz, sie enthalten auch Mikroorganismen – Bakterien, Pilze, größere Einzeller (Protozoen) und Algen. Die meisten Mikroorganismen tendieren dazu, wasserberührte Oberflächen zu besiedeln und sogenannte Biofilme auszubilden (**Bild 3** und **Bild 4**). In diesen Biofilmen sind Bakterien und andere Mikroorganismen in einer von ihnen selbst gebildeten Matrix aus extrazellulären Polymeren eingebettet. Diese Matrix dient den Mikroorganismen zur Anheftung an Oberflächen und aneinander. Zudem schützt sie vor äußeren Einflüssen wie Austrocknung, Desinfektion und UV-Strahlung.

In den meisten Verdunstungskühlanlagen findet sich ein mehr oder weniger stark ausgebildetes Gemisch aus oben beschriebenen Ablagerungen (Bild 1). Ablagerungen jeglicher Art haben prozessrelevante Störungen zur Folge wie die Beeinträchtigung von Wärmeübergängen und die Reduzierung von Rohrquerschnitten. Sowohl Härteablagerungen als auch Ablagerungen aus Korrosionsprodukten und Verunreinigungen fördern die Ansiedlung von Mikroorganismen und die Ausbildung von Biofilmen. Hier kommt zu den prozessrelevanten Problemen ein erhöhtes hygienisches Risiko hinzu, da Biofilme Krankheitserreger, insbesondere Legionellen, beherbergen können.

Legionellen sind weit verbreitet vorkommende Umweltbakterien, die sich unter günstigen Bedingungen in technischen Wassersystemen zu hygienisch relevanten Konzentrationen vermehren können. Das Einatmen legionellenhaltiger Aerosole kann zu Infektionen mehr oder minder schweren Ausmaßes beim Menschen führen. Die Legionärskrankheit – benannt nach einem großen Krankheitsausbruch im Rahmen eines Treffens amerikanischer Legionäre in Philadelphia im Jahr 1976 – führt zu einer schweren Form der Lungenentzündung mit Beeinträchtigung weiterer Organe wie Leber, Nieren und des zentralen Nervensystems. Auch bei Einsatz von Antibiotika führt die Legionärskrankheit in 10 - 15 % zum Tode. Im Gegensatz dazu ist das Pontiac-Fieber durch einen deutlich leichteren, grippeähnlichen Verlauf ohne Lungenentzündung gekennzeichnet.

Quellen für Legionellen-Freisetzung sind alle technischen Wassersysteme, in denen günstige Bedingungen für die Vermehrung von Legionellen herrschen (Temperaturen von 20 bis 45 °C, Anwesenheit von Biofilmen, Sedimenten und ausreichenden Nährstoffen) und es zur Bildung von Aerosolen kommt. Dazu gehören neben Verdunstungskühlanlagen u. a. auch Duschen, Whirlpools, Fahrzeugwaschanlagen und raumlufttechnische Anlagen. Den Verdunstungskühlanlagen kommt jedoch eine besondere Bedeutung zu, da Aerosole hier unter Umständen über mehrere Kilometer transportiert werden und somit ein großer, schwer einzugrenzender Personenkreis beeinflusst wird.

Gesetze und Richtlinien für Verdunstungskühlanlagen

Die Legionellenausbrüche jüngerer Vergangenheit in Deutschland waren Anlass, das bisher unzureichende Regelwerk zum hygienegerechten Betrieb von Verdunstungskühlanlagen zunächst mit einer umfassenden Richtlinie, der VDI 2047, und letztendlich auch mit einer Verordnung, der 42. Bundes-Immissionsschutzverordnung, zu ergänzen.

Allgemeine Anforderung gemäß § der 42. BImSchV ist, Anlagen so auszulegen, zu errichten und zu betreiben, dass Verunreinigungen des Nutzwassers durch Mikroorganismen, insbesondere Legionellen, vermieden werden. Dazu gehört eine geeignete Wasserqualität des Zusatz- und/oder Nutzwassers entsprechend der Herstellervorgaben wasserberührter Komponenten, geeignete Betriebsstoffe, wie z. B. Desinfektions- und Reinigungsmittel, der Einsatz wirksamer Tropfenabscheider, die Vermeidung von Stagnationszonen, möglichst vollständige Entleerbarkeit der Anlagen, die Voraussetzung zum dosierten Zusatz von Bioziden sowie Vorkehrungen für Überprüfungen, Probenahme und die Durchführung regelmäßiger Instandhaltungen.

Des Weiteren fordert die 42. BImSchV die Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung sowie das Abarbeiten einer Checkliste bei Inbetriebnahme oder Wiederinbetriebnahme einer Anlage, beides unter Beteiligung einer hygienisch fachkundigen Person.

Eine zentrale Rolle kommt der Überwachung und Dokumentation der Anlagen zu. Betreiber sind verpflichtet, das Nutzwasser ihrer Verdunstungskühlanlagen durch regelmäßige Laboruntersuchungen auf Legionellen und allgemeine Koloniezahl sowie durch betriebsinterne Kontrollen physikalischer, chemischer oder mikrobiologischer Parameter zu überprüfen. In Abhängigkeit der Ergebnisse sind Maßnahmen zu ergreifen. Im Falle einer Überschreitung des Maßnahmenwerts für Legionellen von 10.000 KBE/100 ml ist die zuständige Immissionsschutzbehörde zu informieren. Sämtliche Ergebnisse der Laboruntersuchungen und der betriebsinternen Kontrollen sowie die daraus resultierenden Maßnahmen sind zusammen mit Angaben zu Standort, Betreiber, Inbetriebnahme und Betriebszuständen in Form eines Betriebstagebuchs zu dokumentieren. Seit dem 19. August 2018 müssen Verdunstungskühlanlagen in einem deutschlandweiten Kataster angezeigt werden. Ziel ist es, bei zukünftigen Legionellenausbrüchen die möglichen Infektionsquellen schnell eingrenzen und ausschalten zu können. Zudem sind Betreiber verpflichtet, ihre Anlagen alle fünf Jahre durch einen öffentlich bestellten vereidigten Sachverständigen oder eine akkreditierte Inspektionsstelle Typ A überprüfen zu lassen. Anlagen, die vor dem 19. August 2011 in Betrieb gegangen sind, sind bis zum 19. August 2019 fällig. Anlagen mit Inbetriebnahmedatum nach dem 19. August 2011 entsprechend bis 2020, 2021 oder 2022.

Bild 3: Verdunstungskühlanlage mit Algenwachstum an den Ansaugungen

Bild 4: Biofilm- und Schmutzablagerung auf einer Kühlturmwabe

Bild 5: Leitfähigkeitsgesteuerte Absalzanlage

Die VDI 2047 Blatt 2 und 3 bieten Handlungsanweisungen, die teilweise über die Forderungen der 42. BImSchV hinausgehen und Betreibern in größerem Detail Möglichkeiten zum Erreichen eines hygienisch möglichst risikoarmen Betriebs ihrer Verdunstungskühlanlage aufzeigen.

Lösungen für den Betrieb von Verdunstungskühlanlagen

Wie wird nun mit den Gegebenheiten vor Ort und den unvermeidbaren Prozessen in einer Verdunstungskühlanlage ein regelkonformer, hygienisch sicherer, aber auch wirtschaftlich effizienter Betrieb einer Verdunstungskühlanlage erreicht?

Je nach Beschaffenheit des zur Verfügung stehenden Rohwassers (Trinkwasser, Brunnenwasser, Oberflächenwasser etc.) kann eine Wasseraufbereitung und/oder Wasserbehandlung notwendig sein, um einen hygienisch sicheren Betrieb zu gewährleisten und Herstellervorgaben einzuhalten.

Wasseraufbereitung

Zur Wasseraufbereitung stehen Verfahren wie Filtration zur Entfernung von Feststoffen und Enthärtung oder Entsalzung zur Entfernung von gelösten Stoffen zur Auswahl. Bei der Enthärtung werden über einen Kationenaustauscher Kalzium und Magnesium aus dem Wasser entfernt. Wird eine Vollentsalzung oder eine Umkehrosmose eingesetzt, werden auch andere Ionen und Moleküle aus dem Wasser entfernt. Mit Wasseraufbereitung und einer entsprechenden Verschneidung kann die benötigte Wasserbeschaffenheit maßgeschneidert eingestellt werden. In Kombination mit geeigneter Absalztechnik (**Bild 5**) wird gewährleistet, dass Verdunstungskühlanlagen mit einer gewissen Eindickung wirtschaftlich gefahren werden können – bei gleichzeitig geringem Risiko zur Ausbildung von Ablagerungen.

Wasserbehandlung

Für die Wasserbehandlung sollte ebenfalls anlagenspezifisch unter Berücksichtigung der Zusatzwasserbeschaffenheit und der Herstellervorgaben ein Gesamtkonzept entwickelt werden. Ein Teil dieses Konzepts ist die Dosierung von Härtestabilisatoren und Dispergatoren sowie Korrosionsinhibitoren (häufig als kombinierte Produkte) zur Vermeidung von Härteablagerungen und Korrosionsvorgängen. Zur Minimierung der mikrobiellen Vermehrung werden Biozide oder physikalische Desinfektionsverfahren genutzt. Der Einsatz von Härtestabilisatoren, Dispergatoren, Korrosionsinhibitoren und Bioziden ist von den Anforderungen an das Nutzwasser abhängig. Maßgeblich sind hier die Herstellervorgaben aller wasserberührten Komponenten, aber auch mikrobiologische und sonstige Belastung des Systems, physikalische und chemische Rahmenbedingungen sowie abwasserrechtliche Vorgaben. Die Dosierung von Bioziden erfolgt in der Regel auf Basis von Annahmen und Erfahrungswerten zeitgesteuert. Der aktuelle Bedarf an Biozid kann jedoch bedingt durch äußere Einflüsse wie Außentemperaturen, saisonal oder betrieblich bedingte Belastungen der Umgebungsluft, variierende Wärmelasten etc. stark schwanken. Daran muss die Bioziddosierung im laufenden Betrieb angepasst werden. Unterstützend können Biodispergatoren eingesetzt werden. Sie besitzen selbst keine biozide Wirkung, können aber die Wirkung von Bioziden unterstützen, indem sie Oberflächenbeläge wie Biofilme ablösen und die Abtötung von Mikroorganismen auch in tieferen Schichten von Biofilmen und anderen Ablagerungen ermöglichen.

Optimalerweise wird das Konzept durch den Einsatz von Filtertechnik, beispielsweise eines Sandfilters abgerundet. Dadurch werden durch die Luft und das Zusatzwasser eingetragene Schmutzstoffe sowie abgetötete Biomasse aus dem System entfernt und die Ausbildung von Sedimenten reduziert. Als Konsequenz daraus kann der Einsatz von Bioziden ggf. verringert werden.

Nicht zuletzt trägt eine Optimierung der baulichen Gegebenheiten und der Betriebsweise zu einem hygienisch sicheren Betrieb bei.

Überwachung und Dokumentation

Zentrale Forderung der 42. BImSchV ist die Überwachung und Dokumentation von Verdunstungskühlanlagen durch den Betreiber. Im Betriebstagebuch müssen sämtliche Anlagendaten, Betriebszustände und Änderungen sowie die Ergebnisse der Laboruntersuchungen und betriebsinternen Kontrollen dokumentiert sein.

Außerdem wird in der Hygiene-Gefährdungsbeurteilung, zu deren Erstellung Betreiber von Verdunstungskühlanlagen laut 42. BImSchV und VDI 2047 verpflichtet sind, die Anlage vollständig aufgenommen, begutachtet, bewertet und dokumentiert.

Zusammenfassung

Industrieofenanlagen für Wärmebehandlungsprozesse benötigen zum Abkühlen oder Abschrecken der behandelten Bauteile als auch zur Rückkühlung entsprechender Ofenkomponenten wie Ofendeckel, Durchführungen oder auch Flansche eine mehr oder weniger starke Kühleinrichtung. Teil 2 des Fachbeitrags über Gesetze, Verfahren und Probleme der Rückkühlung in Härtereien hat sich mit dem wichtigen Thema der Legionellen in Verdunstungskühlanlagen und insbesondere deren Vermehrung und Nachweis beschäftigt. Des Weiteren wurden die gesetzlichen Grundlagen und die Möglichkeiten zur Wasseraufbereitung, Wasserbehandlung, Steuerung und Dokumentation aufgezeigt.

AUTOREN

Dr. **Miriam Moritz**
Schweitzer-Chemie GmbH
Freiberg
0163 / 388881-26
m.moritz@schweitzer-chemie.de

Dr. **Olaf Irretier**
IBW Dr. Irretier GmbH
Kleve
02821 / 71539-48
olaf.irretier@ibw-irretier.de

Marco Jost
IBW Dr. Irretier GmbH
Düsseldorf
0177 / 23595-36
marco.jost@ibw-irretier.de

Intensiv-Seminar

WÄRMEBEHANDLUNG
von Stahl – Prozess- und Anlagentechnik
23.-26.09.2019, Mercure Hotel Dortmund Centrum

Veranstalter
IBW Vulkan Verlag

Programm-Höhepunkte

Themenblock 1
Wärmebehandlung von Stahl
- Metallkundliche Grundlagen
- Einführung Wärmebehandlung
- Glühverfahren
- Härteverfahren
- Vergüten
- Form- und Maßänderungen bei der Wärmebehandlung
- Oberflächenhärtung von Stahl
- Randschichthärtung
- Thermochemische Diffusionsverfahren

Themenblock 2
Anlagentechnik für die Wärmebehandlung
- Einführung Industrieofenbau
- Industrieofenanlagen für die Wärmebehandlung
- Vergleichende Beurteilung von Anlagenkonzepten
- Isolation und Wärmedämmung
- Wärmerückgewinnung im Industrieofenbau
- Kühltechnik im Industrieofenbau

Referenten

Dr. Olaf Irretier ist seit vielen Jahren in der Wärmebehandlung und im Industrieofenbau tätig – u. a. war er Lehrbeauftragter für Werkstofftechnik an der Hochschule

Marco Jost besitzt als ehemaliger Qualitätsleiter eines Stahlwerks mit eigener Schmiede und Wärmebehandlung und als langjähriger geschäftsführender Gesellschafter einer eigenen

Zielgruppe

Ingenieure und Techniker aus allen Bereichen der Wärmebehandlung, Maschinen-, Anlagen- und Vorrichtungsbau, Automobilindustrie sowie Stahlerzeugung, Gießerei- und Umformtechnik

Teilnahmegebühr

Seminarbesuch regulär | ermäßigt
- Seminar „Wärmebehandlung von Stahl" (23.-24. September): 1.190 € | 1.010 €
- Seminar „Anlagentechnik für die Wärmebehandlung" (25.-26. September): 1.190 € | 1.010 €
- Seminar komplett (23.-26. September): 2.140 € | 1.820 €

Wann und Wo?

Termin:
- Montag, **23.09.2019**
  Wärmebehandlung von Stahl, Teil 1 (09:30 – 17:00 Uhr)
  Abendveranstaltung (ab 19:00 Uhr)
- Dienstag, **24.09.2019**
  Wärmebehandlung von Stahl, Teil 2 (09:00 – 17:00 Uhr)
- Mittwoch, **25.09.2019**
  Anlagentechnik für die Wärmebehandlung, Teil 1 (09:00 – 17:00 Uhr)
  Abendveranstaltung (ab 19:00 Uhr)
- Donnerstag, **26.09.2019**
  Anlagentechnik für die Wärmebehandlung, Teil 2 (09:00 – 16:00 Uhr)

Ort:
Mercure Hotel Dortmund Centrum,
Olpe 2, 44135 Dortmund,
www.mercure-hotel-dortmund.de

Mit der Anmeldung stimmen Sie den AGB (www. prozesswaerme.net) zu.

Änderungen vorbehalten