

GUT-Journal Nr. 28

Schwimmbad/Bädertechnik/Sauna

Wasseraufbereitung/Hygiene

Dieses Journal bringt ausgewählte Fachartikel sowie Beiträge zum Thema «Schwimmbad/Hygiene», Referate der Informationstagung «Hygiene in der Gemeinde» vom 30. Oktober sowie der SVG-Bädertagung vom 28. November 2001 in Zürich.

Die diesjährige Hygiene-Tagung wurde unter dem Thema «Betrieb und Wartung von Lüftungsanlagen in öffentlichen Gebäuden» durchgeführt. 45 interessierte Teilnehmer wurden bei dieser halbtägigen Veranstaltung über die hygienischen Anforderungen an Lüftungsanlagen, deren Planung, Wartung und Betrieb aus hygienischer Sicht informiert. «Kanalreinigung, ein absolutes Muss» sowie «Legionellen, eine Gefahr aus Lüftungsanlagen?» waren weitere lehrreiche Vorträge.

Im Frühjahr 2002 wird die SVG unter dem Titel «Hygiene in der Gemeinde» eine Tagung mit folgenden Themenbereichen durchführen:

- Hygienische Anforderungen im Kindergarten- und Schulbereich und
- Ursachen, Indikatoren und Auswirkungen für mangelhafte Hygiene im Umfeld von Gebäuden

Planung, Wartung und Betrieb von Lüftungsanlagen aus hygienischer Sicht

Benno Zurfluh, dipl. HLK Ing. HTL, Luzern

Luft ist ein Lebensmittel. Für Fachpersonen aus dem Bereich der Luft- und Umwelthygiene ist dies eine Selbstverständlichkeit. Im Kreise der Lüftungs- und Klimafachleute muss diese Tatsache von Zeit zu Zeit leider wieder in Erinnerung gerufen werden. Beim Wasser sieht dies wesentlich besser aus. Irgendwie sind wir alle auf verunreinigtes Wasser besser sensibilisiert. Übelkeit und Durchfall als bleibende Erinnerungen an die Ferien in fremden Ländern werden schnell mit mangelnder Wasserqualität in Verbindung gebracht. Bei Kopfschmerzen, Müdigkeit, tränenden Augen oder sogar Hautreizungen suchen wir selten die Ursache in der mangelnden Luftqualität der Innenräume. Wir suchen meistens nach anderen Ursachen, obwohl die Qualität der Luft in belüfteten oder klimatisierten Räumen erwiesenermassen zu Befindlichkeitsstörungen führen kann.

Wie bereits erwähnt, Luft ist ein Lebensmittel und sollte eigentlich auch als solches behandelt werden. Hier lohnt sich ein Vergleich mit dem Wasser: Installationen, Service und Unterhalt von und an frischwasserführenden Installationen dürfen nur durch nachweislich gut geschultes Personal ausgeführt werden. Die Installations- oder Servicefirmen müssen über eine entsprechende Lizenz verfügen. Man ist sich hier anscheinend der Verantwortung bewusst.

Bei den Installationen, die Luft transportieren, ist man (zumindest in der Schweiz) weit entfernt von entsprechenden Qualitätsanforderungen an das Installationspersonal.

Rein technisch, d.h., wie sind die Strömungsverhältnisse, wie wird die Luft in einen Raum eingebracht oder wie können energetisch optimierte Lösungen gefunden werden, sind viele Anlageplaner und Installationsfirmen mit reichlich Wissen und Erfahrung versehen. Was die Erhaltung oder Verbesserung der Luftqualität betrifft, sind Lösungen oder Massnahmen vor allem aus Spezialanlagen (Labor, Reinraum, Spital usw.) bekannt. Im Bereich der normalen Lüftungs- und Klimaanlagen für Büro, Verkauf oder Verwaltung fehlt jedoch weitgehend das Wissen und die Sensibilität für die Qualität der in die Räume eingebrachten Luft.

Alle paar Jahre wird die Branche durch Videoaufnahmen vom Innenleben der Lüftungskanäle oder von Schlagzeilen über Vorfälle mit Legionellen aufgerüttelt. Dann wird diskutiert, werden Empfehlungen abgegeben und zugewartet, bis sich der «Sturm» wieder etwas gelegt hat. Konkrete und verbindliche Richtlinien für die Ausführung und für den Betrieb und Unterhalt von raumlufttechnischen Anlagen fehlen nach wie vor in der Schweiz. Indirekte, oft sehr unverbindliche Hinweise zum Thema Luftqualität finden sich ein-

zig in den Verordnungen zum Arbeitsschutz, in einigen Richtlinien des SWKI und in Empfehlungen der SUVA.

Anders sieht es in Deutschland aus. Mit den Richtlinien 6022 hat der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) ein umfangreiches Regelwerk zum Thema Hygiene in raumlufttechnischen Anlagen (RLT) geschaffen:

VDI 6022 Blatt 1:

Hygienische Anforderungen an raumlufttechnische Anlagen in Büro und Versammlungsräumen (Juli 1998)

VDI 6022 Blatt 2:

Hygienische Anforderungen an raumlufttechnische Anlagen – Anforderungen an die Hygieneschulung (Juli 1998)

VDI 6022 Blatt 3:

Hygiene-Anforderungen an raumlufttechnische Anlagen Produktionsbetriebe (Gründruck September 2001)

Mit diesen Richtlinien erhalten die hygienischen Anforderungen den gleichen Stellenwert wie die technische Anforderungen. Ab dem Erscheinen der VDI 6022 Blatt 1 und 2 im Juli 1998 gelten die Inhalte als Stand der Technik, d.h., dass in Zukunft in Deutschland bei Neuanlagen, bei Betrieb und Unterhalt oder bei Sanierungen die Inhalte der Richtlinien umzusetzen sind. In den so genannten

Hygieneschulungen wird den Planern, den Gebäudebetreibern sowie dem Service- und Unterhaltspersonal das für die Umsetzung nötige Wissen vermittelt.

Die Inhalte der VDI 6022 sind nicht neu. Bereits in der DIN 1946 (sog. Lüftungsregel) sowie in weiteren Normen und natürlich in diversen Untersuchungen wurde die Wichtigkeit von hygienisch einwandfreier Innenraumluft festgehalten. Mit der Planung, mit der Installation und natürlich mit dem Betrieb einer Lüftungs- oder Klimaanlage wird die Qualität der Innenraumluft direkt oder indirekt beeinflusst. D.h., es muss bei der Planung, beim Bau, Betrieb und Unterhalt von RL-Anlagen darauf geachtet werden, dass die in den Raum eingeführte Luft mindestens der Qualität der Aussenluft entspricht. Eine RL-Anlage darf also die Luft bezüglich des Gehaltes an Stäuben, Bakterien, Pilzen, biologischen Inhaltsstoffen nicht schlechter machen. Eine Anforderung, die eigentlich als selbstverständlich gelten sollte.

Planung

In die Planung von Neuanlagen und Sanierungen müssen die Anforderungen an einen hygienisch einwandfreien Betrieb von RL-Anlagen unbedingt einfließen. Nur die richtige Planung ermöglicht die einfache Umsetzung der Hygienemassnahmen bei der Installation, beim Betrieb und im Unterhalt. So ist z.B. zu gewährleisten, dass durch die Art und Lage der Aussenluftansaugung die am wenigsten belastete Aussenluft angesaugt wird. Um das Ansaugen von Verunreinigungen zu vermeiden, sind die Aussenluftfassungen genügend weit oberhalb von umgebenden Flächen zu platzieren. Kurzschlüsse zwischen Fortluft und Aussenluft sowie die Einflüsse weiterer Quellen von Verunreinigungen wie Kamine oder Kühltürme sind durch die Wahl der Standorte zu vermeiden.

Um die Wartungs- und Unterhaltsarbeiten so einfach wie möglich zu gestalten, müssen die Standorte der Anlagekomponenten so geplant werden, dass diese einfach zugänglich sind und problemlos ausgebaut werden können. Auch die Wahl der Materialien hat einen entscheidenden Einfluss auf die Hygiene. So dürfen weder gesundheitsgefährdende Stoffe aus den verwendeten Materialien emittiert werden, noch dürfen sie einen Nährboden für Mikroorganismen bilden.

Installation

Luftleitungen, Apparate und Armaturen werden vor der Montage auf den Baustellen längere Zeit gelagert. So werden oft nasse und schmutzige Kanäle montiert, die später ideale Nährboden für Keime bilden. Findet trotzdem eine Reinigung statt, sind Reinigungsmittel zu verwenden, die nicht noch Wochen später zu Belastungen führen.

Grosse Beachtung ist auch der dichten Montage der Luftleitungen zu schenken. Undichte Luftleitungen führen nicht nur zu einem höheren Energieverbrauch, sie können (bei Unterdruck, Abluft) auch Verunreinigung ansaugen. Dies kann vor allem bei Umluft wieder zu einer Belastung der Zuluft führen.

Betrieb und Unterhalt

Um die hygienischen Anforderungen dauerhaft zu gewährleisten, müssen RL-Anlagen entsprechend gewartet und unterhalten werden. Was bei anderen technischen Geräten wie z.B. Autos oder Liftanlagen selbstverständlich ist, wird bei vielen Lüftungs- und Klimaanlage erst gar nicht durchgeführt. Dabei liegt in der Wartung, neben der Planung, das grösste Potential um RL-Anlagen bezüglich der Hygiene zu optimieren.

Die Betreiber sollten ihre Anlagen regelmässig durch qualifizierte Fachkräfte auf Verunreinigungen überprüfen und bei Bedarf reinigen lassen. Dabei kommt der optischen Kontrolle grosse Bedeutung zu. Lüftungsfachkräfte mit den notwendigen Kenntnissen in der Hygiene sind in der Lage, wesentliche von unwesentlichen Verunreinigungen zu unterscheiden und bei Bedarf die notwendigen Massnahmen einzuleiten. Die Überprüfung der hygienischen Bedingungen bei den 2- bzw. bis 3-jährlichen Inspektionen kann innerhalb ca. 1,5 bis 2,5 Stunden durchgeführt werden. Dem Betreiber wird nach erfolgter Inspektion und durchgeführten Untersuchungen ein Bericht abgeliefert, der evtl. aufgetretene Mängel beschreibt.

Grundsätzlich sind alle Komponenten einer RL-Anlage auf hygienische Mängel zu untersuchen. Besondere Bedeutung bezüglich der Hygiene kommt jedoch den Luftfiltern und den Befeuchtungseinrichtungen zu. Ich möchte hier kurz exemplarisch auf einige Planungs- und Wartungsaspekte dieser beiden Komponenten eingehen.

Luftfilter

Luftfilter müssen so ausgelegt, eingebaut und gewartet bzw. ausgetauscht werden, dass sie den Eintrag von luftgetragenen Keimen sowie von anorganischen und organischen Stäuben in die zu belüftenden Räume minimieren, keinesfalls jedoch erhöhen.

Es muss sichergestellt sein, dass sie nicht selbst zur Quelle von Gesundheit- und geruchsbelastenden Bestandteilen der Luft werden können.

Es ist zu empfehlen, zwei Filterstufen einzusetzen:

1. Filterstufe: mindestens die Filterklasse F5 (nach DIN EN 779), möglichst jedoch F7
2. Filterstufe: mindestens die Filterklasse F7, möglichst jedoch F9

Bei nur einstufiger Filterung ist mindestens die Filterklasse F7 einzusetzen. Filter der 2. Stufe sind als letzte Komponente des Luftaufbereitungsgeräts einzubauen. Zudem sollte an Luftfiltern der ersten Stufe innerhalb von drei Tagen die durchschnittliche relative Feuchte nicht höher als 80% sein.

Luftfilter müssen über ihre gesamte Einsatzdauer die der Filterklasse entsprechende Abscheideleistung haben. Um die Funktion für die Lüftungs- und Klimahygiene während des Betriebes sicherzustellen, ist in regelmässigen Abständen eine Überprüfung vorzunehmen. Das Auswechseln der Filter ist unabhängig von der Druckdifferenz nach spätestens folgenden Intervallen vorzunehmen:

1. Filterstufe: 12 Monaten
2. Filterstufe: 24 Monaten

Beim Einsetzen neuer Luftfilter ist auf den luftdichten Abschluss zwischen Filterrahmen und Einbauwand zu achten. Zudem muss sichergestellt werden, dass bei Taschenfiltern die Filtertaschen beim Einsetzen nicht beschädigt werden.

Beim Auswechseln der Luftfilter ist eine Kontamination des Umgebungsbereiches, der nachgestellten Luftbehandlungsaggregate sowie der zu belüftenden Räume zu vermeiden. Das Unterhaltspersonal hat sich mit Mundschutz, Schutzhandschuhen und Handschuhen entsprechend zu schützen.

Die alten Filter müssen vor Ort sicher verpackt und anschliessend fach- und umweltgerecht entsorgt werden. Die wichtigsten Kenndaten der eingebauten Filter sind aussen am Filterteil gut sichtbar anzubringen.

Um einen sicheren Betrieb zu garantieren wird oft ein Satz Reservefilter vor Ort gelagert. Die Lagerung hat so zu erfolgen, dass die Reservefilter trocken und staubfrei bleiben und nicht beschädigt werden können.

Luftbefeuchter

Die Einrichtungen zur Luftbefeuchtung stellen als Nass- und Feuchtebereich ein Potential für mikrobiologisches Wachstum, Ablagerungen und Korrosion dar. Als Materialien sollen nichtrostender Stahl und Kunststoffe eingesetzt werden, da diese eine mikrobiologische Besiedelung nicht fördern und dauerhaft korrosionsbeständig sind. Die Komponenten zur Luftbefeuchtung sollen gut zugänglich sein und damit eine einfache und schnelle Wartung ermöglichen. Die Wahl der Produkte und die richtige Planung der Standorte hat somit einen wesentlichen Einfluss auf den späteren hygienisch einwandfreien Betrieb der Anlage.

Problematisch bezüglich der Hygiene sind vor allem die Umlaufsprühbefeuchter (Luftwascher) sowie die Verdunstungsbefeuchter. Beide haben offene Wasserbecken, wo das Wasser in direktem Kontakt mit der Zuluft steht.

Bei der Planung ist darauf zu achten, dass Wasserwannen so gestaltet sind, dass eine vollständige Entleerung und Trocknung jederzeit möglich ist. Dazu ist

der Wannenboden mit soviel Gefälle zu gestalten, dass das Wasser zwingend über einem ausreichend dimensionierten Auslaufstutzen vollständig abläuft. Ein direkter Anschluss an das Abwassernetz ist nicht zulässig. Die nachfolgenden Tropfenabscheider und Gleichrichter müssen zur Reinigung und Kontrolle ausziehbar und demontierbar sein. Das für die Nachspeisung zugeführte Wasser sollte mind. Trinkwasserqualität aufweisen und die Gesamthärte von 7 °dH nicht überschreiten. Die regelmässige optische Kontrolle der Befeuchtereinrichtungen ermöglicht ein schnelles Erkennen von unzulässiger Verunreinigung am Bauteil selber.

Die Qualität des Befeuchterwassers muss mind. alle 14 Tage mit einem Schnelltest (Dip-Slides) kontrolliert werden. Dabei darf die Gesamtkeimzahl des Umlaufwassers den Richtwert von 1000 KBE/ml nicht überschreiten.

Die Befeuchtungseinrichtung muss automatisch abgeschaltet werden, sobald die RL-Anlage abgeschaltet wird oder ausfällt. In Betriebszeiten ohne Anforderung der Luftbefeuchtung müssen die wasserführenden Systemteile nach spätestens 48 h entleert und getrocknet werden.

Um die Wasserqualität im Umlaufwasser sicherzustellen, können UV-Strahler eingesetzt werden. Umfangreiche Tests haben die Wirksamkeit von UVC-Entkeimern in Befeuchtungsanlagen bestätigt.

Hygieneinspektion

Die sog. grosse Hygieneinspektion findet bei Anlagen mit Luftbefeuchtung alle zwei Jahre, bei Anlagen ohne Luftbefeuchtung alle drei Jahre statt. Bei der Hygieneinspektion werden verschiedene zusätzliche Messungen von hygienischen und physikalischen Parameter vorgenommen. Neben Abklatschproben an

Filtern, Wärmetauscher und Kanälen wird die Gesamtkeimzahl der Legionellen gemessen. Dabei darf der Grenzwert vom 1 KBE/ml nicht überschritten werden. Die Hygieneinspektion ist nur durch ausgewiesenes Fachpersonal durchzuführen.

Anhand dieser Beispiele habe ich versucht, einen kleinen Einblick in die VDI 6022 zu geben.

Wie bereits erwähnt, sind alle Komponenten einer RL-Anlage aus hygienischer Sicht relevant, von der Aussenluftfassung bis zum Einströmgitter im Raum.

Ebenso sind alle an der Realisierung einer RL-Anlage Beteiligten verantwortlich, um einen hygienisch einwandfreien Betrieb zu ermöglichen. Vom Planer über den Architekten und den Bauträger bis hin zum Lüftungsmonteur.

Soll in Zukunft neben einem technisch einwandfreien Betrieb einer Lüftungs- oder Klimaanlage auch die Hygiene einen wichtigen Stellenwert einnehmen, müssen eben auch alle Beteiligten sensibilisiert und ausgebildet werden.

Es geht nicht darum, die Richtlinie VDI 6022 als Ganzes für die Schweiz zu übernehmen. Es geht darum, endlich zu akzeptieren, dass im Bereich der Hygiene in RL-Anlagen nur mit verbindlichen Vorgaben messbare Erfolge erreicht werden können. Die Erfahrungen mit den Inhalten der VDI 6022 und mit deren Umsetzung sollten wir uns dabei aber zu Nutzen machen.

Es macht auch keinen Sinn, ein ganzes Heer von Kontrollinspektoren durch alle Lüftungsanlagen zu jagen. Alle Massnahmen, die zur Verbesserung oder zur Erhaltung der Luftqualität in belüfteten Räumen führen, müssen vor Ort durch Planer, Installateure und durch das Unterhaltspersonal ganz selbstverständlich durchgeführt werden.

Die Architekten, Gebäudebetreiber und Bauträger sind aufgefordert, die dafür notwendigen Arbeiten als hohen Zusatznutzen zu akzeptieren und zu honorieren. Die öffentlichen Hand könnte hier einmal mehr eine Vorreiterrolle spielen.

Hygieneschulung nach VDI 6022 Blatt 2:

B-Schulung

Dauert einen Tag und richtet sich vor allem an

- Fachmonteure
- Servicetechniker
- Fachkräfte aus dem Gebäudeunterhalt

Die Ausbildung qualifiziert zu einfachen Hygienetätigkeiten und -prüfungen, wie sie im Rahmen normaler Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten anfallen.

A-Schulung

Für anspruchsvolle Hygienetätigkeit und -prüfung sind zusätzliche Kenntnisse auf dem Gebiet der Hygiene nachzuweisen. Die dafür notwendige Schulung A dauert zwei Tage und schliesst die Qualifikation nach Schulung B ein. Die Schulung richtet sich an:

- Ingenieure und Techniker
- Gebäudebetreiber
- Meister

Freuden und Leiden eines Lüftungskanalreinigers

Lüftungskanalreinigung, ein absolutes Muss!

Harry Tischhauser, Geschäftsführer der TK 3000 AG, Lengnau

Alle haben die dringende Notwendigkeit der Lüftungshygiene erkannt und wissen, warum die Unterhaltsreinigungen bei RLT-Anlagen erforderlich sind.

Was ist Lüftungshygiene?

- RLT-Anlage sauber halten vom: Wetterschutzgitter, Monoblock, Ventilatoren, Filter, Wärmetauscher, Schalldämpfer, Luft- und Brandschutzklappen, Kanal- und Rohrsysteme, Ablufthauben, Filterdecken, Luftleitblechen, Zu- und Abluftgitter bis zum «Fortlufthut»
- Hygienisch sauber heisst: gereinigt und desinfiziert
- Reinigen heisst: Schmutz entfernen
- Desinfizieren heisst: gezielte Entkeimung mit dem Zweck, die Übertragung von unerwünschten Mikroorganismen zu verhindern.

Folgen der Verschmutzung

- Zahlreiche Studien der letzten Jahre belegen, dass Schmutz im Lüftungssystem gesundheitliche Probleme auslöst (Sick Building Syndrom)
- Brandgefahr
- Explosionsartige Ausbreitung des Feuers über die Kanalsysteme in andere Räume und Stockwerke
- Funktionsverlust der RLT-Anlage schon nach wenigen Jahren
- Gebäudezerfall durch «Schimmelfrass» (aspergillus Niger)

Reinigungsverfahren

Trockenreinigung:

1. Manuell
2. Bürstenruten
3. Bürstenroboter
4. Druckluft
5. Trockeneisstrahlen

Nassreinigung:

1. Hoch- und Niederdruck
2. Schaumreinigung
3. Chemie
4. Dampf

Desinfektion:

- Vernebeln oder wischen

Wichtigste Teile der RLT-Anlage

- Man unterscheidet zwischen Frischluft-, Zuluft-, Umluft-, Abluft- und Fortluftkanälen
- Diese verbinden die gesamten Elemente der RLT-Anlage

Reinigungsschwerpunkte

- **Zuluftkanäle**
Unbedingt vor der Inbetriebnahme reinigen und desinfizieren. Danach bleiben diese in der Regel sauber, sofern die Filter ersetzt und sofort wieder eingesetzt werden!
Nach ca. 5 Jahren kontrollieren und desinfizieren
- **Abluft-, Umluft- und Fortluftkanäle**
Bereits nach 1 bis 2 Jahren kann sich die Abluftmenge im Ex-

tremfall bis zu 70 % verringern. Ursache: Die Filter im Monoblock sind verstopft. Leistungsreduktion durch verschmutzte Lüftungskanäle und Wärmerückgewinnungsanlagen.

RLT-Anlagen in Industrie- und Bürogebäuden

- Die Lüftungskanäle werden exakt berechnet, damit die geplanten Luftmengen ungestört durch die Lüftungskanäle strömen können.
- In der Regel ist ein Über- oder Unterdruck von 10% gerechnet, bei modernen RLT-Anlagen mit Quellauslässen nur noch eine Differenz von ca 1%.
- Bereits eine geringe Verschmutzung der Abluftkanäle bringt dies schon nach wenigen Jahren aus dem Gleichgewicht. Folgen: «Sick Building Syndrom».

Reine Räume

- Diese RLT-Anlagen müssen sorgfältig und regelmässig überwacht und kontrolliert werden.
- Die Luft enthält eine grosse Menge von Verunreinigungen, welche nicht nur die Gesundheit gefährdet, sondern auch hoch technologische Produktionen in Frage stellt. In Reinnräumen werden Partikelzahl, Temperatur, Feuchtigkeit, Luftdruck, Luftstrom und Keime regelmässig überwacht, RLT-Anlage gereinigt und desinfiziert.

Küchenabluft

- In Grossküchen ist es unbedingt notwendig eine jährliche Reinigung des Küchenabluftsystems auszuführen. Warum?
- Das Fett, welches an den Kanalwandungen klebt, reduziert die Luftgeschwindigkeit und erhöht die Brandgefahr enorm.
- Durch die elektrischen Kabel (welche zentimeterdick im Fett liegen) und der Lampen in den Ablufthauben kann sich ein Brand selbst auslösen.

Nasszonen, Bad-/WC-Abluft

- Durch Hautschuppen, Haare, Sprays, Zigarettenrauch und Umweltstäube sind die Abluftrohre bereits nach wenigen Jahren stark belegt!
- Dies heisst, die Feuchtigkeit kann nicht mehr genügend entweichen, Geruchsbelästigungen entstehen, Schimmel bildet sich an den Wänden, frisst sich ins Mauerwerk und zerstört so das Gebäude.

Planungsberücksichtigungen

- Bei der Planung sollte darauf geachtet werden, dass so wenig wie möglich Bögen mit Luftleitblechen eingebaut werden.
- Kanäle nicht mehr innen isolieren!!!
- Bei Brandschutzeinkleidungen Revisionsöffnungen für die Reinigung einplanen.
- Zugang zu den Steigzonen auf allen Stockwerken.

Betrieb und Wartung von Lüftungsanlagen in öffentlichen Gebäuden

Dr.sc.nat. Markus Zingg, Umwelt-Toxikologie-Information, Schaffhausen

Einleitung

Immer wieder geben Lüftungsanlagen resp. deren Betrieb Anlass zu Schlagzeilen in den Medien. Es ist schon längst bekannt, dass das sog. Sick Building Syndrom (SBI) zu einem grossen Teil (ca. 50%) durch solche Anlagen ausgelöst wird. Ebenso kann oft das Auftreten von Legionellen in der Innenraumluft auf eine unzureichende Wartung von Lüftungsanlagen zurückgeführt werden. Nicht die Anlagen an sich sind aber die eigentlichen Ursachen dafür, sondern Fehler bei der Planung und mangelhafte, d.h. nicht auf hygienische Aspekte ausgerichtete Wartung.

Bedeutung und Zweck von Lüftungsanlagen

Im Zusammenhang mit den Anforderungen an Einsparungen im Energiebereich ist es erforderlich, sog. luftdichte Gebäude zu erstellen. Der «natürliche» resp. passive Luftwechsel muss reduziert werden, um eine unkontrollierte Energieabgabe an die Umwelt einzuschränken. Das führt zu einer «dichten» Bauweise mit minimalstem Luftwechsel.

Zweck der Lüftungsanlage

Durch Lüftungsanlagen wird sichergestellt, dass die absolut notwendige Lüftungsrate innerhalb von Gebäuden sichergestellt werden kann. Ein Luftwechsel ist notwendig, um den durch die Benutzer verbrauchten Sauerstoff zu ersetzen. Bei Umluftanlagen kann das nur durch gesteuerte Frischluftzufuhr erreicht werden. Für ein behagliches Innenraumklima zu schaffen, muss aber auch die Entfernung von Kohlendioxid, Feuchtigkeit, Geruchs- und Schadstoffe gewährleistet werden. Kohlendioxid, Feuchtigkeit und zum grossen Teil Geruchsstoffe werden durch die Benutzer selbst erzeugt. Schad- und auch Geruchsstoffe stammen einerseits aus Einrichtungsgegenständen und Baumaterialien, aber auch durch verschiedene Tätigkeiten innerhalb der Innenräume (u.a. Reinigung der Räume). Bei einer hohen Belegungszahl eines Raumes, z.B. Versammlungs-, Sitzungs-, Schulräume, usw. muss zusätzlich auch Wärmeenergie abgeführt werden.

Als eine grundsätzliche Anforderung an Lüftungsanlagen gilt: «Eine Lüftungsanlage darf das Raumklima in keiner Art und Weise negativ beeinflussen». Bei der natürlichen Lüftung entspricht die Qualität der dem Innenraum zugeführten Luft derjenigen der Aussenluft. Die Qualität der Raumluft wird durch interne Quellen geprägt (Ausnahme: extreme Aussenluftbelastung, z.B. im Bereich von stark frequentierten Strassen, Geruchsemitenten usw.). Bei der erzwungenen (mechanischen) Lüftung besteht immer die zusätzliche Möglichkeit, dass die dem Raum zugeführte Luft durch die Anlage (Filter, Befeuchterwasser, Verteilsystem) zusätzlich belastet wird.

Die Belastung einer raumlufttechnischen Anlage (RLT-Anlage) durch Mikroorganismen

Allgemeines

Zur Vermehrung, d.h. Wachstum von Mikroorganismen, müssen geeignete Umgebungsbedingungen vorhanden sein: Nahrungsgrundlage und Feuchtigkeit. Erhöhte Temperaturen sind nicht zwingend, erhöhen in der Regel aber die Wachstumsgeschwindigkeit. Für Bakterien gilt beispielsweise die sog. RGT-Regel (Reaktions-Geschwindigkeit-Temperatur-Regel): die Erhöhung der Umgebungstemperatur um 10 °C beschleunigt einen Prozess 2–3 Mal. Die Gültigkeit dieser Regel liegt genau im Bereiche der optimalen Wachstumsbedingungen für Mikroorganismen. In RLT-Anlagen mit Befeuchterwasser ist oft bei Stillstand der Anlage im Winter ein Temperaturanstieg festzustellen, was neben anderen Begebenheiten zu einem verstärkten Wachstum von Mikroorganismen führt. Die Bedingung (gemäss VDI 6022), das Befeuchterwasser nach einer Stillstandszeit von 48 Stunden (unter Einhaltung der Reinigungsvorgaben) zu ersetzen, ist aus hygienischer Sicht sinnvoll und notwendig.

Mikroorganismen bilden auch sog. MVOC (mikrobiale volatile organische compounds). Das sind flüchtige, organische Verbindungen, die sehr geruchsintensiv sein können. Das führt zu folgender Aussage: Jede Anlage, die Geruchsstoffe auch in nur geringer Konzentration ab-

gibt, ist als kontaminiert zu betrachten und muss sofort gereinigt und eventuell desinfiziert werden. Eine Probenahme ist nicht mehr notwendig. Die Ursache einer solchen Kontamination muss aber dringend abgeklärt werden!

Bakterien

Die Vielfalt der vorhandenen Bakterienarten ist äusserst gross. Die Auswirkungen, die sie in einer Lüftungsanlage auslösen können, hängt aber stark von ihrer Art resp. ihren optimalen Lebensbedingungen ab. Da die Identifikation der einzelnen Bakterienarten sowohl zeitaufwendig wie auch mit hohen Kosten verbunden ist, muss für eine Überwachung einer Anlage eine vereinfachte Methode angewendet werden: die (Gesamt-)Kolonienbildenden Einheiten. Nach VDI 6022 gilt für das Befeuchterwasser die Gesamtkontamination von 1000 KBE/ml. Als kolonienbildende Einheiten gelten aber nicht nur Bakterien, sondern auch Hefe- und Schimmelpilze. Zur Beurteilung ist die Summe aller Mikroorganismen zu bilden. Obwohl mit dieser Methode auch ubiquitäre Keime, die je nach Situation die Vielzahl darstellen, erfasst werden und nur eine geringe Kontamination der dem Innenraum zugeführten Luft bewirken, kann ausgesagt werden, dass bei KBE > 1000 eine für solche Anlagen nicht tolerierbare Kontamination besteht. Eine Ursachenbehebung ist dringend notwendig.

Gramnegative Bakterien erzeugen nach dem Absterben sog. Endotoxine (Bestandteile der Bakterienhülle). Diese Stoffe werden mit der Luft in den Innenraum verfrachtet und gelten u.a. als Ursache für das Befeuchter- oder Montagsfieber. Bei reduzierter Betriebsweise von RLT-Anlagen über das Wochenende können sich solche Stoffe im Befeuchterwasser anreichern und werden bei der Inbetriebnahme am Montagmorgen vermehrt aus dem wässrigen Medium ausgetrieben

Schimmelpilze

Die Problematik einer Schimmelpilzkontamination liegt in der Verbreitung von Sporen. Sporen stellen eine Überlebensform von Schimmelpilzen dar, d.h. in diesem Zustand weisen sie gegen äussere Einflüsse (z.B. UV-Bestrahlung, Desinfektionsmittel usw.) eine reduzierte Emp-

LEGIIONELLEN?

Whirlpools, Duschanlagen... wir helfen Ihnen - diskret und schnell ! ISLER-IWATEC 081 / 332 15 17

findlichkeit auf. Je nach Schimmelpilzart können die Sporen mehr oder weniger allergisierend wirken. Besonders gefürchtet ist der sog. Schwarzschimmelpilz, wie er oft in Badezimmern auftritt. Dieser hat die Eigenschaft, sich tief in das Substrat auszubreiten und ist deshalb nur schwer zu bekämpfen.

Schimmelpilze benötigen zum Wachstum eine Nahrungsgrundlage und eine rel. Feuchtigkeit über 70%. Licht ist für das Wachstum nicht notwendig, sie meiden es eher. Durch diese Lebensbedingungen sind sie in allen Anlageteilen anzutreffen, wo eine erhöhte Feuchtigkeit oder Kondensation von Wasser stattfinden kann. Das sind Orte mit kalten Stellen, z.B. starke Wärmeableitung durch Befestigungsmaterialien usw. Besonders anfällig für das Wachstum von Schimmelpilzen sind die Filter. Sie weisen ausreichend organisches Material (Bioaerosole) auf und unterliegen einem grossen Kontaminationsrisiko durch verschiedenste ubiquitären Sporen. Durch das Durchwachsen des Filtermaterials kann im Extremfall ein «aktiver» Transport von aussen nach innen erfolgen. Um die Situation eines Durchwachsens möglichst auszuschliessen, müssen Primärfilter alle Jahre, Sekundärfilter alle zwei Jahre ausgewechselt werden, ohne Berücksichtigung eines Druckverlustes über die Filteranlage. Schimmelpilzsporen sind typische Oberflächenkontaminationen, sie können aber auch im Befeuchterwasser auftreten (Auswascheffekt). Auch für Schimmelpilzsporen im Befeuchterwasser gilt gemäss VDI 6022 eine Begrenzung von 1000 KBE/ml. Für Oberflächenkontaminationen sind keine Begrenzungen vorhanden und müssen von Fall zu Fall beurteilt werden. Je nach Situation (abhängig vom Sporenspektrum) ist eine Reinigung des befallenen Anlagenteils notwendig.

Viren

Für Viren besteht innerhalb von RLT-Anlagen kaum Bedingungen, die eine Vermehrung ermöglichen. Viren sind für die Vermehrung auf lebende Zellen angewiesen. Einfache Methoden zur Überwachung von Viren innerhalb von Anlagen sind nicht vorhanden.

Viren weisen im Zusammenhang mit Lüftungsanlagen deshalb nur eine geringe Bedeutung auf, die sich hauptsächlich auf Umluftanlagen ausrichtet. Bei epidemieartigen Belastungen der Innenraumluft kann in diesem Falle eine Anreicherung stattfinden, da die meisten Viren eine filtergängige Grösse aufweisen.

Algen

Da die Vielzahl der Algen für das Wachstum Licht benötigen, ist eine Kontamination auf die Aussenteile (Frischlufzufuhr) beschränkt. Es muss aber beachtet werden, dass ein Algenbefall auch als Grundlage für andere Mikroorganismen dienen kann. Deshalb sollte auch in diesen Aussonenzen das Algenwachstum durch planerische und bauliche Massnahmen eingeschränkt resp. vermieden werden.

Bei der allgemeinen Erfassung und Beurteilung von Mikroorganismen mit vorgegebenen Testsets muss darauf geachtet werden, dass sowohl Bakterien wie auch Schimmelpilze und Hefepilze kolonienbildende Einheiten darstellen und deshalb im Vergleich mit den vorgegebenen Begrenzungen zusammengezählt werden müssen.

Desinfektion von kontaminierten Anlagen

Kontaminierte Anlagen müssen gereinigt resp. desinfiziert werden. Dabei ist zu beachten, dass in keinem Falle Desinfektionsmittel in den Innenbereich gelangen können. Das Desinfektionsmittel muss vollständig aus der Anlage entfernt werden, bevor die Anlage wieder in Betrieb gesetzt wird.

Konservierungsmittel im Befeuchterwasser

Gemäss VDI 6022 müssen Konservierungsmittel, die dem Befeuchterwasser zugesetzt werden, bezüglich Gesundheitsrisiko vollständig unbedenklich sein. Das führt dazu, dass in der Praxis kaum solche Mittel zur Verfügung stehen. Anders verhält es sich mit physikalischen «Konservierungs-Einrichtungen» (z.B. UV-Bestrahlung). Dabei muss beachtet werden, dass die vorgegebene Wirkung nur dann gewährleistet ist, wenn die entsprechenden Massnahmen richtig angeordnet sind und die vorgesehenen Leistungen zu jeder Zeit gewährleistet ist.

Anwendung und Bedeutung von Checklisten zur hygienischen Wartung von RLT-Anlagen

Die Wartung der mechanischen Anlagenteile stellt im Normalfall keine Problematik dar. Abnützungen und Korrosionen von Anlageteilen sind sichtbar und eine Funktionseinschränkung (Defekte) werden rasch festgestellt. Da die Lebensdauer der einzelnen Anlagekomponenten aus Erfahrung bekannt ist, werden diese frühzeitig ausgewechselt. Bei der hygienischen Wartung werden Kontaminationen nur in Extremsituationen festgestellt: Bakterienschlamm, Geruchsbildung u.ä.. Auch eine kontaminierte Anlage weist in der Regel keine Funktionseinschränkung auf. Über die Zeitdauer einer hygienischen Betriebszeit liegen keine Erfahrungswerte vor und können auch nicht abgeschätzt werden. Deshalb sind für eine hygienische Wartung periodische Kontrollen notwendig. Da das Wachstum von Mikroorganismen nach einer Kontamination rasch erfolgen kann, sind solche Kontrollen in kurzen Zeitabständen zu erfolgen.

Als Belastungsindikator wird der auf Mikroorganismen empfindlichste Anlagenteil verwendet: das Befeuchterwasser. Gemäss VDI 6022 müssen Anlagen

mit Befeuchter alle 14 Tage auf eine mögliche Kontamination überprüft werden (vereinfachte Methode mit sog. Dip-Tests). Um Veränderungen innerhalb der Anlage festzustellen, ist eine regelmässige und genaue Protokollierung dringend notwendig. Sog. universelle Checklisten sind nicht vorhanden. Veröffentlichte Listen stellen eine allgemeine Maximalliste dar und müssen für jede Anlage angepasst und ergänzt werden. Eine detaillierte Checkliste ist in der Richtlinie VDI 6022 enthalten. Je nach Situation kann eine Abänderung der allgemein vorgegebenen Kontrollzyklen notwendig oder möglich sein. Dazu ist aber eine gute Protokollierung der Wartungsergebnisse notwendig. Wenn sich dadurch herausstellt, dass eine Anlage besonders kritisch ist (hygienischer Betriebszustand im Grenzbereich), muss der Kontrollzyklus verkleinert, andernfalls kann er auch (begründet) verlängert werden.

Der Umfang und die Vorgehensweise jedes Wartungs- und Kontrollschrittes muss definiert und vorgegeben werden, um eine kontinuierliche Beurteilung zu ermöglichen. So stellt ein regelmässiger Wechsel des Befeuchterwassers ohne Reinigung und Trockenlegung aller betroffenen Anlagenteile nur eine unzureichende hygienische Wartung dar. Die Protokollierung der Ergebnisse der Wartung ist ein Bestandteil der Wartungsarbeiten und deckt eventuelle Schwachstellen einer Anlage auf.

Zur hygienischen Wartung sind aber nicht nur regelmässige messtechnische Kontrollen notwendig, sondern auch optische Kontrollen. Gerade durch regelmässige optische Kontrollen können Abweichungen von der normalen Funktionsweise rasch erkannt und behoben werden. Solche optische Kontrollen sind nicht sehr zeitintensiv und können durch den Betreiber selbst durchgeführt werden. Die dadurch vermeidbaren ausführlichen und kostenintensiven Reinigungs- und Desinfektionsarbeiten sind auch aus finanzieller Sicht als optimal zu bezeichnen.

Die hygienische Wartung erfordert eine entsprechende Ausbildung, wie sie gemäss VDI 6022 vorgegeben wird:

- ein systematisches Vorgehen
- Grundlagenkenntnisse zur Erfassung, Beurteilung und Erkennung von Problemzonen resp. Problemart.

Schlussbemerkungen

Durch eine geeignete hygienische Wartung kann jede Lüftungsanlage ohne Risiken betrieben werden. Hygienische Kenntnisse auf diesem Fachgebiet müssen aber vorausgesetzt werden können. Symptombekämpfung ist in diesem Bereich nicht angebracht. Eine Ursachenbehebung für allfällige Anlagebelastungen sind sowohl im Bereiche der Planung wie auch Betrieb Voraussetzung, um einen langfristigen, optimalen Betrieb zu gewährleisten.

Legionellen, eine Gefahr aus Lüftungsanlagen?

Dr.sc.nat. Markus Zingg, Umwelt-Toxikologie-Information, Schaffhausen

Legionellen sind in der Öffentlichkeit immer wieder ein aktuelles Thema. 1976 erkrankten 182 von ca. 4000 Teilnehmer einer Zusammenkunft von Kriegsveteranen in Philadelphia an «lungenentzündungsähnlichen» Symptomen. 29 der Erkrankten verstarben (Todesrate: 16 %). Vorerst war die Ursache und Art der Infektion unbekannt. Anschliessende Forschungsarbeiten zeigten, dass es sich um eine bis anhin unbekannte Bakterienart handelte, die dann unter der Bakterienart «Legionelle» bekannt wurde.

Allgemeines

Legionellen sind sog. Umweltkeime (ubiquitäre Saprophyten) und kommen im natürlichen Ökosystem weitverbreitet vor. Da die Keimkonzentration im Ökosystem für eine akute Erkrankung zu gering ist, beachtete man diese Bakterienart lange nicht. Mit den heutigen Komfortansprüchen wurde eine neue ökologische Nische für Legionellen geschaffen, die eine überaus starke Vermehrung ermöglichte. So konnten Legionellen plötzlich in Konzentrationen auftreten, die eine akute Erkrankung auslösen vermögen. Solche ökologischen Nischen sind Warmwassersysteme, Sprudelbäder, Klimaanlage und andere warmwasserführende Anlagenteile.

Legionellen sind gramnegative Stäbchenbakterien, die auf eine aerobe Umgebung angewiesen sind. Sie bilden keine Sporen und sind zur Vermehrung auf andere Mikroorganismen angewiesen, z.B. Amöben, Protozoen usw. Sie können sich in einem Temperaturbereich von ca. 25 °C bis 45 °C vermehren. Der optimale Temperaturbereich liegt bei 37 °C. Sie lieben einen neutralen bis schwach sauren pH-Bereich. Ein Überleben der Legionellen ist aber in einem Temperaturbereich bis ca. 63 °C möglich. Gegenüber anderen Bakterien weisen sie eine äusserst lange Generationszeit von 4 Stunden (allgemeine Bakterien: 20 Minuten) auf, d.h. die Vermehrung verläuft relativ langsam. Das führt neben andern Bedingungen dazu, dass die Erfassung einer Legionellenkontamination lange dauert.

In Anbetracht der langen Generationszeit und der notwendigen Anwesenheit von anderen Mikroorganismen ist es möglich, dass zur kurzfristigen Beurteilung der Kontamination von RLT-Anlagen Legionellen vernachlässigt werden können und nur bei der grossen Hygieneinspektion (alle zwei Jahre bei Anlagen mit Befeuchtung, alle drei Jahre bei Anlagen ohne Befeuchtung) erfasst werden müssen. Nach bestehenden Erfahrungen ist bei Anlagen ein gewisses Legionellenrisi-

ko vorhanden, die eine Kontamination von über 1000 KBE/ml aufweisen. Das zeigt, dass die von VDI 6022 vorgegebene Begrenzung von 1000 KBE/ml im Befeuchterwasser als obere Grenze einer Kontamination eingehalten werden muss, um ein allfälliges Risiko zu vermeiden.

Für das Wachstum, die Vermehrung von Legionellen sind folgende Umgebungsbedingungen fördernd:

- Kontamination durch Mikroorganismen
- Organische Substanzen/Bakterien-sumpf
- Eisenhaltige Salze (Korrosionsprodukte von Leitungen)
- Calcium/Magnesium
- Polymere aus Kunststoffen, Dichtungsmassen usw.
- Optimaler Temperaturbereich (25 °C bis 45 °C).

Diese als günstige Umgebungsbedingungen erkannten Grössen weisen darauf hin, dass durch eine ausreichende Wartung von anfälligen Anlagen das Legionellenrisiko wesentlich eingeschränkt werden kann.

Der Krankheitsverlauf einer Legionelleninfektion

Legionelleninfektionen weisen zwei unterschiedliche Krankheitsverläufe auf (je nach Legionellenart):

• Das Pontiac-Fieber

Das Pontiac-Fieber ist als eine pseudogrippale Affektion bekannt und weist eine Infektionszeit von 1 bis 3 Tage auf. Als Symptome sind hohes Fieber, Schüttelfrost u.ä. bekannt. Der Krankheitsverlauf kann als günstig bezeichnet werden. Es besteht der Verdacht, dass während Grippeepidemien (Zeit von reduzierter Immunabwehr) solche Erkrankungsfälle als normale Grippe eingestuft werden.

• Die Legionellose

Die Legionellose ist die bekannte und gefürchtete Erscheinungsform einer Legionelleninfektion. Die Inkubationszeit beträgt 2 bis 10 Tage. Die anfänglich auftretenden Symptome sind mit denjenigen einer Lungenentzündung identisch. Das erschwert auch die Diagnose. Die Zeit, bis der Legionellennachweis durchgeführt ist, schränkt eine mögliche Therapie wesentlich ein. Deshalb sind die Heilungserfolge gegenüber der normalen Lungenentzündung eingeschränkt (unterschiedliche Therapieform). Ein neuer Test, der die Erkennung einer Legionellose in wesentlich kürzerer Zeit ermöglicht, ist jetzt auf

den Markt gekommen. Dadurch kann möglicherweise die Todesfallrate bei einer Legionelleninfektion reduziert werden.

Für eine Reduktion/Vermeidung und gegen eine Verbreitung resp. Vermehrung von Legionellen durch RLT-Anlagen sind folgende Massnahmen zu beachten:

• Überlegte Planung

Bereits in der Planungsphase müssen Anlagenteile, die eine optimale Wachstumszone für Legionellen darstellen, ausgeschlossen werden. Kritische Temperaturbereiche innerhalb von Anlagen müssen vermieden werden. Ebenso ist eine Kontamination von aussen möglichst zu reduzieren. Da Kühltürme eine bekannte Quelle für Legionellen darstellen, darf keinesfalls die Frischluftzufuhr im Einflussbereich einer solchen Anlage geplant werden.

• Geeignete Materialwahl

Korrodierte Anlagenteile (Rostbildung) stellen sowohl als ökologische Nische für Begleitorganismen als auch für die Quelle von Eisenionen (wachstumsfördernd) optimale Bedingungen für eine Legionellenvermehrung dar. Bei empfindlichen Anlagekomponenten ist deshalb die Anforderung an eine Korrosionsbeständigkeit zu erhöhen.

• Hygienische Wartung

Da Legionellen für die Vermehrung auf andere Mikroorganismen angewiesen sind, schränkt eine allgemeine Kontrolle der Keimkontamination auch die Legionellenproblematik wesentlich ein. Bei einer allgemeinen Keimkontamination und entsprechendem Wachstumsrisiko, z.B. Anlagestillstand ist eine Reinigung, Trockenlegung und evtl. Desinfektion der kritischen Anlagenteile dringend notwendig.

Schlussbemerkung

Legionellen stellen in RLT-Anlagen kein besonderes Problem dar, falls die hygienischen Anforderungen gemäss VDI 6022 erfüllt werden. Generell kann ausgesagt werden, dass das Risiko einer Verbreitung, Belastung und Vermehrung durch andere bakteriellen Kontaminationen (z.B. bewusst durch Milzbrand) durch eine gut geplante und ausreichende hygienische Wartung stark reduziert werden kann.

Besuchen Sie uns unter:

www.gesundheitstechnik.ch

SVG-Bädertagung 2001 – ein voller Erfolg!

Am 28. November 2001 fand die SVG-Bädertagung 2001 in Zürich statt. Die Tagung wurde mit einer kleinen Produktausstellung bereichert.

Rund 130 Tagungsteilnehmer konnten begrüsst werden und zwölf Ausstellerfirmen aus dem In- und Ausland präsentierten ihre neusten Produkte und Dienstleistungen im Bäderbereich. Themen über Fliesen und Fugen im Hallenbad, Kathodischer Korrosionsschutz für Filterbehälter, Badwasseraufbereitung, Wärmerückgewinnung in Lüftungsanlagen von Bädern, Techn. Anlagen in Bädern sowie Befestigungstechnik in Schwimmhallen wurden behandelt.

Auf den folgenden Seiten finden Sie einige Referate der Tagung.



Interessierte Teilnehmerschaft an Referaten und Ausstellung.

Fliesen und Fugen im Hallenbad

Hans-Peter Zeugin, Bauphysiker, Münsingen

Fliesen und damit Fugen im Bäderbau waren schon im Altertum bekannt. Die herrlichen Mosaikböden werden jährlich von unzähligen Touristen bewundert und bestaunt.

Bei den Beckenkonstruktionen sind Alternativen zur Keramik-Auskleidung vorhanden, z.B. durch Konstruktionen aus nicht-rostendem Stahl. Für die an die Becken angrenzenden Flächen, wie Umgang, Duschen usw. gibt es aber keine Alternativen, die in Bezug der ganzen Bandbreite ihrer Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten geeignet sind, Fliesen oder Platten zu ersetzen. Gerade weil immer wieder Schäden auftreten werden Ersatzlösungen gesucht, an Stelle der Überlegung, weshalb es zu Schäden kommt und wie sie verhindert werden können. Verglichen mit den Bauleuten im Altertum besitzen wir heute in dieser Hinsicht nur ein bescheidenes Wissen.

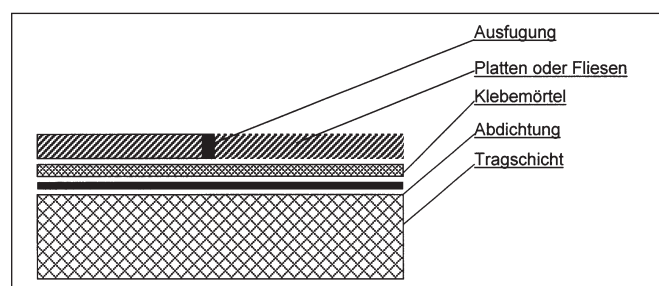
Aufbau der Konstruktion

- Trägerfläche, z.B. Verputz, Estrich usw.
- Abdichtung, z.B. mineralische oder kunststoffhaltige Verputze, Schlemmen, Beschichtungen usw.
- Klebe-Mörtel
- Platten oder Fliesen
- Ausfugung

Da alle fünf Schichten direkt miteinander verbunden sind, müssen sie logischerweise auch untereinander verträglich sein. Dies bedeutet aber, dass keine der fünf Schichten, losgelöst von den übrigen Schichten, frei bestimmt werden kann.

Platte oder Fliesen?

Meist liegt der Wunsch der Bauherrschaft vor, die eine bestimmte Oberfläche wünscht. Der Architekt versucht diesen Wunsch in sein Konzept einzubauen. Hier fällt sehr oft die Entscheidung, ob eine keramische Oberfläche oder z.B. eine Naturstein-Oberfläche vorgeschrieben wird.



- Zu beachtende Kriterien dabei sind u.a.:
- Wasseranalyse (auch bei Süsswasserbädern)
 - Rutschfestigkeit
 - Farbton
 - Format
 - Mechanische Beanspruchung
 - Reinigung

Nur wenn der Belag allen Ansprüchen entspricht, wird ein befriedigendes Resultat entstehen.

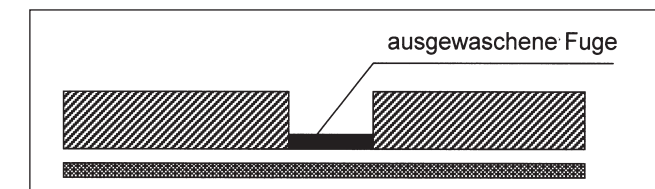
Verfugung

Je nach gewählter Fliesen- oder Plattenart muss nun auch die richtige Verfugung gewählt werden. Zur Zeit sind bekannt:

- Verfugung mit normalem Zementmörtel
- Verfugung mit kunststoffmodifiziertem Zementmörtel
- Verfugen mit Kunststoff z.B. Epoxydharz

Die drei Arten sind hinsichtlich ihrer mechanischen Beanspruchung sehr unterschiedlich:

Während die reine Zementfuge durch die tägliche Reinigung mit der Zeit ausgewaschen wird, weist der kunststoffmodifizierte Zementmörtel schon eine wesentlich grössere Widerstandsfestigkeit auf. Die Epoxydharzfuge ist schlussendlich so hart, dass eine Zerstörung der Fuge kaum mehr möglich ist.



Bei bestehenden Keramikbelägen mit ausgewaschenen Fugen ist eine Sanierung mit Zementmörtel nur eine sehr kurzlebige Angelegenheit, da keine Verbindung zwischen altem Fugenmaterial und neuem Material eintritt und das neue Material schon nach kurzer Zeit wieder ausbricht. Hier empfiehlt es sich, die Fugen soweit als möglich auszukratzen und neu mit Kunststoff zu verfugen.

Kleber

Grundsätzlich ist zwischen Dünnbettverfahren und Dickbettverfahren zu unterscheiden. Beim Dickbettverfahren werden Natursteinplatten oder grossformatige Platten direkt in den Mörtel des Überzuges verlegt. Für normale Keramikfliesen wird üblicherweise das Dünnbettverfahren angewendet. Auf die ebene Unterlage wird eine ca. 5–7 mm starke Kleberschicht mit dem Zahnpachtel aufgetragen und die Fliese darin verlegt.

Auch hier sind grundsätzlich drei Möglichkeiten vorhanden:

- normaler Fliesenkleber auf Zementbasis
- kunststoffmodifizierter Fliesenkleber
- Kunststoffkleber z.B. Epoxydharz

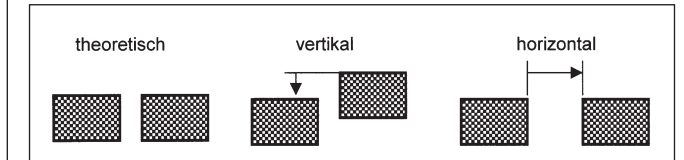
Der normale Fliesenkleber ist nicht wasserunempfindlich und kann mit der Zeit bei starker Belastung seine Klebefähigkeit verlieren, d.h. die Fliesen können sich lösen. Der kunststoffmodifizierte Kleber weist hier eine wesentlich bessere Widerstandsfähigkeit auf. Der Kunststoffkleber ist Wasser unempfindlich, kann auch nicht durch Mikrobakterien verseucht werden, hat aber den Nachteil, dass beim Verlegen die offene Standzeit des Klebers sorgfältig beachtet werden muss.

Eigenschaften von Konstruktionsteilen

Die Fuge als Trennung

Leider wird häufig, beim Bestimmen der Fuge und des Fugenmaterials, vergessen, dass vorher die Aufgabe der Fuge definiert werden sollte.

Die Definition der Fuge lautet:
«Zwischenraum zwischen aneinanderstossenden festen Bauteilen, ermöglicht Bewegungen gegeneinander»



Aus der Definition wird nicht ersichtlich, ob der Zwischenraum offen bleibt oder gefüllt wird.

Die offene Fuge birgt die Gefahr der Verschmutzung und evtl. von Verletzungen in sich. Bei der geschlossenen Fuge muss das Fugenmaterial den vorhandenen Anforderungen gerecht werden:

- Grundsätzlich gilt nach SIA, dass eine verfugte Plattenfläche nicht als wasserdicht bezeichnet werden darf. Durch die unterschiedliche Beschaffenheit des Plattenmaterials und des Fugenmaterials kommt es zu Flankenrissen und damit zu Undichtigkeiten.
- Grundsätzlich gilt auch, dass eine Bewegungsfuge, z.B. eine Gebäude-Dilatation, bis zur Oberfläche durchgeführt werden muss. Da solche Fugen angeordnet werden, damit gegenseitige Bewegungen zu keinen Schäden (Risse) führen, muss auch das Fugenmaterial diesen Anforderungen entsprechen. Eine sehr weiche Fuge führt zu willkürlichen Beschädigungen durch die Benutzer, eine zu harte Fuge kann eventuell die Bewegungen nur ungenügend abfangen, was wiederum zu Schäden führt. Die zu erwartenden Bewegungen müssen durch einen Fachmann definiert werden, gestützt darauf ist die Grösse der Fuge und das Fugenmaterial zu bestimmen.
- Eine Fuge kann auch als Teil der Wasserabdichtung eingesetzt werden. In diesem Falle muss sichergestellt sein, dass die Fuge nicht von der Seite her mit Feuchtigkeit unterwandert wird, z.B. durch Querfugen im Plattenbelag oder durch die Kleberschicht unter dem Plattenbelag.
- Eine Fuge kann auch als Sperre gegen sich horizontal ausbreitendes Wasser verwendet werden. Die Fuge muss dann im vertikalen Aufbau so gestaltet sein, dass sie die Fortsetzung des wasserundurchlässigen Untergrundes ist (kapillarbrechende Fugenfüllung gegen z.B. hydrostatischer Druck).
- Eine Fuge kann aber auch nur die Aufgabe haben, den Zwischenraum zu verfüllen, um die Ansammlung von Schmutz zu vermeiden oder die Gefahr für Füsse und Zehen zu verhindern. Sie hat somit rein ästhetischen Charakter ohne weitere Funktionen.

Beschädigungen

Plattenbeläge

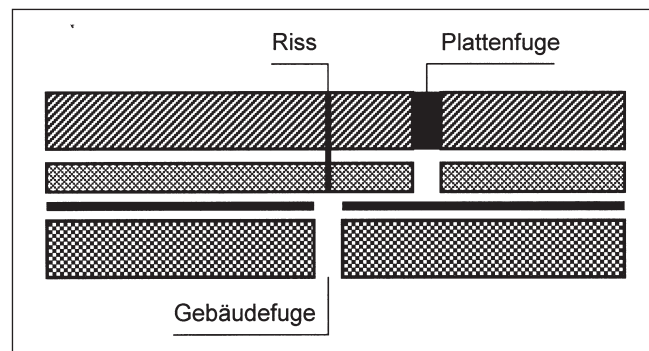
- **Natursteinplatten**
Wenn der gewählte Naturstein nicht verträglich ist mit dem Badewasser, oder Reinigungsmittel eingesetzt werden, die den Stein angreifen, so kann innerhalb kurzer Zeit eine Zerstörung der Oberfläche auftreten, die nicht mehr zu reparieren ist. Natursteinplatten sind auch äusserst anfällig gegen von unten drückendes Wasser. Grossflächige Verfärbungen und weisse Ausblühungen durch Kalkaustritt sind die Folge. Die Oberfläche lässt sich nur dauerhaft reinigen, wenn die Wasserzufuhr von unten her gestoppt werden kann.

Keramikplatten

Bei schlechter Verfugung, oder ausgewaschenen Fugen besteht die Gefahr, dass Kanten unter mechanischer Belastung ausbrechen. Eine weitere Gefahr besteht darin, dass durch die nicht mehr funktionierende Fuge die Kleberschicht angegriffen wird und sich so Platten lösen können.

Werden Platten über eine Bewegungsfuge verlegt, so wird mit grosser Sicherheit entweder die Platte reissen oder im günstigeren Falle nur die nächste Plattenfuge stark reissen. Eine Sanierung ist nur möglich, wenn der Plattenbelag neu über der Bewegungsfuge geschnitten und an der Oberfläche eine elastische Fuge eingebaut wird.

Werden Platten verwendet, die sich nicht für das entsprechende Wasser eignen, so sind Oberflächenbeschädigungen, Farbveränderungen usw. die Folge. Eine Sanierung kann nur durch Erneuern des Belages mit geeigneten Platten erfolgen.



Kleber

Die grösste Gefahr besteht darin, dass sich der Kleber nicht mit der Untergrundbehandlung verträgt. Entsteht eine chemische Reaktion, so kann es zur Zerstörung der Verbindung kommen, was bedeutet, dass der Plattenbelag keine Verbindung zum Untergrund mehr hat und hohl liegt. Eine Sanierung ist nur durch einen komplett neuen Aufbau des Belages möglich. Es ist deshalb von entscheidender Bedeutung, dass Vorbehandlung des Untergrundes, Wahl des Klebers und Wahl des Fugenmaterials aufeinander abgestimmt sind.

Fugen

Belagsfugen
Ausgewaschene Fugen sind eine Gefährdung des Belages. Zementöse Fugen können nur auf Kunststoffbasis nachgebessert werden. Kunststoff oder kunststoffmodifizierte Fugen werden wesentlich weniger stark ausgewaschen und lassen sich jederzeit nachbessern.

Trennfugen

Praktisch alle Trennfugen lassen sich jederzeit nachbessern, wenn es zu mechanischen Schäden kommt. Bei Fugen, die der Witterung ausgesetzt sind, ist damit zu rechnen, dass sie alle 8 bis 10 Jahre ausgewechselt werden müssen. Bei Fugen innerhalb des Gebäudes ist eine Sanierung je nach Beanspruchung nötig. Sobald sich seitlich des Fugenmaterials Flankenabrisse zeigen, hat sie nur noch die Funktion des Verfüllens des Zwischenraumes. Da nun eventuell über die Abrisse Wasser in den Untergrund vordringen kann, wird der ganze Belag gefährdet.

Ein spezielles Problem stellen die dauerplastischen Kittfugen dar. Der verwendete Kunststoff ist ein idealer Nährboden für Schimmelpilzkulturen, ungeachtet der Temperatur oder Luftfeuchtigkeit. Wenn nun noch bei der Reinigung Materialien auf Seifenbasis verwendet werden, verschlimmert sich die Situation schlagartig. Als Vorbeugemassnahme können solche Fugen periodisch mit einem Desinfektionsmittel besprüht werden. Beim Auftreten der ersten Anzeichen von Verfleckungen der Fuge, ist diese wieder mit Desinfektionsmittel zu reinigen. In sehr extremen Fällen empfiehlt es sich, das Fugenmaterial auszuwechseln. Heute sind Fugenkitte im Handel, die sich speziell für Nassräume eignen und mit einem milchsäurehemmenden Stoff angereichert sind.

Zusammenfassung

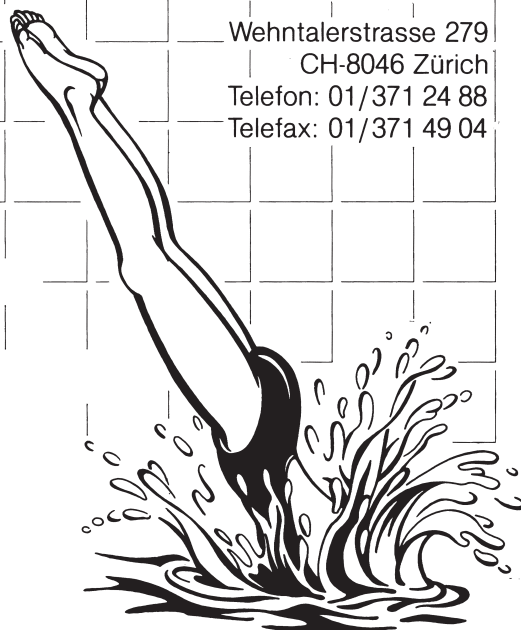
Untergrund, Kleber, Fugen, Platten bilden eine Einheit bilden die grössten Möglichen Eigenschaften der einzelnen Komponenten garantiert, dass die Fuge auf, so muss zu einer benötigten Fugenunterschiedlich der Sanierung ausgeführt werden. exakten Definitionen den Anforderungen



HYDROAIR AG

Ihr Partner für eine frische, saubere Wasserqualität

Schwimmbadtechnik
Wasseraufbereitung
Wehntalerstrasse 279
CH-8046 Zürich
Telefon: 01/371 24 88
Telefax: 01/371 49 04



Hygiene mit System

KWZ Kurt Wehrli Zürich AG
Baslerstrasse 44
8048 Zürich
Telefon 01 404 22 88
Fax 01 404 22 99
E-Mail:
info@kwzag.ch