

Dichtheitsnachweis von Lüftungskanälen durch spezielle Thermographie

Reiner Osterland; Dieter Hoffmann

*MEKON GmbH, Wolfener Str. 32 – 34 Haus O, D-12681 Berlin
Tel. +49 30 9302159-0, Fax +49 30 9302159-19, info@mekon.de*

Die Anforderungen an die Dichtheit von neu zu errichtenden Lüftungskanälen sind in den letzten Jahren enorm gestiegen.

So sind in den vergangenen 5 Jahren die DIN EN 12237, DIN EN 1507 und die DIN EN 13779 in Kraft getreten, die sowohl die Anforderungen an die Dichtheit und die die Gestaltung des entsprechenden Nachweises zum Inhalt haben.

In der VOB-Abnahme von neu errichteten Lüftungskanälen ist die Einhaltung der entsprechenden Dichtheitsklasse durch eine Dichtheitsprüfung nachzuweisen.

Warum ist das Aufspüren von Leckagen so wichtig?

Die Einhaltung von gesetzlichen Vorgaben ist ein Punkt. Weiterhin werden projektierte Luftmengen nicht erreicht, das heißt die Lüftungsanlage erfüllt ihre Anforderungen nicht, Luft tritt an falschen Stellen aus der Anlage aus.

Auch der Brandschutz spielt eine große Rolle.

Das Hauptargument sind jedoch die anfallenden unnützen Energiekosten. Das können bei großen Anlagen schon mal Beträge um 100.000 €/Jahr sein

Dichtheitsprüfungen sind sehr zeit- und kostenaufwendig. Den Hauptanteil bilden dabei die notwendigen Abdichtungen von Ein- oder Auslässen, die oft in großer Anzahl vorhanden sind. Besonders aufwendig sind Abschottungen zur Unterteilung größerer Anlagen in Teilabschnitte, um diese einzeln prüfen zu können.

Meist sind Dichtheitsprüfungen erst nach vollständigem Abschluss der Montage möglich und erlauben keine genaue Fehlerlokalisierung.

Seitens der Auftraggeber/Betreiber der Anlagen werden aber eine Fehlerdarstellung und Hinweise zur Abhilfe bzw. zum Abstellen der Mängel gefordert.

Nach wie vor stellt eine baubegleitende Überprüfung der Dichtheit bisher die einzige Möglichkeit dar, Mängel sofort zu lokalisieren, abzustellen und anschließend die Wirksamkeit der Maßnahme zu überprüfen.

Sind alle Aus- und Einlässe verschlossen, wird die Anlage mit einem Prüfdruck beaufschlagt. Dieser muss mindestens 5 Minuten aufrecht erhalten werden. Danach kann mit der eigentlichen Prüfung begonnen werden. Hierzu sind einige professionelle Geräte am Markt, die mit elektronischer Auswertung und gleichzeitiger Digitalanzeige des Leckluftstromes und des Prüfdrucks ausgestattet sind.

Das Prüfergebnis beinhaltet die Aussage, das Kanalsystem entspricht den Anforderungen oder es entspricht Ihnen nicht. Bei den von uns bisher durchgeführten Dichtheitsprüfungen gab es keinen Fall, wo auf Anhieb die Anforderungen erfüllt wurden.

Dann beginnt die komplizierte Suche der Ursachen. Das können manchmal leicht von außen überschaubare Dinge, wie vergessene Gitter, Ein- bzw. Auslässe, Brandschutzklappen oder grobe Fehler bei der Kanalmontage sein.

Sind offensichtliche Fehler beseitigt und die geforderte Dichtheitsklasse wird immer noch nicht erreicht, gibt es die Möglichkeit, mit geeigneten Inspektionsfahrzeugen die Kanäle von innen zu untersuchen. Hiermit sind jedoch auch nur relativ große Leckagen zu lokalisieren. Optisch sind minimale Spalte und Undichtheiten nur sehr schwer wahrzunehmen. Es gibt Beispiele aus der Praxis, wo Leckraten von 25 % optisch nicht nachzuweisen sind.

Diese kleinen Leckagen bilden jedoch den Hauptanteil an der Gesamtleckage einer Anlage. Erfahrungsgemäß ist die Undichtheit einer Lüftungsanlage nur selten die Folge einzelner größerer Leckstellen, sondern meist die Summe einer Vielzahl kleinerer Leckagen.

Neben der visuellen Untersuchung mit Inspektionsfahrzeugen, dient eingeblassener Fluidnebel als zusätzliches Hilfsmittel zur Lokalisation der Leckagen.

All dies versagt jedoch bei gedämmten Kanälen. Grobe Fehler sind von außen nicht erkennbar, die Austrittsstellen von eingeblassenen Prüfnebel sind nicht identisch mit der Leckstelle. Oft kommt noch hinzu, daß der Zugang erschwert oder gar nicht möglich ist (Trockenbaudecken).

Wie also kann dieses Problem gelöst werden?

Bei der Suche nach geeigneten Verfahren wurde die These aufgestellt: wenn Leckstellen im Kanal von Luft durchströmt werden, müssen an diesen Stellen Temperaturunterschiede auftreten (Anwendung der allgemeinen Gasgleichung).

Die Eigenschaft moderner Thermographie-Kameras, Temperaturunterschiede im Bereich von $<0,1\text{K}$ aufzulösen, sollte dafür genutzt werden.

Um diesen Effekt zu erreichen, ist jedoch ein gewisser Mindestdruck in der Anlage erforderlich.

Eine andere Möglichkeit wurde darin gesehen, den Kanal z.B. mittels Warmluft aufzuheizen. Hierbei wird die unterschiedliche spezifische Wärmekapazität des zum Bau des Kanals verwendeten Materials und der in der Leckstelle befindlichen Luft genutzt, um Temperaturunterschiede zu erzeugen und sichtbar zu machen.

Als Ziel wurde die Entwicklung eines Inspektionsfahrzeugs mit Thermographiemodul zur Ortung von Leckagen, vorzugsweise in gedämmten Lüftungskanälen, formuliert.

Um die Richtigkeit dieser Überlegungen zu überprüfen und die Realisierbarkeit des angestrebten Verfahrens zu bestätigen, wurde ein Prüfkanal errichtet. Dieser wurde auf der einen Seite mit einem Rahmen versehen, an dem Platten aus verschiedenen, für den Bau von Lüftungsanlagen verwendeten Materialien, befestigt werden konnten und die mit einer definierten Leckstelle versehen wurden. Auf der anderen Seite des Kanals wurde eine Wärmebildkamera installiert.

Nun galt es herauszufinden, ob und wenn ja, unter welchen Bedingungen die Leckagen mittels Wärmebildkamera erkennbar waren. Dazu wurde eine Vielzahl von Meßreihen mit verschiedenen Materialien durchgeführt.

Am Ende der Untersuchungen konnte festgestellt werden:

Eine Ortung von Leckagen mittels Wärmebildkamera ist, besonders bei gedämmten Kanälen, möglich.

Die ursprüngliche Annahme, daß deutlich nachweisbare Temperaturunterschiede nur durch Druckverlust an Leckagen entstehen, wenn diese von Luft durchströmt werden, konnte nicht vollständig nachgewiesen werden.

Die deutlichsten Ergebnisse wurden erzielt, wenn die in den Kanal geblasene Luft vorgewärmt ist. Der erforderliche Überdruck im Kanal ist dabei relativ gering und liegt deutlich unter 200 Pa.

Damit war der Weg frei für die eigentliche Entwicklung des Inspektionsfahrzeugs.

Die Konzipierung des Fahrzeugs erfolgte in Anlehnung an ein bereits seit mehreren Jahren erfolgreich im Einsatz befindliches und patentiertes Inspektionsfahrzeug. Abweichend vom Vorbild weist das neue Fahrzeug einen vertikal schwenkbaren Kamerakopf auf, der ein Thermographiemodul, ein Farbkameramodul sowie eine Beleuchtungseinrichtung enthält. Die horizontale Ausrichtung erfolgt mit dem Fahrwerk. Eine dritte Kamera ermöglicht den Blick nach hinten. Die Räder sind einzeln angetrieben und gefedert.

Die Steuerung des Inspektionsfahrzeugs erfolgt von einem Bedien- u. Anzeigeteil über ein Steuerkabel, das die drei Video-Signale überträgt (Thermo-Bild, Farb-Bild u. Bild der Übersichts- bzw. Rückfahr-Kamera). Diese werden auf den Monitoren des Bedien- u. Anzeigeteils angezeigt und bei Bedarf auf dem Mini-DV-Recorder aufgezeichnet. Neben der normalen Fahrfunktion sind Bedienelemente und Übertragungskanäle für die Kamerasteuerung und die Beleuchtung vorgesehen.

Die Beleuchtungseinrichtung kann in der Intensität den jeweiligen Erfordernissen angepasst werden.

Die Kabeltrommel mit einem Fassungsvermögen von bis zu 50 m für das Steuerkabel ist mit einer Vorrichtung zur Weglängenmessung ausgestattet. Diese Werte können in das Videosignal eingeblendet werden und dienen damit der genauen Lokalisierung der Leckagen.

Zum Einblasen der vorgewärmten Luft kommt eine Kombination aus einem elektrischen Heizregister und einem Rohrventilator zum Einsatz. Diese werden mittels eines Flexrohres und eines modifizierten Revisionsdeckels an den Kanal angeschlossen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, eine Leckageortung im gedämmten Lüftungskanal mittels Thermographie ist möglich und sinnvoll.

Bisher bestand bei gedämmten Lüftungskanälen, bei denen die geforderte Dichtheitsklasse nicht erreicht wurde, nur die Möglichkeit einer vollflächigen Beschichtung und damit Abdichtung von innen. Mit Hilfe der thermografischen Ortung von Leckagen und deren Lokalisierung ergibt sich die Möglichkeit einer gezielten punktuellen Abdichtung. Diese ist im Vergleich zur ganzflächigen Abdichtung/Beschichtung kostengünstiger und ist gleichzeitig ein Beitrag zur Reduzierung der Energiekosten.