AMT DER O.Ö. LANDESREGIERUNG - UMWELTSCHUTZ

PROJEKT GEBÄUDEDICHTHEIT AN O.Ö. TURNHALLEN

ING. THOMAS MARKOWETZ

LINZ, IM MÄRZ 1997

Inhaltsverzeichnis

1. **Zusammenfassung** 3

2. **Warum Gebäudedichtheit?** 3

3. **Einleitung** 3

4. **Messtechnik** 4
   - 4.1 Luftwechselmessung 4
   - 4.2 Thermographie 4

5. **Projektdurchführung** 5
   - 5.1 Ergebnisse 5
   - 5.1.1. Luftdichtheit 6
   - 5.1.2. Energieverluste 7

6. **Zusammenfassung typischer Leckstellen bei Turnhallen** 9
   - 6.1. Gebäudehülle, Konstruktion 9
   - 6.2. Lüftung 10
   - 6.3. Außenwandventilatoren 10
   - 6.4. Fußbodenkonstruktion 11

7. **Sanierungsmöglichkeiten** 11
   - 7.1. Oberste Geschoßdecke 11
   - 7.2. Fenster 11
   - 7.3. Außenwandventilatoren 12
   - 7.4. Außenwandheizlüfter 12
   - 7.5. Lüftungsanlagen 12

8. **Anhang** 12
   - 8.1. Typische Leckstellen an öffentlichen und privaten Gebäuden 12
   - 8.1.1. Dachkonstruktion 12
   - 8.1.2. Einbindung von Fenstern, Dachbodentreppen und dgl. 13
   - 8.1.3. Außenwände 14
   - 8.1.4. Elektroinstallation 14
   - 8.1.5. Fenster und Türen 15

1. Zusammenfassung

Ältere Turnhallen, bei denen die oberste Geschoßdecke in Holzbinderkonstruktion ausgeführt ist, weisen oft erhebliche Mängel in der Luftdichtheit auf. Bei diesem Gebäudetyp sind nicht selten umlaufende Fugen mit einer Breite von ca. 1 cm um die gesamte Decke sowie Undichtheiten im Bereich der gesamten Dachfläche vorhanden. Diese Leckagen bestätigen sich auch in den thermographischen Untersuchungen solcher Konstruktionen. Aber auch bei neueren Turnhallen sind Fugenundichtheiten bei Decken- und Dachkonstruktionen erkennbar. Insbesondere dann, wenn die Turnhalle bis zum Dach ausgebaut und die tragende Dachkonstruktion sichtbar ausgeführt ist.

Neben den Mängeln bei den Baukörpern sind auch bei lüftungstechnischen Anlagen beachtliche Schwachstellen gegeben. Luftabschlußklappen funktionieren meist nur unzureichend, was vor allem bei Außenwandventilatoren auftritt. Bei Überdruck im Turnsaal werden die außenliegenden Lamellen aufgedrückt und die Luft kann ungehindert nach außen strömen. Dieser unerwünschte Luftwechsel führt zu unnötigen Energieverlusten.

2. Warum Gebäudedichtheit?

Wärmedämmung bei einem Gebäude kann man durchaus mit einer wärmenden Kleidung vergleichen. Wenn es kalt ist, zieht man einen dicken Pullover an und der Wärmehaushalt des Körpers kommt wieder ins Gleichgewicht. Weht jedoch ein starker Wind, so dringt die Kälte trotz der wärmenden Kleidung ein. Eine zusätzliche Windjacke schützt in diesem Fall vor Abkühlung. Sowohl eine gute Wärmedämmung (Dämmaterial) als auch eine optimale Winddichtheit (Folie) ist erforderlich, um die Energieverluste zu minimieren.

Zur Minimierung der Luftschadstoffkonzentration in Räumen ist während des Aufenthaltes von Personen ein Mindestluftwechsel notwendig. Der Luftwechsel durch Undichtigkeiten in der Gebäudehülle, wie z. B. im Bereich von Fenstern, Türen und Bauteilanschlüssen ist wegen der Abhängigkeit von Wind und Temperatur unkontrollierbar und nicht bedarfsgerecht. Bei starkem Wind oder hohen Temperaturdifferenzen treten zudem Zugerscheinungen auf, die zu einer unbehaglichen Abkühlung der Räume führen. Die Dichtheit der Gebäudehülle ist demnach möglichst gut auszuführen. Die notwendige Frischluftzufuhr ist durch eine beeinflußbare Lüftung (Fenster öffnen, mechanische Lüftung) zu gewährleisten.

3. Einleitung

Die beiden Energiekrisen in den 70er Jahren und das Wissen über Umweltschäden durch Abgase führten zu einem verstärkten Umwelt- bzw. Energiesparbewußtsein. Am Bau wurde dem durch Erhöhung des Wärmedämmstandards bzw. Einführung von Energiekennzahlen Rechnung getragen. Durch verschiedene energietechnische Maßnahmen konnten spürbare Akzente zur Verminderung der Energieverluste gesetzt werden.

Der bauliche Trend der letzten Jahre zu Leichtbauweisen, wie Fertighäuser und Dachausbauten, machte den Einsatz komplexer Bauteile und Bausysteme notwendig. Zahlreiche Schichtfolgen bei Außenbauteilen sind erforderlich, um sowohl die wärmetechnischen als auch die bauphysikalischen Anforderungen, die sich daraus ergeben, zu erfüllen.

Die laufende bauphysikalische und wärmetechnische Beratungs- und Meßtätigkeit zeigt immer wieder, daß speziell bei Leichtbauweisen in der Bauausführung Fehler passieren, die erhöhte Ener-

gieverluste verursachen und eine Beheizbarkeit erschweren.

Bei dem nun durchgeführten Projekt **„Gebäudedichtheit an o.ö. Turnhallen"** sollte der Ist-Zustand der Baukörper von Schulturnhallen im Hinblick auf die Luftdichtheit und die damit verbundenen Wärmeverluste untersucht werden. Turnhallen wurden ausgewählt, weil auf Grund der bisher bei diesen Objekten durchgeführten Begehungen massive Mängel vermutet wurden.

4. MESSTECHNIK

4.1. Luftwechselmessung

Für die Gebäudedichtheitsmessung wurde die „Minneapolis Blower Door"-Methode eingesetzt.

Abbildung 1: Meßgerät „Minneapolis Blower Door"

Mittels eines Rahmens wird eine Plane, in der ein Gebläse eingesetzt ist, in einen Türstock gespannt (siehe Abb. 1). Mit dem Gebläse wird ein stationärer Differenzdruck zwischen Turnhalle und Außenluft angelegt. Das Meßverfahren ist in der ISO 9972 international normiert.

Die maximale Gebläseleistung beträgt 8000 m³/h bei einer Druckdifferenz von 50 Pa. Zur Bewertung der Dichtheit der Gebäudehülle wird der Luftvolumenstrom bei Über- und Unterdruck für verschiedene Druckdifferenzen von 20 - 60 Pa bestimmt. Aus dem gemittelten Kurvenverlauf wird bei 50 Pa Druckdifferenz der Meßwert ermittelt.

Der bei einer Druckdifferenz von 50 Pa ermittelte Luftvolumenstrom bezogen auf das Raumvolumen ergibt den Luftwechsel bei 50 Pa pro Stunde. Dieser Wert wird mit n_{50} bezeichnet. Der n_{50}-Wert ist eine Qualitätsangabe über die Dichtheit der Gebäudehülle.

In Anlehnung an internationale Normen (Vornorm zu DIN 4108-6 und 7), werden Gebäude entsprechend der vorhandenen Luftwechselzahl bei 50 Pa Druckdifferenz in folgende Qualitätsbewertung eingereiht:

n_{50} [h^{-1}]	Bewertung
< 3	gut
3 - 8	mittel
> 8	schlecht

4.2. Thermographie

Die Thermographie ist ein Meßverfahren, das die unsichtbare thermische Strahlung, die ein Objekt aussendet, in eine sichtbare Abbildung, das Thermogramm, umwandelt. Die Bauthermographie ermöglicht so die berührungslose Erfassung der Oberflächentemperaturverteilung und gestattet die Beur-

teilung wärmetechnischer Eigenschaften. Mängel in der Wärmedämmung wie z.B. Wärmebrücken, Luftundichtheiten usw. können so erfaßt werden.

Die unterschiedlichen Oberflächentemperaturen sind im Thermogramm durch verschiedene Farben entsprechend der neben der Abbildung stehenden Farbskala dargestellt.

Wird in einem Raum Unterdruck erzeugt, so strömt durch Undichtheiten Außenluft nach innen. Bei einer entsprechenden Temperaturdifferenz zwischen innen und außen werden jene Bauteile, an denen die kalte Außenluft vorüberstreicht abgekühlt. Die verminderten Oberflächentemperaturen rund um die undichten Stellen können am Thermogramm sichtbar gemacht und lokalisiert werden.

Die thermographischen Untersuchungen wurden mit der Infrarotkamera Thermovision 488 vorgenommen (s. Abb. 2).

Abbildung 2: Infrarotkamera, Thermovision 488

5. PROJEKTDURCHFÜHRUNG

Zunächst wurde unter Mithilfe der Gemeinden eine Gebäudebestandserhebung sämtlicher Turnhallen durchgeführt. Von allen 445 Gemeinden und Städten sind diese Erhebungsbögen eingegangen. Aus der Gesamtanzahl von 804 Turnhallen (vorwiegend Volks- und Hauptschulen) wurden 116 Turnhallen nach dem statistischen Zufallsprinzip ausgesucht und gemessen. 19 Turnhallen konnten auf Grund der Größe, der Undichtheit oder anderer Gründe meßtechnisch nicht erfaßt werden. Diese wurden bei der Bewertung nicht berücksichtigt.

Zusätzlich zu den Dichtheitsmessungen wurden bei 8 Turnhallen auch bauthermographische Untersuchungen vorgenommen.

5.1. Ergebnisse

Von den 804 erhobenen Turnsälen gibt es in Oberösterreich 481 Turnhallen mit einer in Leichtbauweise ausgeführten obersten Geschoßdecke und 261 Objekten mit einer massiven Deckenkonstruktion. Bei 62 Objekten wurden keine Angaben gemacht (siehe Abb. 3). Demnach weisen ca. 2/3 der Turnhallen in Oberösterreich eine leichte oberste Geschoßdecke auf. Vor allem seit 1965 wurden verstärkt Decken in Leichtbauweise ausgeführt.

In den 60er und 70er Jahren war auf Grund des wirtschaftlichen Aufschwunges eine rege Bautätigkeit zu verzeichnen. Dies wirkte sich vor allem auf den öffentlichen Bereich aus. Speziell Schulneubauten mit den dazugehörigen Turnhallen wurden in dieser Zeit vorangetrieben.

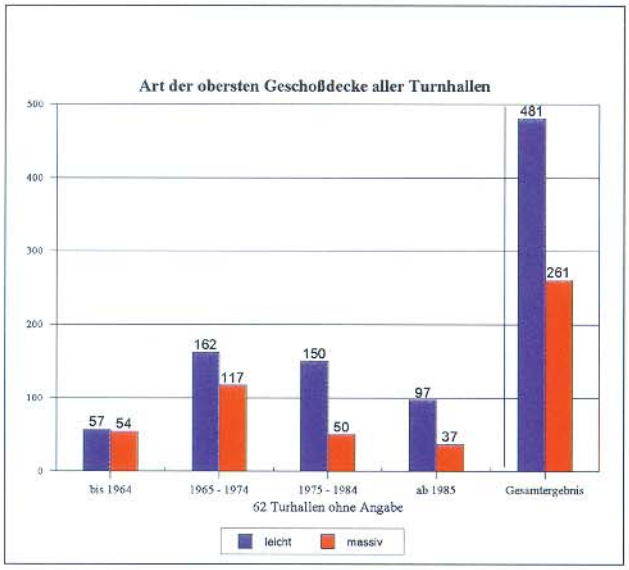


Abbildung 3: Geschoßdeckentypen

In diesen Jahren wurde eher nach dem Billigstbieterprinzip ausgeschrieben und auf die Qualität weniger Wert gelegt. Da die Energie zusätzlich relativ günstig war, wurde auf die Wärmedämmung der Objekte nicht besonders geachtet. Die Problematik der Gebäudedichtheit war zu diesem Zeitpunkt überhaupt noch nicht im Gespräch.

In den vergangenen Jahren wurden zahlreiche Schulobjekte wärmetechnisch saniert. Durch Anbringen zusätzlicher Wärmedämmung an den Decken und Außenwänden sowie Austausch der Fenster konnten die Wärmeverluste deutlich reduziert werden. Die Wärmedämmung der obersten Geschoßdecken der Turnhallen wurde durch Auflegen von zusätzlichen Dämmelementen verbessert. Dabei wurde, wie die nachfolgenden Messungen zeigen, allerdings in vielen Fällen auf eine richtige Ausführung bezüglich Winddichtheit nicht geachtet.

5.1.1. Luftdichtheit

Die Messung des Luftwechsels bei 50 Pa Druckdifferenz von 115 Turnhallen zeigt zusammenfassend folgendes Ergebnis:

Bei 72 Turnhallen mit einer obersten Geschoßdecke in Leichtbauweise wurde ein mittlerer n_{50}-Wert von 8,3 h^{-1} (+/- 1,2) gemessen, wobei die Meßwerte der Turnhallen zwischen 2,2 und 27,5 h^{-1} lagen. 43 Turnhallen mit einer massiven obersten Geschoßdecke wiesen im Mittel hingegen einen n_{50}-Wert von 3,3 h^{-1} (+/- 0,9) auf. Die Meßwerte bewegten sich hierbei zwischen 0,5 und 10,5 h^{-1}. In Abb. 4 sind die mittleren n_{50}-Werte für leichte und massive oberste Geschoßdecken, bezogen auf vier Baujahrgruppen, gegenübergestellt.

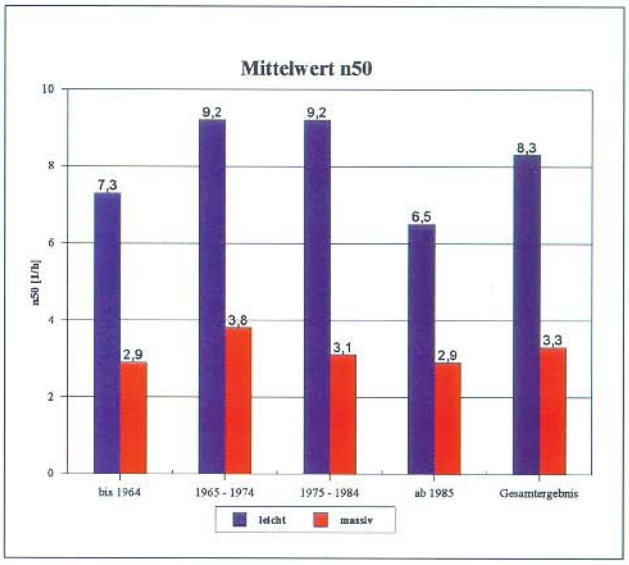


Abbildung 4: n_{50} - Mittelwerte

Turnhallen mit einer obersten Geschoßdecke in Leichtbaukonstruktion weisen wesentlich höhere Undichtheiten auf als jene mit massiven Deckenkonstruktionen. Zu beachten ist, daß einige Turnhallen mit leichter Decke auf Grund der großen Undichtheit nicht mehr gemessen werden konnten, da die erforderliche Leistung des Gebläses zum nötigen Druckaufbau nicht mehr ausreichte.

Anhand der Häufigkeitsverteilung der Dichtheitswerte der Turnhallen, bezogen auf die unterschiedlichen Geschoßdeckenausführungen, ist erkennbar, daß bei den massiven Objekten durchwegs n_{50}-Werte unter 4 h^{-1} erreicht werden. Bei leichten Deckenausführungen bewegen sich diese Werte zwischen 4 und 10 h^{-1}. Einzelne Turnhallen weisen bei 50 Pa Druckdifferenz sogar Luftwechselzahlen von über 20 h^{-1} auf (siehe Abb. 5).

Vor allem in Gebäuden aus den 60er und 70er-Jahren sind hohe Luftwechselzahlen zu verzeichnen. Bei 57 Turnsälen sind im Bereich der Deckenkonstruktion Zugerscheinungen festzustellen. Undichtheiten im Randbereich aber auch bei

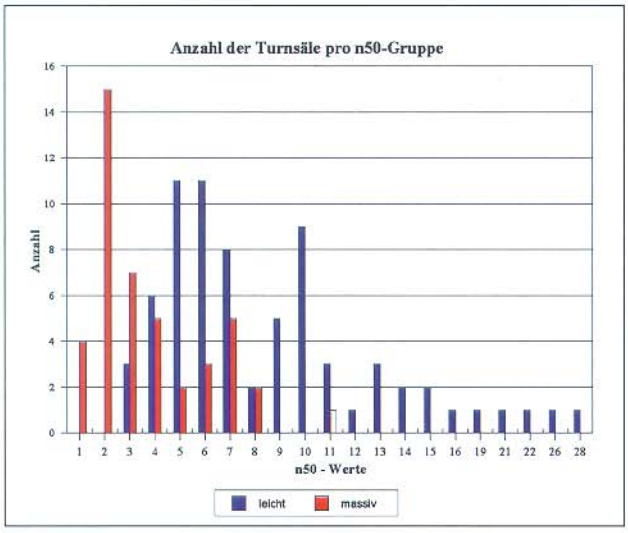


Abbildung 5: Häufigkeitsverteilung der Dichtheitswerte

Beleuchtungskörpern oder bei den Aufhängungen von Turngeräten sind bei diesen Objekten deutlich spürbar bzw. meßbar. Fugen bis zu einer Breite von 1 cm und in Einzelfällen darüber sind nicht unüblich. Oft ist ein direkter Blickkontakt vom Dachraum in den Turnbereich gegeben.

Bei den Turnsälen mit massiven Deckenkonstruktionen können über die Decke praktisch keine Undichtheiten auftreten. Leckstellen treten bei diesen Objekten vorwiegend bei den Fenstern oder bei Lüftungs- bzw. Heizungsanlagen mit Lüftern auf. Bei 19 Turnhallen wurden diesbezüglich Mängel festgestellt. Dazu ist jedoch zu bemerken, daß bei vielen Anlagen die tatsächliche Leckstelle nicht eindeutig festgestellt werden konnte, weil diese entweder nicht erreichbar bzw. die Öffnung von Lüftungsanlagen zu groß war, um eine signifikante Luftbewegung zu erzielen.

Erhebliche Undichtheiten treten auch bei Außenwandventilatoren auf (siehe Pkt. 6.3). Durchwegs weisen diese Geräte frei bewegliche Außenlamellen auf. Bei Unterdruck werden diese nach innen gedrückt, die Öffnung wird dadurch mehr oder weniger gut abgedichtet. Bei Überdruck werden hingegen die Lamellen aufgeblasen. Durch die Wandöffnung von ca. 40x40 cm kann so die Raumluft praktisch ungehindert nach außen strömen. Optisch ist dies deutlich erkennbar, zumal sich der Gebläseventilator in der starken Strömung rasch mitdreht. Bei 34 Turnsälen, das sind praktisch jene, die Außenwandventilatoren aufweisen, wurden erhebliche Undichtheiten bei diesen Lüftern festgestellt.

5.1.2. Energieverluste

Durch Fugenundichtheiten in der Gebäudehülle und bei Lüftungsanlagen tritt ein ungewollter Luftaustausch zwischen der Innen- und der Außenluft auf. Speziell bei tiefen Außentemperaturen und starkem Wind kann dies auf Grund der Thermik oder des Winddruckes dazu führen, daß der Luftaustausch so hoch ist, daß Räume nicht mehr ausreichend beheizt werden können.

Die einströmende kalte Außenluft muß wieder aufgewärmt werden. Die dafür notwendige Energie muß zusätzlich zur normalen Raumheizung zugeführt werden. Höhere Wärmeverluste sind daher die Folge.

Der mittlere Luftwechsel n_Z infolge des Frischlufteintritts über Undichtheiten kann vom n_{50}-Wert wie folgt abgeschätzt werden, wobei über die

Wind- und Wetterlage einer gesamten Heizperiode in durchschnittlicher Windlage gemittelt wird:

$$n_Z = n_{50} / 12{,}5$$

Legende:

n_Z	Mittlerer Luftwechsel infolge Frischlufteintritt [h^{-1}]
n_{50}	Luftwechsel bei 50 Pa [h^{-1}]

Als unnötige Energieverluste kommen ca. 70 % der Verluste infolge des Luftwechsels n_Z zum Tragen, da in Zeiten, in denen der Turnsaal benutzt wird, ohnehin ein hoher Luftwechsel erforderlich ist, der in diesem Fall nicht durch Öffnen der Fenster, sondern durch die vorhandenen Undichtheiten bereitgestellt wird.

Der erhöhte Heizwärmebedarf infolge der unkontrollierten Lüftung errechnet sich demnach folgendermaßen:

$$HWB = n_Z \cdot V \cdot 0{,}024 \cdot HGT \cdot 0{,}36 \cdot 0{,}7$$

Legende:

HWB	Heizwärmebedarf (Nutzenergie, ohne Einbeziehung der Verluste des Heizungssystems) [kWh/a]
V	Nettoraumvolumen [m³]
HGT	Heizgradtage [Kd]
0,024	Umrechnungsfaktor
0,36	spezifische Wärmekapazität der Luft [Wh/m³K]
0,7	Verlustanteil

Bezogen auf ein Volumen von 1 m³ kann über die obige Formel das theoretische Einsparpotential ermittelt werden. In Abbildung 6 ist ein Diagramm dieser möglichen Einsparungen dargestellt. Hierin sind die erreichbaren Heizwärmebedarfseinsparungen in [kWh/m³a], bezogen auf den gemessenen Luftwechsel bei 50 Pa (n_{50}), wiedergegeben, wenn von einem minimalen n_{50}-Wert von 1 h^{-1} nach einer Sanierung ausgegangen wird. Die Einsparung an Heizkosten (rechte Diagrammleiste) ist auf die Beheizung eines Turnsaales mit Heizöl extraleicht (Heizwert= 10 kWh/l, Preis= 5S/l, Anlagenwirkungsgrad= 75 %) berechnet.

Würden sämtliche Turnhallen in Oberösterreich auf einen n_{50}-Wert von 1 h^{-1} saniert werden, (siehe Abb.6), entspräche dies einer jährlichen Energieeinsparung von S 8,6 Millionen (bei Beheizung der

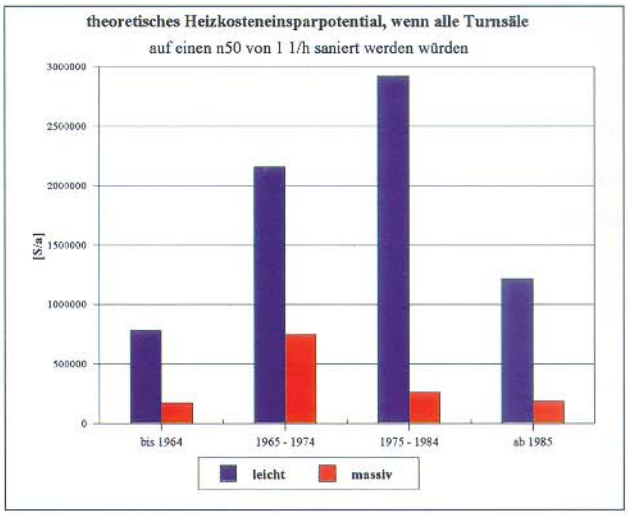


Abbildung 6: Heizkosteneinsparpotential

Turnhallen mit Ölzentralheizung). Natürlich ist es nicht sinnvoll, bei allen Turnhallen Sanierungsmaßnahmen zu setzen, da die erforderlichen Investitionskosten in einem wirtschaftlichen Verhältnis zu den Ein-sparungen liegen müssen. Aus Abb. 7 ist erkennbar, daß bei Turnhallen mit einem n_{50}-

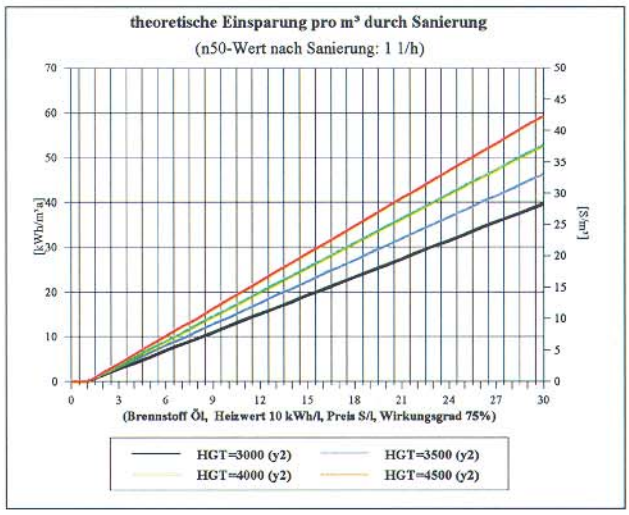


Abbildung 7: Volumsbezogenes Einsparungspotential

Wert von über 10 h^{-1} eine spezifische Heizkosteneinsparung von über 10 S/m³ und Jahr zu erwarten ist. Bei einem durchschnittlichen Turnsaal mit einem Volumen von 2000 m³ würde eine entsprechende Sanierung demnach die jährlichen Heizkosten um ca. S 20.000,- verringern.

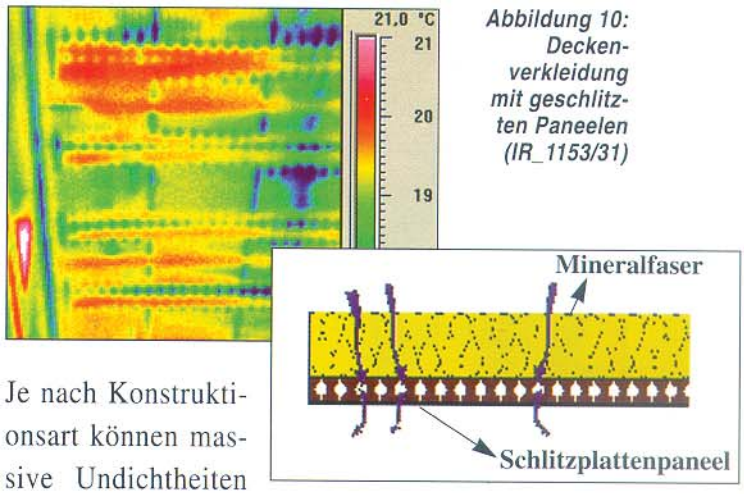


Abbildung 10: Deckenverkleidung mit geschlitzten Paneelen (IR_1153/31)

6. Zusammenfassung typischer Leckstellen bei Turnhallen

6.1. Gebäudehülle, Konstruktion:

Speziell bei Turnhallen mit einer leichten obersten Geschoßdecke, wie z.B. Holzbinderkonstruktionen, treten bei der Decke oft große Fugenundichtheiten auf. Im Randbereich der Decke ist meist eine umlaufende Fuge bis zu einem Zentimeter vorhanden (siehe Abb. 9).

Je nach Konstruktionsart können massive Undichtheiten im Bereich der gesamten Deckenkonstruktion vorhanden sein.

In Abb. 10 ist die raumseitige Verkleidung einer Turnsaaldecke mit geschlitzten Paneelen ausgeführt. Über die Schlitze, die raumakustisch von Bedeutung sind, kann die warme Raumluft ungehindert entweichen. Hohe Wärmeverluste und somit auch hohe Heizkosten sind die Folge.

Undichtheiten sind durchwegs auch dort gegeben, wo Konstruktionselemente (Sparren, Zangen, Pfetten usw.) durch die Deckenkonstruktion durchstoßen. Besonders bei neueren Objekten treten diese Undichtheiten auf Grund der modernen Architektur, bei der Konstruktionshölzer sichtbar bleiben, häufig auf (Abb. 11).

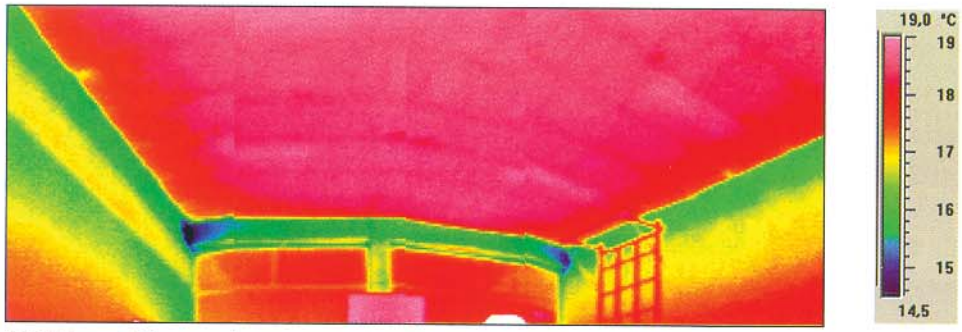


Abbildung 8: Turnsaal unter normalen Druckverhältnissen (IR_1132/1-4)

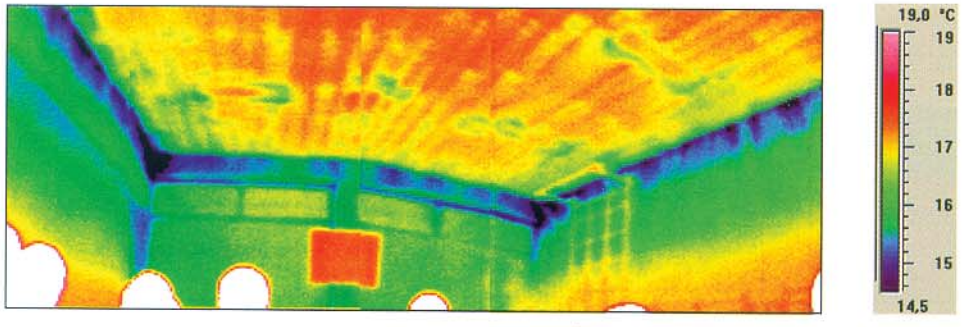


Abbildung 9: Turnsaal nach Anlegen eines künstlichen Unterdruckes (IR_1132/19_22)

Häufig zeigen sich auch im Bereich der Gerätebefestigungen und der Beleuchtungskörper massive Undichtheiten. Bei der Montage dieser-Elemente wird häufig die Dichtheitsebene beschädigt.

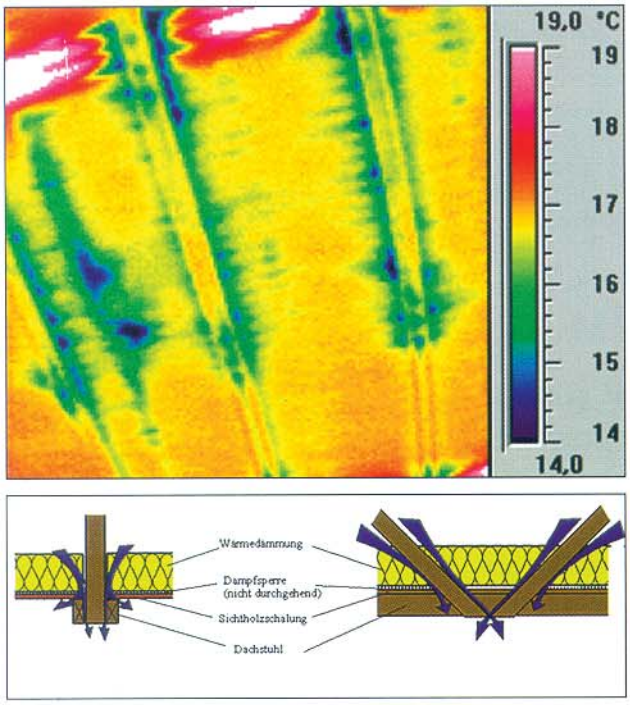


Abbildung 11: Undichtheiten im Bereich der Deckenkonstruktion (IR_1135/159)

Fugenundichtheiten treten auch bei den Fenstern auf, insbesondere wenn die oberen Fenster als Kippfenster ausgeführt sind.

Infolge schadhafter Beschläge oder Gestänge können diese oft nicht funktionsgerecht geschlossen werden. Nicht selten zeigen sich auch Fugenundichtheiten zwischen Fensterstock und Mauerwerk bzw. Fensterbrett. Diese Fugen sind unter Umständen so groß, daß man sogar nach außen durchsieht.

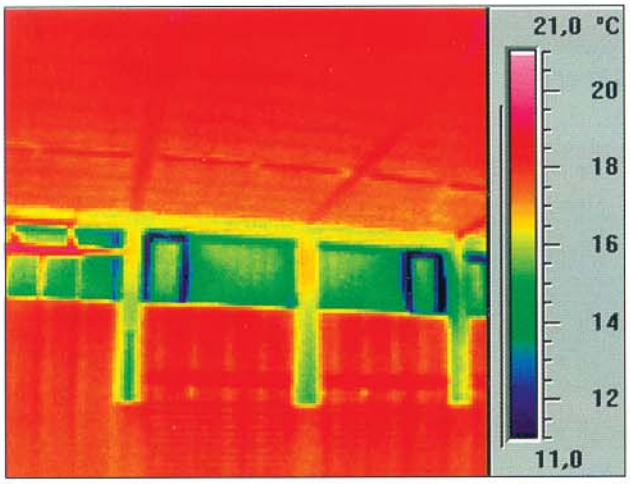


Abbildung 12: Undichte Kippelemente (IR_1134/13)

6.2. Lüftung

Lüftungsanlagen weisen ebenfalls zum Teil erhebliche Undichtheiten auf. Die in den Lüftungsanlagen vorhandenen Rücksperreinrichtungen (Lamellen) funktionieren oft nicht. Auf Grund der großen Öffnungsflächen können hohe Wärmeverluste auftreten (siehe Abb. 13). Speziell bei außenwandseitig eingebauten Frisch- und Umluftheizgeräten (Abb. 14) wurden häufig hohe Undichtheiten festgestellt.

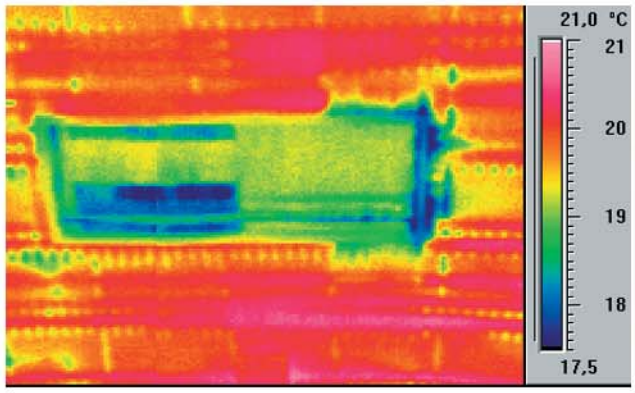


Abbildung 13: In die Turnsaaldecke integrierte Heizlüfteranlage (IR_1153/22-23)

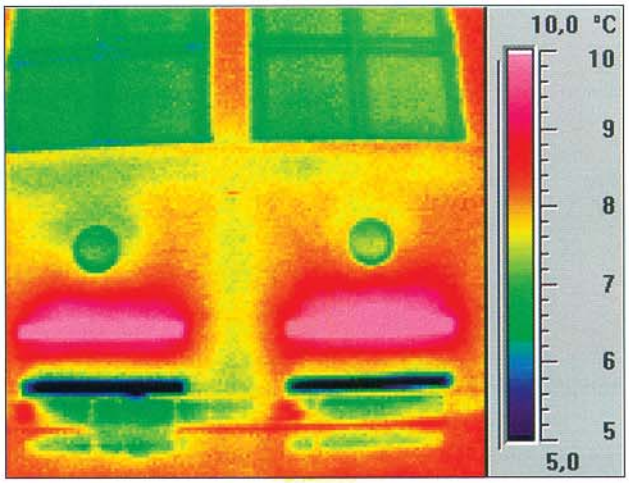


Abbildung 14: Außenwandheizlüfter (IR_1149/19)

6.3. Außenwandventilatoren

Erhöhte Lüftungsverluste treten auch bei Außenwandlüftern auf. Die außenseitig angebrachten Lamellen sind durchwegs undicht. Speziell bei raumseitigem Überdruck werden diese nach außen aufgedrückt. Hohe Energieverluste sind die Folge.

Die Undichtheiten sind optisch gut festzustellen, da die Gebläse im Luftstrom rasch bewegt werden. Bei einem Turnsaal mit einem Raumvolumen von 1270 m³ verschlechterte sich beispielsweise infolge der Undichtheit durch 4 Außenwandventilatoren (je ca. 40 x 40 cm) der n_{50}-Wert von 2,9 h^{-1} auf 8,3 h^{-1}. Laut Diagramm in Abb. 7 entspricht dies zusätzlichen Heizkosten von S 8.500,- pro Jahr.

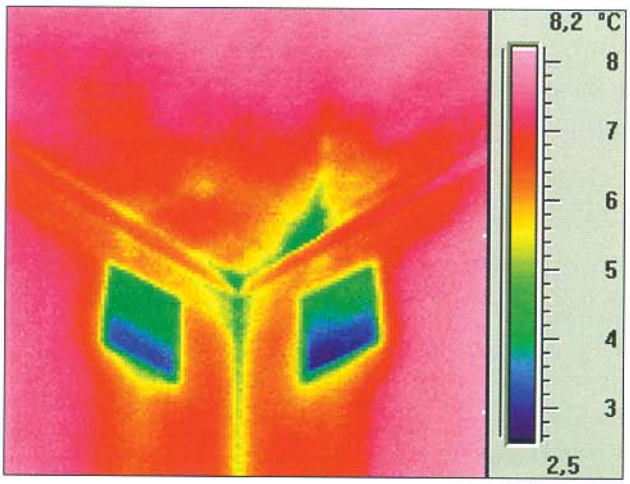


Abbildung 15: Undichtheiten bei Außenwandventilatoren (IR_1149/22)

6.4. Fußbodenkonstruktionen

Turnsaalböden sind oft auf Polsterhölzern montiert. Wenn der vorhandene Luftraum mit der Außenluft in Verbindung steht, kann über diesen Weg ein erhöhter Luftwechsel stattfinden. Bei der Dichtheitsmessung waren öfter Zugerscheinungen bei den Geräteverankerungen bzw. Sesselleisten spürbar.

7. SANIERUNGSMÖGLICHKEITEN

Erforderliche Sanierungsmaßnahmen zur Verringerung der Undichtheiten an einem Gebäude hängen im wesentlichen von der Art der Schwachstelle ab. Wenn insbesondere Lüftungsanlagen vorhanden sind, ist eine eindeutige Zuordnung der Undichtheiten schwierig und nur durch eine detaillierte Dichtheitsmessung feststellbar. Oft kann allerdings durch relativ einfache Maßnahmen eine wesentliche Verbesserung erreicht werden. Bei vielen Turnhallen sind jedoch umfangreiche Sanierungsarbeiten, die mit hohen Kosten verbunden sind, erforderlich, um die Luftdichtheit der Gebäudehülle bzw. der Lüftungsanlage zu verbessern.

7.1. Oberste Geschoßdecke

Bei älteren Deckenkonstruktionen, wo raumseitig eine durchgehende Sichtholzschalung vorhanden ist, wäre eine Verbesserung der Dichtheit durch Anbringen einer raumseitigen Dichtheitsebene möglich. Ob hierzu die bestehende Holzschalung abgenommen werden muß, ist im Einzelfall zu entscheiden. Am einfachsten und auch kostengünstigsten ist das Anbringen einer zusätzlichen neuen Deckenverkleidung. Wichtig ist, daß die Winddichtung (Folie) bei sämtlichen Stößen und Übergängen zu anderen Konstruktionselementen dicht angeschlossen bzw. verklebt wird.

Neuere Deckenkonstruktionen sind aus architektonischen Gründen meist so ausgeführt, daß zumindest ein Teil der Tragkonstruktion sichtbar bleibt. Bei sämtlichen Durchdringungen der Dichtheitsebene ergeben sich dadurch Undichtheiten. Eine Sanierung im nachhinein ist, wenn überhaupt, nur unzureichend möglich, da sich das Holz bewegt und so immer neue Fugen entstehen. Wenn solche Konstruktionen gewünscht werden ist eine umsichtige Planung, vor allem aber eine optimale Bauausführung notwendig.

7.2. Fenster

Bei Fenstern muß wiederkehrend die Funktion der Dichtungen sowie der Beschläge überprüft werden. Vor allem auf Kippfenster, die über lange

Gestänge zu betätigen sind, ist besonderes Augenmerk zu legen. Nicht selten können solche Fenster mit dem vorgesehenen Gestänge nicht ordnungsgemäß geschlossen werden.

7.3. Außenwandventilatoren

Außenwandventilatoren führen zu erhöhten Wärmeverlusten. Die Außenlamellen werden üblicherweise durch den Luftdruck des Gebläses geöffnet. Genauso kann aber auch der Wind und der damit verbundene Innenüberdruck die Lamellen öffnen. Die Raumluft kann so relativ ungehindert nach außen dringen. Eine relativ einfache Verbesserung ist das Anbringen von motorgesteuerten Lamellen.

7.4. Außenwandheizlüfter

Außenwandheizlüfter sind Heizgeräte, die auf Umluft- und auf Frischluftheizung eingestellt werden können. Zum Umschalten dient eine meist motorgesteuerte Klappe. Diese Klappen sind, speziell bei älteren Geräten, oft sehr undicht und teilweise nicht mehr funktionsfähig. Da sich die Klappen in Fußbodennähe befinden, führen Zugerscheinungen sehr schnell zu Beschwerden. Daher haben mehrere Gemeinden bereits von sich aus die Frischluftöffnungen geschlossen, wodurch die Heizgeräte nur mehr im Umluftbetrieb gefahren werden können. Bei Gewährleistung der notwendigen Frischluftzufuhr während der Betriebszeiten ist dies eine durchaus praktikable Verbesserungsmöglichkeit.

7.5. Lüftungsanlagen

Lüftungsanlagen können sehr komplex ausgeführt sein. Daher ist vor einer allfälligen Sanierung eine detaillierte Untersuchung erforderlich. Problemstellen sind häufig die Luftabsperreinrichtungen. Wenn solche überhaupt vorhanden sind, so ist die Funktion dieser insbesondere bei älteren Modellen nicht mehr gewährleistet.

8. ANHANG

8.1. Typische Leckstellen an öffentlichen und privaten Gebäuden

Auch bei anderen Gebäuden treten zum Teil hohe Fugenundichtheiten auf. Dies führt teilweise sogar dazu, daß einzelne Räume nicht ausreichend beheizt werden können. Vor allem bei Leichtbauweisen, wie zum Beispiel bei Dachausbauten, sind oft massive Mängel festzustellen. Großteils sind diese Schwachstellen auf Fehler in der Bauausführung zurückzuführen.

8.1.1. Dachkonstruktion

Bei ausgebauten Dachgeschoßen ist raumseitig eine Dampfsperre bzw. Dampfbremse erforderlich. Meist wird aber nicht auf eine ordnungsgemäße Verklebung bzw. Abdichtung der Stoßstellen geachtet. Durch Risse und Fugen in der raumseitigen Verkleidung kann kalte Außenluft ungehindert nach innen bzw. warme Raumluft nach außen strömen.

Praktisch bei allen Konstruktionswechseln wie z.B.

- beim Übergang zwischen Dachschräge und Wand
- beim Übergang zwischen Dachschräge und Spitzboden
- bei der Einbindung von Gaupen
- bei sichtbaren Konstruktionselementen wie Sparren, Zangen, Pfetten usw.
- im Bereich des Übergangs zwischen Dachschräge und Übermauerung

zeigen sich solche Undichtheiten.

In den Abbildungen 16 bis 18 sind Thermogramme solcher Schwachstellen dargestellt.

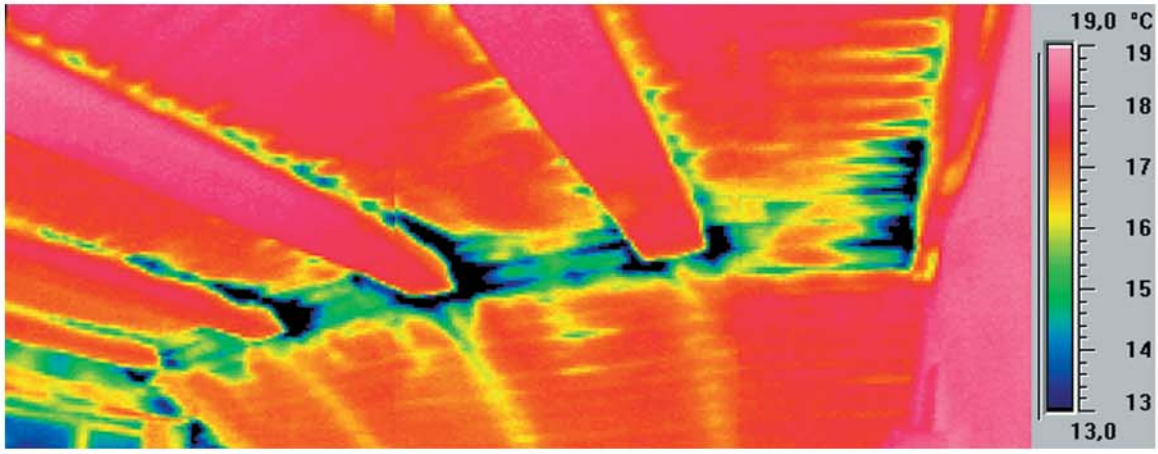


Abbildung 16: Übergang Spitzboden / Dachschräge / Wand (IR_1071A/22-24)

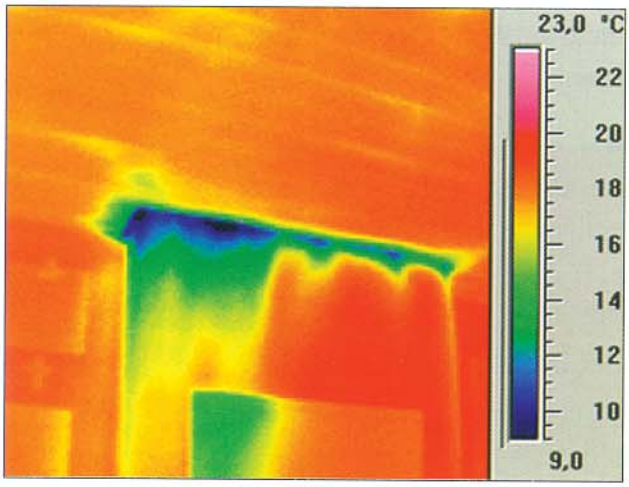


Abbildung 17: Anschlußbereich Kamin / Decke (IR_1071B/11)

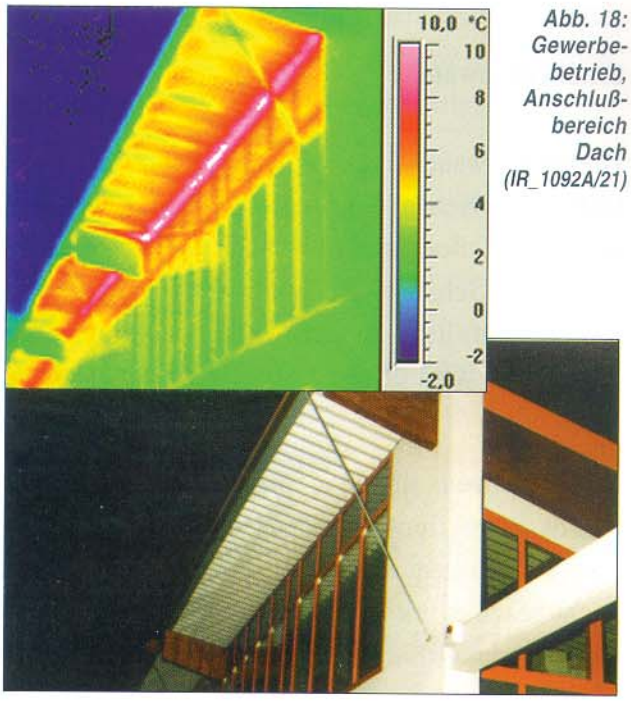
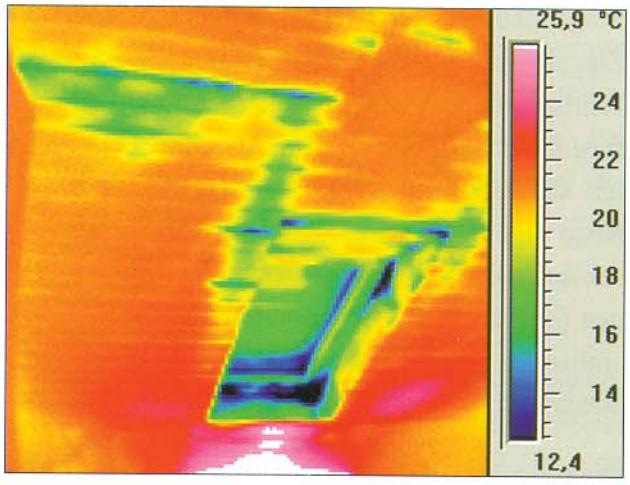


Abb. 18: Gewerbebetrieb, Anschlußbereich Dach (IR_1092A/21)

8.1.2. Einbindung von Fenstern, Dachbodentreppen und dgl.

Erhebliche Undichtheiten treten auch bei der Einbindung von Dachflächenfenstern und Dachbodentreppen (Abb. 19 u. 20) in die Dachkonstruktion auf.

Speziell bei den Fenstern sind oft zwischen Fensterrahmen und Fensterstock wesentlich höhere Undichtheiten gegeben, als im Bereich der Dichtung zwischen Fensterflügel und Fensterstock. Bei Dachbodentreppen werden durchwegs keine Dichtungen eingebaut, daher sind diese großteils massiv undicht.



Abildung 19: Undichtes Dachflächenfenster (IR_1071A/34)

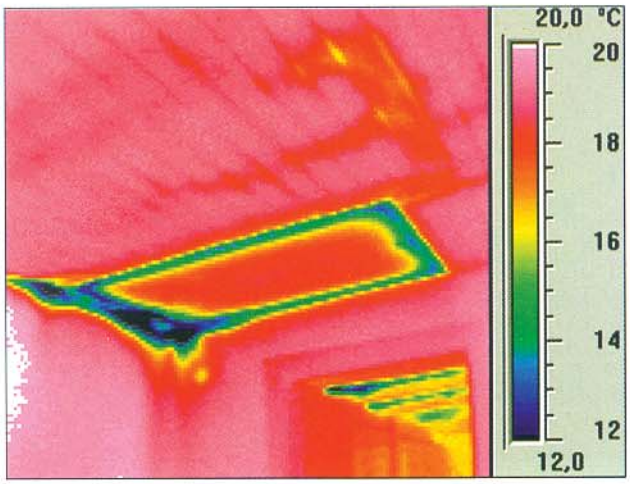


Abbildung 20: Undichte Dachbodentreppe (IR_1071A/23)

8.1.3.Außenwände:

Die Außenwand bildet das tragende Gerüst eines Gebäudes. Neben den statischen Anforderungen muß das Außenmauerwerk auch die Anforderungen an den Schallschutz, Wärmeschutz und Feuchteschutz erfüllen. In den verschiedensten Konstruktionen wird diesen Anforderungen Rechnung getragen.

Bei den heute üblichen massiven und leichten Wandkonstruktionen werden die gesetzlich geforderten Wärmedämmwerte durchwegs erreicht. Nicht beachtet wird jedoch oft, daß eine Wandkonstruktion auch Undichtheiten aufweisen kann.

Ben massiven Wandkonstruktionen können durchaus Winddichtheitsprobleme auftreten. Speziell bei Ziegelmauerwerken ist dies zu beobachachten. Die Ziegel weisen aus wärmetechnischen Gründen Hohlkammern auf. Diese stehen, wenn die Mörtelfuge nicht vollflächig ausgeführt wurde, im gesamten Gebäude miteinander in Verbindung. Durch Risse im Außenputz oder durch vorstehende (unverputzte) Ziegelreihen können Luftverbindungen nach außen entstehen, die über die Elektroinstallation, die in das Hohlkammersystem eingestemmt ist, zu Zugerscheinungen führen.

Holzständerkonstruktionen sollten raum- und außenseitig mit winddichten Materialien (Folien)

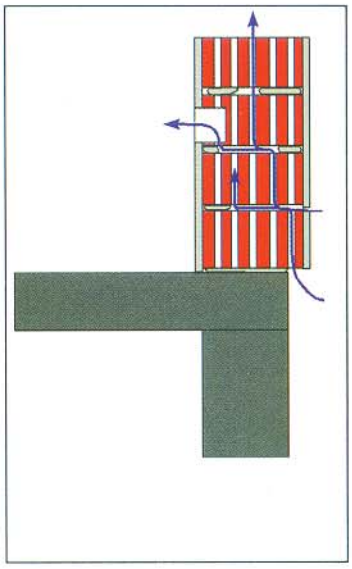


Abbildung 21: Undichtheiten im Mauerwerk

abgedichtet sein. In der Fläche ist dies meist auch ohne Probleme möglich. Schwachstellen treten häufig bei Konstruktionsübergängen auf. Im Übergangsbereich zwischen Wand und Fußboden bzw. zur Deckenkonstruktion werden oft die Folien nicht dicht angeschlossen, was Zugluft zur Folge haben kann.

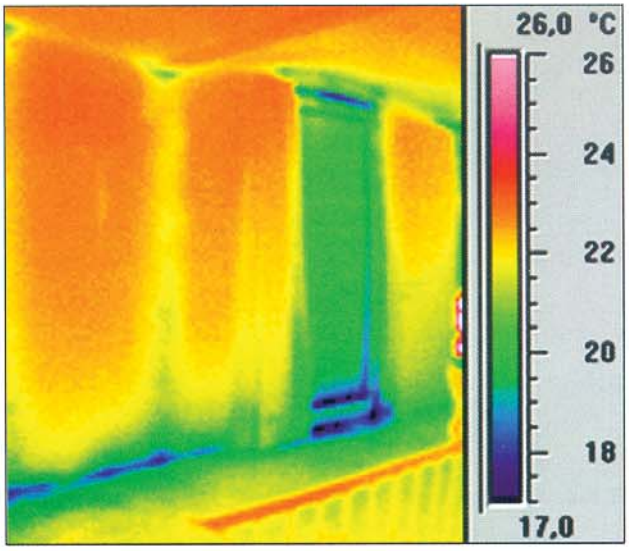


Abbildung 22: Undichtheiten zwischen Fußboden u. Wand bei einer Holzständerkonstruktion (IR_1076)

8.1.4. Elektroinstallation

Die Rohre der Elektroinstallation stehen im ganzen Haus miteinander in Verbindung. Eine Luftverbindung zwischen den einzelnen Geschoßen und Räumen ist damit gegeben. Oft werden zusätzlich Dampfsperren durchbrochen, wodurch nicht unerhebliche Fugen entstehen können. Hohlkammern

und Risse im Außenmauerwerk können über die Installation ebenfalls zu Zugerscheinungen bei Steckdosen und dgl. führen. Mit einem Windgeschwindigkeitsmeßgerät (Thermoanemometer) können solche Leckagen aufgespürt werden (siehe Abbildung 23).

8.1.5. Fenster und Türen

Durch schlecht eingestellte Fenster und Türflügel können massive Undichtheiten entstehen. Nachjustieren bzw. Erneuern von Beschlägen kann hier meist Abhilfe schaffen. Fugen sind jedoch nicht selten zwischen Fenster- bzw. Türstock und Wandkonstruktion oder bei den Fensterbrettern vorhanden. Nachträgliches Abdichten mit einer dauerelastischen Dichtmasse bietet hier eine einfache Sanierungsmöglichkeit.

Abbildung 23: Zugerscheinungen bei Installationsöffnungen

PROJEKTTEAM:

Leiter der Unterabteilung
Lärm- und Strahlenschutz:

Dipl.-Ing. Erwin Nadschläger

Leiter der Arbeitsgruppe Bauphysik:

Dipl.-Ing. Robert Kernöcker

Projektkoordination, Verfasser:

Ing. Thomas Markowetz

Messungen, Auswertungen:

Michael Murcko

Messungen:

Manfred Frosch

IMPRESSUM:

Medieninhaber:
Land Oberösterreich, A-4010 Linz, Klosterstraße 7

Herausgeber:
Amt der o.ö. Landesregierung, UAbtlg. Lärm- und Strahlenschutz,
AG Bauphysik, A-4021 Linz, Stockhofstraße 40
Tel: 0732/7720-4543, Fax: 0732/7720-4559
DVR. 0069264