

Bericht

Horw, 5. Februar 2020
Seite 1/46

Gute Qualität in der Gebäudetechnik: Eine Selbstverständlichkeit?



Quelle: suissetec

Horw, 5. Februar 2020
Seite 2 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

Impressum

Auftraggeber Schweizerisch-Liechtensteinischer Gebäudetechnikverband
(suissetec)
Auf der Mauer 11
Postfach
8021 Zürich

Auftragnehmer Hochschule Luzern
Technik & Architektur
Zentrum für Integrale Gebäudetechnik ZIG
Technikumstrasse 21
CH-6048 Horw

Verfasser Sina Büttner Hochschule Luzern
Reto Gadola Hochschule Luzern
Gregor Mangold suissetec

SAP-Nr. 1121949-00

Dateiname r_20200213_QualitätInDerGebäudetechnik.docx

Änderungsverzeichnis

Datum	Status	Änderungen und Bemerkungen	Bearbeitet von
16.07.2019	Entwurf	Dokument wird erstellt.	Gadola
06.08.2019	Entwurf	Dokument wird weiter bearbeitet.	Büttner
27.08.2019	Entwurf	Abschluss Dokumententwurf.	Gadola, Büttner, Mangold
19.11.2019	Entwurf	Überarbeitung Dokument	Büttner
10.02.2020	Final	Finalisierung und Abschluss	Gadola, Büttner, Mangold

Horw, 5. Februar 2020
Seite 3 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	4
2	Einleitung	5
2.1.	Ausgangslage.....	5
2.2.	Ziele.....	5
2.3.	Methode.....	5
3	Umfrage.....	7
3.1.	Aufbau.....	7
3.2.	Ablauf.....	7
3.3.	Rücklauf	7
3.4.	Ergebnisse	7
4	Workshop	10
5	Musterdokumentation.....	12
5.1	Rechercheergebnisse	12
5.2	Vorschläge für die Mustervorlagen	13
6	Konzept Hauptprojekt.....	15
6.1	Hauptprojekt: Datenbank.....	15
6.2	Fokus und Ziel des Hauptprojekts	16
6.3	Methode / Vorgehensweise	16
6.4	Finanzierung.....	17
7	Fazit / Ausblick: Datenbank "Qualitäts-Kompodium der Gebäudetechnik" (suissetec).....	18
8	Literaturverzeichnis	19
9	Anhang I: Fragebogen (deutsch)	20
10	Anhang II: Ergebnisse Umfrage	28
11	Anhang III: Beispiele Musterdokumentation	33

Horw, 5. Februar 2020
Seite 4 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

1 Zusammenfassung

Eine hohe Qualität in Planung, Ausführung und Betrieb von Gebäudetechnik ist die Visitenkarte der Branche. Aber wo steht die Branche diesbezüglich? Und wie kann die Qualität weiter verbessert werden? Um diesen Fragen nachzugehen, wurde die Hochschule Luzern von suissetec beauftragt, eine Umfrage durchzuführen. Der Fragebogen wurde an insgesamt 4000 Mitglieder der Verbände suissetec und DIE PLANER, SWKI verteilt.

Im Rahmen dieser Vorstudie wurde in einem ersten Schritt eine Umfrage zum Thema "Gute Qualität in der Gebäudetechnik: Eine Selbstverständlichkeit?" erarbeitet, durchgeführt sowie die Ergebnisse analysiert. Dabei sollten Mängel, Defizite, Fehler etc. in der Planung, in der Ausführung und im Betrieb bis hin zu Verbesserungspotenzialen in der Aus- und Weiterbildung aller Gewerke der Gebäudetechnik offen angesprochen werden. Der Fragebogen wurde sowohl an Inhaber, Planer, Installateure als auch an Lernende weitergeleitet. Die Rückmeldungen wurden anschliessend analysiert und innerhalb eines Workshops gemeinsam mit Experten der Branche diskutiert und priorisiert. Die so gewonnenen Erkenntnisse sollen sowohl in der Aus- und Weiterbildung integriert werden als auch als Grundlage für Normen, Richtlinien, Merkblätter, Wegleitungen und als generelles Nachschlagewerk dienen. Ziel ist es, die Qualität in Planung, Ausführung und Betrieb von Gebäudetechnikanlagen weiter zu steigern.

Basierend auf den Erkenntnissen der Vorstudie gilt es, Lösungsansätze für die Umsetzung dieser Ziele zu erarbeiten. Hierzu hat die Hochschule Luzern gemeinsam mit suissetec ein Konzept für das Hauptprojekt entwickelt. Hierbei liegt der Fokus auf das "Noch-nicht-Vorhandene".

Horw, 5. Februar 2020
Seite 5 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

2 Einleitung

2.1. Ausgangslage

Der moderne Mensch verbringt heute den grössten Teil seines Lebens in einem Gebäude (1); dieses bietet im Idealfall Schutz, Geborgenheit und Behaglichkeit. Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden, ist eine hohe Qualität in der Planung, der Ausführung und im Unterhalt des Gebäudes sehr wichtig. Trotz aller Sorgfalt lassen sich Defizite/Fehler nicht ausschliessen. In den letzten Jahren wurde unter anderem versucht, Mängel wissenschaftlich zu analysieren. In der Studie der ETH Zürich (2) wurde das Gebäude als Ganzes angeschaut, wobei der Fokus vor allem bei Wasserschäden an der Gebäudestruktur lag. Die Qualität in der Gebäudetechnik wurde nur ganz am Rande behandelt. suissetec geht jedoch davon aus, dass es diesbezüglich wohl noch "Luft nach oben" gibt. Doch welche Massnahmen sind sinnvoll? Wo soll der Hebel angesetzt werden, um Gutes noch besser zu machen?

Um diese Fragen zu beantworten hat suissetec zusammen mit der Hochschule Luzern ein Projekt mit dem Titel "Qualität in der Gebäudetechnik" ins Leben gerufen. Hiermit soll ein Überblick geschaffen werden, in welcher Projektphase – von der Planung über die Ausführung bis hin zum Betrieb – welche Defizite/Fehler auftreten und wie damit umgegangen wird. Zudem soll ermittelt werden, wie die Qualität in der Gebäudetechnik nachhaltig gesteigert werden kann.

2.2. Ziele

Das Projekt verfolgte drei Ziele:

- Welches sind die häufigsten Defizite/Fehler in Planung, Ausführung und Betrieb?
- Wie wird mit diesen Defiziten/Fehlern und mit dem Thema Qualität ganz allgemein umgegangen?
- Wie können Defizite/Fehler systematisch dokumentiert, aufbereitet und z. B. als Nachschlagewerk zur Verfügung gestellt werden?

Nach Abschluss der Vorstudie lagen folgende Arbeiten vor:

- Umfragebogen "Gute Qualität in der Gebäudetechnik: Eine Selbstverständlichkeit?",
- Auswertung der Umfrage,
- fünf Musterlösungen und
- Konzept für das Hauptprojekt

2.3. Methode

Mit einer Umfrage wurde festgehalten, wo in der Planung, der Ausführung und dem Betrieb Defizite/Fehler auftreten und wie diese zu dokumentieren sind. Um die Fragen präzise zu formulieren, wurde die Umfrage in drei Schritten erstellt und in einem vierten Schritt freigegeben.

- Ausarbeitung des Fragebogens
Mit Hilfe von zwei internen Workshops wurde in einem ersten Schritt ein Entwurf eines Fragebogens erarbeitet und als Umfrage bereitgestellt.
- Qualitativer Pretest
In diesem Schritt wurden 15 Fachleute gebeten, den Fragebogen auszufüllen. In anschliessenden Interviews wurden diese befragt, ob die Fragen verständlich sind und die Umfrage logisch aufgebaut ist.

Horw, 5. Februar 2020
Seite 6 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

- Quantitativer Pretest
In diesem Schritt wurden 300 Personen aus der suissetec Adressdatenbank zufällig ausgewählt und gebeten, die Umfrage auszufüllen. Damit wurde sichergestellt, dass keine systematischen Fehler (z. B.: Wurde eine Frage von allen gleich beantwortet?) im Fragebogen enthalten sind.
- Hauptumfrage
Die Mitglieder von suissetec und DIE PLANER, SWKI wurden gebeten, die Umfrage auszufüllen. Insgesamt wurden ca. 4000 Personen (ausgenommen die 300 vom Pretest) angeschrieben.

Die Umfrage erfolgte anonymisiert. Sie richtete sich an planende, ausführende und betreibende Unternehmen im Bereich Heizung, Lüftung, Klima, Kälte, Sanitär, Spengler, Elektro und Gebäudeautomation.

Die Auswertung der Rückmeldungen erfolgte mit Hilfe von Excel. Dazu wurden die offenen Fragen je Fragebogen neu geordnet und mit Schlüsselworten (siehe Grafiken Anhang II) erweitert. Die grafische Darstellung der Rückmeldungen unterstützte die Auswertung.

Die Ergebnisse dieser Auswertung wurden anschliessend an einem Workshop präsentiert, mit ausgewählten Experten interpretiert, die drei wichtigsten Themenfelder identifiziert und Wege skizziert, wie diese anzugehen sind.

Abschliessende Recherchen nach vorhandenen Beispielen von dokumentierten Mängeln auf Webseiten und in der Literatur bildeten eine Grundlage für die Erarbeitung einer Musterdokumentation. Dieses Thema wurde auf verschiedene Weise aufbereitet und dargestellt.

Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse wurde in einem letzten Schritt ein Konzept für das Hauptprojekt entwickelt. Hierbei wurde der Fokus auf das "Noch-nicht-Vorhandene" gelegt.

Horw, 5. Februar 2020
Seite 7 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

3 Umfrage

Der Fragebogen "Gute Qualität in der Gebäudetechnik: Eine Selbstverständlichkeit?" ist im Anhang I beigefügt. Zur Erstellung der Umfrage wurde das Umfragetool "Evasys" verwendet. Die Auswertung der Rückmeldungen erfolgte grösstenteils im Excel.

3.1. Aufbau

Die Inhalte wurden durch die Hochschule Luzern am Institut für Gebäudetechnik und Energie (IGE) erarbeitet.

Die Umfrage setzte sich aus vier Themenbereichen zusammen:

- Allgemeine Angaben zu Gewerk und Projektphase
- Qualität in der Gebäudetechnik – Was sind die häufigsten Defizite/Fehler? Wo, warum und wie oft treten diese auf? Welche qualitätssichernden Massnahmen werden bereits in Unternehmen umgesetzt?
- Dokumentation – Besteht allgemeines Interesse an einer Dokumentation von Fallbeispielen? Welche Eigenschaften soll die Dokumentation aufweisen?
- Angaben zur Person

Der Fragebogen lag in drei Sprachen vor (deutsch, italienisch, französisch) und wurde schweizweit verteilt.

3.2. Ablauf

Der Versand erfolgte durch suissetec und DIE PLANER, SWKI an alle Mitglieder. Die Umfrage wurde am 05.04.2019 durch suissetec bzw. am 08.04.2019 durch DIE PLANER, SWKI an ca. 4000 Personen verteilt. Teilnahmeschluss war der 28.04.2019. Die Auswertung der Umfrage erfolgte anschliessend durch die Hochschule Luzern.

3.3. Rücklauf

Insgesamt haben 278 Personen an der Hauptumfrage teilgenommen. Für die Auswertung wurden zudem auch die Rückmeldungen vom Pretest mit einbezogen, sodass total 297 Fragebögen ausgewertet wurden. Dies entspricht einer charakteristischen Rücklaufquote von ca. 7,5 %.

3.4. Ergebnisse

Die Rückmeldungen wurden mit Hilfe einer Excel-Datei ausgewertet. Nachfolgend sind die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst.

Allgemeine Angaben

Die Umfrage wurde an Personen aus Planung, Ausführung und Betrieb der Bereiche Heizung, Lüftung, Klima, Kälte, Sanitär, Spengler, Elektro und Gebäudeautomation gesendet. Die meisten Rückmeldungen kamen dabei von den Gewerken Heizung und Sanitär (Abbildung 1). Rund 55 % der Teilnehmenden haben angegeben, dass ihre Haupttätigkeit in der "Realisierung/Ausführung" liegt.

Horw, 5. Februar 2020
Seite 8 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

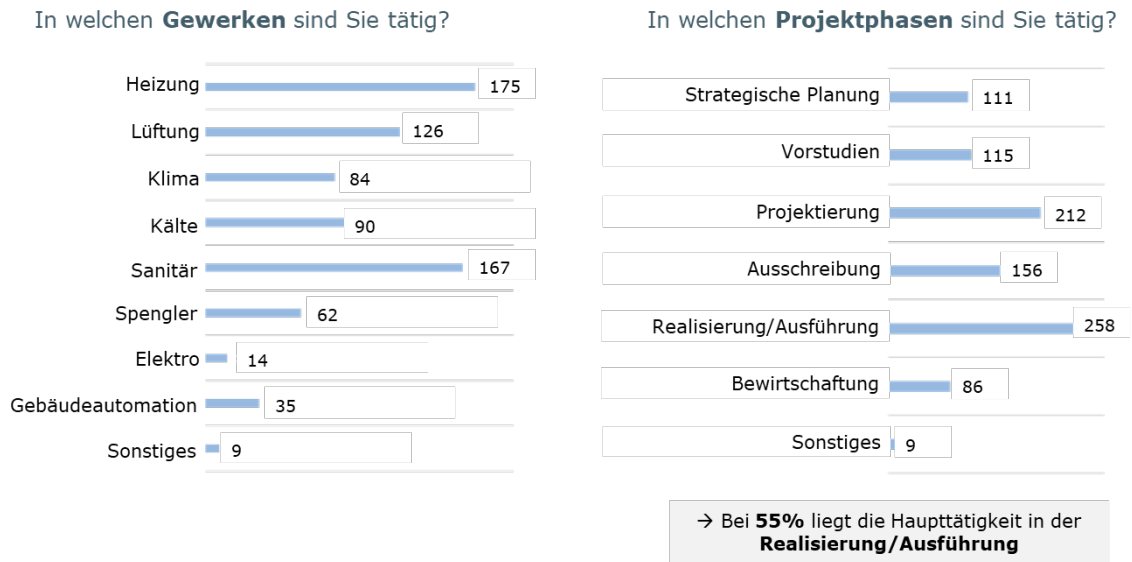


Abbildung 1: Übersicht Gewerke und Projektphasen

Qualität in der Gebäudetechnik

In diesem Fragenteil wurde nach den häufigsten Defiziten/Fehlern bei Gebäudetechnikprojekten gefragt. Hier wurde eine grosse Datenmenge erhoben. Die Informationen wurden in einer Excel-Datei als Grundlage aufbereitet. Zusammenfassend sind insbesondere die folgenden sechs Handlungsfelder zu nennen, welche in allen Gewerken und Projektphasen Defizite aufweisen.

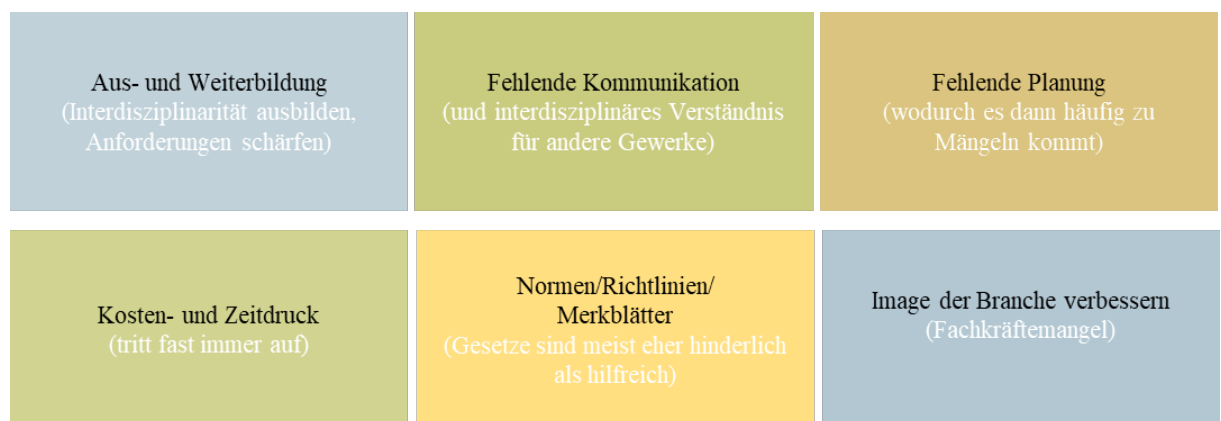


Abbildung 2: Handlungsfelder

Ergänzend wurde gefragt, was an der Aus- und Weiterbildung verbessert werden kann und was Verbände und Behörden tun können, um die Qualität in der Gebäudetechnik zu erhöhen. Die Ergebnisse wurden grafisch aufbereitet und sind im Anhang II beigefügt.

Horw, 5. Februar 2020
Seite 9 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

Dokumentation

Des Weiteren sollte durch die Befragung herausgefunden werden, ob die Teilnehmenden Interesse an einer Dokumentation von Fallbeispielen haben. Diese Frage wurde von 70 % mit "JA" beantwortet, was besonders für das Hauptprojekt interessant ist. Zudem haben über 100 Personen freiwillig ihre Kontaktinformationen angegeben und wären allenfalls bereit, eigene Beispiele zur Verfügung zu stellen.

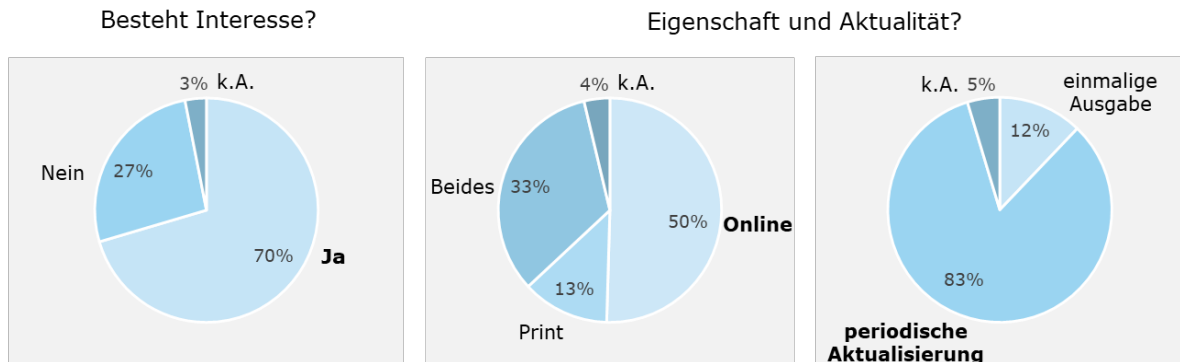


Abbildung 3: *Interesse an und Eigenschaften der Dokumentation*

Die Rückmeldungen ergaben, dass eine webbasierte Lösung sowie eine periodische Aktualisierung dieser Dokumentation gewünscht ist (Abbildung 3). Diese Anforderungen wurden bei der Konzeptentwicklung für das Hauptprojekt berücksichtigt.

Angaben zur Person

Im letzten Fragenteil wurde nach persönlichen Informationen der Teilnehmenden gefragt, welche für die statistische Analyse benötigt wurden. Über 60 % der Befragten waren Geschäftsführer im Alter zwischen 31 und 60 Jahren. Die teilnehmenden Firmen sind insbesondere kleinere Unternehmen mit bis zu 25 Mitarbeitenden. Die meisten Personen haben eine Berufslehre und/oder die Meisterprüfung abgeschlossen. Die Ergebnisse befinden sich ebenfalls im Anhang II.

Horw, 5. Februar 2020
Seite 10 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

4 Workshop

Nachdem die Umfrageergebnisse vorlagen, fand am 11.06.2019 ein Workshop mit zwölf Experten aus den verschiedenen Bereichen der Gebäudetechnik an der Hochschule Luzern in Horw statt. Ziele des Workshops:

- Den Teilnehmenden die wichtigsten Ergebnisse der Umfrage zu präsentieren.
- Zusammen mit ihnen diese Ergebnisse zu interpretieren.
- Diskutieren, welche Defizite höchste Priorität haben.
- Wege skizzieren, wie diese Defizite angegangen werden können.

Hierbei wurde insbesondere auf Gruppenarbeit und einen interaktiven Austausch Wert gelegt. Den Teilnehmenden wurden im Vorfeld die wichtigsten Umfrageergebnisse sowie die Frage gestellt: "Welches sind für Sie die drei wichtigsten Handlungsfelder?".



Abbildung 4: Expertenworkshop

Nach einer kurzen Präsentation seitens der Hochschule Luzern fand eine erste Analyse und Priorisierung der wichtigsten Ergebnisse aus der Umfrage statt. Die gewonnenen Erkenntnisse sind:

Gruppe 1

- Planungs- und Bauprozesse vereinheitlichen, standardisieren.
- Planungsleistungen definieren.
- Eigenverantwortung und Selbstkontrolle fördern (Bauherr, Planung, Berufsstolz).
- Klare Feedbacks, um Defizite schon früh aufzuzeigen, zu lösen, zu vermeiden.

Gruppe 2

- Fehlende Planung – als erster Schritt muss überhaupt eine Planung stattfinden.
- Zeit- und Kostendruck führen zu fehlender Planung (aber wiederum führt fehlende Planung später auch oft zu Zeit- und Kostendruck).
- Kommunikation/Koordination zwischen den Gewerken fehlt bzw. muss verbessert werden.
- Dies sollte auch in der Ausbildung vermehrt berücksichtigt werden (Ausbildung nach dem Drei-Säulen-Prinzip: Technik, Analyse, Kommunikation).

Horw, 5. Februar 2020
Seite 11 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

Gemeinsam wurden anschliessend aus diesen Erkenntnissen die folgenden drei Handlungsfelder extrahiert:

1. Bildung und klare Funktionen: Was muss wer können?
2. Planung: Sicherstellen, standardisieren (suissetec, Protokolle) für EFH, Spital etc.
3. Feedback, Kontrolle, Leistungsnachweis, Selbstkontrolle, Kommunikation

Im zweiten Teil des Workshops haben die Teilnehmenden gemeinsam erste Lösungsansätze skizziert.

Bildung:

- Wege suchen, um grundlegendes Wissen zu vermitteln.
- Schnuppertage für junge Leute: Verbände sollten Unternehmen dabei finanziell unterstützen.
- Mehr junge Menschen für die Branche gewinnen, Jobs attraktiver machen.
- Es braucht Spezialisten, aber auch ein interdisziplinäres Gesamtverständnis.
- Weiterbildungskurse – Fördern von Arbeitgebern, die ihr Personal zu Weiterbildungen schicken.

Planung:

- SIA-Leistungsbeschreibung als Basis
- Klare Definitionen und Ziele (Was muss geplant werden?)
- Abnahme: Ein dynamisches Tool für Protokolle/Checklisten wäre hilfreich.
- Wie viele Projekte ohne Planung gibt es? Was heisst falsche/fehlende Planung?

Feedback, Kontrolle:

- Arbeitsgruppen zur Analyse des Ist-Zustands von Planungsprozessen und zur Erarbeitung von Lösungen für eine einheitliche Handhabung.
- Kontrolle (Mehrwert aufzeigen, Coaching anbieten)
- Kontrollplanung (z. B. Koordinator) bei grossen Projekten

Im Rahmen des Workshops wurden die Ergebnisse der Umfrage analysiert, die Ursachen für Defizite bei Gebäudetechnikprojekten priorisiert sowie erste Lösungsansätze herausgearbeitet. Nun gilt es, die gewonnenen Erkenntnisse weiter zu erörtern und Umsetzungsstrategien zu entwickeln, um die Qualität in der Gebäudetechnik langfristig zu steigern. Die Erkenntnisse des Workshops wurden anschliessend auch bei der Konzeptentwicklung für das Hauptprojekt und der Musterdokumentation berücksichtigt. Hierbei wurde der Fokus auf das "Noch-nicht-Vorhandene" gelegt. Seitens suissetec gibt es z.B. zum Handlungsfeld "Kommunikation" bereits diverse Angebote wie den Persona-Kurs "Anspruchsvolle Gespräche", die Weiterbildung "Baustellenleiter/in" etc. Weiterführende Informationen unter: [suissetec.ch/Bildung](https://www.suissetec.ch/Bildung)

Horw, 5. Februar 2020
Seite 12 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

5 Musterdokumentation

Aus den Umfrageergebnissen geht ein deutliches Interesse an einer Dokumentation von Fallbeispielen hervor. Diese sollte dabei webbasiert aufgebaut und periodisch aktualisiert werden. Die Hochschule Luzern hat hierzu fünf Beispiele für eine Musterdokumentation ausgearbeitet. Diese befinden sich im Anhang III des Berichts.

5.1 Rechercheergebnisse

Um allfällige Synergien nutzen zu können wurde eine Recherche nach bereits vorhandener Literatur und Webseiten durchgeführt. Diese hat folgende Ergebnisse gebracht:

- BYG-ERFA (Webseite)
- SCHADIS (Webseite)
- Mängel im Hochbau (2)
- Bauschäden – Expertisen schaffen Klarheit (3)
- Arbeitshilfe Gebäude + Technik (4)

Für die Konzeptentwicklung des Hauptprojekts sind dabei insbesondere die webbasierten Lösungen interessant. Diese werden nachfolgend zusammenfassend beschrieben.

BYG-ERFA-Datenbank

Dieses Modell aus Dänemark gibt es bereits seit 1977. Auf dieser Datenbank werden bautechnische Erfahrungen aus der Baupraxis gesammelt, in Merkblättern verarbeitet und verbreitet. Die Erfahrungsvermittlung richtet sich an Handwerker, Unternehmer, Architekten, Ingenieure, Wohnbaugesellschaften etc. Für ca. CHF 800 kann das ganze Dossier an Merkblättern (bzw. ein Blatt für CHF 15 mit Schulungslizenzen etc.) erworben werden (<https://byg-erfa.dk/>).

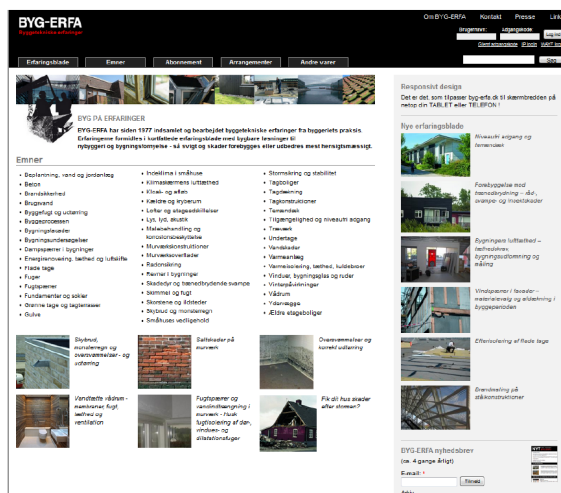


Abbildung 5: BYG-ERFA-Datenbank Dänemark

Erfaringsbladets sider



Horw, 5. Februar 2020
Seite 13 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

SCHADIS – Die Datenbank zu Bauschäden

Diese Datenbank wird durch das Fraunhofer Institut in Deutschland betrieben und besteht bereits seit 25 Jahren. Die Plattform bietet nicht nur Beispieldokumentationen zu Bauschäden an, sondern der Nutzer kann auch auf Fachliteratur (komplette Fachbücher und Aufsätze) zu schadensrelevanten Themen zugreifen. Um die Datenbank nutzen zu können, muss ein Online-Zugang im Abonnement bezogen werden. Die Kosten hierfür liegen bei CHF 500 – 635/Jahr (<https://www.irb.fraunhofer.de/schadis/>).



Abbildung 6: SCHADIS-Datenbank des Fraunhofer Instituts

Leichtmauerwerk ohne Stofjugen-Vermörtelung

Vertikalfisse infolge Druckbelastung

Dr.-Ing. Helmut Künzel, ehemaliger Leiter der Fraunhofer-Versuchsstelle Holzschichten des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik, B3325 Valley.

Die Notwendigkeit der Energieeinsparung führte zur Erweichung großformatiger leichter Mauerwerke und zu Verdichtungen in der Zeit und Anwendung der Leichtmauerwerke. Zum Zweck werden Leichtmauerwerke verwendet und zum anderen dünnere Mörtelschichten bzw. bei Stofjugen - keine Vermauerung. Dies hat nicht ohne Einfluss auf die Stabilität des Leichtmauerwerks, sind kann die Ursache für Mauer- und Putzschäden sein. Eine spezielle Schadensart sind Vertikalfisse in Wanddecke.

Sachverhalt

Bei Leichtmauerwerk kann man neben horizontalen Putzrissen in Verbindung mit Leertagen manchmal auch Mauer- und Putzrisse beobachten, die vertikal in der Nähe von Gebäudedecken verlaufen. Zwei Beispiele solcher Schäden sind in Bild 4 bei Leichtmauerwerk und in Bild 5 bei Doppelmauerwerk - jeweils ohne Stofjugenvermauerung - dargestellt. Bezeichnend ist, dass solche vertikalen Risse vorwiegend im Erdgeschoss auftreten, wie Bild 5 erkennen lässt. Dass der Faktor im Mauerwerk selbstgeführt wird, geht aus Bild 5 hervor. Die offenen Stofjuge haben infolge Kerbwirkung Risse in den jeweils angrenzenden Steinen zur Folge.



Bild 4: Vertikalfisse aus vertikalen Leertagen mit Vertikalfisse in Erdgeschoss und horizontalen in den Lagertagen (links: Mauerwerk rechts: Doppelmauerwerk).

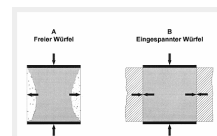


Bild 4: Schematische Darstellung der Formänderung freier und eingespannter Würfel. Zwei Würfel, die durch ein einseitiges vertikales Druckverhältnis belastet sind. Die Druckverhältnisse werden durch die Gewichtskraft des Körpers und die Druckkraft der darüberliegenden Körperanteile bestimmt.

Ursachen

Eine fehlende Stofjugenvermörtelung beeinträchtigt die Tragfähigkeit einer Mauer nicht, wie durch Druckversuche an Mauerproben nachgewiesen werden kann. In den Außenwänden eines aus solchen Mauerwerk errichteten Gebäudes treten aber auch Querspannungen infolge der Horizontallastung auf. Zugkräfte senkrecht zum Mauerwerk, z.B. durch schiefen die Bauteileverformung, haben die charakteristischen Mauerwerkrisse durch die Leertagen zur Folge, wie auch in Bild 5 dargestellt. Zugkräfte in der Mauerwerk können zu den beschriebenen Verformungen führen, wenn die entscheidende Rolle vom Mauerwerk insgesamt nicht aufgenommen werden können. Bei offenen Stofjugen hängt dies allein vom Verbund über die Lagerlagen ab.

In den beiden geschilderten Fällen bewirkt die Belastung des Erdgeschossmauerwerks durch den Giebel bzw. die 1. Obergeschoss- und Dachzugkräfte im Mauerwerk die verstärkterweise im Erdgeschoss am größten sind. Im Mittelbereich der Wand treten dabei andere Spannungs- bzw. Verformungssituationen auf als in den Randbereichen an den Mauerwänden. Dies sind analoge Verhältnisse wie bei einem Würfeldruckversuch. Auch hier erfolgt die Verformung bzw. Schädigung durch Zugkräfte, die senkrecht zur vorgegebenen Druckbelastung entstehen, wie in Bild 2 schematisch dargestellt ist. Der Schaden entsteht an den Rändern des Würfels (Bild 2, links) entsprechend den Verhältnissen an den Gebäuden, während bei seitlicher Einpressung bzw. Verformungsbelastung des Würfels kein Schaden entsteht (Bild 2, rechts) entsprechend den Verhältnissen am Gebäude in Wandraufe.

Ob sich in Einzel- ein Schaden ausbildet, hängt einmal von der Quergröße des Steines ab. Insbesondere bei sehr anisotropen Leichtsteinen können bei große Unterdruck auftreten. Zum anderen ist entscheidend, ob die Lagerlagen einen solchen Mauerverband bewirken können, um die fehlende Stofjugenvermörtelung zu kompensieren. Dies kann bei Klebtugen von Porenbetonwänden ebenfalls manchmal ein Schwachpunkt sein.

5.2 Vorschläge für die Mustervorlagen

Inhalt und Struktur

Basierend auf den Rechercharbeiten konnten erste inhaltliche und strukturelle Schwerpunkte für die Musterdokumentation zusammengetragen werden. Ein Fallbeispiel sollte u.a. die nachfolgenden Informationen beinhalten:

- Titel, Untertitel
- Zuordnung zu Gewerk(en), Projektphase(n)
- Angabe zur Häufigkeit des Auftretens (Defizit/Fehler)
- Beschreibung des Sachverhalts (textlich)
- Fotodokumentation des Sachverhalts
- Ursache und Auswirkung z.B. entstandener Schäden (Zeitfaktor, Schadensumfang, ggf. Detailzeichnungen/erläuternde Grafiken etc.)
- Sanierung/Vorgehensbeschrieb zur Behebung (rechtlich sowie praktisch)
- Erkenntnisse aus dem Sachverhalt
- Massnahmen und Planungshinweise (rechtlich und praktisch)
- Literaturhinweise (Verweise auf bestehende Literatur, Merkblätter, Normen, Checklisten etc.)

Entsprechend dem Projektantrag der Vorstudie soll jede Musterdokumentation einen Umfang von einer A4-Seite haben. Je nach Informationstiefe des Fallbeispiels kann der Umfang jedoch variieren.

Horw, 5. Februar 2020
Seite 14 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

Musterlösungen

Durch die Erarbeitung eines Prototyps soll exemplarisch aufgezeigt werden, wie Fallbeispiele dokumentiert werden können. Dabei ist insbesondere auf eine neutrale Darstellung zu achten, sodass keine Rückschlüsse auf involvierte Personen, Firmen oder Gebäude gezogen werden können.

Basierend auf diesen Erkenntnissen liegen fünf verschiedene Vorschläge vor, wie Fallbeispiele dokumentiert werden können. Auf der Grundlage eines Gutachtens zum Thema "Überhitzung einer thermischen Solaranlage" wurden unterschiedliche Darstellungsvarianten entwickelt, welche dem Bericht im Anhang III beigelegt sind.

Horw, 5. Februar 2020
Seite 15 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

6 Konzept Hauptprojekt

Aus den Rückmeldungen der Umfrage konnten sechs Handlungsfelder (Abbildung 2) abgeleitet werden. Nun gilt es, auf diese Handlungsfelder zu reagieren, um damit das übergeordnete Ziel – bessere Qualität in Planung, Ausführung und Betrieb – zu erreichen. Dafür stehen verschiedene Wege offen:

- In der Ausbildung vermehrt auf Themen der Kommunikation achten (auf der Baustelle, mit dem Bauherrn usw.).
- Bestellerkompetenz vermitteln und auch aufzeigen, was wo überall schiefgehen kann.
- Weiterbildungsangebote ausbauen, die das Thema Qualität im Fokus haben.
- Image der Branche verbessern (zeigen, wie cool der Job ist).
- Entstandene Mängel dokumentieren, aufbereiten und in einem Nachschlagewerk bereitstellen.
- Höhere Präsenz in Gremien für Normen, Richtlinien und Vorschriften.
- Aktives Einbringen in Vernehmlassungen.

Einige dieser Wege werden schon heute beschritten. Zum Handlungsfeld "Kommunikation" gibt es z. B. diverse Angebote von suissetec wie den Persona-Kurs "Anspruchsvolle Gespräche", die Weiterbildung "Baustellenleiter/in" etc. Was jedoch fehlt, ist eine systematische Aufarbeitung und Dokumentation entstandener Mängel, Defizite und Fehler in der Gebäudetechnikbranche. Das Projekt hat ergeben, dass ein deutliches Interesse an einer Dokumentation von Fallbeispielen besteht. Auch in Bezug auf das "Noch-nicht-Vorhandene" ist somit ein grösstmöglicher Nutzen für die sechs Handlungsfelder gegeben. Damit werden z. B. auch Grundlagen geschaffen, die in der Aus- und Weiterbildung eingesetzt werden können. Das Hauptprojekt soll daher in erster Linie in Form einer Datenbank als **"Qualitäts-Kompodium der Gebäudetechnik"** (suissetec) realisiert werden.

6.1 Hauptprojekt: Datenbank

Der Aufbau und Unterhalt einer solchen Datenbank stützt sich – wie in Abbildung 7 dargestellt – auf drei Säulen:

- Informationen zu Fallbeispielen müssen gesammelt, aufbereitet und dauerhaft aktualisiert werden. Hierzu ist der Aufbau eines Netzwerks aus Fachexperten, Bausachverständigen etc. anzustreben.
- Die Finanzierung ist im Vorfeld zu klären. Die Grundfinanzierung zum Aufbau der Datenbank sowie laufende Kosten für den Erhalt und die Erweiterung sind sicherzustellen.
- Die Verantwortlichkeiten für den Unterhalt sind festzulegen.

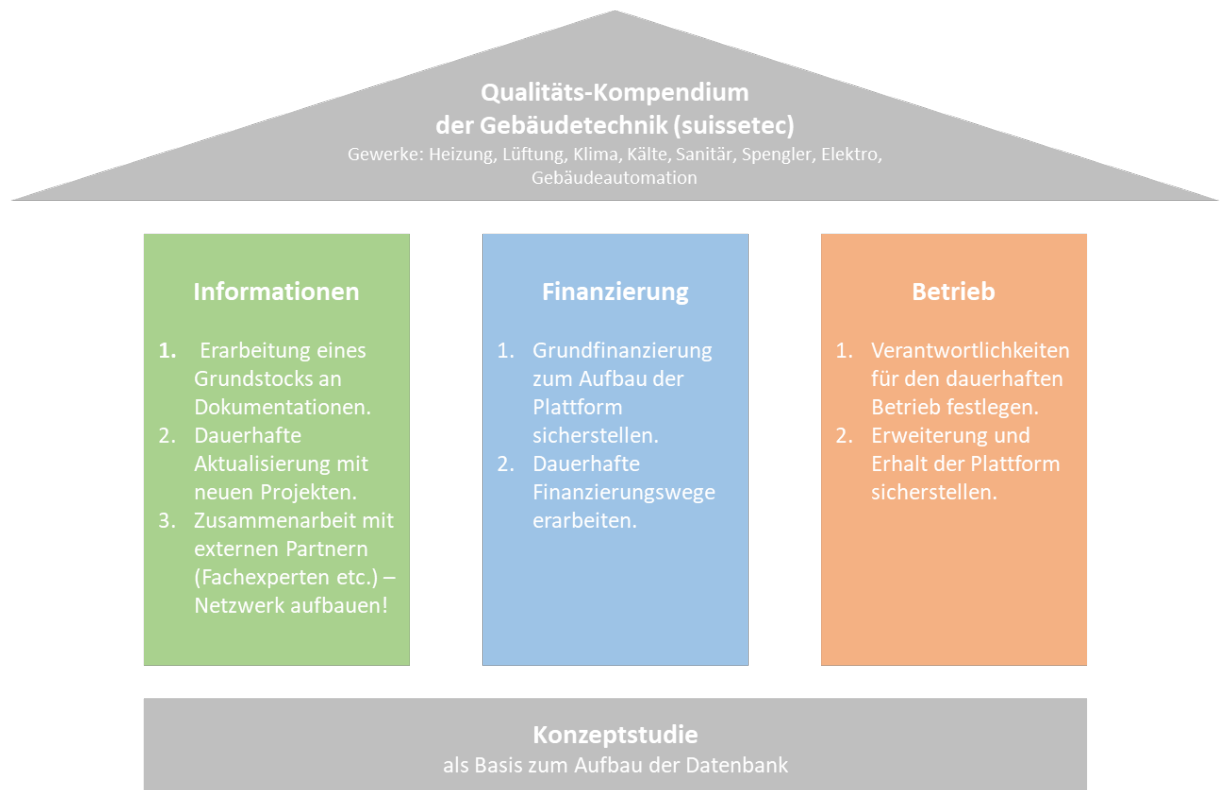


Abbildung 7: Ideenskizze für den Aufbau, Unterhalt und Betrieb der Datenbank

6.2 Fokus und Ziel des Hauptprojekts

Im Rahmen des Hauptprojekts sollen dabei primär die notwendigen Rahmenbedingungen abgeklärt und somit die Basis für die Umsetzung einer solchen Dokumentation geschaffen werden (vgl. Abbildung 7 Konzeptstudie). Ziel ist es, eine bestimmte Anzahl an dokumentierten Fallbeispielen auszuarbeiten sowie die Art und Weise der Dokumentation und der Kommunikation zu entwickeln. Zudem werden mögliche Finanzierungswege aufgezeigt.

6.3 Methode / Vorgehensweise

Die Bearbeitung des Hauptprojekts erfolgt in vier Arbeitspaketen (AP).

AP 1: Weiterführende Rechercharbeiten zu den bestehenden Dokumentationen und Literaturquellen – Wie sind diese aufgebaut?

- Was bieten bestehende Sammlungen (insbesondere SCHADIS) bereits an Informationen bzw. Dokumentationen zum Thema Gebäudetechnik an?
- Welche Informationen können aus verschiedenen Literaturquellen (Bücher, Merkblätter etc.) schon bereitgestellt werden?
- Wie wurden bereits bestehende Sammlungen (BYG-ERFA und SCHADIS) aufgebaut und umgesetzt? Wie finanzieren sich diese? Wie werden Informationen bezogen?

Horw, 5. Februar 2020
Seite 17 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

AP 2: Aufbau einer eigenen Sammlung – Wie erhalten wir qualitative Informationen zu Fallbeispielen?

- Welche möglichen Informationsquellen können wir heranziehen?
- Wie können wir Fachpersonen gewinnen, unser Projekt zu unterstützen?
- Erste Kontaktaufnahme zu Fachexperten, Sachverständigen etc. (mind. 1 Person je Gewerk)

AP 3: Aufbereiten von Dokumentationen

- Welche Fallbeispiele sollen ausgearbeitet werden? Wo treten typische Defizite/Fehler in welchen Gewerken und Projektphasen auf? – Als Grundlage wird die Umfrage zur Qualität in der Gebäudetechnik verwendet.
- Rechtliche Rahmenbedingungen abklären: Wie sind die Beispiele aufzubereiten, damit keine Rückschlüsse auf Gebäude, Firmen, Personen gezogen werden können?
- Vorschlag für eine mögliche inhaltliche Struktur der Dokumentation (Layout; keine IT-Arbeiten)
- Ausarbeitung von Musterdokumentationen (Projektteam), welche als Vorlage für weitere Beispiele dienen.
- Sammeln von 50 Beispielen bei Experten und Aufbereitung dieser Fälle.

AP 4: Mögliche Finanzierungswege skizzieren

- Abschätzung, wie gross die Unterhaltskosten sind.
- Aufzeigen, wie diese Unterhaltskosten gedeckt werden können.
- Aufzeigen, wie das Produkt vermarktet wird (Kommunikation nach aussen).

6.4 Finanzierung

Eine mögliche Finanzierung seitens BFE (Bereich Aus- und Weiterbildung) ist abzuklären. Weiter könnten die Kosten über suissetec, HSLU sowie Sponsoren, Versicherungen etc. gedeckt werden.

Horw, 5. Februar 2020
Seite 18 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

7 Fazit / Ausblick: Datenbank "Qualitäts-Kompendium der Gebäudetechnik" (suissetec)

Ziel dieses Projekts war es herauszufinden, wo häufig Defizite und Fehler bei Planung, Ausführung und Betrieb von Gebäudetechnikanlagen auftreten, wie damit umgegangen wird und wie die Qualität nachhaltig gesteigert werden kann. Anhand einer Umfrage, welche an insgesamt 4000 Mitglieder der Branche geschickt wurde, konnten viele Informationen zu diesem Thema gesammelt werden. Diese wurden anschliessend in mehreren Phasen aufgearbeitet und Lösungsansätze skizziert. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde ein Konzept für das Hauptprojekt erarbeitet, welches Vorschläge für den Aufbau und Unterhalt einer Sammlung von Fallbeispielen beschreibt.

Bereits im Ausland bestehende Nachschlagewerke – wie BYC-ERFA und SCHADIS – gibt es seit vielen Jahren; sie konnten sich im bautechnischen Bereich etablieren. Diese Beispiele zeigen, dass sich derartige Informationsplattformen auf lange Sicht durchsetzen und einen positiven Beitrag zur Qualitätssteigerung, Einsparung von Energie, Schonung der Ressourcen, Rohstoffe usw. leisten.

Wird das geplante Hauptprojekt weiterverfolgt, könnte dies als «das erste Schweizer Nachschlagewerk im Bereich der Gebäudetechnik» aufgebaut werden. Dieses kann dabei nicht nur als Informationsquelle dienen, sondern auch den Erfahrungsaustausch zwischen den Akteuren der einzelnen Gebäudetechnikbranchen fördern und zudem das interdisziplinäre Verständnis für andere Gewerke schärfen. Ausserdem könnte das Nachschlagewerk in die Aus- und Weiterbildung von künftigen Fachkräften integriert werden, wodurch die Qualität in der Gebäudetechnikbranche ebenfalls weiter gesteigert werden würde.

Auf den ersten Blick bedeutet dieses Vorhaben einen hohen finanziellen Aufwand. Ein derartiges Projekt ist jedoch notwendig, da in der Schweiz zurzeit keine einheitliche Sammlung an dokumentierten Fallbeispielen aus der Gebäudetechnik vorliegt. Diese Sammlung ist wichtig, um als Nachschlagewerk für die Branche und zur Qualitätssteigerung zu dienen, als das "**Qualitäts-Kompendium der Gebäudetechnik**" (suissetec).

Horw, 5. Februar 2020
Seite 19 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

8 Literaturverzeichnis

1. **Velux Gruppe.** *Indoor Generation.* s.l. : Velux, 2018.
2. **Menz, Sacha und Kriebus, Oliver.** *Mängel im Hochbau.* ETH Zürich : ETH, 2013.
3. **Blaich, Jürgen.** *Bauschäden - Expertisen schaffen Klarheit.* s.l. : Faktor Verlag, 2014.
4. **Waldhauser, Stefan.** *Arbeitshilfe Gebäude + Technik.* s.l. : Druckerei Bloch AG, 2018.
5. **von Rohr, Beat Rudolf und Tschui, Adrian.** *Projektpapier: Bauschaden-ERFA-Datenbank.* Zürich : suissetec, 2014.

Horw, 5. Februar 2020
Seite 20 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

9 Anhang I: Fragebogen (deutsch)

Umfrage «Gute Qualität in der Gebäudetechnik: Eine Selbstverständlichkeit?»

Seite 1

Eine hohe Qualität in der Gebäudetechnik ist die Visitenkarte unserer Branchen. Wo stehen wir und wo können wir uns weiter verbessern? Teilen Sie uns Ihre Erfahrungen mit und tragen Sie dazu bei, das Image unserer Berufe und Branchen weiter zu verbessern!

Seite 2

Allgemeine Angaben

In welchem Gewerk sind Sie tätig?
(Mehrfachauswahl möglich)

- Heizung
- Lüftung
- Klima
- Kälte
- Sanitär
- Spengler
- Elektro
- Gebäudeautomation

In welcher Projektphase sind Sie tätig?
(Mehrfachauswahl möglich)

- Strategische Planung
- Vorstudien
- Projektierung
- Ausschreibung
- Realisierung / Ausführung
- Bewirtschaftung

Sonstige:

Was ist Ihre Haupttätigkeit?

- Strategische Planung
- Vorstudien
- Projektierung
- Ausschreibung
- Realisierung / Ausführung
- Bewirtschaftung

Horw, 5. Februar 2020
Seite 21 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

Seite 3

Qualität in der Gebäudetechnik

Welche drei Defizite und Fehler treffen Sie am häufigsten an?
Bitte priorisieren Sie Ihre Antworten, beginnend mit der häufigsten.

Defizit/Fehler 1:

In welchem Gewerk tritt dieses/r Defizit/Fehler auf?

- Heizung
- Lüftung
- Klima
- Kälte
- Sanitär
- Spengler
- Elektro
- Gebäudeautomation

In welcher Projektphase tritt dieses/r Defizit/Fehler auf?

- Strategische Planung
- Vorstudien
- Projektierung
- Ausschreibung
- Realisierung / Ausführung
- Bewirtschaftung

Wie häufig tritt dieses/r Defizit/Fehler auf?

- Täglich
- Wöchentlich
- Monatlich
- Jährlich
- Seltener

Defizit/Fehler 2:

In welchem Gewerk tritt dieses/r Defizit/Fehler auf?

- Heizung
- Lüftung
- Klima
- Kälte
- Sanitär
- Spengler
- Elektro

Horw, 5. Februar 2020
Seite 22 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

- Gebäudeautomation

In welcher Projektphase tritt dieses/r Defizit/Fehler auf?

- Strategische Planung
- Vorstudien
- Projektierung
- Ausschreibung
- Realisierung / Ausführung
- Bewirtschaftung

Wie häufig tritt dieses/r Defizit/Fehler auf?

- Täglich
 - Wöchentlich
 - Monatlich
 - Jährlich
 - Seltener
-

Defizit/Fehler 3:

In welchem Gewerk tritt dieses/r Defizit/Fehler auf?

- Heizung
- Lüftung
- Klima
- Kälte
- Sanitär
- Spengler
- Elektro
- Gebäudeautomation

In welcher Projektphase tritt dieses/r Defizit/Fehler auf?

- Strategische Planung
- Vorstudien
- Projektierung
- Ausschreibung
- Realisierung / Ausführung
- Bewirtschaftung

Wie häufig tritt dieses/r Defizit/Fehler auf?

- Täglich
- Wöchentlich
- Monatlich
- Jährlich
- Seltener

Horw, 5. Februar 2020
Seite 23 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

Qualität in der Gebäudetechnik

Warum kommt es zu Defiziten und Fehlern?

Bitte beurteilen Sie die nachfolgenden Ursachen nach der Häufigkeit ihres Auftretens.

	sehr häufig	häufig	ab und zu	selten	nie
Zeitdruck					
Kostendruck					
Fehlende Instruktion					
Fehlende Koordination					
Ungenügende Dokumentation					
Fehlende Unterlagen/unpräzise Pläne & Anleitungen					
Fehlendes Fachwissen					
Fehlendes/falsches Werkzeug					
Kommunikation auf der Baustelle (Schnittstellenproblematik)					
Kommunikation mit Behörden (Schnittstellenproblematik)					
Kommunikation mit der Bauherrschaft (Schnittstellenproblematik)					

Sonstiges:

Wie häufig kommt es zu Defiziten und Fehlern in Ihrem Arbeitsalltag?

- Täglich
- Wöchentlich
- Monatlich
- Jährlich
- Seltener

Horw, 5. Februar 2020
Seite 24 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

Seite 5

Qualität in der Gebäudetechnik

Wie würden Sie den Umgang mit Defiziten und Fehlern in Ihrem Unternehmen einschätzen (Fehlerkultur)?

- Sehr gut
- Gut
- Befriedigend
- Ungenügend
- Nicht vorhanden

Welche qualitätssichernden Elemente gibt es in Ihrem Unternehmen? (Mehrfachauswahl möglich)

- KVP (kontinuierlicher Verbesserungsprozess)
- Internes Meldewesen
- Kommunikation via Anschlagbrett
- Austausch an Sitzungen
- Qualitätssicherungssystem
- Aus- und Weiterbildungskonzept

Sonstiges:

Was können Verbände tun, um die Qualität in der Gebäudetechnik zu erhöhen?

Antwort 1:

Antwort 2:

Antwort 3:

Was kann an der Aus- und Weiterbildung verbessert werden, um die Qualität in der Gebäudetechnik zu erhöhen?

Antwort 1:

Antwort 2:

Antwort 3:

Was können Behörden tun, um die Qualität in der Gebäudetechnik zu erhöhen?

Antwort 1:

Antwort 2:

Antwort 3:

Horw, 5. Februar 2020
Seite 25 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

Seite 6

Dokumentation

Wir möchten gern herausfinden, ob allgemeines Interesse an einer Dokumentation besteht und welche Eigenschaften diese aufweisen sollte.

Sind Sie an einer neutralen Dokumentation von Fallbeispielen interessiert?

- Ja
- Nein

Falls ja, für welchen Zweck? (Mehrfachauswahl möglich)

- Schulungsunterlagen
- Nachschlagewerk
- Merkblätter
- Richtlinien
- Arbeitsblätter

Sonstiges:

Welche Eigenschaften sollte die Dokumentation haben? (Mehrfachauswahl möglich)

- Online verfügbar
- Print (Broschüre, Merkblätter etc.)

Welche Aktualität erwarten Sie von der Dokumentation?

- Einmalige Ausgabe
- Periodische Aktualisierung

Wären Sie bereit eigene, anonymisierte Projekte zur Verfügung zu stellen?

- Ja
- Nein

Wir würden uns freuen, wenn Sie mit uns in Kontakt treten.

Kontaktinformationen (freiwillig)

Name/Vorname:

E-Mail:

Horw, 5. Februar 2020
Seite 26 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

Seite 7

Angaben zur Person

Welche Ausbildungen haben Sie abgeschlossen?
(Mehrfachauswahl möglich)

- Keine Ausbildung
- Anlehre (Berufsattest)
- Berufslehre (Fähigkeitszeugnis)
- Chefmonteur/Polier (Berufsprüfung)
- Meisterprüfung (Höhere Fachprüfung)
- Höhere Fachschule (HF/TS)
- Fachhochschule (HTL/FH)
- Universität/ETH

Ihr Alter:

- < 20 Jahre
- 21 – 30 Jahre
- 31 – 40 Jahre
- 41 – 50 Jahre
- 51 – 60 Jahre
- > 60 Jahre

Wie viele Jahre Berufserfahrung haben Sie in Ihrem aktuellen Arbeitsgebiet?

- < 2 Jahre
- 2 – 5 Jahre
- 6 – 10 Jahre
- 11 – 20 Jahre
- 21 – 30 Jahre
- 31 – 40 Jahre
- 41 – 50 Jahre
- > 50 Jahre

Welche Hauptfunktion haben Sie in Ihrer Firma?

- Geschäftsführer
- Abteilungs-/Team-/Bereichsleiter
- Projektleiter
- Servicetechniker
- Chefmonteur/Polier
- Monteur
- Sachbearbeiter
- Lehrling

Horw, 5. Februar 2020
Seite 27 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

Wie viele Mitarbeiter/innen beschäftigt Ihre Firma?

- < 10
 - 10 – 25
 - 26 – 50
 - 51 – 100
 - > 100
-

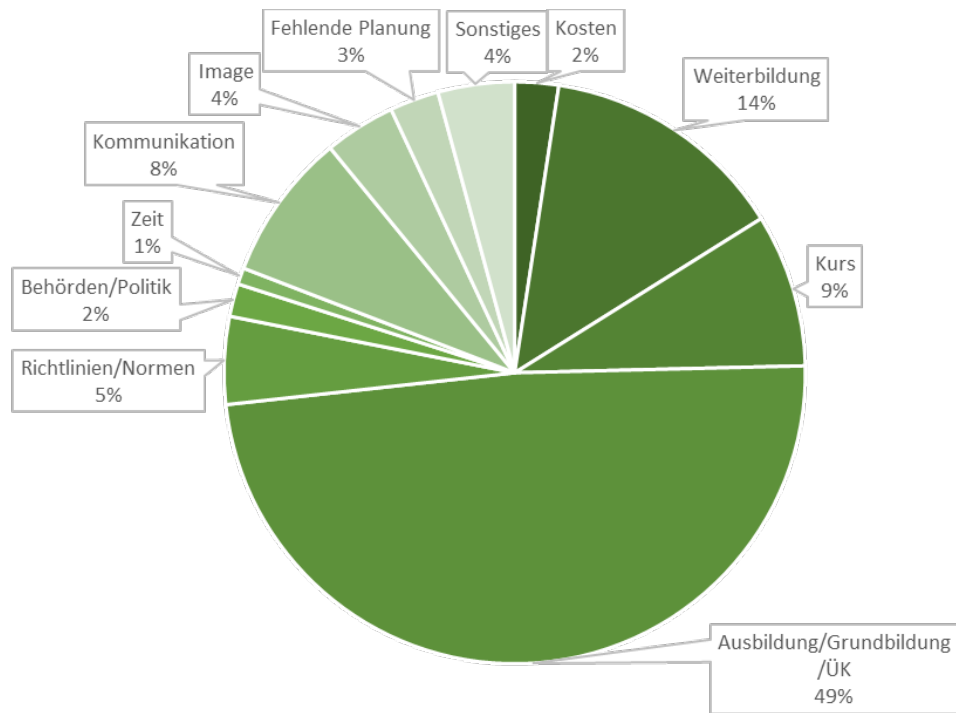
In welcher Region sind Sie tätig?

- Westschweiz / Wallis (1)
- Region Bern / Jura (2)
- Mittelland (3)
- Region Zürich (4)
- Ostschweiz (5)
- Zentralschweiz (6)
- Tessin (7)

Horw, 5. Februar 2020
Seite 28 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

10 Anhang II: Ergebnisse Umfrage

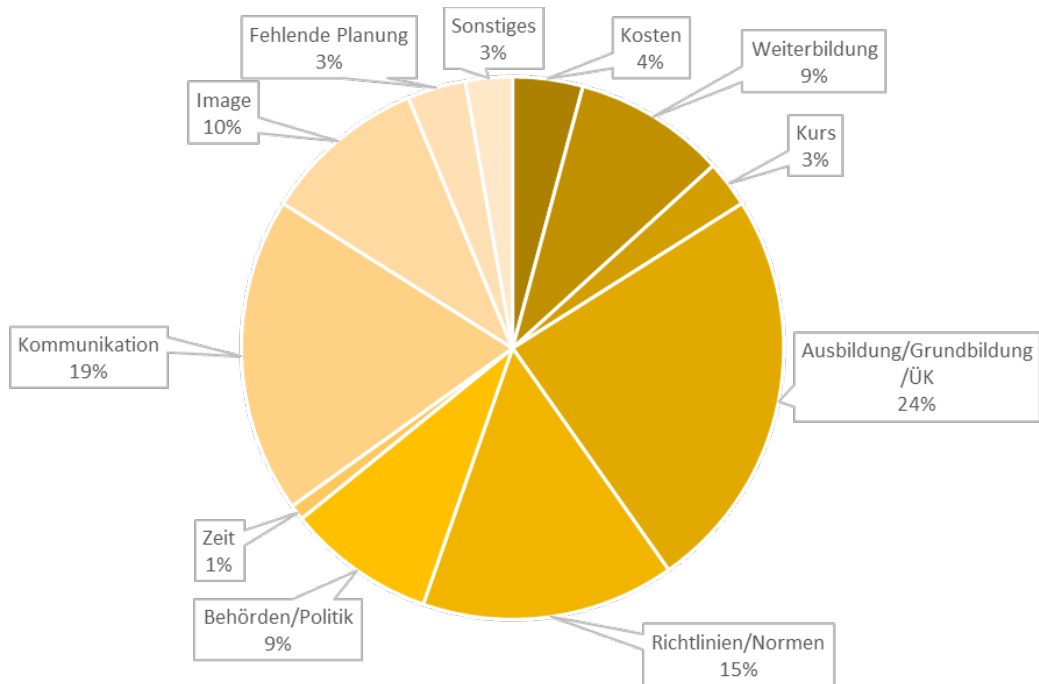
Frage: Was kann an der Aus- und Weiterbildung verbessert werden, um die Qualität in der Gebäudetechnik zu erhöhen?



Was kann an der Aus- und Weiterbildung verbessert werden, um die Qualität der Gebäudetechnik zu erhöhen?			
	Ausbildung	Weiterbildung	Kurs
Heizung	<ul style="list-style-type: none"> - Praxisbezogene Aus- und Weiterbildung - Grundausbildung qualitativ hoch halten, erhöhen - strengere Lehrabschlussprüfungen - Berufswechsel in die Gebäudetechnik fördern 	<ul style="list-style-type: none"> - Anreize für Weiterbildungen schaffen - bessere Transparenz über Weiterbildungsmöglichkeiten - interne Weiterbildungen - höhere Anforderungen an die Weiterbildung 	<ul style="list-style-type: none"> - aktuelle Themen aufnehmen und Kurse anbieten - Repetitionskurse für Fachpersonal anbieten - Praxisseminare durch Vereine/Verbände
Lüftung/ Klima/ Kälte	<ul style="list-style-type: none"> - Ausbildungsstand konsequent prüfen - interdisziplinäres Denken fördern/ausbilden - mehr Lehrlinge ausbilden - handwerkliche Berufe an den Schulen stärken 	<ul style="list-style-type: none"> - attraktive Weiterbildungen und lokale Schulungszentren - vermehrte Angebote für Quereinsteiger - spezialisierte Weiterbildungen anbieten 	<ul style="list-style-type: none"> - Kurse und Veranstaltungen mit konkreten Fallbeispielen - häufigere Kurzseminare zu aktuellen Themen (1/2 Tag)
Sanitär	<ul style="list-style-type: none"> - höhere Anforderungen an Lernende, strengere LAP - Hydraulik - Ausbildung den neusten Trends anpassen - Digitalisierung fördern und unterstützen 	<ul style="list-style-type: none"> - Regionale Weiterbildungen anbieten - spezialisierte Weiterbildungen (2-6 Monate) 	<ul style="list-style-type: none"> - interne Schulungen im Betrieb - Repetitionskurse
Spengler	<ul style="list-style-type: none"> - Ausbildung nicht an Stand der Lehrlinge anpassen - Zwischenprüfungen - zeitgerechtes Fachwissen vermitteln 	<ul style="list-style-type: none"> - theoretische Weiterbildungskurse zur Anwendung von Normen 	
Elektro/ Gebäude-automation	<ul style="list-style-type: none"> - Grundausbildung im Bereich der Gebäudeautomation anbieten - Digitalisierung 		<ul style="list-style-type: none"> - jährliche Weiterbildungskurse - Informationsveranstaltungen

Horw, 5. Februar 2020
Seite 29 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

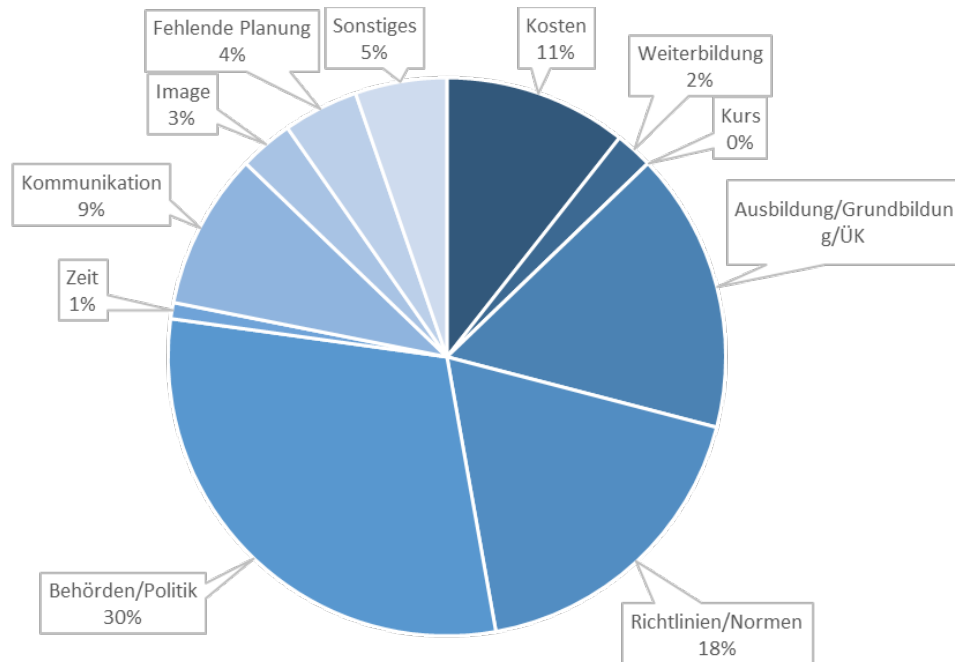
Frage: Was können Verbände tun, um die Qualität in der Gebäudetechnik zu erhöhen?



Was können Verbände tun, um die Qualität in der Gebäudetechnik zu erhöhen?			
	Ausbildung	Normen/Richtlinien/ Merkblätter	Kommunikation
Heizung	<ul style="list-style-type: none"> - Regelmässige Weiterbildung im Bereich Projektleitung - Quereinsteiger-Angebote verbessern - praxisnahe Ausbildung fördern - Ausbildungsstandard hochhalten 	<ul style="list-style-type: none"> - Erarbeitung von klaren Normen/Richtlinien/Merkblätter - Überschaubare & Praxisorientierte Richtlinien/Normen - Qualitätsstandards in Merkblättern dokumentieren - Erstellen von Planungshilfen 	<ul style="list-style-type: none"> - Austausch unter Geschäftsführern/Inhabern fördern - gute, einfache Merkblätter (z.B. suissetec) - Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Verbänden muss intensiver gelebt werden
Lüftung/ Klima/ Kälte	<ul style="list-style-type: none"> - praxisbezogene Aus- und Weiterbildungen anbieten - Aus- und Weiterbildungsangebote weiter fördern - Schulungen und obligatorische Kurse 	<ul style="list-style-type: none"> - Kontrollen und detaillierte Abnahmen - Vereinfachung der Normen und Richtlinien - Qualitätsstandards in Merkblättern dokumentieren - Qualitätslabel einführen und kontrollieren 	<ul style="list-style-type: none"> - Plattform für Erfahrungsaustausch/Nachschlagewerk - Fallbeispiele und Fachartikel veröffentlichen - Behörden/Architekten in Informationsfluss integrieren
Sanitär	<ul style="list-style-type: none"> - bessere Förderung für Unternehmen mit Lehrlingen - Qualität der Ausbildung hochhalten/steigern - investieren in die Grundbildung - Praxisbezug fördern 	<ul style="list-style-type: none"> - Labels mit Qualitätssicherung fördern - Dimensionierungsempfehlungen erstellen - bessere Informationen bezüglich neuen Normen 	<ul style="list-style-type: none"> - enge Zusammenarbeit der Verbände untereinander - direkte & bessere Informationen an Bauherren - Wissens-/Lerndatenbanken zur Verfügung stellen
Spengler	<ul style="list-style-type: none"> - Weiterbildungsangebote auf jeder Stufe - Werbung für eine Ausbildung in der Spenglerbranche - Mindestanforderungen für Firmengründer 	<ul style="list-style-type: none"> - Vorschriften präzisieren - interne Kontrollen verbessern 	<ul style="list-style-type: none"> - Zusammenarbeit fördern - Fachdokumentationen erstellen und kostengünstig zur Verfügung stellen
	<ul style="list-style-type: none"> - Gebäudeautomation stärker gewichten - Ausbildung praxisnäher gestalten 	<ul style="list-style-type: none"> - Qualitätsbewusstsein der Bauherrschaft fördern - Standardisierung - einfachere, zeitgemässe Strukturen schaffen - Digitalisierung 	<ul style="list-style-type: none"> - Merkblätter - ausführliche Checklisten zur Verfügung stellen

Horw, 5. Februar 2020
Seite 30 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

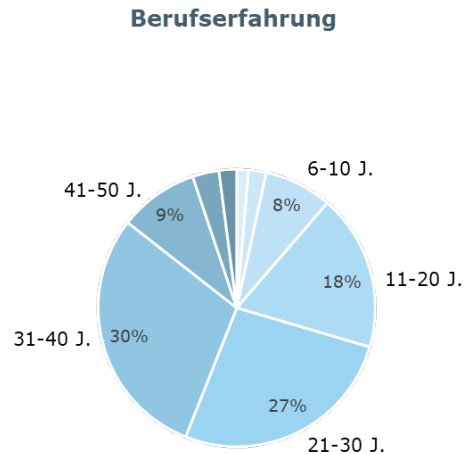
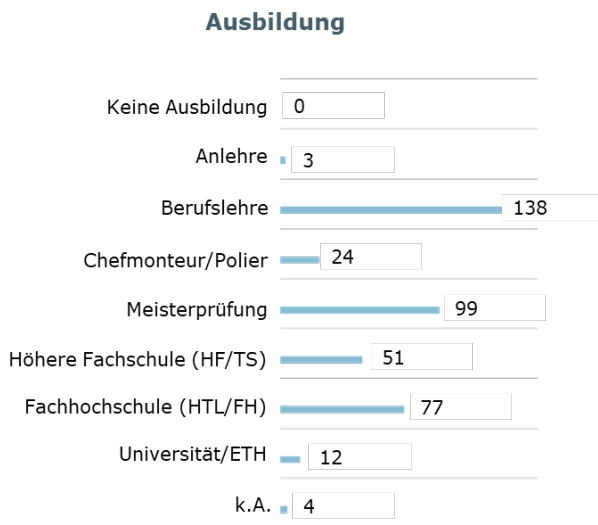
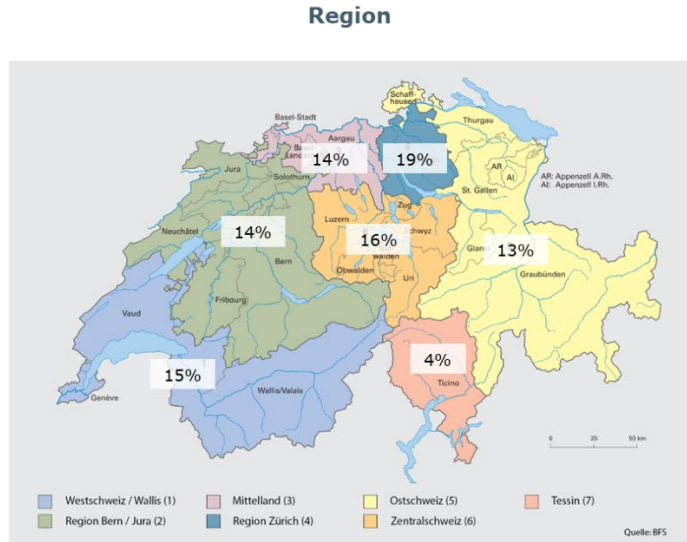
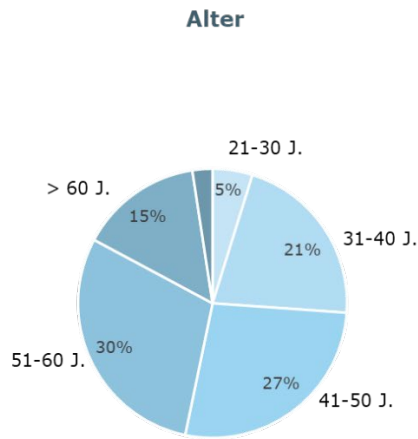
Frage: Was können Behörden tun, um die Qualität in der Gebäudetechnik zu erhöhen?



Was können Behörden tun, um die Qualität der Gebäudetechnik zu erhöhen?			
	Politik	Normen/Richtlinien/Merkblätter	Bildung
Heizung	<ul style="list-style-type: none"> - weniger Bürokratie - einfachere Bewilligungsverfahren - Stichproben und Kontrollen 	<ul style="list-style-type: none"> - Qualitätskontrollen verlangen - häufigere & strengere Kontrollen - praxisingerechte Aufgaben - Vereinfachung 	<ul style="list-style-type: none"> - Forschungsprojekte unterstützen - Stellenwert der Dualen Bildung anheben - Ausbildung & Weiterbildung finanziell unterstützen - Zentralisierung der Aus- & Weiterbildung fördern
Lüftung/Klima/Kälte	<ul style="list-style-type: none"> - Verminderung der Bürokratie, Vorschriften & Gesetze - Vereinfachung der Dienstwege/Verwaltungsabläufe - Kontrollen von Betrieben in Bezug auf die Lehrlingsausbildung 	<ul style="list-style-type: none"> - umfassende Kontrollen, ob Vorgaben tatsächlich umgesetzt werden - Kantonale und schweizerische Vorschriften abgleichen - weniger Formulare 	<ul style="list-style-type: none"> - Praxisbezug fördern - Meisterprüfung in jedem Gewerk
Sanitär	<ul style="list-style-type: none"> - Einheitliche Behördenabläufe - schnellere Bearbeitung von Auflagen & Gesuchen 	<ul style="list-style-type: none"> - Vorschriften/Richtlinien vereinfachen & vereinheitlichen - Kontrolle durch ausgebildete Fachkräfte direkt auf der Baustelle 	<ul style="list-style-type: none"> - Bevorzugung durch gute Leistung bei der Ausbildung und Weiterbildung - Betriebe mit Lehrlingen mehr berücksichtigen
Spengler	<ul style="list-style-type: none"> - schweizweite Einführung der Konzession in der Haustechnik - mehr Kontrollen 	<ul style="list-style-type: none"> - Liberalisierung der Vorschriften 	<ul style="list-style-type: none"> - Personen mit Erfahrung in der Gebäudetechnik anstellen - Fachwissen bei Prüfungen erhöhen - Handwerk fördern
Elektro/Gebäudeautomation	<ul style="list-style-type: none"> - schärfere Vollzugskontrollen - effiziente Verwaltungsabläufe - pragmatische Lösungsansätze verfolgen 	<ul style="list-style-type: none"> - umsetzbare Anforderungen definieren - Nachhaltigkeitsziele definieren 	<ul style="list-style-type: none"> - Verbesserung der Ausbildung an den Fachhochschulen - Stellenausschreibungen mit hohem Praxisbezug

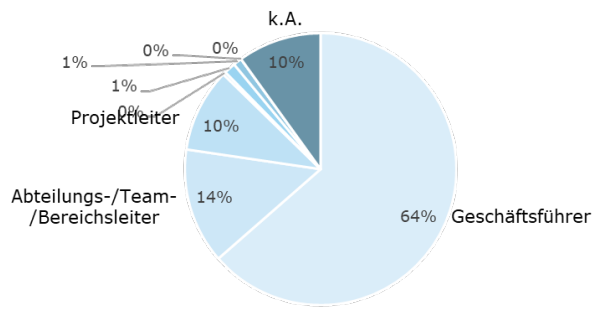
Horw, 5. Februar 2020
Seite 31 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

Angaben zur Person

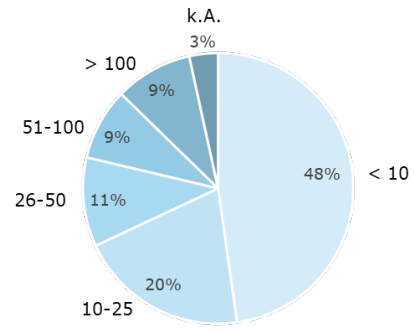


Horw, 5. Februar 2020
Seite 32 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

Hauptfunktion



Anzahl Mitarbeitende



Horw, 5. Februar 2020
Seite 33 / 46
Gute Qualität in der Gebäudetechnik:
Eine Selbstverständlichkeit?

11 Anhang III: Beispiele Musterdokumentation

ÜBERHITZUNG EINER THERMISCHEN SOLARANLAGE VERSCHMUTZUNG VON KOLLEKTOREN DURCH ANLAGENSTILLSTAND



Reto Gadola, Sina Büttner, Hochschule Luzern Technik und Architektur, IGE

GEWERK:



PROJEKTPHASE:



Abb. 1: Thermische Solaranlage flach auf dem Dach montiert

📍 SACHVERHALT

In einer Schule wird die Warmwasserversorgung mittels thermischer Solaranlage bereitgestellt. Die 34 Vakuum-Röhrenkollektoren (Conergy Xinox DF6) liegen flach auf dem Dach und sind gegen Südwesten gerichtet. Jeder Kollektor besteht aus 6 Röhren und einem Sammelrohr für den Vor- und Rücklauf (Abb. 1). Aufgrund der Nutzungszeiten kommt es an Wochenenden sowie in den Ferien zu längeren Perioden ohne Warmwasserbedarf. Die Anlage wurde korrekt ausgelegt, jedoch wurden bei der Planung die Stillstandszeiten nicht berücksichtigt. Die Folge sind starke Verschmutzungen der Kollektorrohre im Inneren, wodurch es immer wieder zu Problemen kommt.



Abb. 2: Prüfen der Kollektor-Röhren von Innen

⚡ URSACHE UND AUSWIRKUNG

An Tagen mit geringem Warmwasserbedarf ist der Wassererwärmer schnell geladen und die thermische Solaranlage wird ausgeschaltet. Dadurch steigt die Temperatur in den Vakuum-Röhrenkollektoren stark an, ein grosser Teil des Wärmeträgers verdampft und das zurückbleibende, aufkonzentrierte Glykol-Gemisch in den Kollektoren wird chemisch zersetzt. Dadurch bildet sich im Rohrinne eine dicke, zähflüssige Schicht, welche sich beim Abkühlen glasartig verfestigt.

Zudem entstehen bei dem chemischen Zerfall des Glykol-Gemischs Gase, wodurch die Anlage häufig entlüftet werden muss.

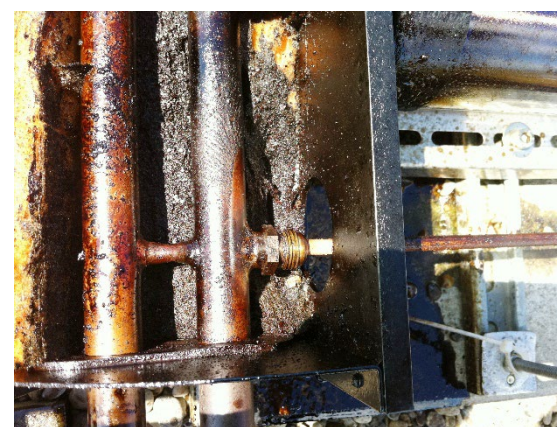


Abb. 3: Verschmutzung und zähflüssige Schicht im Innenrohr

🔧 LÖSUNG

1. Montage eines Luftwärmetauschers mit Umschaltventil, um die Überhitzung in den Kollektoren zu vermeiden.
2. Reinigung oder Ersatz der vorhandenen Kollektoren.
3. Anpassung der hydraulischen Schaltung.
4. Überprüfen der Regelfunktionen.



SIA 385/1: 2011 - Anlagen für Trinkwasser in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen



ÜBERHITZUNG EINER THERMISCHEN SOLARANLAGE

VERSCHMUTZUNG VON VAKUUM-RÖHRENKOLLEKTOREN DURCH ANLAGENSTILLSTAND

Reto Gadola, Hochschule Luzern Technik und Architektur, Institut für Gebäudetechnik und Energie
Sina Büttner, Hochschule Luzern Technik und Architektur, Institut für Gebäudetechnik und Energie

📍 SACHVERHALT

In einer Schule wird die Warmwasserversorgung mittels thermischer Solaranlage bereitgestellt. Die 34 Vakuum-Röhrenkollektoren (Conergy Xinox DF6) liegen flach auf dem Dach und sind gegen Südwesten gerichtet. Jeder Kollektor besteht aus 6 Röhren und einem Sammelrohr für den Vor- und Rücklauf (Abb. 1). Aufgrund der Nutzungszeiten kommt es an Wochenenden sowie in den Ferien zu längeren Perioden ohne Warmwasserbedarf. Die Anlage wurde korrekt ausgelegt, jedoch wurden bei der Planung die Stillstandszeiten nicht berücksichtigt. Die Folge sind starke Verschmutzungen der Kollektorrohre im Inneren, wodurch es immer wieder zu Problemen kommt.



Abb. 1: Thermische Solaranlage flach auf dem Dach montiert

⚡ URSACHE UND AUSWIRKUNG

An Tagen mit geringem Warmwasserbedarf ist der Wassererwärmer schnell geladen und die thermische Solaranlage wird ausgeschaltet. Dadurch steigt die Temperatur in den Vakuum-Röhrenkollektoren stark an, ein grosser Teil des Wärmeträgers verdampft und das zurückbleibende, aufkonzentrierte Glykol-Gemisch in den Kollektoren wird chemisch zersetzt. Dadurch bildet sich im Rohrrinneren eine dicke, zähflüssige Schicht, welche sich beim Abkühlen glasartig verfestigt.

Zudem entstehen bei dem chemischen Zerfall des Glykol-Gemischs Gase, wodurch die Anlage häufig entlüftet werden muss.



Abb. 2: Prüfen der Kollektor-Röhren von Innen

🔧 LÖSUNG

1. Montage eines Luftwärmetauschers mit Umschaltventil, um die Überhitzung in den Kollektoren zu vermeiden.
2. Reinigung oder Ersatz der vorhandenen Kollektoren.
3. Anpassung der hydraulischen Schaltung.
4. Überprüfen der Regelfunktionen.

📖 LITERATUR

- [1] SIA 385/1: 2011, Anlagen für Trinkwasser in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen

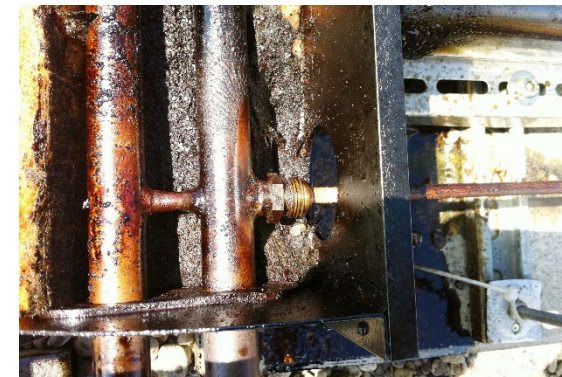


Abb. 3: Verschmutzung und zähflüssige Schicht im Innenrohr

ÜBERHITZUNG EINER THERMISCHEN SOLARANLAGE

VERSCHMUTZUNG VON VAKUUM-RÖHRENKOLLEKTOREN DURCH ANLAGENSTILLSTAND



[DRUCK]

Reto Gadola, Sina Büttner, Hochschule Luzern Technik und Architektur, Institut für Gebäudetechnik und Energie



SACHVERHALT



VORGEHENSWEISE



URSACHEN UND
AUSWIRKUNGEN



ERKENNTNISSE



LÖSUNG



PLANUNGS-
HINWEISE



LITERATUR

In einer Schule wird die Warmwasserversorgung mittels thermischer Solaranlage bereitgestellt. Die 34 Vakuum-Röhrenkollektoren (Conergy Xinox DF6) liegen flach auf dem Dach und sind gegen Südwesten gerichtet. Jeder Kollektor besteht aus 6 Röhren und einem Sammelrohr für den Vor- und Rücklauf (Abbildung 1). In der Wärmezentrale stehen drei in Serie geschaltete Wassererwärmer. Aufgrund verschiedener Probleme wurde die Anlage ausser Betrieb genommen und entleert. Der Frostschutz, welcher stark zersetzt war, wurde bereits zweimal getauscht. Ebenfalls traten Leckagen an der Anlage auf und sie musste häufig entlüftet werden.

Die thermische Solaranlage wird ausschliesslich für die Warmwasserversorgung verwendet. Dabei unterliegt der Bedarf an Warmwasser grossen Schwankungen, da die Schule in den Sommermonaten über mehrere Wochen geschlossen ist und somit kein Warmwasser bezogen wird.



Abb. 1: Thermische Solaranlage flach auf dem Dach montiert

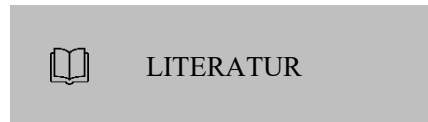
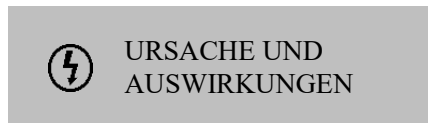
ÜBERHITZUNG EINER THERMISCHEN SOLARANLAGE

VERSCHMUTZUNG VON VAKUUM-RÖHRENKOLLEKTOREN DURCH ANLAGENSTILLSTAND



[DRUCK]

Reto Gadola, Sina Büttner, Hochschule Luzern Technik und Architektur, Institut für Gebäudetechnik und Energie



Um die Ursache zu finden, wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

Schritt 1:

Thermische Solaranlage auf äussere Schäden (mechanische Beschädigung und Verschmutzungen) untersuchen.

Schritt 2:

Kontrollieren der Oberflächentemperaturen der Kollektor-Röhren auf Anomalien.

Schritt 3:

Prüfen der Kollektor-Röhren auf innere Verschmutzungen.

ÜBERHITZUNG EINER THERMISCHEN SOLARANLAGE

VERSCHMUTZUNG VON VAKUUM-RÖHRENKOLLEKTOREN DURCH ANLAGENSTILLSTAND



[DRUCK]

Reto Gadola, Sina Büttner, Hochschule Luzern Technik und Architektur, Institut für Gebäudetechnik und Energie



SACHVERHALT



VORGEHENSWEISE



URSACHE UND AUSWIRKUNG



ERKENNTNISSE



LÖSUNG



PLANUNGS-
HINWEISE



LITERATUR

Die äusserliche Begutachtung der Kollektoren wurden keine Beschädigungen, Verschmutzungen oder Anomalien bei den Oberflächentemperaturen festgestellt. Anschliessend wurden einige Kollektorröhren auseinandergeschraubt und auf innere Verschmutzungen geprüft. Die Kupferrohre waren von einer dicken zähflüssigen Schicht umgeben, welche sich beim Abkühlen glasartig verfestigten (Abbildung 3 und 4). Die starke Verschmutzung im inneren der Rohre weist darauf hin, dass im Kollektor vermehrt Temperaturen von deutlich über 170 °C aufgetreten sind. Dadurch hat sich das Glykol-Gemisch sehr schnell chemisch zersetzt.

Zudem trat bei der Demontage der Röhren noch sehr viel Gas aus, was den Schluss zulässt, dass es sich dabei um Gase aus dem chemischen Zerfall des Glykols handelt. Dies ist auch der Grund, warum die Anlage zuvor häufig entlüftet werden musste.



Abb. 2: Prüfen der Kollektor-Röhren von Innen



Abb. 3: Verschmutzungen und zähflüssige Schicht im Innenrohr

ÜBERHITZUNG EINER THERMISCHEN SOLARANLAGE

VERSCHMUTZUNG VON VAKUUM-RÖHRENKOLLEKTOREN DURCH ANLAGENSTILLSTAND



[DRUCK]

Reto Gadola, Sina Büttner, Hochschule Luzern Technik und Architektur, Institut für Gebäudetechnik und Energie



SACHVERHALT



VORGEHENSWEISE



URSACHE UND
AUSWIRKUNG



ERKENNTNISSE



LÖSUNG



PLANUNGS-
HINWEISE



LITERATUR

Das Konzept der Solaranlage mit Vakuum-Röhrenkollektor ist korrekt geplant, aber ohne den zwingend nötigen Schutz vor Anlagenstillstand umgesetzt. Der Warmwasserbedarf unterliegt grossen Schwankungen und kann an Wochenenden oder in den Ferien sehr gering sein. An Tagen mit geringem Warmwasserbedarf ist der Wassererwärmer schnell geladen und die thermische Solaranlage wird ausgeschaltet. Dadurch steigt die Temperatur in den Vakuum-Röhrenkollektoren stark an, ein grosser Teil des Wärmeträgers verdampft und das zurückbleibende, aufkonzentrierte Glykol-Gemisch in den Kollektoren wird chemisch zersetzt.

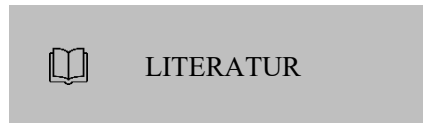
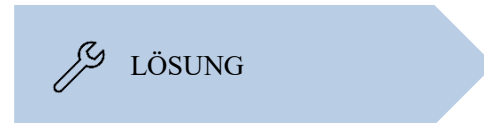
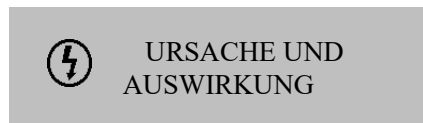
ÜBERHITZUNG EINER THERMISCHEN SOLARANLAGE

VERSCHMUTZUNG VON VAKUUM-RÖHRENKOLLEKTOREN DURCH ANLAGENSTILLSTAND



[DRUCK]

Reto Gadola, Sina Büttner, Hochschule Luzern Technik und Architektur, Institut für Gebäudetechnik und Energie



Zur Problembehebung wird folgendes Vorgehen empfohlen:

Massnahme 1:

Montage eines Luftwärmetauschers mit Umschaltventil, um die Überhitzung in den Kollektoren zu vermeiden.

Massnahme 2:

Reinigung oder Ersatz der vorhandenen Kollektoren.

Massnahme 3:

Anpassung der hydraulischen Schaltung.

Massnahme 4:

Überprüfen der Regelfunktionen

Die genaue Umsetzung der hydraulischen Massnahmen und Anpassung der Regelung liegt in der Verantwortung des Planers.

ÜBERHITZUNG EINER THERMISCHEN SOLARANLAGE

VERSCHMUTZUNG VON VAKUUM-RÖHRENKOLLEKTOREN DURCH ANLAGENSTILLSTAND



[DRUCK]

Reto Gadola, Sina Büttner, Hochschule Luzern Technik und Architektur, Institut für Gebäudetechnik und Energie



SACHVERHALT



VORGEHENSWEISE



URSACHE UND
AUSWIRKUNG



ERKENNTNISSE



LÖSUNG



PLANUNGS-
HINWEISE



LITERATUR

Bei der Planung von thermischen Solaranlagen sind die Nutzungszeiten des Bezügers zu beachten. Längere Stillstandszeiten können dazu führen, dass es zu einer ungleichmässigen Temperaturverteilung im System kommt, was eine dauerhafte Schädigung der Anlage zur Folge haben kann.

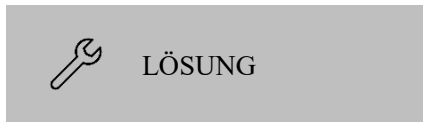
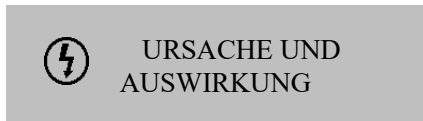
ÜBERHITZUNG EINER THERMISCHEN SOLARANLAGE

VERSCHMUTZUNG VON VAKUUM-RÖHRENKOLLEKTOREN DURCH ANLAGENSTILLSTAND



[DRUCK]

Reto Gadola, Sina Büttner, Hochschule Luzern Technik und Architektur, Institut für Gebäudetechnik und Energie



NORMEN

- [1] SIA 385/1: 2011, Anlagen für Trinkwasser in Gebäuden - Grundlagen und Anforderungen

[LINK/VERKNÜPFUNG ZUR NORM]




ÜBERHITZUNG EINER THERMISCHEN SOLARANLAGE

VERSCHMUTZUNG VON KOLLEKTOREN DURCH ANLAGENSTILLSTAND

Reto Gadola, Hochschule Luzern Technik und Architektur, Institut für Gebäudetechnik und Energie
Sina Büttner, Hochschule Luzern Technik und Architektur, Institut für Gebäudetechnik und Energie

Gewerke:  Heizung

Projektphase:  1 Strategische Planung

 2 Vorstudien/Konzept



SACHVERHALT

In einer Schule wird die Warmwasserversorgung mittels thermischer Solaranlage bereitgestellt. Die 34 Vakuum-Röhrenkollektoren (Conergy Xinox DF6) liegen flach auf dem Dach und sind gegen Südwesten gerichtet. Jeder Kollektor besteht aus 6 Röhren und einem Sammelrohr für den Vor- und Rücklauf (Abb. 1). In der Wärmezentrale stehen drei in Serie geschaltete Wassererwärmer: Der erste Wassererwärmer (Eintritt Kaltwasser) weist ein Volumen von 1.500 Liter, der zweite und dritte Wassererwärmer fassen je 1.750 Liter. Aufgrund verschiedener Probleme wurde die Anlage ausser Betrieb genommen und entleert. Der Frostschutz, welcher stark zersetzt war, wurde bereits zweimal getauscht. Ebenfalls traten Leckagen an der Anlage auf und sie musste häufig entlüftet werden.

Die thermische Solaranlage wird ausschliesslich für die Warmwasserversorgung verwendet. Dabei unterliegt der Bedarf an Warmwasser grossen Schwankungen, da die Schule in den Sommermonaten über mehrere Wochen geschlossen ist und somit kein Warmwasser bezogen wird.



Abb. 1: Thermische Solaranlage flach auf dem Dach montiert



VORGEHENSWEISE

1. Thermische Solaranlage auf äussere Schäden untersuchen (mechanische Beschädigung und Verschmutzungen).
2. Kontrollieren der Oberflächentemperaturen der Kollektor-Röhren auf Anomalien.
3. Prüfen der Kollektor-Röhren auf innere Verschmutzungen.



URSACHE UND AUSWIRKUNG

Die äusserliche Begutachtung hat keine Schäden ergeben. Ebenso konnten bei den Oberflächentemperaturen keine Anomalien festgestellt werden. Darum wurden in einem nächsten Schritt drei Kollektor-Röhren auseinandergeschraubt, wobei starke Verschmutzungen festgestellt wurden. Einige Kupferrohre waren von einer dicken zähflüssigen Schicht umgeben, welche sich beim Abkühlen glasartig verfestigten (Abb. 2 und 3). Die starke Verschmutzung im inneren der Rohre weist darauf hin, dass im Kollektor vermehrt Temperaturen von deutlich über 170 °C aufgetreten sind. Dadurch hat sich das Glykol-Gemisch sehr schnell chemisch zersetzt.

Zudem trat bei der Demontage der Röhren noch sehr viel Gas aus, was den Schluss zulässt, dass es sich dabei um Gase aus dem chemischen Zerfall des Glykols handelt. Dies ist auch der Grund, warum die Anlage zuvor häufig entlüftet werden musste.



Abb. 2: Prüfen der Kollektor-Röhren von Innen



Abb. 3: Verschmutzung und zähflüssige Schicht im Innenrohr



FAZIT UND LÖSUNG

Das Konzept der Solaranlage mit Vakuum-Röhrenkollektor ist korrekt geplant, aber ohne den zwingend nötigen Schutz vor Anlagenstillstand umgesetzt. Der Warmwasserbedarf unterliegt grossen Schwankungen und kann an Wochenenden oder in den Ferien sehr gering sein. An Tagen mit geringem Warmwasserbedarf ist der Wassererwärmer schnell geladen und die thermische Solaranlage wird ausgeschaltet. Dadurch steigt die Temperatur in den Vakuum-Röhrenkollektoren stark an, ein grosser Teil des Wärmeträgers verdampft und das zurückbleibende, aufkonzentrierte Glykol-Gemisch in den Kollektoren wird chemisch zersetzt.

Zur Problembeseitigung wird folgendes Vorgehen empfohlen:

1. Montage eines Luftwärmetauschers mit Umschaltventil, um die Überhitzung in den Kollektoren zu vermeiden.
2. Reinigung oder Ersatz der vorhandenen Kollektoren
3. Anpassung der hydraulischen Schaltung
4. Überprüfen der Regelfunktionen

Die genaue Umsetzung der hydraulischen Massnahmen und Anpassung der Regelung liegt in der Verantwortung des Planers.



LITERATUR

- [1] SIA 385/1:2011, Anlagen für Trinkwasser in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen

ÜBERHITZUNG EINER THERMISCHEN SOLARANLAGE

VERSCHMUTZUNG VON VAKUUM-RÖHRENKOLLEKTOREN DURCH ANLAGENSTILLSTAND



Reto Gadola, Hochschule Luzern Technik und Architektur, Institut für Gebäudetechnik und Energie
Sina Büttner, Hochschule Luzern Technik und Architektur, Institut für Gebäudetechnik und Energie

📍 SACHVERHALT

In einer Schule wird die Warmwasserversorgung mittels thermischer Solaranlage bereitgestellt. Die 34 Vakuum-Röhrenkollektoren (Conergy Xinox DF6) liegen flach auf dem Dach und sind gegen Südwesten gerichtet. Jeder Kollektor besteht aus 6 Röhren und einem Sammelrohr für den Vor- und Rücklauf (Abb. 1). In der Wärmezentrale stehen drei in Serie geschaltete Wassererwärmer. Aufgrund verschiedener Probleme wurde die Anlage ausser Betrieb genommen und entleert. Der Frostschutz, welcher stark zersetzt war, wurde bereits zweimal getauscht. Ebenfalls traten Leckagen an der Anlage auf und sie musste häufig entlüftet werden.

Die thermische Solaranlage wird ausschliesslich für die Warmwasserversorgung verwendet. Dabei unterliegt der Bedarf an Warmwasser grossen Schwankungen, da die Schule in den Sommermonaten über mehrere Wochen geschlossen ist und somit kein Warmwasser bezogen wird.

⚡ URSACHE UND AUSWIRKUNG

Die äusserliche Begutachtung der Kollektoren wurden keine Beschädigungen, Verschmutzungen oder Anomalien bei den Oberflächentemperaturen festgestellt. Anschliessend wurden einige Kollektorröhren auseinandergeschraubt und auf innere Verschmutzungen geprüft. Die Kupferrohre waren von einer dicken zähflüssigen Schicht umgeben, welche sich beim Abkühlen glasartig verfestigten (Abb. 2 und 3). Die starke Verschmutzung im inneren der Rohre weist darauf hin, dass im Kollektor vermehrt Temperaturen von deutlich über 170 °C aufgetreten sind. Dadurch hat sich das Glykol-Gemisch sehr schnell chemisch zersetzt. Zudem trat bei der Demontage der Röhren noch sehr viel Gas aus, was den Schluss zulässt, dass es sich dabei um Gase aus dem chemischen Zerfall des Glykols handelt. Dies ist auch der Grund, warum die Anlage zuvor häufig entlüftet werden musste.



Abb. 1: Thermische Solaranlage flach auf dem Dach montiert



Abb. 2: Prüfen der Kollektor-Röhren von Innen



Abb. 3: Verschmutzung und zähflüssige Schicht im Innenrohr



GEWERKE:

1

2

PROJEKTPHASEN:

ÜBERHITZUNG EINER THERMISCHEN SOLARANLAGE

VERSCHMUTZUNG VON VAKUUM-RÖHRENKOLLEKTOREN DURCH ANLAGENSTILLSTAND



ERKENNTNISSE AUS DEM SACHVERHALT

Das Konzept der Solaranlage mit Vakuum-Röhrenkollektor ist korrekt geplant, aber ohne den zwingend nötigen Schutz vor Anlagenstillstand umgesetzt. Der Warmwasserbedarf unterliegt grossen Schwankungen und kann an Wochenenden oder in den Ferien sehr gering sein. An Tagen mit geringem Warmwasserbedarf ist der Wassererwärmer schnell geladen und die thermische Solaranlage wird ausgeschaltet. Dadurch steigt die Temperatur in den Vakuum-Röhrenkollektoren stark an, ein grosser Teil des Wärmeträgers verdampft und das zurückbleibende, aufkonzentrierte Glykol-Gemisch in den Kollektoren wird chemisch zersetzt.



LÖSUNG

Zur Problembeseitigung wird folgendes Vorgehen empfohlen:

Massnahme 1: Montage eines Luftwärmetauschers mit Umschaltventil, um die Überhitzung in den Kollektoren zu vermeiden.

Massnahme 2: Reinigung oder Ersatz der vorhandenen Kollektoren.

Massnahme 3: Anpassung der hydraulischen Schaltung.

Massnahme 4: Überprüfen der Regelfunktionen

Die genaue Umsetzung der hydraulischen Massnahmen und Anpassung der Regelung liegt in der Verantwortung des Planers.



PLANUNGSHINWEISE

Bei der Planung von thermischen Solaranlagen sind die Nutzungszeiten des Bezügers zu beachten. Längere Stillstandszeiten können dazu führen, dass es zu einer ungleichmässigen Temperaturverteilung im System kommt, was eine dauerhafte Schädigung der Anlage zur Folge haben kann.

Kommt es zu einem Schadensfall, wird folgendes Vorgehen zur Bestimmung der Fehlerursache empfohlen:

Schritt 1: Thermische Solaranlage auf äussere Schäden (mechanische Beschädigungen und Verschmutzungen) untersuchen.

Schritt 2: Kontrollieren der Oberflächentemperaturen der Kollektor-Röhren auf Anomalien.

Schritt 3: Prüfen der Kollektor-Röhren auf innere Verschmutzungen.



LITERATUR

[1] SIA 385/1: 2011, Anlagen für Trinkwasser in Gebäuden - Grundlagen und Anforderungen



GEWERKE:

1

2

PROJEKTPHASEN: