

ELEKTRISCHE HEIZBÄNDER FÜR WARMWASSERLEITUNGEN UND FROSTSCHUTZ

ELEKTRISCHE HEIZBÄNDER KÖNNEN ELEGANTE LÖSUNGEN FÜR WARMHALTE-AUFGABEN IM SANITÄR-BEREICH WIE AUCH FÜR FROSTSCHUTZ-AUFGABEN ERMÖGLICHEN. SORGFÄLTIGE ABKLÄRUNG UND PLANUNG SOWIE MODERNSTE TECHNIK SIND ABER NÖTIG, DAMIT SIE NICHT ZU ENERGIEFRESSERN WERDEN.

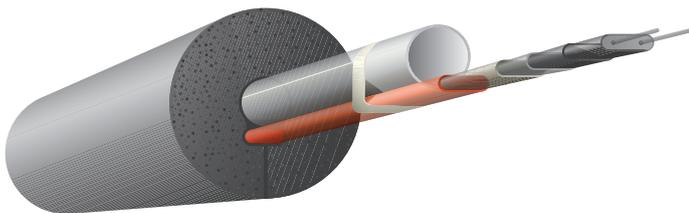
IN DIESEM MERKBLATT WERDEN ZWEI ANWENDUNGEN ELEKTRISCHER HEIZBÄNDER BEHANDELT:

A) Warmhaltung von Warmwasserleitungen und **B)** Frostschutz von Leitungen und (Dach-) Rinnen

GRUNDLAGEN FÜR BEIDE ANWENDUNGEN

ALTERNATIVEN PRÜFEN, VORSCHRIFTEN BEACHTEN

Strom ist die wertvollste Energieform – oft lohnt sich eine sorgfältige Prüfung, ob die Aufgaben Warmhaltung oder Frostschutz auf eine andere Art gelöst werden können. Zudem sind die gesetzlichen Anforderungen zu beachten, z.B. zur lückenlosen Dämmung von Warmwasserleitungen und zum Heizen im Freien bei Frostschutz-Anwendungen.



Quelle Bild Ansicht: Martina Wyss, www.mawys.ch

DIE BESTE STEUERUNG LOHNT SICH

Erweisen sich Heizbänder (Abb. 1) als beste Lösung, so lässt sich der Stromverbrauch durch eine optimale Steuerung in Grenzen halten. Gute Steuerungen/Regelungen können die Heizleistung dem effektiven Bedarf stufenlos anpassen und zudem die Einschaltbedingungen präzise ermitteln. Bei Frostschutzanwendungen reicht der Selbstregeleffekt keinesfalls, da sich die Leistungsaufnahme im massgebenden Temperaturbereich nur wenig verändert (vgl. auch Heizband-Charakteristik, Abb. 7).

- Moderne Mikroprozessor-Steuerungen sind bei der Warmhaltung von Warmwasserleitungen einfachen elektronischen Leistungsstellern überlegen und erzielen Einsparungen bei den Stromkosten, die die Mehrkosten in wenigen Jahren überwiegen. Abb. 4 illustriert das Einsparpotenzial bei Warmwasserverteilsystemen.
- Mit Leistungsstellern kann die Betriebsspannung reduziert und so die Haltetemperatur von Heizbändern abgesenkt werden.

- Elektromechanische Thermostate sind nicht ausreichend zur Steuerung von Dachrinnen-Heizbändern, da damit auch bei Trockenheit geheizt wird. Vgl. «Frostschutz von Leitungen und Rinnen».
- Kompetente Planung und Ausführung sind auch bei der Steuerung für den Erfolg entscheidend, z.B. richtige Fühlermontage und Programmierung von Regelungen. Unterstützung dabei bieten die Hersteller an.

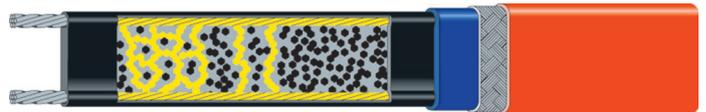


Abb. 1: Ansicht und Aufbau eines selbstregelnden elektrischen Heizbandes. Die unterschiedlich dichten «Strompfade» symbolisieren die Veränderung der Leitfähigkeit durch den Selbstregeleffekt (links kühler: hohe Leistung, rechts wärmer: tiefere Leistung).

Quelle Bild Aufbau: Raychem/Pentair Thermal Management

UMFASSENDE SYSTEMVERGLEICH

Für den Vergleich von Systemen mit Heizbändern mit anderen Lösungen müssen alle Kosten über die zu erwartende Nutzungsdauer berücksichtigt werden (kapitalisiert oder als Annuitäten):

- Investitionskosten Haustechnik, inkl. Leitungswärmedämmung und Elektroinstallationen
- Investitionskosten bzw. -differenzen baulicher Massnahmen (z.B. um Heizband zu vermeiden)
- Betriebs-, und insbesondere Energiekosten, mit angemessenen Teuerungsfaktoren.

Zudem sind die ökologischen Auswirkungen zu berücksichtigen (z.B. Energieträger, Materialien).

A) WARMHALTUNG VON WARMWASSERLEITUNGEN

Bei Warmwasserverteilungen müssen die Ausstosszeiten gemäss SIA-Norm 385/1 (Anlagen für Trinkwarmwasser – Grundlagen und Anforderungen) eingehalten werden. Dies ist – ausser bei sehr kompakten Anlagen in Einfamilienhäusern oder mit Frischwassermodulen – mittels Warmhaltung der Verteilung zu gewährleisten. Die «klassische» Methode ist ein Zirkulationssystem (Abb. 3). Mit der «Rohr-an-Rohr»-Anordnung (Abb. 2) reduzieren sich die Wärmeverluste gegenüber zwei separaten Leitungen bedeutend.

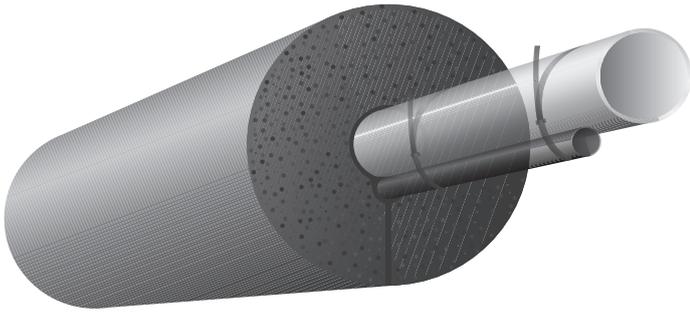


Abb. 2: «Rohr-an-Rohr»-Anordnung. Quelle: Martina Wyss, www.mawy.ch

ANSPRUCHSVOLLE PLANUNG VON HEIZBÄNDERN:

- Die Haltetemperatur muss richtig berechnet bzw. der richtige Heizbandtyp gewählt werden. Der Selbstregeleffekt spielt nur in engen Grenzen. Ist die Haltetemperatur zu hoch (bzw. höher als die Warmwassertemperatur am Eintritt der Verteilung), steigt der Elektrizitätsverbrauch deutlich an, da immer elektrisch nachgeheizt wird. Leistungssteller zur gezielten Reduktion der Haltetemperatur sind empfehlenswert, die zusätzlichen Kosten sind relativ bescheiden.
- Zusätzlich zur Optimierung der Haltetemperatur ermöglichen Mikroprozessor-Steuerungen (Abb. 4) auch temporäre Temperaturabsenkungen, z.B. indem die Steuerung die

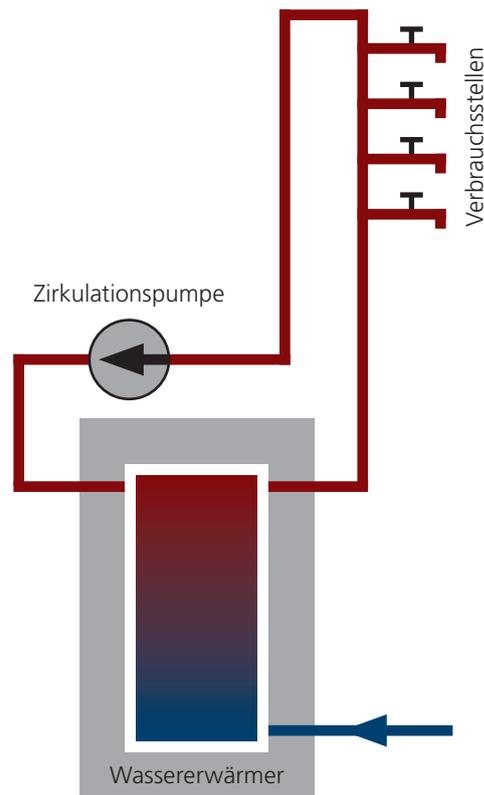


Abb. 3: Zirkulationssystem (schematisch). Quelle: Martina Wyss, www.mawy.ch

Nutzungsgewohnheiten kennen lernt. Diese Steuerungen kosten deutlich mehr als reine Leistungssteller. Bei grösseren Rohrenweiten kann die Aufheizzeit nach einer Abkühlung allerdings zwei und mehr Stunden betragen, was bei der Programmierung zu berücksichtigen ist. Bei Entnahme ohne Bereitschaft des Heizbands (d.h. bei kalter Leitung) kann die Ausstosszeit sehr lange werden, was in Mehrfamilienhäusern problematisch sein kann.

ELEKTRISCHE HEIZBÄNDER IM VERGLEICH MIT ZIRKULATIONSSYSTEMEN

VORTEILE DER HEIZBÄNDER GEGENÜBER DER ZIRKULATION	NACHTEILE DER HEIZBÄNDER GEGENÜBER DER ZIRKULATION
Keine Zirkulationsrückleitung erforderlich, dadurch kleinerer Platzbedarf und kleinere Wärmeverluste. Gegenüber dem «Rohr-an-Rohr»-System sind die Unterschiede jedoch gering.	Heizbänder können zum grössten Elektrizitätsverbraucher im Haushalt werden, vor allem wenn die Wärmedämmung der Leitung nur den Minimalanforderungen genügt und nicht lückenlos ist. Da der Elektrizitätsverbrauch meist nicht separat ausgewiesen ist, bleibt dies in der Regel verborgen.
Keine Durchmischung und Abkühlung des Warmwasserspeichers durch die Einspeisung des Zirkulationsrücklaufs (dieser Effekt kann allerdings durch geeignete Vorkehrungen auf ein Minimum reduziert werden). Bei temperatursensiblen Systemen wie bei Wärmepumpen oder Sonnenkollektoren ist dies besonders wichtig.	Reparaturen von defekten Warmhaltebändern sind schwierig bzw. unmöglich, wenn sie im Baukörper integriert (einbetoniert) sind. Der spätere Einbau einer Zirkulation kann sehr aufwendig werden.
	Energieträger Elektrizität: nachträglich nicht zu ändern, etwa um erneuerbare Energie von Sonnenkollektoren, Wärmepumpe oder Holz einzusetzen.

ELEKTRIZITÄTSVERBRAUCH

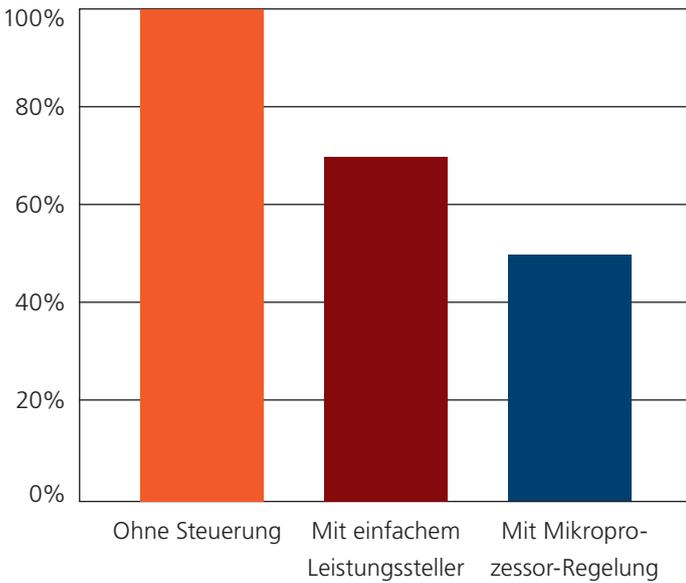


Abb. 4: Elektrizitätsverbrauch von selbstregelnden Heizbändern, je nach Steuerung.
Quelle: Raychem/Pentair Thermal Management

WARMWASSERVERTEILUNG ENERGIEEFFIZIENT AUSLEGEN

- Kleinstes warmzuhaltendes Ausmass anstreben (z.B. nur UG-Warmwasserverteilung, oder nur bis zum Wohnungsverteiler), unter Beachtung der zulässigen Ausstosszeiten gemäss SIA 385/1: sie beträgt 10 Sekunden mit warmgehaltener Verteilung, 15 Sekunden ohne. Eine optimale Lösung erfordert die frühzeitige Zusammenarbeit von Architekt und Gebäudetechnikplaner, die Anordnung der Nassräume ist wichtig für die Warmhalteverluste. Die Anforderung zur Verlustzahl gemäss SIA 385/2 (Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Warmwasserbedarf, Gesamtanforderungen und Auslegung) muss eingehalten werden.
- Eine lückenlose Wärmedämmung ist notwendig, Dämmdicken müssen mindestens der SIA-Norm 385/1 entsprechen (Tabelle 1).

- Die Ausstossleitung zum Küchenspültisch darf gemäss SIA 385/1 (bzw. Korrigenda) dünn wärmegeklämt werden. Dies erhöht den Komfort beträchtlich, weil dort oft in kurzen Abständen gezapft wird, und vermindert den Energieverbrauch durch Ausstossverluste.

ROHR-AUSSENDURCHMESSER D _A , IN MM	18	22	28	35	42
Wärmeleitwert λ (Lambda) in W/(m·K)					
0,015	11	12	14	16	19
0,020	18	20	23	26	29
0,025	28	31	34	38	42
0,030	42	45	49	53	58
0,035	60	63	68	72	78
0,040	72	88	92	97	103

Tab. 1: Mindestdämmdicken von Warmwasserverteilungen in mm, gemäss SIA 385/1 (Auszugsweise)

Hinweis zu den λ-Werten in Tabelle 1:

Zurzeit (2016) sind für die Wärmedämmung von Warmwasserverteilungen vorwiegend Materialien mit λ-Werten von ca. 0,025 W/(m·K) – z.B. PIR – oder 0,035 W/(m·K) – Mineralwolle, kann wegen des Brandschutzes gefordert sein – im Einsatz. Die Entwicklung von Dämmstoffen auf Basis von Aerogel und Vakuumdämmungen lässt aber vermuten, dass in absehbarer Zeit tiefere λ-Werte zum Einsatz kommen können.

BEI HEIZBÄNDERN FÜR DIE WARMHALTUNG ZU BEACHTEN

- Heizbandstücke dürfen nie frei liegen. Eine lückenlose Wärmedämmung ist unabdingbar (Abb. 5).
- Zwischen Speicher und mit Heizbändern warmgehaltenen Leitungen darf kein «kalter Zapfen» entstehen (Abb. 6).



Abb. 5: Trotz heissem Heizband – aufgrund der erhöhten Wärmeverluste – entstehen ein «kalter Zapfen» und grosse Verluste. Die Wärmedämmung muss durchgezogen werden, mit Ausschnitten für Handrad und Zählerkopf. Foto J. Nipkow

- Es sollte immer das passende Heizbandprodukt (Temperaturstufe) ausgewählt werden: nicht zu hoch, sonst wird bei sehr guter Wärmedämmung die resultierende Halte-temperatur zu hoch (Abb. 7). Zur Vorbeugung von Legionellen sollte die Halte-temperatur allerdings nicht unter 55 Grad liegen.
- Verbindungsarmaturen von Heizbändern sollten nicht direkt auf warme Rohre montiert werden. Beachten Sie dazu die Hinweise der Systemanbieter.
- Setzen Sie energiesparende Steuerungen ein – die beste lohnt sich immer, vgl. Abschnitt oben. Die Steuerung sollte immer bedürfnisgerecht eingestellt werden.
- In der Gesamtanforderung gemäss SIA 385/2 (Limitierung der Speicher- und Verteilverluste) wird elektrische Hilfsenergie mit dem «Wertigkeitsfaktor» 2,5 belastet, was auch für Heizbänder gilt. Die Berechnung muss gemäss SIA 385/2 vorgenommen werden. Beispielrechnungen haben ergeben, dass Heizbänder etwa gleich wie gute «Rohr-an-Rohr»-Zirkulationssysteme abschneiden.

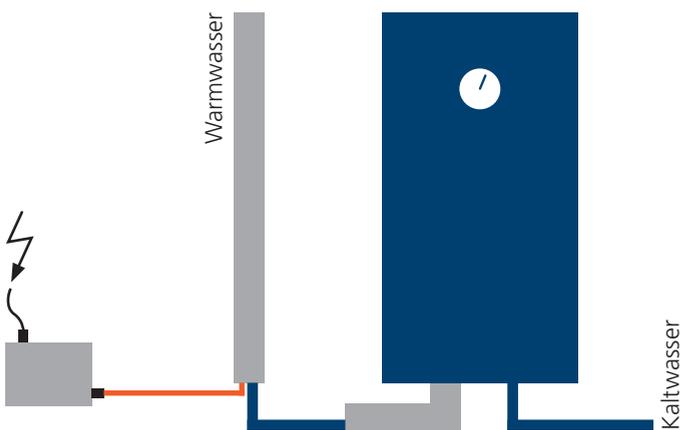
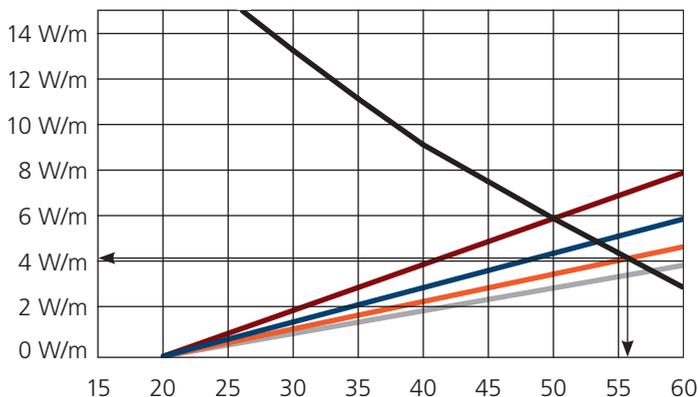


Abb. 6: Das tiefliegende Leitungsstück ohne Heizband kühlt trotz der Wärmedämmung aus; das Heizband müsste direkt beim Speicheraustritt eingeführt werden, die Wärmedämmung muss lückenlos ausgeführt werden.

Wenn bei Warmwasserverteilungen leistungsstärkere Heizbänder (als gemäss Abb. 7) installiert werden, könnten die Halte-temperaturen zu hoch werden, was höhere Verluste verursacht. Leitungs-isolierungen mit Verlusten von 0,2 W/(m·K) und mehr sind gemäss SIA 385/1 (und den Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich MuKEn) nur noch in wenigen Fällen ($D_a > 60\text{mm}$) zulässig. Tabelle 2 gibt Beispiele für die Wärmeverluste von Rohrleitungen mit den Mindestdämmdicken gemäss SIA 385/1 und den zurzeit gängigen Materialien bzw. λ -Werten.

HEIZBAND-CHARAKTERISTIK UND -ARBEITSPUNKTE



- Heizband für WW-Verteilung
- 0,20 W/(m·K) / 20 °C
- 0,15 W/(m·K) / 20 °C
- 0,12 W/(m·K) / 20 °C
- 0,10 W/(m·K) / 20 °C

Abb. 7: Heizband-Charakteristik und -Arbeitspunkte: Zusammenhang zwischen Wärmeverlust (abhängig von Rohrdurchmesser und Dämmstärke) und resultierender Halte-temperatur sowie Leistungsaufnahme des Heizbands in Watt pro Meter. Die Leistungsverlustkurven ergeben auf der W/m-Skala links die effektiven Leistungsverluste bei den entsprechenden Leitungstemperaturen, z.B. 4,2 W mit 0,12 W/(m·K) bei 56 Grad Leitungstemperatur. (Achtung: W/(m·K) ist hier nicht der λ -Wert des Dämmstoffes, sondern der Rohr-Wärmeverlust pro Meter und Kelvin Temperaturdifferenz). Mit dem Heizband gemäss Abb. 7 ergeben sich bei normgerechten Isolierungen Halte-temperaturen von 53 bis 58 Grad, z.B. 57,6 Grad mit einer Isolierung von 0,1 W/(m·K), die entsprechende Verlustleistung ist 3,8 W. Vgl. dazu auch Tabelle 2.

ROHR-AUSSENDURCHMESSER D_a , IN MM		18	22	28	35	42
$\lambda = 0,025 \text{ W/(m·K)}$ z.B. PIR	Mindest-Dämmdicke gem. SIA 385/1, in mm	28	31	34	38	42
	Effektive verfügbare Dämmdicke, in mm	30	40	40	40	50
	Rohrwärmeverlust mit effektiver Dicke in W/(m·K)	0,098	0,096	0,108	0,122	0,124
	Rohrwärmeverlust in W, bei einer Temperaturdifferenz von 40K	3,92	3,84	4,32	4,88	4,96
$\lambda = 0,035 \text{ W/(m·K)}$ z.B. Mineralwolle	Mindest-Dämmdicke gem. SIA 385/1, in mm	60	63	68	72	78
	Effektive verfügbare Dämmdicke, in mm	60	80	80	80	80
	Rohrwärmeverlust mit effektiver Dicke in W/(m·K)	0,101	0,097	0,106	0,118	0,133
	Rohrwärmeverlust in W, bei einer Temperaturdifferenz von 40K	4,04	3,88	4,24	4,72	5,32

Tab. 2: Beispiele effektiver Rohrwärmeverluste für typische Dämmmaterialien mit entsprechenden Wärmeleitwerten λ .

B) FROSTSCHUTZ VON LEITUNGEN UND (DACH-) RINNEN

GESETZLICHE VORSCHRIFTEN BEACHTEN

Beim Frostschutz ist die Gesetzgebung im Gebäudebereich zu beachten, wofür die Kantone zuständig sind. In den meisten Kantonen gilt die folgende Regelung:

Heizungen im Freien (Terrassen, Rampen, Rinnen, Sitzplätze usw.) sind ausschliesslich mit erneuerbarer Energie oder nicht anders nutzbarer Abwärme zu betreiben.

Die Beschränkungen für Aussenheizungen sollen sicherstellen, dass derartige Beheizungen nur bei ausgewiesenem Bedarf erstellt und/oder geeignete Systeme verwendet werden. Der Betrieb von Aussenheizungen mit nichterneuerbaren Energien ist nur zulässig, wenn

1. es die Sicherheit oder der Schutz erfordert,
2. bauliche und betriebliche Massnahmen nicht ausführbar oder unverhältnismässig sind,
3. eine temperatur- und feuchteabhängige Regelung eingebaut ist.

Die drei Voraussetzungen sind kumulativ, d.h. es sind immer alle drei Voraussetzungen zu erfüllen. Wenn das gegeben ist, so kann eine Frostschutzheizung eingesetzt werden.

Quelle: Vollzugshilfe EN-10, www.endk.ch » Fachleute

LEITUNGEN OHNE HEIZBAND VOR FROST SCHÜTZEN

- Leitungstrassen sollten ausserhalb der Frostzonen geführt werden; im Grenzbereich frostsichere Ausflussarmaturen einsetzen.
- Nicht beheizte Räume sollten so in die Wärmedämmung einbezogen werden, dass keine Frostgefahr besteht.
- Ganz kurze Leitungsstücke lassen sich mit verstärkter Wärmedämmung der Leitung schützen, wenn eine ausreichende Wärmezufuhr zu den angrenzenden Teilen gewährleistet ist (Zirkulation, allenfalls durch Thermosiphon-Wirkung).

EINE GEEIGNETE STEUERUNG/REGELUNG IST UNABDINGBAR

Muss eine Frostschutzheizung bzw. ein Heizband eingesetzt werden, so ist unbedingt eine bezüglich Energieeffizienz optimierte Steuerung zu verwenden:

- Zur Steuerung von Dachrinnen-Heizbändern sind elektro-mechanische Thermostate nicht ausreichend, da auch bei Trockenheit geheizt wird. Erforderlich sind elektronische Regelungen, welche das Vorhandensein von Feuchte erfassen und die Heizbandtemperatur durch Messung der Umgebungstemperatur auf das erforderliche Minimum beschränken.

- Thermostate für den Frostschutz müssen eine kleine Schaltdifferenz (Aus – Ein) aufweisen und der richtige Schaltpunkt (ob Ein oder Aus) muss klar sein bzw. getestet werden. Geräte mit der üblichen Schaltdifferenz von 2 Grad genügen dieser Anforderung nicht.
- Für Frostschutz an Rohrleitungen sind Steuerungen bzw. Thermostate mit Rohranlegefühler zu verwenden, da die Rohrtemperatur u.U. bei kurzzeitig tiefer Raumtemperatur noch im sicheren Bereich sein kann.

PLANEN UND BAUEN OHNE FROSTSCHUTZHEIZUNG

Gebäudekonzept

- Schmetterlings- und Shed-Dachformen (Abb. 8) erfordern in Klimaregionen mit viel Schneefall vertiefte Überlegungen zum Frostschutz. Wenn möglich sollen diese Dachformen vermieden werden.

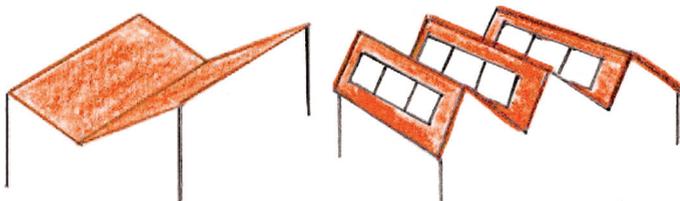


Abb. 8: Schmetterlingsdach (links) und Sheddach (rechts).

- Eingangs- und Durchgangszonen nicht unter kritischen Dachtraufen und Dachpartien anordnen.
- Statt Freiflächenheizungen, die vielerorts verboten sind, gewährleisten geeignete Beläge und Räumungskonzepte die Sicherheit bei Schnee und Eis.

Dachkonstruktion und Unterdach

- Es empfiehlt sich, das Unterdach fugenlos wasser- und auch luftdicht auszuführen und darüber eine belüftete Konterlattung anzubringen – dies hilft auch gegen Flugschnee.
- Die Entwässerung des Unterdachs im Gebirge sollte über die Dachrinne geschehen (langes Einlaufblech).

Dachentwässerung richtig konstruieren und dimensionieren

- Die Dachentwässerung muss gross genug (Dachfläche, Niederschlagsmenge) und richtig platziert sein (kein überlaufendes Wasser bei Schnee oder Eis) und ein genügend grosses Gefälle haben. «Elegante» elektrische Lösungen können teuer werden (vgl. Beispiel: Kostspielige «elegante» Lösung).

Beispiel: Kostspielige «elegante» Lösung

Elektrische Heizbänder bieten sich als «elegante» Lösungen für Frostschutzprobleme an. Rechnet man den Stromverbrauch über die Lebensdauer ein, so können dies teure Lösungen werden, vor allem wenn Details und Steuerung nicht durchdacht sind. Ein Beispiel dazu:

20 m Dachrinnen-Heizband, nur mit Thermostat gesteuert:

- | | |
|---|---------------|
| • Leistungsaufnahme 20 W/m: | 400 W |
| • 2500 Std./Jahr bei Aussentemperaturen unter 4 Grad eingeschaltet: | 1000 kWh/Jahr |
| • Energiekosten pro Jahr, mittlerer Strompreis 20 Rp./kWh: | 200 CHF/Jahr |
| • Energiekosten in 40 Jahren: | CHF 8000.– |

- Dachwasserfallrohre müssen ebenfalls richtig dimensioniert werden. Dabei ist es sinnvoll, sie so zu planen, dass bei einer möglichen Verstopfung durch Blätter, Schnee oder Eis ein gefahrloser Überlauf resultiert.
- Noch besser sind gut platzierte, offene Speier, wenn die Versickerung möglich oder vorgeschrieben ist.
- In den Bergen können ausschwenkbare bzw. ausklinkbare Fallrohre (Abb. 9) Frostprobleme entschärfen; im Sommer eingeklinkt verhindern sie das Spritzen.



Abb. 9: Fallrohr-Frostschutz. Quelle: C. U. Brunner, Zürich

UM MEHR ZU ERFAHREN

- SIA Norm 385/1:2011 und Korrigenda 385/1-C1, Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen
- SIA Norm 385/2:2015, Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Warmwasserbedarf, Gesamtanforderungen und Auslegung
- SIA-Dokumentation D 0244:2016, Anlagen für Trinkwasser in Gebäuden – Erläuterungen zu den Normen 385/1 und 385/2.
- Elektrische Heizbänder, Anwendungen, Energieverbrauch und Sparmöglichkeiten. Schlussbericht BFE-Forschungsprojekt (www.bfe.admin.ch/dokumentation/energieforschung), J. Nipkow, 2003
- Datenblätter und Planungs- und Montagehinweise der Systemanbieter und Hersteller. Die Vorgaben sind auch wegen der Garantie einzuhalten.