

Sicherheit und Hygiene in Verbindung mit Sekundärkreisläufen

Ausgangslage

Bei Hygiene- und Sicherheitsfragen im Zusammenhang mit Sekundärkreisläufen haben diverse Vorschriften Gültigkeit. Nicht immer ist klar, wie die Vorschriften zu interpretieren und welche Vorgaben jeweils vorrangig zu beachten sind. Im vorliegenden Merkblatt sind Umsetzungsempfehlungen zu den verschiedenen Vorgaben zu finden.

Die folgenden Empfehlungen bezüglich Sicherheit in Sekundärkreisläufen (beispielsweise Sekundärkreisläufe für Abwärmenutzung, Rückkühlung etc.) sind angelehnt an:

- ▶ Richtlinien SWKI HE301-01 (Ausgabe 2020-08) «Sicherheitstechnische Einrichtungen für Heizungsanlagen»
- ▶ SVGW W3/E3 (Ausgabe 2020) «Hygiene in Trinkwasserinstallationen»
- ▶ die SIA Norm 385/1 (Ausgabe 2020-10) «Anlagen für Trinkwasser – Grundlagen und Anforderungen».

Geltungsbereich

Die im Merkblatt formulierten Empfehlungen gelten für:

- ▶ Wärme- und Kälte-träger wie Wasser und Wassergemische mit einer Siedetemperatur von ca. 100 °C.
- ▶ Temperaturen im Wärmeträgerkreislauf < 110 °C. Falls die Temperatur 110 °C überschreiten kann, gelten die Vorschriften für Heisswasser- und Dampf-anwendungen, insbesondere die Vorgaben der Druckgeräteverordnung.

Die Vorgaben nach SN EN 378 bezüglich Sicherheit in Sekundärkreisläufen sind ebenfalls zu berücksichtigen.

Sicherheitselemente im Sekundärkreislauf

Sicherheitsventile

Die minimale Absicherung auf der Wärmeträgerseite orientiert sich an der SWKI-Richtlinie HE301-01. Anhand der Nennwärmeleistung (Auslegungsleistung) des Wärmeübertragers ist gem. Abb. 1 ein Sicherheitsventil ① vorzusehen. Die Anforderungen an die Sicherheitsventile gemäss HE301-01, Seite 46, Tabelle 5 sind einzuhalten.

Auszug aus SWKI HE301-01: Für die Absicherung der Wärmeübertrager und der Anlagenteile sind Sicherheitsventile einzusetzen, die für Flüssigkeiten, Gase und Dämpfe geeignet sind. Sie müssen gegen unbefugtes Verstellen des Ansprechdruckes gesichert und plombiert sein.

Sie müssen anlüftbar sein und anschliessend wieder dicht schliessen. Ausserdem sollen sie weder zum Verkleben noch zum Verklemmen neigen.

Es dürfen nur Sicherheitsventile eingebaut werden, die den einschlägigen Normen entsprechen und geprüft wurden (Bauteilprüfung). Insbesondere ist darauf zu achten, dass die Sicherheitsventile für das zum Einsatz gelangende Wärmeträgermedium und dessen Betriebsbedingungen geeignet sind.

Nennwärmeleistung kW	≤ 350	≤ 700	≤ 1500	≤ 3000	≤ 5000
Abblasteistung des Sicherheitsventils in l/h	350	700	1500	3000	5000
Anschlussleitung iSV in DN	15	20	25	32	40
Abblasteitung iSA ₂ in DN	20	25	32	40	50

Tabelle 5 aus SWKI HE301-01: Mindestdurchmesser DN für Anschlussleitung iSV und Sicherheitsventil-Abblasteitung bei Absicherung von Wärmeübertragern gegen Drucküberschreitung infolge Ausdehnung

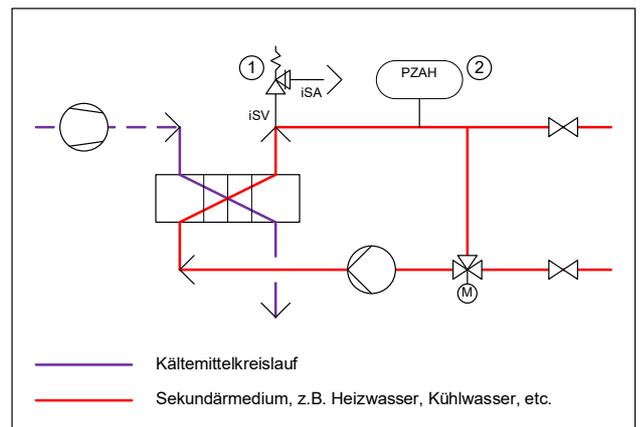


Abb. 1: Anordnung Sicherheitseinrichtungen im Sekundärkreislauf. PZAH = Sicherheitsdruckschalter, Einstellung/Alarm max. (Bildquelle SVK)

Ergänzende Absicherung zu Sicherheitsventil auf der Wärmeträgerseite

Auszug aus SWKI HE301-01: Liegen die Druckdifferenz zwischen dem Kältemittelkreislauf jeweils beim Eintritt des Verdampfers respektive des Kondensators und dem Heiz-, Rückkühl- oder Kühlsystem über 20 bar und die Leistung des Wärmeübertragers über 50 kW, ist in die Anschlussleitung des Anlagen-Sicherheitsventils im Heiz-, Rückkühl- oder Kühlsystem ein Druckwächter einzubauen. Die Einstellung des Druckwächters im Heiz- oder Rückkühl-system hat so zu erfolgen, dass dieser vor dem Ansprechen des Sicherheitsventils Alarm auslöst und den Kältemittelverdichter abschaltet oder den betroffenen Wärmeübertrager kältemittelseitig entkoppelt, sodass kein zusätzliches Kältemittel ins Heiz- oder Rückkühl-system nachströmen kann. Der Druckwächter im Kühlsystem soll vor dem Ansprechen



des Sicherheitsventils lediglich Alarm auslösen.

Das Signal des Druckwächters ist durch den Anlagenersteller der Kälteanlage in deren Schaltkreis zu integrieren. Fabrikat und Typ des Druckwächters sind mit dem Anlagenersteller der Kälteanlage abzusprechen und allenfalls durch diesen zu liefern.

Umsetzungsempfehlung des SVK:

Bei einem maximalen Betriebsüberdruck (PS)¹ im Kältemittelkreislauf von > 20 bar und einer Wärmeleistung des Wärmeübertragers von > 50 kW ist zusätzlich ein Sicherheitsdruckschalter PZAH (Druckwächter) mit mechanischer Vorort-Quittierung einzubauen (siehe Abb. 1 ②). Es ist sicherzustellen, dass bei einer Überschreitung des eingestellten maximal zulässigen Drucks am Sicherheitsdruckschalter der Druck im Kältemittelkreislauf am Wärmeübertrager abgesenkt und ein Alarm abgesetzt wird. Einstellungsvorschlag für Sicherheitsdruckschalter: 1 bar tiefer als der Abblasedruck des Sicherheitsventils.

Empfohlene Massnahmen

Es gilt zu verhindern, dass bei einem unzulässigen Druckanstieg beim Sekundärmedium Kältemittel in den Sekundärkreislauf nachströmt. Der SVK empfiehlt folgende Massnahmen:

- ▶ Wenn möglich: Automatische Absperrventile zur Umgehung des betroffenen Wärmeübertragers vorsehen, d.h. Entkoppelung des betroffenen Anlagenteils auf der Kältemittelseite.
- ▶ Mindestens jedoch: Verdichter ausschalten (Vorsicht: Bei R744-Anlagen kann der Stillstandsdruck auch bei abgeschaltetem Verdichter sehr hoch bleiben).

Eine weitere mögliche Massnahme ist der Einsatz von doppelwandigen Wärmeübertragern. Diese verunmöglichen, dass Kältemittel in den Sekundärkreislauf strömt. Bei einer Leckage gelangt entweder zuerst Sekundärmedium oder Kältemittel in die Umgebung.

Grundsätzlich wäre auch eine Druckentlastung durch Ablassen des Kältemittels von der Hochdruck- auf die Niederdruckseite (Überströmung) oder an die Umgebung (Abblasen) möglich. Aus Umweltschutzgründen rät der SVK vom direkten Abblasen an die Umgebung ab. Diese Massnahme empfiehlt der SVK nur in Ausnahmefällen, wenn keine andere Lösung die notwendige Sicherheit gewährt.

Können bei einem Ausfall einer Umwälzpumpe im Sekundärkreislauf Temperaturen über 100 °C entstehen, empfiehlt der SVK den Einbau eines Strömungs- und/oder Temperaturwächters. Mit der Auslösung ist sicherzustellen, dass entweder der Wärmezuffluss gestoppt wird oder die Wärme sicher abgeführt werden kann, so dass im Sekundärkreislauf keine sicherheitskritische Temperatur erreicht wird. Der Temperaturwächter ist korrekt zu platzieren, idealerweise unmittelbar beim Wärmeübertrager-Austritt (Austritt Sekundärmedium).

Gefährdung Wärmeübertrager der Kälteanlage/Wärmepumpe aufgrund Druckanstieg im Sekundärkreislauf

Normalerweise liegt der Konstruktionsdruck im Sekundärkreislauf deutlich tiefer als der Konstruktionsdruck im Kältemittelkreislauf. Deshalb besteht für den Wärmeübertrager keine Gefahr durch einen zu hohen Druck im Sekundärkreislauf. Das einzubauende Sicherheitsventil im Sekundärkreislauf unterliegt somit bezüglich Auslegung, Absicherung und Meldung nicht den Vorgaben der Druckgeräteverordnung.

Der SVK erachtet folgende Drucksituation als unkritisch: Der Konstruktionsdruck auf der Kältemittelseite ist 30 % höher – mindestens jedoch 5 bar höher – als der Konstruktionsdruck auf der Sekundärmedienseite am betroffenen Gerät (Wärmeübertrager).

Sind die als unkritisch bezeichneten Anforderungen nicht erfüllt und kann folglich der Systemdruck und/oder die Systemtemperatur im Sekundärkreislauf den Wärmeübertrager gefährden, dann ist der Wärmeübertrager im Sekundärkreislauf mit einem Sicherheitsventil gemäss Druckgeräteverordnung abzusichern. Die Auslegung des Sicherheitsventils (Ventil zum Schutz des Wärmeübertragers) ist auf die Kälteanlage und nicht auf den Sekundärkreislauf abzustimmen.

Minimaler Systemdruck bei hohen Oberflächentemperaturen

Bei hohen Oberflächentemperaturen (ab ca. 100 °C), z.B. im Enthitzer oder Gaskühler, können bei zu tiefem Mediendruck Dampfblasen entstehen, die zu einer Beschädigung des Wärmeübertragers führen können.

Der SVK empfiehlt einen Systemdruck im Sekundärmedium, der zumindest dem Satttdampfdruck der maximal möglichen Druckgastemperatur entspricht.

¹ Gilt für den jeweiligen max. Betriebsüberdruck (PS) gemäss Druckgeräteverordnung am betroffenen Wärmeübertrager.



Beispiele:

- ▶ Druckgastemperatur ca. 150 °C = Sattedampfdruck 5 bar_ü im Sekundärkreislauf
- ▶ Druckgastemperatur ca. 132 °C = Sattedampfdruck 2 bar_ü im Sekundärkreislauf.

Der Fachplaner/Installateur ist frühzeitig zu informieren, damit das Sekundärsystem korrekt ausgelegt werden kann.

Risikoanalyse / Risikomanagement

Für Kälteanlagen und Wärmepumpen sind in der Regel alle möglichen Gefahren und Risiken zu analysieren und die nötigen sicherheitstechnischen Massnahmen festzulegen. Bei steckerfertigen Kleinanlagen kann auf die Risikoanalyse verzichtet werden.

Absicherungen Verdampfer

Bei tiefen Kälte-träger-temperaturen (in der Regel < 0 °C) besteht nach der Abschaltung – bei geschlossenen Absperrungen im Sekundärkreislauf – die Gefahr eines Druckanstieges durch Wärmeeinwirkung aus der Umgebung. Der SVK empfiehlt in solchen Fällen den Einbau eines Sicherheitsventils auf der Sekundärseite. Für die Dimensionierung und die Ausführungsqualität des Sicherheitsventils kommen die Vorgaben aus HE301-01, insbesondere die Bestimmungen aus Tabelle 5, zur Anwendung (siehe Kapitel «Sicherheitselemente im Sekundärkreislauf»). Mit Blick auf die Tabelle 5 ist für die Umgebung die Nennwärmeleistung mit < 350 kW anzunehmen.

Sekundärkreisläufe mit Trinkwasser

Grundsätzlich gilt: Hygiene-Anforderungen (Gesundheitsschutz) stehen vor Energieeffizienz-Anforderungen. Folglich hat die SVGW-Richtlinie W3/E3² übergeordnete Bedeutung.

Auszug aus SVGW W3/E3:

Warmwasservolumen mit Temperaturen < 50 °C lassen sich aus hygienischer Sicht mit keiner Massnahme zufriedenstellend speichern. Energieeinträge mit Temperaturen < 50 °C, wie Wärmerückgewinnung aus gewerblicher Kälte, Solaranlagen für Warmwasservorerwärmung usw., sind deshalb in Betriebswasserspeichern zu lagern (Anhang 11, Abb. 37). Alternativ können Kombispeicher verwendet werden, bei denen das Trinkwasservolumen in den Vorwärm- und Mittelwärmzonen insgesamt kleiner als

30 % des täglichen Nutzwarmwasserbedarfs gemäss SIA 385/2 ist.

Mögliche Varianten für die Trinkwasser-Vorwärmung

Nachfolgend zwei mögliche Varianten zur Trinkwasser-Vorwärmung < 50 °C:

Beispiel 1

Auszug aus SVGW W3/E3, Anhang 11:

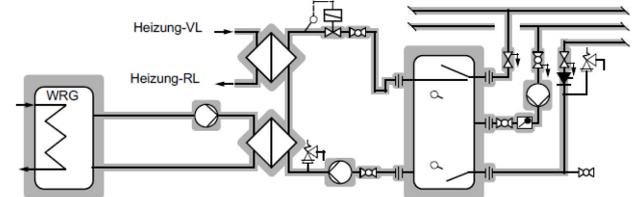


Abb. 37 aus SVGW W3/E3: Wärmerückgewinnung aus gewerblicher Kälte in WRG-Speicher, Warmwasseraufbereitung mit einem aussenliegenden Wärmeübertrager für die Trinkwasservorerwärmung und einem zusätzlichen aussenliegenden Wärmeübertrager für separaten Energieträger (Holz, Wärmepumpe, Gas, Öl, Elektrisch), Warmwasserspeicher mit Schichtladung und Drosselventil, mit drehzahlregulierter Ladepumpe.

Beispiel 2

Anwendung mit Spiralrohr-Speicher (vereinfachte Darstellung). Alternativ ist auch ein «Rossnagel-Speicher» möglich. Zu beachten ist immer, dass der Inhalt auf der Trinkwasserseite den SVGW-Vorgaben entspricht (Trinkwasservolumen in den Vorwärm- und Mittelwärmzonen insgesamt kleiner als 30 % des täglichen Nutzwarmwasserbedarfs gemäss SIA 385/2).

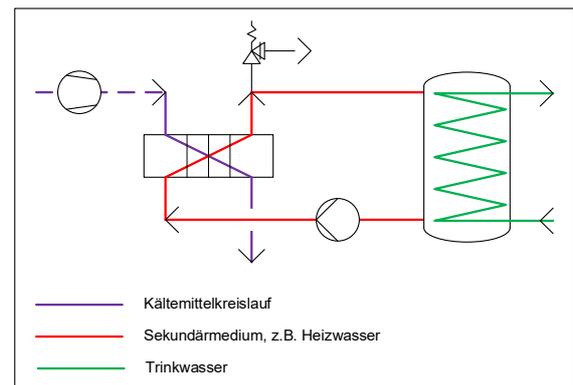


Abb. 2: Vereinfachte Darstellung Einbindung Spiralrohr-Speicher (Bildquelle SVK)

² Anmerkung zu den verwendeten Begrifflichkeiten: Der SVGW verwendet den Begriff Wärmerückgewinnung (WRG) anstelle von Abwärmenutzung (AWN).



Empfehlungen SVK bezüglich Trinkwasser-Vorwärmung:
In Verbindung mit Trinkwasser sind, wenn immer möglich, SVGW-zugelassene Wärmeübertrager und Komponenten einzusetzen. In der Regel werden in der Schweiz auch Geräte mit DVGW-Zulassung (deutscher Verband) akzeptiert. Bei Unklarheiten sind der Sanitärplaner oder die zuständigen Fachleute des SVGW beizuziehen.

Weitere wertvolle Praxis-Informationen, beispielsweise bezüglich Temperaturanforderungen, Trinkwasser-Befüllung vor Nutzungsbeginn oder Massnahmen bei Betriebsunterbrüchen sind im Suissetec-Merkblatt «Druckprüfung, Erstbefüllung und Spülung von Trinkwasserinstallationen nach SVGW W3/E3» zu finden.

Korrosionsproblem verursacht durch eindringendes Kältemittel in Sekundärkreisläufe

Kommt das Kältemittel mit dem Sekundärkreislauf in Berührung, dann kann dies Korrosionsprobleme verursachen. Z.B.:

- ▶ R717 (NH₃, Ammoniak) kann in Verbindung mit dem Sekundärkreislauf sämtliche Buntmetalle angreifen.
- ▶ R744 (CO₂, Kohlendioxid) kann Kohlensäure bilden und im Sekundärkreislauf zu Korrosionsproblemen führen.

Risiken bei Anlagen mit brennbaren oder giftigen Kältemitteln

Beim Einsatz von brennbaren und/oder giftigen Kältemitteln ist den Risiken Rechnung zu tragen. Nicht nur bei offenen Sekundärsystemen wie Trinkwasser ist ein Gefahrenpotential vorhanden. Das Unfallrisiko ist speziell bei Kältemitteln der Kategorie 3, z.B. Propan (R290), Isobutan (R600a), hoch.

Nachfolgend ein Gefahren-Szenario und entsprechende Empfehlungen für die Risikominderung (Szenario und Empfehlungen beziehen sich auf Anlagen mit brennbarem Kältemittel):

Szenario:

Kältemittel strömt bei einer Leckage im Wärmeübertrager in den Sekundärkreislauf. Bei einem Druckanstieg im Sekundärkreislauf bläst ein Sicherheitsventil brennbares

Kältemittel unkontrolliert in einen Innenraum ab. Im Innenraum steigt das Explosions- und Vergiftungsrisiko.

Empfehlungen:

Eine mögliche Massnahme ist, die Abblasleitung an einen sicheren Ort im Freien zu führen. Es dürfen auf keinen Fall automatische Entlüfter im Gebäude eingebaut werden.

Alle Gefahren und Risiken sind in einer entsprechenden Analyse zu beurteilen und die notwendigen Massnahmen umzusetzen. Bei im Freien aufgestellten Kälte- und Wärmepumpenanlagen mit brennbaren Kältemitteln ist im Rahmen der Risikoanalyse unbedingt zu beurteilen, wie hoch die Gefahr ist, dass Kältemittel über den Sekundärkreislauf im Gebäude verteilt werden kann.

Da sich viele Heizungs- und Sanitärplaner und Installateure der Gefahr nicht bewusst sind, empfiehlt der SVK den Kälte- und Wärmepumpenfachbetriebern, die Beteiligten bezüglich dieser Problematik zu informieren.

Schäden an Wärmeübertragern vermeiden

Sekundärmedien, aber auch Montagemängel können Schäden an Wärmeübertragern verursachen. Einige häufig auftretende Mängel sind in der Folge beschrieben (Aufzählung ist nicht abschliessend):

- ▶ Die Materialverträglichkeit zwischen Wärmeübertrager und Sekundärmedium ist zu prüfen. Ungeeignete Materialisierung führt früher oder später zu Leckagen.
- ▶ Die mechanische Entkoppelung ist sicherzustellen. Vibrationen können zu Materialermüdung und in der Folge zu Leckagen führen.
- ▶ Die galvanische Entkoppelung ist sicherzustellen. Kriechströme können zu Materialabbau und somit zu Leckagen führen. Dies ist speziell bei Sekundärmedien mit hohem elektrischem Leitwert wie z.B. Trinkwasser zu beachten.
- ▶ In Verbindung mit offenen Sekundärsystemen besteht immer das Risiko von Ablagerungen im Wärmeübertrager, bei Trinkwasser z.B. «Kalkbildung».

In Zusammenarbeit mit:

DIE PLANER.  **suissetec**
NETZWERK FÜR ENERGIE, UMWELT UND GEBÄUDETECHNIK

shkt vernetzt.
verbunden.
vertreten. seit
1980

