

Nur Auszug - Kapitel 03 als Leseprobe!

MODERNISIERUNG VON HEIZUNGSANLAGEN

Frank Hartmann



EDITION
WOHNENERGIE #01

Inhaltsverzeichnis

Kapitel ##01: Auf Herz und Nieren	5
Kapitel ##02: Kesselschau	15
Kapitel ##03: Heiße Rohre und Rippen	31
Kapitel ##04: Nachgefragt und dokumentiert	45
Kapitel ##05: Anamnese	57
Kapitel ##06: „Die Vielfalt der erneuerbaren Wärme“ (Interview)	71
Literaturhinweise und Normen	78
Praktische Checklisten	81

Schätze wie im Tal der Könige

So mancher Installateur, Planer oder Energieberater kennt die Spannung, wenn er die Tür zu einem fremden Heizungskeller öffnet: Sie ähnelt den Erwartungen des britischen Archäologen Howard Carter, der 1922 im ägyptischen Tal der Könige auf ein unbekanntes Grab gestoßen war. Schwere Türen schützten die Krypta. Als er sich ins Innere vorgearbeitet hatte, erwies sich sein Fund als sensationell: Das Grab barg die letzte Ruhestätte des jugendlichen Pharaos Tutanchamun. Es war gefüllt mit überraschenden Reichtümern.

In vielen deutschen Heizungskellern sieht es ähnlich aus. Bereits die Spinnweben an der Tür und quietschende Angeln geben erste Hinweise darauf, dass es auch hier ungekannte Schätze zu heben gilt. Nicht selten rührt ein altertümlicher Kessel vor sich hin, der dem Sarkophag Tutanchamuns in seiner versteinerten Unberührtheit in nichts nachsteht. Als »Grabbeigaben« finden sich leckende Verteilungen, veraltete Pumpen, vielleicht auch ein in die Jahre gekommener Speicher und Oldtimerregelungen, die nur zwei Zustände kennen: Ein und Aus.

Keine Frage: Hier ist der Austausch des Kessels dringend geboten, wenngleich die zahlreichen Grabbeigaben eindeutig darauf verweisen, dass die Modernisierung damit keineswegs getan ist. Das bloße Auswechseln des Wärmeerzeugers (Kesseltausch) entspräche einer geschwinden Hau-Ruck-Aktion. Sie vergibt die Chance, nachhaltig energetisch wirksame Akzente zu setzen. Die Modernisierung einer alten Heizungsanlage gestaltet sich oft komplexer als zunächst angenommen. Wer glaubt, allein mit dem Austausch des fossilen Wärmeerzeugers könne man die komplette Anlage wieder flott bekommen, liegt mit seiner Diagnose in der Regel weit daneben. Bei einer nachhaltigen Heizungsmodernisierung geht es nicht primär darum, die Heizungstechnik in Gang zu bringen, sondern im Zuge einer energetischen Gesamtanierung des Gebäudes sämtliche anlagentechnischen Optimierungspotenziale aufzuzeigen und umzusetzen. Oft lässt sich schon mit geringem Aufwand viel erreichen.

Die erste Ausgabe der Edition Wohnenergie zeigt in fünf Kapiteln, was man beachten muss. Das Handbuch ist zur Unterstützung der Arbeit vor Ort und zur schnellen Orientierung gedacht. So kann die Modernisierung gelingen.

Frank Hartmann & Heiko Schwarzburger
Berlin, im Dezember 2007

##03: Heiße Rohre und Rippen

Wärmeübertragung an den Raum

Wenn der Kessel in seiner Funktion als Wärmeerzeuger das Herz einer Heizungsanlage abbildet, so entspricht das gebäudeinterne Wärmeverteilnetz mit Ring-, Steig- und Sticleitungen den Venen und Adern. Am Ende der Kette steht die Wärmeübertragung an den Raum, die entweder durch Heizkörper oder Flächenheizungen gewährleistet wird; eine Funktion, die beim Menschen der Haut zukommt. Der dritte Teil der Serie zur Heizungsmodernisierung beschäftigt sich mit der Analyse der Wärmeverteilung, der Bewertung der vorhandenen Heizkörper einschließlich der Regelfunktionen sowie der Leistungsbestimmung der Wärmeüberträger.

Wärme geht, Kälte bleibt

Es ist nicht die Kälte, die kommt, sondern es ist die Wärme, die geht. Was physikalisch bleibt, ist ein bisschen weniger Wärme (spürbar als Kälte), angezeigt vom Thermometer durch sinkende Gradzahlen. Wenn wir uns nicht bewegen, beginnen wir bei Raumlufttemperaturen von unter 20 °C zu frieren, weil die Temperaturdifferenz zwischen der Haut und der umgebenden Raumluft für unser Wohlbefinden einfach zu groß geworden ist. Der körpereigene Heizkessel kommt immer mehr an seine Grenzen. Gänsehaut kündigt an, dass es kalt und ungemütlich wird – wie gut, dass im Keller ein Kessel steht, dessen Brenner mehr als 1000 °C heiße Flammen auf das Heizwasser abfeuert, um die entstandene Temperaturdifferenz zwischen Körperoberfläche und Raumluft über den Heizkreislauf und die Wärmeüberträger, meistens Heizkörper, wieder auf angenehme 20 bis 24 °C anzuheben.

Im Lauf der Zeit haben sich aus dem menschlichen Urbedürfnis nach überlebenswichtiger Wärme am Lagerfeuer längst unumstößliche Nutzergewohnheiten etabliert, die heute im Abrufen von Raumwärme durch simples Drehen am Thermostatventil gipfeln. So kostbar das Feuer zu Beginn des zivilisierten Lebens war, so verschwenderisch sind wir in Zeiten des Übermaßes mit dieser Energie umgegangen. Wie sonst lässt es sich erklären, dass wir uns viele Jahrzehnte den Luxus geleistet haben, bis zu 200 °C heiße Luft ungenutzt zum Schornstein hinauszujagen und mit einem beispiellosen Kohlendioxidausstoß das Weltklima ins Wanken zu bringen. Schuld daran waren nicht nur ineffiziente Heizkessel, sondern auch hohe Vorlauftemperaturen, ungedämmte Heizkreise und bullige Heizkörper, versteckt in unsinnigen Heizkörpernischen unterm Fenster, die Wärme gefangen hinter barocken Holzvertäfelungen.

Die Anfänge der zentralen Wärmeversorgung sind mit der Tradition der Einzelraumöfen vergleichbar: Man stellte irgendwo einen kompakten Wärmekörper auf, der nicht weiter auffiel und bei entsprechend hoher Temperatur umso besser bullerte. In den meisten Gebäuden übernehmen die Heizkörper noch heute die Funktion eines Wärmeübertragers an die Raumluft, indem sie – positioniert unterm Fenster – die an Ort und Stelle entstehenden Transmissions- und Lüftungswärmeverluste abpuffern, aber auch noch genügend Wärme an die Raumluft übertragen.

Die Wärmeübertragung eines Heizkörpers an den Raum funktioniert durch Strahlung und Konvektion. Welche der beiden Übertragungsformen überwiegt, hängt von der Bauart der Heizkörper ab. Je höher der Anteil an Konvektion, desto mehr Staub wirbelt durch den Raum, was besonders Hausstauballergikern zu schaffen macht. Zudem erfordert die konvektive Wärmeübertragung hohe Vorlauftemperaturen, um die Luftbewegung zu unterstützen, die bei niedrigeren Temperaturen kaum funktioniert. Die hohen Vorlauftemperaturen sind aber schon allein deshalb ein Nachteil, weil die in der Luft umherschwebenden Staubteilchen an der heißen Metalloberfläche der Heizkörper verbrennen. Unsere Nasen identifizieren diese Staubverschmelzung als „schlechte Heizkörperluft“, ein echtes Wohlbefinden stellt sich in solchen Räumen kaum ein.

Die weitaus angenehmere Alternative ist ein erhöhter Strahlungsanteil, der jedoch nur mit einer großen Wärmeübertragungsfläche umsetzbar ist. Grundsätzlich gilt: Je höher der Strahlungsanteil, desto positiver die Raumluftqualität.

Wärmeadern im Gebäude

Die Verteilung der vom Kessel oder dem (Puffer-)Speicher bereitgestellten Wärme erfolgt über den Heizkreis, der sich vom Heizraum durch das Gebäude bis zu den jeweiligen Heizkörperanschlussstellen erstreckt. In der Regel verlaufen die im Bestand anzutreffenden Rohrleitungen unterhalb der Kellerdecke nach dem Ringleitungsprinzip. Sämtliche Heizkörper, die unmittelbar über dieser Leitung stehen, sind über kurze Stich- oder Steigstrangleitungen angeschlossen, die direkt durch die Decke hin- beziehungsweise zurückführen.

Die Versorgung der darüber liegenden Stockwerke erfolgt mittels Steigsträngen, angeordnet irgendwo zwischen den Heizkörpern und meist unter Putz (UP) in den Außenwänden geführt. Somit bestimmte die Lage der Strangleitungen auch die Position der Heizkörper an den Außenwänden. Häufig ist zu beobachten, dass bei der Installation der Strangleitung primär der Weg des geringsten Widerstands zählte,

weniger hingegen die ideale Position der daran anzuschließenden Heizkörper. Dieses Manko versuchte man dann durch einen überdimensionierten Heizkörper (vermeintlich) auszugleichen.

In solchen Räumen, in denen beispielsweise der Heizkörper weit entfernt von der Außenwand an irgendeiner Stelle der Innenwand hängt, entstehen hohe Temperaturunterschiede und führen zu entsprechend hohen Luftbewegungen. Den nicht vorhandenen Wärmeschutz der Heizungsrohre erahnt man meist durch pures Hand-auflegen auf den Putz des (erwärmten) Wandbereiches, hinter dem die Steigstrangrohre verlaufen. Noch bis in die 1980er Jahre wurde um das Heizungsrohr lediglich ein Zeitungspapierchen gerollt. Auch gab es so etwas wie mit Glaswolle unterlegte Wellpappe, die man um das Rohr binden konnte und mit Wickeldraht befestigte. Vielerorts stand ein Rohrschutz schlicht nicht zur Debatte – Energiesparen spielte bis zum Ende der 1980er Jahre vielfach keine Rolle.

Motor des Heizkreises: die Umwälzpumpe

Um die Versorgung der Wärmeüberträger in den verschiedenen Räumen sicherzustellen, bedarf es neben den hydraulischen Bedingungen eines Motors, der das Heizwasser durch die Leitungen wälzt. Diese Aufgabe übernimmt die Heizkreis-Umwälzpumpe, von der so viele Exemplare in der Zentralheizungsanlage zu finden sein müssen, wie Heizkreise existieren. Moderne Heizkreisumpen arbeiten drehzahlge-regelt, um die Leistung der Pumpen auf elektronischem Wege an die Variablen des Heizkreises anpassen zu können. Zumeist sind im Bestand aber nur stufengeregelte Pumpen mit konstantem Pumpendruck anzutreffen.

Der Heizkörper: ein echter Leistungsträger

Die Leistungsbereiche von Heizkörpern stehen im unmittelbaren Zusammenhang mit der angegebenen Vorlauftemperatur, der Rücklauftemperatur und der daraus resultierenden Spreizung beziehungsweise der Temperaturdifferenz. Über allen diesen Werten steht natürlich die gewünschte Raumlufttemperatur. Hierzu ein Beispiel: Nennwärmeleistung bei 55 °C Vorlauftemperatur, 45 °C Rücklauftemperatur und 20 °C Raumlufttemperatur: 850 Watt.

Der Wärmebedarf eines Raumes sagt aus, wie viel thermische Leistung die Raumluft braucht, um die entsprechende Raumlufttemperatur (Sollwert, hier 20 °C) sicher zu stellen. Bei niedriger Vorlauftemperatur kann weniger Wärme, bei höherer Vorlauftemperatur kann mehr Wärme mit demselben Heizkörper übertragen werden.

Sind geringere Vorlauftemperaturen angestrebt, kommt man also nicht an einer Optimierung der Wärmeübertragung an den Raum vorbei. Um den vorgefundenen Bestand korrekt aufnehmen und bewerten zu können, muss man zunächst die maximale Vorlauftemperatur der Heizanlage ermitteln. Die maximal notwendige Vorlauftemperatur entspricht dem Auslegungsfall (von beispielsweise minus 16 °C) und hängt von der Bauart und Größe des Heizkörpers ab. Ist die Wärmeübertragung auf eine maximale Vorlauftemperatur von 55 °C ausgelegt, wäre aus der Heizkurve bei einer Auslegungstemperatur von minus 16 °C die entsprechende Heizkennlinie zu wählen. Bestehende Heizkörper können durch leistungsoptimierte ersetzt werden.

Eventuell empfiehlt sich eine Sanierung, um die maximal notwendige Vorlauftemperatur zu reduzieren. Es ist davon auszugehen, dass inzwischen in den meisten Gebäuden längst eine wassergeführte Zentralheizungsanlage mit entsprechenden Heizkörpern zur Wärmeübertragung an den Raum installiert ist. Da eine Heizungsmodernisierung mitnichten nur in besonders alten Häusern ansteht, kann es durchaus passieren, dass man bei der Bestandaufnahme auch schon auf eine Fußbodenheizung stößt. Bereits seit Ende der 1980er Jahre sind die ersten Fußbodenheizungssysteme zunehmend in Neubauten installiert worden, was heute der Nutzung von Umweltwärme sehr entgegenkommt. Die Varianten der anzutreffenden Heizkörpertypen sind überschaubar; sie unterscheiden sich neben der Bauart im Wesentlichen durch ihre Materialien, Temperatur- und Leistungsbereiche.

Alte Liebe rostet nicht: vom Gussheizkörper zum Radiator

Guss-Gliederheizkörper wurden in Dampfheizungen und Schwerkraftanlagen seit Beginn des 20sten Jahrhunderts als Wärmeüberträger installiert. Typisch sind die großen Anschlussdimensionen. In älteren Wohngebäuden der Nachkriegszeit waren derlei Heizkörperarten noch oft anzutreffen. Guss-Gliederheizkörper stehen in der Regel frei im Raum und sind daher auch leicht austauschbar. Sie wurden sehr oft auch als Raumteiler mit aufwendigen Verzierungen und Ornamenten in den Wohnraum integriert und besitzen eine gute Wärmespeicherkapazität. Für die Wandmontage bedurfte es stabiler Aufhängungen, die in die Wand einzementiert wurden. Die industriell und viel unkomplizierter herstellbaren Stahl-Gliederheizkörper gelten als die Nachfahren der Guss-Gliederheizkörper. Die Baugrößen sind etwas variabler und für die Wandmontage – vorwiegend in Heizkörpernischen unter den Fenstern – konzipiert. Sie entwickelten sich ab den 1960er Jahren zum Standard.

Stahlröhren-Radiatoren setzen sich ebenfalls aus einzelnen Gliedern, jedoch aus gebogenen und überwiegend baugleichen Röhren zusammen. Es gibt sie in wesentlich

größeren Bauhöhen, bis hin zur kompletten Raumhöhe. Die Abstände der Röhren sind unterschiedlich wählbar. Stahlrohr-Radiatoren verfügen über einen hohen Strahlungsanteil und können zugleich gestalterisch Akzente setzen.

Plattenbau im Innern: Flachheizkörper

Platten-Flachheizkörper oder Kompaktheizkörper aus Stahlblech gehören zu den am häufigsten eingebauten Heizkörpern. Die Anschlüsse für Vor- und Rücklauf sind weitestgehend genormt. Platten-Flachheizkörper gibt es in verschiedenen Baugrößen, die jedoch standardisiert sind. Sehr verbreitet ist die Bauhöhe von 600 mm, geeignet für Heizkörpernischen unterhalb von Fenstern. Diese Bauart ist am häufigsten anzutreffen.

Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal sind die Bautiefen, die auch den Leistungsbereich bestimmen. Dieser geht aus dem Wasserinhalt der Heizplatten sowie aus der Anzahl der Konvektionslamellen hervor. Die Palette reicht von Flachheizkörpern für kleine Räume, zumeist WC oder Nutzräume, bis hin zu Bautiefen von mehr als 100 mm und entsprechend höheren Leistungsbereichen.

Zur Kennzeichnung der Plattenheizkörper sind in den Datenblättern der Hersteller der Typ, die Bauhöhe und die Baulänge angegeben. Der Typ wird mit Zahlen gekennzeichnet. Die erste Ziffer bezeichnet die Anzahl der Heizplatten. Die zweite Ziffer die Anzahl der Konvektionsbleche. So bedeutet zum Beispiel die Typenbezeichnung 21/600/2000: Plattenheizkörper mit zwei Platten und einem Konvektionsblech, 600 mm hoch und 2000 mm lang.

Platten-Flachheizkörper eignen sich für Vorlauftemperaturen ab 55 °C. Geringere Vorlauftemperaturen erfordern größere Bautiefen. Durch eine höhere Anzahl an Heizplatten und Konvektionsblechen kann, unabhängig von der Fläche (Installationsgröße), eine höhere Heizkörperleistung erreicht werden. Oder anders ausgedrückt: In dem Fall reicht die Heizkörperleistung aus, um auch bei niedrigerer Vorlauftemperatur die gleiche notwendige Wärme an den Raum abzugeben – zu berücksichtigen ist jedoch der entsprechende Korrekturfaktor. Eine Mindesttemperatur ist für die Konvektion allerdings notwendig.

Für die nachträgliche Installation von Heizkörpern (Umrüstung von dezentral auf zentral) sind Plattenheizkörper als Ventilheizkörper besonders geeignet, weil sich beide Anschlüsse unten am Heizkörper befinden und somit keine Stemmarbeiten in der Außenwand oder Aufputz-Installationen notwendig sind. Der Vorlauf wird über ein

Steigrohr innerhalb des Heizkörpers zum integrierten Ventil geführt, auf dem sich ein entsprechender Thermostatkopf befindet. Die von Heizkörper zu Heizkörper reichenden Heizungsrohre reduzieren sich somit auf den unteren Sockelbereich und können mit Heizungs-Sockelleisten ohne großen Aufwand verdeckt werden.

Trockner und Wärmespender: Heizkörper im Bad

Speziell für Bäder und Hygieneräume finden sich in jedem Heizkörperprogramm unterschiedlich gestaltete Bad-Heizkörper, die sich vor allem durch ihre waagrecht angeordneten Stahlrohre von herkömmlichen Heizkörpern unterscheiden, um das Trocknen von feuchten Hand- und Badetüchern zu ermöglichen. Die zumeist schmalen aber sehr hohen Heizkörperformen reichen alleine selten aus, um ein Bad schnell auf die notwendigen Temperaturen zu bringen, weshalb sie oft einer Fußbodenheizung hinzugefügt werden. Zur Kennzeichnung werden bei Standard-Badheizkörpern die Höhe und Breite angegeben.

Watt leistet der Heizkörper?

Wer weiß, von welchem Hersteller die vorgefundenen Heizkörper stammen, dem reicht ein Blick in die entsprechenden Datenblätter, um die Leistung der Heizkörpertypen zielsicher zu bestimmen. Von Relevanz sind die Leistungs- und Dimensionierungstabellen in Abhängigkeit der Vor- und Rücklauftemperaturen, um die passenden Watt-Angaben herauszulesen. Aufgrund der genormten Größen (Bautyp, Länge und Breite) müssen zur Leistungsbestimmung von Plattenheizkörpern nicht unbedingt die originalen Hersteller-Datenblätter verwendet werden. Ist der Hersteller der anno dazumal montierten Heizkörper nicht mehr auszumachen, helfen auch herkömmliche aktuelle Datenblätter weiter.

Gleiches gilt für die Leistungsbestimmung von Gliederheizkörpern, um den Leistungsbereich einzelner Glieder (Höhe x Breite x Bautiefe) zu definieren. Man sollte zur Leistungsbestimmung auf jeden Fall die Auslegung der Vorlauftemperaturen kennen, nach denen die einzelnen Heizkörper dimensioniert sind. Ausgangsbasis der Leistungsbestimmung ist eine Übertemperatur von 50 Kelvin.

Die Norm-Übertemperatur definiert sich aus der Temperaturdifferenz zwischen Raumluft und mittlerer Heizwassertemperatur (Vorlauftemperatur/Rücklauftemperatur). Die Raumlufttemperatur wird üblicherweise als Mittel mit 20 °C definiert. Folglich erreichen die notwendigen Auslegungstemperaturen (bei einer Norm-Übertemperatur von 50 Kelvin) die Werte von 75 °C/65 °C.

Sollen Raumheizkörper mit niedrigeren Temperaturen versorgt werden, muss ein der Übertemperatur entsprechender Umrechnungs- bzw. Korrekturfaktor eingerechnet werden. Hierzu ein Beispiel: Ein zweisäuliger Stahlrohr-Radiator mit einer Bauhöhe von 900 mm, bestehend aus zehn Gliedern, weist eine Wärmeleistung des Heizkörpers von 670 Watt bei einer Auslegung 75 °C/65 °C auf. Wollte man nun die Auslegungstemperaturen auf 55 °C/45 °C reduzieren, ergäbe dies eine Übertemperatur von 30 Kelvin und einen diesbezüglichen Umrechnungsfaktor von 0,51. Folglich würde sich die Leistung von 670 W auf etwa die Hälfte 335 W reduzieren. Würde aber der Zweisäuler gegen einen Fünfsäuler ausgetauscht, ergäbe sich eine Wärmeleistung von $1380 \text{ W} \times 0,51 = \text{etwa } 700 \text{ W}$ bei einer verminderten Vorlauf-temperatur von maximal 55 °C. Würde derselbe Heizkörper aber doch mit 75 °C/65 °C versorgt werden, würde er eine Wärmeübertragung von 1380 W leisten.

Auch eingebaute Heizkörper oder in Heizkörpernischen versetzte Heizkörper unterliegen einem Korrekturfaktor, dem so genannten Leistungsminderungsfaktor. Bei freier Aufstellung beträgt er 1, bei Einbau in eine Heizkörpernische schon bis zu fünf Prozent (0,95). Mit einer Frontplatte reduziert sich die Leistung um 10 bis 15 Prozent, bei einer vollflächigen Verkleidung um mehr als 20 Prozent ($> 0,8$).

Fühler zur Außenwelt

Auch für die Regelung der Wärmeübertragung sollte man einen prüfenden Blick übrig haben. Sorgt ein richtig positionierter Außenfühler dafür, dass die Wärme witterungsgeführt bereitgestellt wird, oder besteht schon hier Nachrüstungsbedarf? Funktionieren die Raumthermostate einwandfrei? Ein klassischer Fall wäre ein separat im Raum angeordneter Raumfühler, der durch Fremdeinflüsse wie zum Beispiel einen temporär betriebenen Stückholzofen irritiert wird und deshalb einen falschen Wärmebedarf an die zentrale Regelung der Zentralheizungsanlage sendet. ##

Kennwerte Stahlrohr-Radiator-Glieder

Kennwerte für Stahlrohr-Radiator-Glieder					
	2-säulig	3-säulig	4-säulig	5-säulig	6-säulig
Tiefe b in mm	65	105	145	185	225
Höhe h in mm	Norm-Wärmeleistung in W bei einer Übertemperatur von 50 K				
190	14	20	26	-	-
300	22	31	40	48	57
350	25	36	47	56	66
400	28	41	52	64	75
450	33	46	58	72	84
500	37	51	65	80	94
550	41	55	71	87	103
600	44	60	77	95	113
750	55	75	95	117	137
900	67	89	112	138	163
1000	73	98	124	151	180
1100	80	107	135	165	196
1200	86	116	147	179	209
1500	106	143	180	215	250
1800	125	170	214	256	297
2000	140	189	237	282	330
2500	174	236	295	364	403
2800	195	262	328	385	449

Länge eines Gliedes: 45 mm, Angaben der Hersteller können abweichen.

Bildanhang



Differenzdruckwächter: Diese Einrichtung ist im Heizkreis installiert und verbindet den Heizungsanlauf mit dem Heizungsrücklauf. Durch den Betrieb von stufengeregelten Heizungsumwälzpumpen kann es zu erheblichen Druckdifferenzen im Heizkreis kommen, wenn die Mehrzahl von Heizkörpern keinen Bedarf anmelden, der Pumpendruck bleibt aber konstant. Beim Erreichen einer maximalen Druckdifferenz im Heizkreis wirkt dieses Bauteil ausgleichend (wie eine Art Bypass), um Störungen und Geräusche im Wärmeübertragungskreis zu vermeiden. Mit dem Einbau von drehzahlgeregelten Umwälzpumpen ist ein Differenzdruckwächter zu demontieren bzw. außer Betrieb zu setzen, da er sonst die Funktion der drehzahlgeregelten Heizungsumwälzpumpe negativ beeinflusst bzw. entgegen wirkt.



Bei dieser Heizkörperkombination handelt es sich offensichtlich um eine Notlösung. Die Undichtigkeiten wirken sich bereits in Rostbildungen aus. Das bedeutet: auswechseln. Grundsätzlich gilt zu beachten, dass durch Undichtigkeiten, nicht nur Wasser austreten sondern auch Luft in das System eindringen kann, was im schlimmsten Fall zu einer Blockade der Wärmeübertragung bzw. einem Ausfall des Systems führen kann.