

Gebäude und Heizung modernisieren

Im Jahr 2008 stiegen die Energiekosten; damit wurde durch ein komfortables Wohnen ein erheblich größerer Teil des Familieneinkommens als in den Jahren davor gebunden. Für die Annehmlichkeiten, wie Urlaub, Hobby und Markenkleidung der Kinder war urplötzlich der Spielraum eng – ein untragbarer Zustand entstand. In vielen, langen, Gesprächen im Umfeld und mit Fachleuten fand ich jeweils gute Ansätze Energie zu sparen – ein Konzept, welches alle Teile eines kostengünstigen Energiekonzeptes einschließt musste aus den Teilen selbst erstellt werden. Im Zuge der Überlegungen – manchmal für die Familie auch nervtötend - stellte sich eine solare Warmwasseraufbereitung mit Heizungsunterstützung als beste Lösung heraus. Die Lösung Luft-, Wasserwärmepumpe entfiel wegen der Lage des Hauses.

Da ich aus eigener Erfahrung noch die kalten Wintermorgen in einem nicht genügend geheizten Gebäude ohne fließend Warmwasser kenne, ist mein Ziel ein im ganzen auf 20 C geheiztes Gebäude mit entsprechend Warmwasser bezahlbar zu halten.

Die meiner Meinung nach wichtigen Informationen und Angaben um dies zu erreichen habe ich in mühevoller Kleinarbeit zusammengetragen und daraus den Faden für eine, zu Beginn meiner Arbeit, kaum zu überblickende Vielfalt an Facetten und Informationsfragmenten gesponnen. Für meine Betrachtungen beschränkte ich mich letztlich auf drei Teile:

Gebäude

Heizung und Warmwasser

Solarspeicher

Ich wünsche viel Spaß beim lesen und hoffe etwas Licht ins Dunkel zu bringen.

Das Gebäude

Wer sich Gedanken über die Heizkosten macht, sollte auch das geheizte Objekt in seiner Umgebung und seiner Ausführung betrachten:

Das Gebäude steht in einer Gegend, die bestimmte klimatische Faktoren aufweist und wird von seiner Hülle gegen die Außenwelt getrennt. Hier sind die folgenden zwei Faktoren wichtig:

Jahresdurchschnittstemperatur
K-Wert

Was diese bedeuten und bewirken muss genauer unter die Lupe genommen werden: weil doch das Gebäude innen warm ist, Raumtemperatur, und von der Hülle umschlossen von der Außentemperatur – grob vereinfacht - Jahresmitteltemperatur getrennt wird.

Die Jahresdurchschnittstemperatur:

Das ist einfach die Temperatur, die sich für einen Ort ergibt, wenn das ganze Jahr die Temperatur aufgezeichnet und dann ein Mittelwert gebildet wird. Diese findet sich in den Klimatabellen wieder; für genaue Betrachtungen gibt es dies Tabellen auch als Monats – und Tagestabellen – Quelle das Internet !

Der K-Wert :

Alle Teile der Hülle haben sogenannte K-Werte: der K-Wert gibt einfach an, mit welcher Leistung eine Fläche, die Teil der Hülle ist, pro qm und Grad Temperaturdifferenz zwischen innen und außen Wärme abgibt – also: K-Wert mal Fläche mal Temperaturdifferenz mal Zeit ist die Energie, die durch die Hülle nach außen verloren geht. Hierzu gibt' s ein Tool unter www.ehrmeierfreising.de.

Beispiel für die Berechnung der Wärmemenge und damit der Energiemenge:

K-Wert 0,4, Fläche 10 qm Temperatur innen 20 C, außen -5 C, ein Tag:

$0,4 \times 10 \text{ qm} \times (20 - (-5)) \text{ C} \times 24 \text{ Stunden} = 2400 \text{ Wattstunden}$, das sind 2,4 kwh !

Das ist einfach in Wärmeträgermengen umzurechnen:

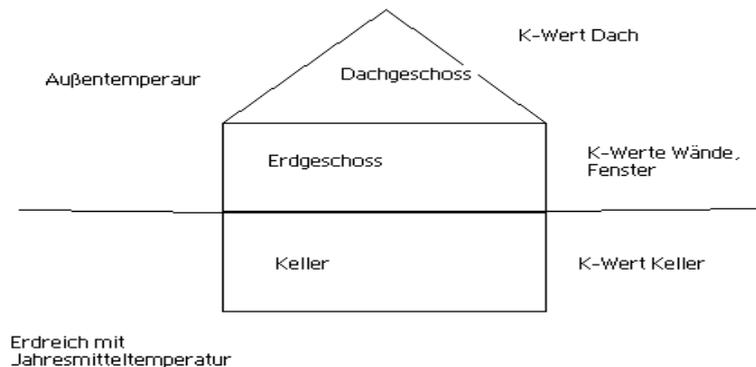
Heizöl: ca 9,5 – 10,5 kwh je Liter
Gas: ca 10,0 kwh je m³

Eigentlich recht einfach, ca 10 kwh aus dem liter Öl oder qm Gas. Damit ergibt sich ein Anhaltspunkt zum Bedarf an Wärme, folglich dem Bedarf an Energie und damit dem Bedarf an Gas oder Öl.

Es sind also ca 2,4 Liter Öl oder 2,4 m³ Gas.

Im nächsten Schritt betrachten wir nun Das Gebäude. Mit seiner Gestaltung und der ihm eigenen Strukturen bestimmt es entscheiden, wie K – Wert und Temperaturdifferenz sich auf die innen liegenden Räume auswirken:

Im Normalfall besteht es aus Keller, Erdgeschoss und Dachgeschoss; erstes Stockwerk und weiteres ist mit dem Erdgeschoss vergleichbar. Alle zusammen haben eine Wand nach außen, die Gebäudehülle; diese bildet die Grenze zwischen Warm und Kalt, an heißen Sommertagen umgekehrt. In der Hülle befinden sich die Fenster, die getrennt vom Mauerwerk und Dachisolierung zu betrachten sind, da sie grundsätzlich Kontakt zur Umgebungsluft haben und damit, auch als Kellerfenster der Umgebungstemperatur ausgesetzt sind.



Der Keller:

dieser liegt im Erdreich und hat damit vereinfacht, im ganzen Jahr, nur die Differenz zur mittleren Jahrestemperatur zu verkraften. Die Kellerfenster – auch die in den Schächten – sind heraus zu rechnen, da diese Kontakt zur Umgebungsluft haben. Sie sind wie der oberirdische Teil der Gebäudehülle zu betrachten. Die Kellerwände müssen also gegen die Jahresdurchschnittstemperatur, die Kellerfenster gegen die Temperatur der Umgebungsluft isolieren. Die Temperaturdifferenzen berechnen sich danach.

Erd - und Dachgeschoss:

Wie die Kellerfenster müssen diese gegen die Temperatur der Umgebungsluft isolieren. Die Temperaturdifferenzen berechnen sich danach. Diese liegen immer in der aktuellen Temperatur mit den aktuellen Differenzen, die Fenster und alle Teile mit unterschiedlichen K-Werte sind getrennt zu betrachten.

Wenn nun alle Teile des Gebäudes nach den K-Werten sortiert wurden, so kann als erstes das Produkt aus Fläche und K-Wert der einzelnen Teile gebildet werden; unterschieden werden muss nach Teilen, die das ganze Jahr der Jahresdurchschnittstemperatur gegenüberstehen und solchen, welche in den einzelnen Monaten unterschiedliche Temperaturdifferenzen abzugrenzen haben. So findet der Leser an dieser Stelle die Summe aus den Produkten der einzelnen Flächen mal der zugehörigen K – Werte. Werden diese mit den Stunden multipliziert, ergibt sich automatisch die Energie, welche durch die Hülle verloren geht; wenn mit 1000 Watt gleich ein Kilowatt umgerechnet wird, so steht an dieser Stelle eine Summe von Kilowattstunden, also Kwh; dieser Wert kann einfach umgerechnet werden: 1 m³ Gas oder 1 Öl sind ca 10 Kwh Energie.

Rechnen wir dazu aus der Internetquelle ein Beispiel:

Ein Haus mit ca 8 m mal 10 m, bestehend aus Keller, Erd – und Dachgeschoss; Heizgrenze – Raumtemperatur- 20 C und Temperatur Erdreich 8 C; dieses wird von vier Personen genutzt, die täglich 140 Liter Wasser benötigen.

Heizgrenze	20	Grad			
Bodertemperatur	8	Grad			
Kwh je Tag und Grad					
Wärmebedarf der Heizung			Keller		1,37952
			Rest		2,4624
			Fenster		1,848
Wärmebedarf Wasser	140	Liter von 8 auf 53 Grad			7,33075
Wirkungsgrad Brenner nach Messung	0,92				
	Temperatur	Heizbedarf	Wasser	Summe	in Öl
Okt	3,2	1953,30336	227,25325	2133,55661	226,041057
Nov	4,2	2539,7568	227,25325	2737,01005	286,439964
Dez	3,8	3073,73152	227,25325	3335,98477	342,254448
Jan	-3,5	3653,30784	227,25325	3830,56109	401,714399
Feb	-3,6	2949,75744	227,25325	3177,01069	328,883094
Mär	4	2651,13384	227,25325	2878,39309	297,970299
Apr	12,1	1518,192	227,25325	1745,44525	180,687914
Mai	14,8	1203,01792	227,25325	1435,27117	148,578796
Jun	15,1	0	227,25325	227,25325	23,521812
Jul	13,6	0	227,25325	227,25325	23,521812
Aug	13,3	0	227,25325	227,25325	23,521812
Sep	15,3	1134,3336	227,25325	1331,64685	137,88164
Mittel	9,19166667				
Summe					2420,57716

Das interessante ist die Zusammensetzung des Wärmebedarfes: die Summe des Bedarfes beträgt rund 5,6 kwh je Grad Temperaturdifferenz und Tag – 23 % entfallen auf den Keller, 34 % auf die Fenster und nur die restlichen 43 % auf Mauerwerk und Dachisolierung. Geschätzt entfallen von den 43 % die das Mauerwerk und die Dachisolierung betreffen, zwei Drittel auf die Außenmauern, rund ein Drittel Dach. Warum diese Abschätzung? Diese Werte zeigen, welche Anteile am Verlust an Wärme, also Energie, die geheizt werden muss, auf die Teile eines Gebäudes entfallen. Die K-Werte gibt es für Wände und Fenster im Internet, oder bei den Herstellern. Eventuell sind dazu Angaben im Bauplan oder der Baubeschreibung.

Die Heizgrenze kann jeder selber bestimmen, während die Bodentemperatur am Wohnort in der Regel der Jahresmitteltemperatur entspricht.

Was bedeutet Normierung von Gebäuden und Bauteilen:

Kleiner Seitenhieb: betrachten wir eine deutsche Klimakarte können wir feststellen, dass in Oberfranken das Jahresmittel fast 2,3 C niedriger ausfällt als im Raum Aachen mit weitreichenden Folgen:

Lage	Jahresmitteltemperatur	Wohnraumtemperatur	Differenz
Oberfranken	8,0 C	20 C	12 C
Aachen	10,3 C	20 C	9,7 C

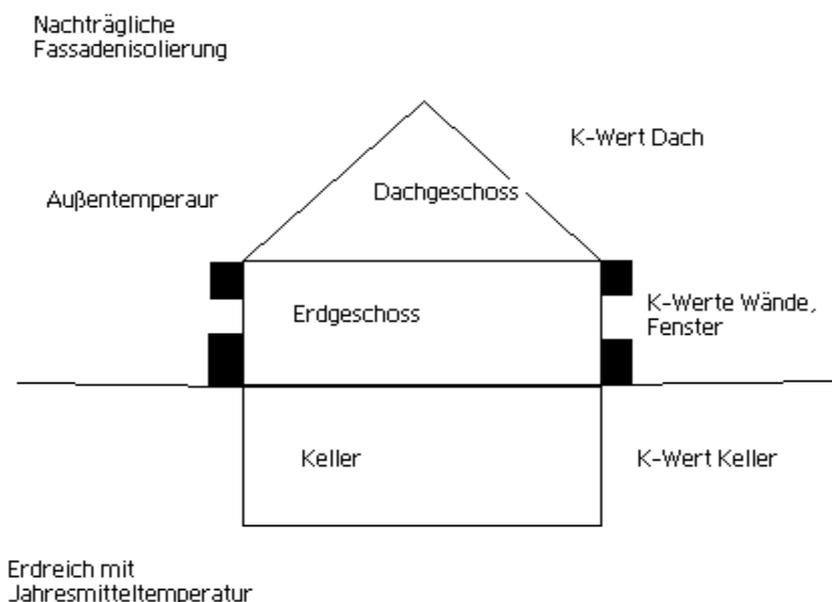
Die Heizdifferenz beträgt 2,3 C oder 20%, also benötigt das selbe Gebäude in Oberfranken 20 % mehr Heizenergie – die Zahlen für Wärmedämmung und Gebäudestrukturen lesen sich folglich bei einer Normierung auf den Raum Aachen einfach besser. Wird die Wohnraumtemperatur auf 16 C gesenkt, so steigt die Differenz auf 33 % - ein sehr hoher Wert !

Da sich die Normwerte i.d.R. auf die Verhältnisse im Raum Aachen beziehen, ist in den klimatisch weniger begünstigten Gegenden der Abschlag nicht zu vergessen !

Da bedeutet de Facto, dass die selbe Maßnahme in Oberfranken zwischen 20 % und 33 % weniger Erfolg bringt. Blöd – ist aber leider so !

Nachträgliche Außenwandisolierung:

Die zwei Drittel Außenwand – 2/3 mal 43 % sind ca 30 % - tragen nur zu rund 30 % zum Wärmeverlust bei. Nun wird durch diese Maßnahme eine Verbesserung um den Faktor vier erreicht, so dass sich der Wärmeverlust mindert. Dadurch sinkt jedoch nicht der Wärmeverlust des Hauses auf ein Viertel – nein die 30 % vierteln sich zu 7,5 %, mit der Folge, dass das ganze Gebäude nun im günstigsten Falle 100 % - 22,5 % = 77,5 % des bisherigen Energieverbrauchswerte aufweist. Das gilt nur bei optimaler Ausführung und ohne Lüftungsverluste zu berücksichtigen.



Für unser Haus bedeutet dies: 2400 Liter abzüglich Warmwasser ca 250 Liter ist 2150 Liter mal 77,5 % = 1660 Liter und 250 Liter sind 1910 Liter; Minderung um tatsächlich 490 Liter; diese ist in das Verhältnis zum Verbrauch mit Lüftung von rund 2800 einzurechnen, dann sind' s nur 490 Liter / 2800 Liter, also 17,5 %. Es ist also etwas ernüchternd.

Anhand dieser Rechnung will ich nur zeigen, dass mit gewissen Vereinfachungen eine Abschätzung möglich ist, ob und welche Maßnahme sinnvoll ist. Es wird nachgerechnet, was sie bewirkt. Die Einsparung durch eine Dämmung der Fassaden zeigt, dass pauschale Aussagen wenig sinnvoll sind, dass vielmehr Alles am und im Gebäude zu prüfen ist. Für die Kosten der Dämmung kann beispielsweise die Heizung, nicht nur der Brenner, erneuert werden.

Also läßt sich in Zusammenfassung des o.g. Schon sagen, dass eine einzige Maßnahme alleine nicht genügt, die hochgelobte Isolierung nur dann sinnvoll ist, wenn gleichzeitig die Fenster erneuert werden, Wärmebrücken, wie Dach und Boden geschlossen werden. Dabei dürfen aber keine handwerklichen und strukturelle Fehler unterlaufen, denn es ist in einem bestehenden Bau nicht immer möglich alle Wärmebrücken zu schließen.; dies würde die Einsparung nämlich vollständig zu nicht machen. – dies führt aber dann sehr schnell in Kostenbereiche, die andere Maßnahmen sinnvoller erscheinen lassen.

Mit dem Tool kann weiteres nachvollzogen werden, ob sich vielleicht im Bereich der Energieverteilung etwas ändern lässt, ja geändert werden muss. Hier gibt es reiches Betätigungsfeld.

Abgleich der Heizkreise und des Warmwasserkreislaufes – der hydraulische Abgleich:

Üblicher Weise ist der Brenner einer Heizung so eingestellt, dass sich über die Thermostate durch auf- und zudrehen in jedem Raum mittels Heizkörper das gewünschte Klima einrichten lässt: in der Praxis bedeutet dies auf eins oder zwei eingestellte Thermostate, ein Heizkreislauf mit unnötig starker Zirkulation und eine viel zu hohe Temperatur an der Wärmequelle, dem Brenner, und im Heizkreis. Folglich wird die Wärme sinnlos vorgehalten, nicht zu den Verbrauchern gebracht, sie „entschlüpft“ ungenutzt.

Werfen wir einen Blick in das Berechnungstool:

Summe			2420,977155
Verlust durch Lüften	v.H. des Heizbedarfes	10	213,8674981
Stromverbrauch Kwh	4800		
Wärmeanteil	50		248,447205
Bedarf			2386,397448
Verbrauch		3200	
tatsächlicher Wirkungsgrad Wärmezeugung			0,745749203

Der rechnerische Bedarf an Öl ist 2420 Liter, durch Lüften verlieren wir weitere – gering geschätzt – 10 v.H. und unser Stromverbrauch liefert noch 248 Liter hinzu, was einen „bereinigten“ Bedarf von 2386 Litern ergibt.

Wenn nun der mittlere Verbrauch 3200 Liter beträgt werden 25 v.H. nutzlos „verbraten“:

1. fehlender hydraulischer Abgleich
2. Warmwasserzirkulation fehlerhaft
3. Vorlauf nicht nach Außentemperatur

Es ist anhand der Rechnung zu sehen, dass wesentlich mehr Änderungen, als die empfohlenen Standardmaßnahmen

1. Austausch des Brenners
2. Wärmedämmung

in Angriff genommen werden müssen.

in unserem Beispiel müsste obendrein nur eine Bestandsaufnahme erfolgen und alles Vorhandene optimal eingestellt werden; wenn' s in Eigenregie erledigt wird, kostenneutral !

Diese Vergleichsrechnung verdeutlicht auch, warum in vielen Fällen der Austausch des Brenners nicht die prognostizierte Besserung erbrachte – es ist nachvollziehbar, dass der teure Kessel mit den alten, bisherigen, Vorgaben oft nicht einmal im Brennwertbereich laufen kann.

Um also überhaupt eine Grundlage zu erzielen ist das bestehende System zu optimieren. Auf dieser Basis kann, nach Optimierung des Bestandes erst, mit Überlegungen zur Verbesserung des Brenners und, oder, Wärmedämmung vernünftig weitergearbeitet werden – Einsparpotential für Hirnschmalz, jedoch ohne Kosten, dessen Erfolg meistens in der Größenordnung Wärmedämmung und darüber liegt - siehe Berechnung.

Der große Nachteil: das kann nicht eingekauft werden und muss durch Messen in eigener Arbeit erfolgen, jedoch zahlt es sich aus.

Also: über einen längeren Zeitraum mit einer Tabelle arbeiten:

Datum	Temperatur außen	Temperatur innen	Temperatur Heizkörper	Temperatur Zimmer

So kann ermittelt werden, bei welche „Kennlinie“ nötig ist um die Räume zu versorgen – die Temperatur im Heizkreis und damit des Brenners kann dann angepasst werden.

Nach dem Abschluss dieser Arbeit sollte darüber nachgedacht werden, an welchen Tagesstunden überhaupt geheizt werden muss – das ist nichts anderes als eine Strategie wann es wärmer oder kühler sein darf – ohne dass das Wohnklima leidet. Heizzeiten werden damit festgelegt.

Es wird an dieser Stelle sehr deutlich, dass eine gut geplante, handwerklich gut ausgeführte Heizung mit Warmwasseraufbereitung nicht ausreicht – sie muss auf das Gebäude und noch schlechter, die Gewohnheiten und Vorlieben der Bewohner abgestimmt werden – hierin ist ein großes Potential versteckt.

Heizkörper in einer Nische der Außenwand:

in allen dem Autor bekannten Gebäuden werden die Heizkörper in Nischen unter den Fenstern, an

der Außenwand, angebracht. Die Gründe sind immer zwei: dort stören Sie am wenigsten und verhindern eine Kaltluftzirkulation. Wenn die Raumtemperatur 20 C beträgt, der Heizkörper mit 40 C läuft und die Mauer in der Nische halb so dick ist als an anderen Außenflächen sind die Verluste rechnerisch bereits viermal so hoch, als sie sein müssten. Das ist der klassische Konstruktionsfehler.

Warme Wände:

wenn ein Zimmer nicht ständig beheizt wird, kühlen die Wände aus; erst wenn alle Wände eines Zimmers die gewünschte Temperatur erreicht haben, entnehmen Sie aus dem Zimmer keine Wärme; aus diesem Grund ist es in einem Zimmer mit Luft 24 C kalt, wenn auch nur eine Wand lediglich 18 C warm ist. Untersuchungen und Analysen gibt' s zu diesem Thema im Internet reichlich, so dass eigenes recherchieren und nachlesen lohnt. Der Satz: ich heize dann schnell mal ein - ist aus diesem Grund nicht praktikabel.

Beispiel einer Heizstrategie :

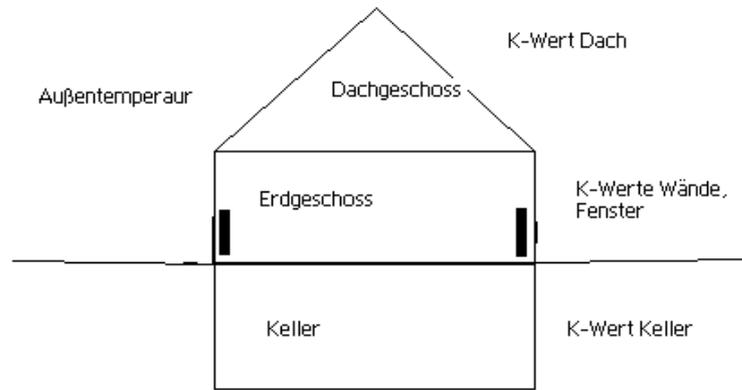
Das Gebäude, Keller, Erdgeschoss, Dachgeschoss hat ein offenes Treppenhaus, vom Keller bis in das Dachgeschoss; am Fuße der Treppe befindet sich ein großer Flächenheizkörper – nun ja der kann genutzt werden um am der tiefsten Stelle des Treppenhauses zu heizen. Damit wird der Gebäudekern erwärmt, an genau der Stelle, an der Wärme am besten gegen die Umgebung isoliert wird: Wärme steigt nach oben und die Wärmequelle ist weit weg von allen Wänden , die direkt an die Umgebung anschließen. Das wäre also eine Lösung, die einen warmen Kern, gut abgeschirmt von allen kalten Wänden bietet – das würde noch weitere Vorteile bieten:

1. ein warmer Kern – das Gebäude kühlt nie aus
2. an der Wärme innen folglich wenig Luftfeuchtigkeit
3. in der Übergangszeit bequemes Heizen

So kann also meiner Meinung nach auch die Luftfeuchtigkeit aus dem Kern des Gebäudes „vertrieben“ werden und das Gebäude wird trocken – das liegt an einer ständigen Luftumwälzung, durch eine Temperaturdifferenz, die durch dieses Vorgehen aufgebaut wird. Denken Sie an die alten Bauernhäuser die im zentralen Bereich einen großen Kachelofen hatten – aus Erfahrung sei das am besten hieß und heißt es. Wer' s nutzt kann das Gebäude bequem und mit wenig Aufwand von innen her „trocknen“ und somit stehender Luft mit Bildung von Schimmel vorbeugen.

Heizkörper wie üblich:

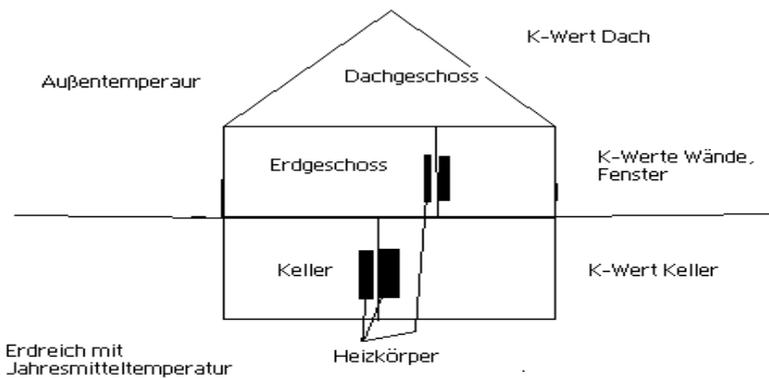
Heizkörper klassisch:



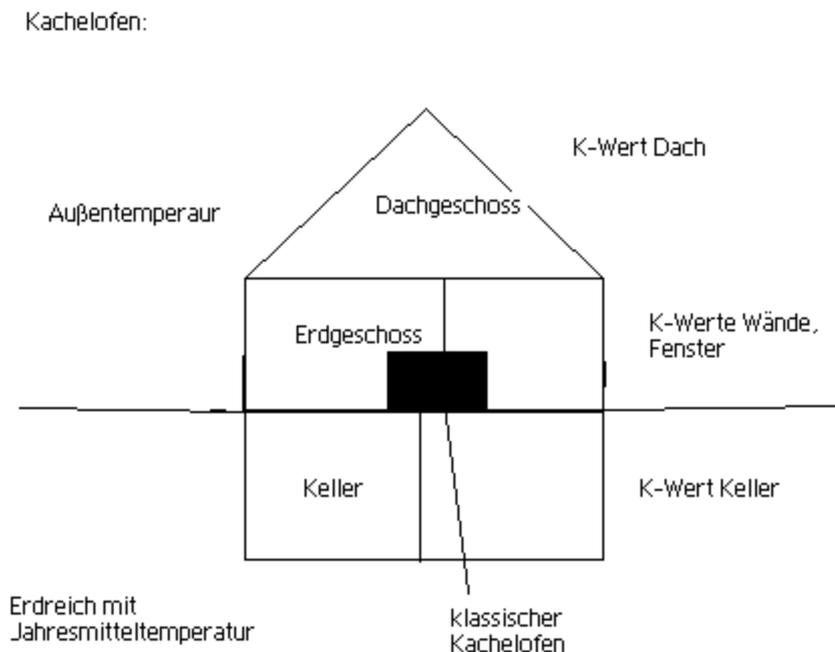
Erreich mit
Jahresmitteltemperatur

Heizkörper innen:

Heizkörper innen:



Kachelofen:



Anhand dieser drei Skizzen wird sehr deutlich, dass mit der klassischen Montage von Heizkörpern die wärmsten Teile des Gebäudes an der Außenwand liegen – die Folgen sind entsprechend – Innenwände kalt, Außenwände warm.

Wärme steigt nach oben – ein im zentralen Kellerbereich angeordneter Grundofen könnte eine Überlegung wert sein ! Heizung und Warmwasserbereitung können über einen Wärmetauscher und einen Pufferspeicher eingebunden werden. Wird so ein Kachelofen einmal geheizt, reicht das in der Übergangszeit wohl mehrere Tage.

Heizzeiten:

Eingehend betrachten kann man auch die Zeiten, an denen wirklich Wärme benötigt wird: In der Regel ist der größte Wärmebedarf gegeben, wenn morgens Warmwasser bereitet wird – also Warmwasserbereitung rund 30 – 45 Minuten vor mit dem Heizen begonnen wird, so kann gespart werden, denn es wird nur einmal aufgeheizt. Vormittags von 8.30 bis 11.30, nachmittags von 14.00 bis 16.00 und ab 21.30 ebenfalls – nun ja, das kann genutzt werden. Ein weiterer Vorteil ist durch dieses zeitweise aufheizen ist die Luftzirkulation, die zusätzlich angestoßen wird, so wird zusätzlich die Luft umgewälzt – immer unter der Prämisse: weg vom heizen einzelner Zimmer hin zu einer „Grundversorgung“ des ganzen Hauses. Warum ist' s denn überhaupt sinnvoll ?

Vorsorge gegen Schimmel:

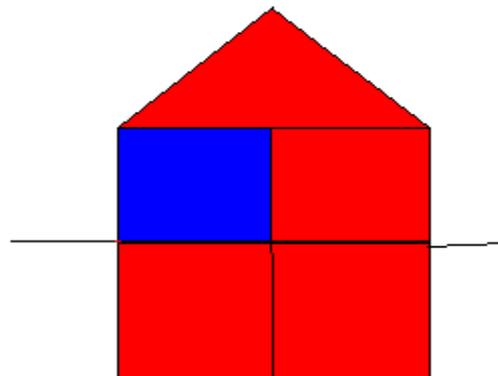
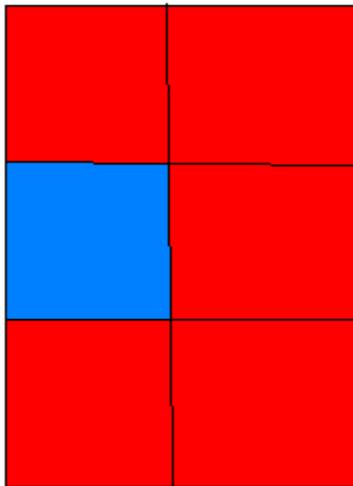
Die beste Vorsorge ist also Lüften mit Wärme und Luftzirkulation – die kalte Luft wird erwärmt und kann mehr Feuchtigkeit aufnehmen – es wird so die relative Feuchte sinken und das Gebäude innen trocken; Kondensation an Kältebrücken beachten und vermeiden.

Zimmer nicht heizen um zu sparen:

Nun ja, nehmen wir in einem Haus ein quadratisches Zimmer, das genau wie alle anderen Räume auch beheizt wird und überlegen, was geschieht, wenn dieses Zimmer nicht mehr beheizt wird:

zunächst einmal müssen die Außenwand, der Boden und die Decke des Zimmers nicht mehr erwärmt werden – das ist leider ein so nicht richtig, denn die angrenzenden Zimmer müssen jetzt mithelfen, sie kühlen durch das nicht geheizte Nachbarzimmer stärker aus, müssen stärker geheizt werden: wegen des ungünstigeren Verhältnisses Volumen / Oberfläche des Hauses mit ungeheizten Zimmern sparen sie nicht 20 %, wenn Sie von 100 qm 20 qm nicht heizen – in der Praxis wird' s wohl die Hälfte sein; meist noch weniger, da die durch' s Wohnen üblichen Verluste - Tür auf und zu - einzubeziehen sind:

Zimmer unbeheizt:



Die angrenzenden Zimmer heizen mit

Hier wird auch ein Kühler Bereich im Haus geschaffen, der unvermeidlich zu Kältebrücken führt – feuchte Stellen und in der Folge Schimmel sind dann vorprogrammiert.

Die Heizung

Als im Jahr 2008 die Preise für Energie sich rasant entwickelten, begann ich die Heizung und Warmwasseraufbereitung zu betrachten:

Die Heizung und Warmwasseraufbereitung war mit einem male nicht mehr nur eingekaufte, technisch gute, Lösung, ab dem Zeitpunkt sah ich sie als Regelsystem mit vielen Einstellungsmöglichkeiten, über die es nachzudenken galt um ein gutes Ergebnis zu erreichen: mit wenig Aufwand mein Haus überall auf die mir angenehmen 21 C zu heizen und an jedem Wasserhahn 50 C warmes Wasser genießen zu können.

Heizung und Warmwasser:

Als ich diese betrachtete, konnte ich feststellen, dass die Anlage aus Baugruppen besteht, die sich unabhängig von einander betrachten und damit analysieren lassen; als diese kann ich nun vier aufzählen, mehr sind' s nicht:

4. Wärmequelle
5. Wärmespeicher
6. Warmwasseraufbereitung
7. Heizkreis

Diese können unabhängig von einander nach Funktion und Wirkung geprüft und vermessen werden – warum: Beispielsweise wird in der Wärmequelle Energie – in welcher Form auch immer – zugeführt und in für den Nutzer verfügbare Wärme umgewandelt; das hat zunächst mit deren weiter Nutzung nichts zu tun ! Ob diese gespeichert, verheizt wird oder als Warmwasser zirkuliert, wirkt nicht auf den Prozess im Wärmeerzeuger zurück.

Die einzigen Größen – neu modern Schnittstellen - auf die von allen Vieren zurückgegriffen wird sind offensichtlich zwei Größen:

1. Maximale Temperatur
2. Maximale Menge an Wärme/Energie

Denn lediglich von diesen Größen wird die Arbeitsweise von Heizkreis, Warmwasseraufbereitung und Wärmespeicher bestimmt, eigentlich logisch, hängt doch daran die Heizleistung, Warmwassermenge und die Speichermöglichkeit.

Die Wärmequelle:

Als Wärmequelle kann alles genutzt werden, was Wärme ins Haus bringt, so auch Fernwärme, Wärmepumpen, Elektroheizungen; diese will ich hier außer Betracht lassen und mich mit den klassischen beschäftigen, den Brennern: Hier wird fossile Energie verbrannt, Wärme erzeugt und diese den Verbrennungsprodukten entzogen. Diese Prozesse sind bestens erforscht, die Untersuchungen lassen lediglich zwei kleine Lücken offen:

1. Wirkungsgrad und Brennerlaufzeit
2. Brennwertnutzen und Heiz-/Warmwassertemperatur

Hierzu werden viele kontroverse Meinungen vertreten, so dass sich lohnt, die zwei Punkte eingehend zu betrachten; hilfreich ist eine Recherche im Internet, dort gibt' s viele Informationen, aus den sich schon gemeinsames lesen lässt:

der Wirkungsgrad des Brenners hängt von der Brennerlaufzeit pro Start ab
der Brennwertnutzen bestimmt sich nach der minimalen Temperatur im Heiz-/Warmwassersystem

Unter www.ehrmeierfreising.de gibt' s ein Tool, das den tatsächlichen Wirkungsgrad abhängig von Brennerstunden, Startzahl und gemessenem Wirkungsgrad näherungsweise ermitteln lässt:

Ein Beispiel gebe ich hier an: ein Haus mit einem Niedertemperaturkessel, 2000 Brennerstunden im Jahr,

einer Brennerlaufzeit von durchschnittlich 15 min: Hier misst der Kaminkehrer einen Brennerwirkungsgrad

von 94 v.H. - tatsächlich sind' s 82 v.H. Ist die Brennerlaufzeit nur 10 min, so verbleiben noch 77 v.H.!

Die Ursache kennt jeder: Wie beim Auto liegt' s am „Kurzstreckenbetrieb“, der seinen Tribut fordert.

Es gibt nur eine Abhilfe: die Brennerlaufzeit je Start verlängern. Aus dieser Situation kann man auf zwei Wegen entkommen:

4. Brenner in der Leistung anpassen
5. Pufferspeicher

Wird, wie in 1. verlangt, der Brenner in der Leistung angepasst, so verlangt' s einen regelbaren Brenner; dieser kann in Stufen oder kontinuierlich zwischen kleinster und größter Leistung geregelt sein. Dies ist eingehend untersucht, so dass es sich lohnt selbst zu ermitteln, was Sinn macht.

Ist ein Brenner vorhanden, der mit gutem Wirkungsgrad betrieben werden kann, nicht geregelt werden kann, ist vielleicht der Einbau eines großen Speichers, welcher die Laufzeit verlängert, sinnvoll -Pufferspeicher. Auch dies ist Ausreichend beschrieben und die Informationen im Internet gut zugänglich.

Der Pufferspeicher ist, wie kann' s auch anders sein, eine Möglichkeit andere Energiequellen einzubinden:

3. Wärmepumpe
4. Solaranlage
5. Pelletsheizung
6. Kachelofen

Warum es sich in jedem Falle lohnt die Wärmeerzeuger nach zu rüsten lässt sich berechnen:

Unterstellen wir einen Niedertemperaturkessel mit 70 l Wasserinhalt und schalten einen Pufferspeicher mit 500l dazu, verlängert sich die Laufzeit je Startvorgang folglich von 10 min um den Faktor $70 + 500 / 70$ ca 8 auf 80 min, der Wirkungsgrad ändert sich von 77 v.H. Auf 92 v.H.; dies sind 15 v.H. Oder $15 / 77$ ca 20 % – beste Isolierung vorausgesetzt; ein doch unerwartetes Ergebnis ! Sollten davon nach Abzug zusätzlicher Verluste durch den Pufferspeicher 15 % verbleiben, so wären dies in unserem Beispiel 15% von 2000 Stunden, der Brenner müsste 300 Stunden weniger laufen, die Öl, Gasrechnung ändert sich entsprechend.

Wird von diesem Niedertemperaturkessel auf einen regelnden Brenner, der um den Faktor 5 regeln kann, umgestellt, der dann auch noch mit moderner Brennwerttechnik arbeitet, berechnet sich folgendermaßen:

bisher 10 min mit Wirkungsgrad 77v.H., neu nicht 94 v.H. Sondern 105 v.H. und maximal 50 min

Laufzeit ergibt einen rechnerischen Wirkungsgrad von 100 v.H. womit sich eine Verbesserung von 23 / 77 ca 30 % einstellen könnte; da jedoch nicht immer der gesamte Regelbereich von 5 genutzt wird, kann einer von im Mittel 3 unterstellt werden, es verbleiben noch immer 98 v.H. und damit 21 / 77 ca 28 %. Berücksichtigt man dabei den minderen Wirkungsgrad des auf kleiner Leistung laufenden Brenners, verbleiben noch immer rechnerisch 25 % Ersparnis. Hier ist unterstellt, dass die Anlage immer mit Brennwertnutzung arbeiten kann, was außer mit einer sogenannten Vollbrennwertanlage leider nicht der Fall ist. Wird das noch berücksichtigt, liegt die Einsparung in der Größenordnung Pufferspeicher.

Anpassung der Heizungs – und – Warmwasserregelung:

Regelungen, die unter Nutzen der Heizkörperthermostate, das Heizwasser über das erforderliche hinaus aufheizen, nutzen das Wasser der Heizkörper als Wärmespeicher und sind daher wegen der Laufzeitverlängerung mit der Pufferspeicherlösung vergleichbar. In diesen Fällen ist nur die Heizungsregelung zu ändern – ein Umbau ist nicht erforderlich.

Welche Änderung sind sinnvoll:

Nun bleibt es dem Betreiber der Heizung überlassen, welche der genannten Lösungen er wählt; es hat jedes seine Vor und Nachteile – sollen jedoch später auch andere Wärmeerzeuger eingebunden werden, gibt es zum Pufferspeicher leider keine Alternative.

Pufferspeicher und Brennwertanlage addieren sich nicht vollständig, ergeben damit nicht die zu erwartenden 35 – 40 %, es werden ca 30 % das liegt am konstanten Wirkungsgrad bei konstanter Laufzeit – aus der genannten Formel kann man's nachrechnen.

Mit dieser Tabelle kann der Wirkungsgrad in der Praxis abhängig von der Zahl der Brennerstarts geschätzt werden

Brennerstunden	955
Brennerstarts	5000
Brennerlaufzeit Min	11,46
MeßwertKaminkehrer	0,94
Brennerwirkungsgrad	0,78816754

Der Nutzungsgrad:

überall liest man von Nutzungsgraden, welche eine enorme Auswirkung auf die Effizienz einer Wärmequelle, des Brenners also haben sollen. Nun, was ist der Nutzungsgrad – eigentlich nur das Verhältnis Brennerlaufzeit in Stunden / die Jahresstunden = 8760; diese Zahl teilt also mit an welchem Bruchteil des gesamten Jahres der Brenner läuft - Diese Aussage ist deshalb wichtig, weil jeder Brenner nach dem Ende auskühlt, was natürlich wieder aufgeheizt werden muss. Als Konsequenz bleibt festzuhalten, je höher der Nutzungsgrad, desto weniger Verluste durch auskühlen - sogenannte Standby Verluste. Mehr Aussagekraft hat diese Größe jedoch nicht !!

Das hat natürlich einige Folgen für den Heizkessel: Wirkungsgrad aus der Messung des Kaminkehrers bereinigt mit der tatsächlichen Brennerlaufzeit ergibt den Wirkungsgrad den Brenners; dieser Wert bereinigt um die Stillstandsverluste durch den Nutzungsgrad ist der tatsächliche Wirkungsgrad des Brenners – an einem Beispiel:

ein Brenner mit einem gemessenen Wirkungsgrad von 94 v.H. läuft je Start durchschnittlich 12 Minuten, an 1752 Stunden im Jahr; Stillstandsverluste 1v.H. Je Stunde:

Aus der Berechnung im vorherigen Kapitel ergibt sich ein Wirkungsgrad von 79 v.H. und $8760 - 1752 / 8760$

Stunden ergeben eine Stillstandszeit von 80 v.H.; also je Stunde Brennerlaufzeit 4 Stunden Stillstandszeit, was zusätzlich 1 v.H. $\times 4$ Stunden = 4 v.H. zusätzliche Verluste einbringt.

Der Wirkungsgrad beträgt nun tatsächlich $79 \text{ v.H.} - 4 \text{ v.H.} = 75 \text{ v.H.}$

Anhand dieser Überlegungen wird sehr deutlich, dass ein guter Brenner nicht unbedingt den erwarteten

guten Wirkungsgrad haben muss – entscheidend ist die Anbindung des Kessels, die auf die Art des Kessels angepasst sein muss.

Also ein gut isolierter, überdimensionierter, temperatur geregelter, Niedertemperaturkessel ist hinsichtlich des Nutzungsgrades und der damit anfallenden Standbyverluste wohl nicht schlechter als ein hochgelobter moderner Brennwertkessel, so die Meinung des Autors. Ein moderner Brennwertkessel bringt oft – leider – nicht mehr oder weniger Wirkungsgrad als ein moderner Niedertemperaturkessel, weil die Einbindung fehlerhaft ist !

Siehe hierzu auch die im Internet veröffentlichten Untersuchungen zu Brennwertanlagen.

Wärmespeicher und Warmwasseraufbereitung :

Dies ist bei einer üblichen Heizung verknüpft, da zur Warmwasseraufbereitung ein Wärmespeicher genutzt wird – meist ein Boiler mit 150 Liter als Unter- oder Beistellbehälter; dieser wird, nach Bedarf, von der Wärmequelle auf die gewünschte Temperatur erwärmt. Kann bei Umstellung auf die Pufferspeicherlösung

wegfallen, wird ein moderner Brenner verbaut wird er ebenso benötigt, wie bei Umstellung der Heizungsregelung.

Technisch gesehen gibt es zwei Möglichkeiten das warme Wasser zu den Wasserhähnen zu führen:

Stichleitungen
Zirkulation

Kurz gesagt, Stichleitungen kühlen immer bis zur Umgebungstemperatur aus – folglich muß sich diese, bei Bedarf, immer erst wieder mit warmen Wasser füllen, was Energieverlust bedeutet; eine Zirkulation verliert durch das Vorhalten des warmen Wassers, da umgewälzt wird; welcher Verlust letztlich höher ist, wird wohl durch die Güte der Isolierung bestimmt – ist folglich ein Rechenexempel.

Heizkreis:

Dieser versorgt, wenn gewünscht, die Teile des Gebäudes mit der nötigen Wärme. In der üblichen Installation entnimmt er aus dem Brenner, der Wärmequelle, die Wärme mittels Wasser um die Heizkörper mit der erforderlichen Wärme zu versorgen. Heizkörper gibt es viele, die aber alle nach dem selben physikalischen Prinzipien arbeiten: Temperaturdifferenz zur Umgebung und Fläche des Heizkörpers: Wärmeleistung ist das Produkt aus Fläche mal Temperaturdifferenz.

Strahlungswärme:

Jeder Körper, der wärmer ist als seine Umgebung gibt diese, zumindest teilweise, als Strahlung an die Umgebung ab. Wo diese Strahlung die Umgebung trifft, wird's wärmer, wo's wärmer wird, entstehen Temperaturdifferenzen, wo Temperaturdifferenzen bestehen, da zirkuliert Luft; rein physikalisch gesehen ist die Geschichte von der gesunden, verwirbelungsfreien, Strahlungswärme ein Märchen.

Heizkörpern unter Fenstern:

Aus den selben, logisch nachvollziehbaren Gründen ist's halt auch ein Märchen, dass Heizkörper immer unter den Fenstern zu platzieren wären um kalte „Zugluft“ zu vermeiden. Im schlimmsten Falle ist nämlich durch die Abkühlung am Fenster eine fallende Luftströmung entstanden, die erst einmal durch Heizleistung zu kompensieren ist – es muss mehr geheizt werden um die Luftströmung zu überwinden.

Größe und Form eines Heizkörpers:

Als Leser merken Sie bereits, es führt uns der Weg zu großen Flächenheizkörpern, die mit wenig Temperaturdifferenz auch wenig pro Fläche aufheizen und damit die Luft an der Heizkörperoberfläche wenig verwirbeln. Wie müssen diese dann beschaffen sein um gut zu funktionieren? idealerweise wie ein Kamin, denn so funktionieren sie auch am Besten: ganz unten Zimmertemperatur, ganz oben maximale Temperatur – warum? ist ein Heizkörper bereits unten wärmer als seine Umgebung kann sich keine langsame, damit verwirbelungsfreie Luftströmung am Heizkörper bilden, damit ist eine optimale Wärmeübertragung nicht mehr gewährleistet – vielmehr bildet sich um den Heizkörper eine dünne Wirbelschicht, die diesen von der Raumluft trennt und damit isoliert. Idealerweise ist also ein Heizkörper schmal, dünn und hoch!

Aus welchem Material sollte denn ein Heizkörper bestehen:

Grundsätzlich gilt, dass ein Heizkörper seine Wärme im Idealfall ohne Verzögerung an die

Umgebung abgeben muss; er sollte also aus einem Material bestehen, das ein guter Wärmeleiter mit möglichst geringer eigener Wärmespeicherung sein muss; ob es wirklich Aluminium sein muss, darf bezweifelt werden, da alles andere, Wände beispielsweise, um so vieles träger auf Änderungen reagieren, dass es nicht auffällt ob der Heizkörper aus Aluminium oder Komposit oder Stahl besteht. p.s. Die Wärme geht ja nicht verloren, sie wird halt nur verzögert weitergegeben – Einsparung: keine.

Montageort des Heizkörpers:

Grundsätzlich gibt ja ein Heizkörper die Wärme nach allen Seiten ab, ein flacher somit „vorne und hinten“. Die Folge ist eigentlich, dass es in jedem Falle zu vermeiden ist, einen Heizkörper an einer kalten Wand zu montieren – Außenwände sind ein Tabu. Es wird auch bei noch so guter Isolierung Wärme verbraten, sprich sinnlos an die Umgebung abgegeben. Idealer Platz ist an Innenwänden, im toten Raum hinter einer Türe. An diesen Stellen können auch die „dünnen, schmalen, hohen“ gut platziert werden, weil sie da nicht stören, außer vielleicht die Optik, und die Innenwände mit aufheizen.

Räume ohne Heizung:

Werden Räume nicht geheizt, so kühlen deren Wände ab, so dass die angrenzenden Zimmer mitheizen müssen – rechnerischer Einspareffekt fraglich: als Beispiel sei an das Haus mit 10 Parteien erinnert, von denen neune 24 C heizen und eine gar nicht, mit der Begründung, auch ohne Heizen ist es warm – eigentlich logisch, aber im eigen Haus bringt das nichts, weil man nicht der Sparer ist, sondern einer der neune, der mehr zu heizen hat, weil einer nicht heizt; allenfalls funktioniert das in einem Reihennittelhaus !

Absenken und Abschalten:

Wird die Temperatur in einem Raum abgesenkt, kühlen dessen Wände aus; die Wand ist ein Wärmespeicher, der danach wieder aufgefüllt werden muss, bis er Raumtemperatur erreicht hat – folglich wird dadurch nichts gewonnen. Denken Sie an den Eimer, der immer als Beispiel erhalten muss: wenn man aus dem Zimmer geht soll man die Heizung abdrehen ähnlich einem Eimer, der überläuft weil man ständig eingießen muss, das ist aber falsch ! warum ? Nehmen Sie den Eimer und sagen sie, der obere Rand ist das Niveau Zimmertemperatur, wo ist dann der Überlauf ? es gibt keinen – denn folgerichtig ist dann der Boden des Eimers die Außentemperatur und das Wasser im Eimer wird nicht durch Überlaufen weniger, sondern durch ein Loch im Boden!

Regelung der Heizkörpertemperatur:

Moderne Heizungsanlagen regeln Ihre Angebotene Temperatur nach der Außentemperatur um unnötige Verluste zu vermeiden – dass dies sinnvoll ist, ist unumstritten; wozu aber benötigt dann ein Heizkörper noch einen Thermostat, nur für die Feinregelung im Zimmer, das versorgt werden soll. Nach 17 Jahren Erfahrung mit meiner Heizung kann ich sagen, dass das nichts bringt, warum ? Jede Heizung sollte hydraulisch abgeglichen werden, im Zuge dieses Abgleiches erhält jeder Heizkörper die erforderliche Wärmemenge; nach Abschluss sind also alle Heizkörper optimal,

nach Erforderniss, eingebunden. Die angebotene Vorlauftemperatur wird von der Heizungsregelung nach der Außentemperatur geregelt. Damit ist gewährleistet, dass bereits in der Höhe der Vorlauftemperatur die Temperaturschwankungen einfließen;

An den Heizkörpern steht ja damit automatisch die Wärme zur Verfügung, die erforderlich ist um das stärkere Auskühlen auszugleichen. Werden Heizkörperthermostate wie üblich eingesetzt, zwingen sie also zu einer unnötig hohen Vorlauftemperatur; ein kleiner Regelbereich sollte aber bleiben – Ausgleich eines von der Regelung nicht erfassten, eventuellen, Faktors – Wind. Thermostate nach dem Abgleich auf 4 von 5 stellen und die Heizungskennlinie um ein oder zwei Grad parallel nach oben verschieben.

Regelung durch Vorlauftemperatur oder Rücklauftemperatur:

ein Heizkreis kann die Temperatur an zumindest zwei Stellen gemessen werden: am Vorlauf, also direkt nach dem Brenner, oder am Eingang zum Brenner, Rücklauf. Die Wert an einer dieser Stellen kann genutzt werden um die Temperatur des Heizkreises nach der Außentemperatur zu führen. Sonneneinstrahlung, Beleuchtung und andere Wärmequellen in den jeweiligen Räumen schlagen sich jedoch mit den Beiträgen zur Erwärmung im Rücklauf nieder – eine rücklaufgeführte Regelung der Heizung wäre also zu bevorzugen.

Jede moderne Regelung kann durch einfaches Versetzen des Temperaturfühlers umgestellt werden – die Regelung muss ggf nachgestellt werden: von beispielsweise 40 C bei 10 C Außentemperatur auf 35 C und die Heizkurve muss flacher eingestellt werden, da mit zunehmender Heizkreistemperatur die Differenz Vorlauf / Rücklauf steigt.

Heizstrategie um eine Heizung effektiv zu nutzen:

Ein Haus besteht aus verschiedenen Stockwerken; beginnen wir ganz unten: der Keller liegt im Erdreich und hat damit logischer Weise konstante Bedingungen: Das Erdreich hat mit geringen Schwankungen immer die Jahresmitteltemperatur. Ist der Keller gut isoliert, ist er am damit am einfachsten zu klimatisieren, denn Wärme steigt nach oben. Gute, genügend große, Flächenheizkörper, günstig angebracht, geben einem Gebäude eine Mindesttemperatur. Dies ist in der Übergangszeit effektiv genug, das Gebäude zu beheizen; lediglich in den sensiblen Bereichen, Bäder und Kinderzimmer muss dann u.U. zusätzlich geheizt werden. Idealerweise im ganzen Gebäude mit Fußboden oder Flächenheizung individuell eingestellt für jenen Raum.

Die Solaranlage

Nach zwei Jahren aus dem praktischen Betrieb meiner thermischen Solaranlage bleiben folgende Erfahrungen, die in zusammengefasst nirgends zu finden sind:

Zu Anfang nun ein kleiner Exkurs zur Sonnenwärme:

Scheint die Sonne auf die Kollektoren, erzeugt Sie Temperaturen, die den Pufferspeicher aufheizen; nach meinen Feststellungen können diese Temperaturen vereinfacht in zwei Gruppen geteilt werden:

6. Hoch genug für Heizung und Warmwasser
7. Zum Vorwärmen geeignet

Aus den Aufzeichnungen der Solaranlage lässt sich auslesen, an wie vielen Stunden geheizt oder vorgewärmt werden konnte:

An den genannten 730 Tagen heizte die Solaranlage 2858 Stunden, davon 1680 direkte Heiz - und Warmwasseraufbereitung, siehe 1. – also 1178 Stunden zum Vorwärmen, siehe 2.; das sind immerhin ca 40 % der Laufzeit. Nun sind im Internet Studien veröffentlicht, welche sich mit der Effizienz, im direkten oder Betrieb zum vorwärmen, einer Solaranlage und der Höhe der Erträge befassen, die daraus erzielt werden. Der Leser möge selber nachschlagen und, so viel sei festgehalten, überraschendes feststellen.

Nach diesem kleinen Exkurs werfe ich einen Blick auf die einzelnen Teilen meiner Solaranlage:

Bestehend aus einem großen Speicher – Boiler – zum aufnehmen und speichern von Energie in Form von Temperatur, also Wärme und vielen weiteren Komponenten, bleiben jedoch im täglichen Betrieb m.M. als deren wichtigste Teile festzuhalten:

Die Kollektoren
Der Speicher

Diese beiden Teile entscheiden nach Erfahrung des Autors im wesentlichen über den Ertrag der Solaranlage; der Aufbau dieser zwei Komponenten bestimmt über den Wirkungsgrad mit dem die Strahlung in Wärme umgesetzt und gespeichert wird - entscheidet also über den Anteil, den die Sonne an der Heizung und Erwärmung des Wassers übernehmen kann.

Die Kollektoren:

müssen in der Lage sein eine hohe Differenz an Temperatur zur Umgebung aufzubauen und zu halten; ob es sich dabei um Vakuum - oder andere Technik handelt ist für den Nutzer nicht von Belang.

Der Speicher:

muss die erzeugte Wärme einlagern; beim Speicher entscheiden der innere Aufbau über die „Einlagerung“ der erzeugten Wärme und die Art und Weise wie diese an die Verbrauchern

weitergegeben wird. Innerhalb des Speichers muss es folglich möglich sein große Temperaturdifferenzen zu erzeugen und zu halten. Als Medium dient meist Wasser – warum ? Wasser kann in einem großen Temperaturbereich Energie, also Wärme, aufnehmen und abgeben; es ist damit aus physikalischen Gründen gut geeignet; Phasenumwandlungsspeicher, wie Paraffin oder Acetatlösung, können dies, wegen physikalisch, chemischer Eigenschaften, - leider - in der einfachen Weise nicht leisten. Als Ergänzung sind diese, m.M., ausgezeichnet.

Der Aufbau dieser zwei Teile:

Die Kollektoren:

Da die Technik der Kollektoren in den zwei Bereichen Heizen und Vorwärmen bestens untersucht und dokumentiert ist, überlasse ich' s der Findigkeit des Lesers das Internet nach Testberichten zu stöbern - es lohnt sich, gibt es doch gute Flachkollektoren mit Erträgen durchschnittlicher Vakuumkollektoren – es lassen sich Enttäuschungen vermeiden. Kollektoren erreichen sehr hohe Temperaturen, ob sie in Dach oder Fassade zu integrieren sind, bezweifle ich daher. Jedoch bleiben diese frei montiert kühler und Dachkonstruktion und Kollektor werden thermisch nicht so hoch belastet.

Der Speicher:

Physikalisch betrachten lässt sich folgendes ableiten: eine hohe Temperaturdifferenz zu speichern bedeutet schlankes Design; also kleiner Durchmesser bei maximal möglicher Höhe. Je besser dieses Verhältnis wird, desto mehr Oberfläche pro Volumen wird jedoch vorhanden sein; es steigt damit der Wärmeverlust. Was bleibt ist ein Kompromiss – Untersuchungen sind im Internet veröffentlicht und geben einen Guten Einblick. Also Standardware: Durchmesser / Höhe des Speichers ca 800 mm / 2200 mm – 1: 2,75 das gibt' s von der Stange und ist erprobt.

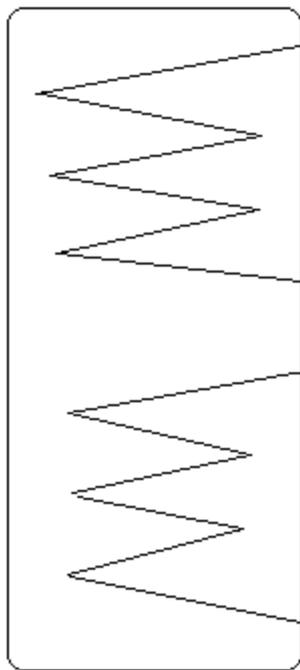
was geschieht im Speicher:

Die in den Kollektoren erzeugte Wärme wird gespeichert und für Heizung und Warmwasser abgerufen; es gibt verschiedene Strategien, das zu bewerkstelligen – diese lassen sich im wesentlichen in zwei Gruppen unterteilen:

Zonenspeicher
Schichtspeicher

Diese sind eingehend untersucht, die Berichte dazu können im Internet abgefragt werden und sind z.T. sehr kurzweilig zu lesen. Vereinfacht dargestellt nutzt ein Zonenspeicher die Höhe des Pufferspeichers für zwei, drei Zonen, die je nach Temperatur an den Kollektoren aufgeheizt werden – ein Schichtspeicher arbeitet differenzierter und die an den Kollektoren gebotene Temperatur kann i.d.R. Sofort genutzt werden.

Aufbau eines Zonenspeichers:

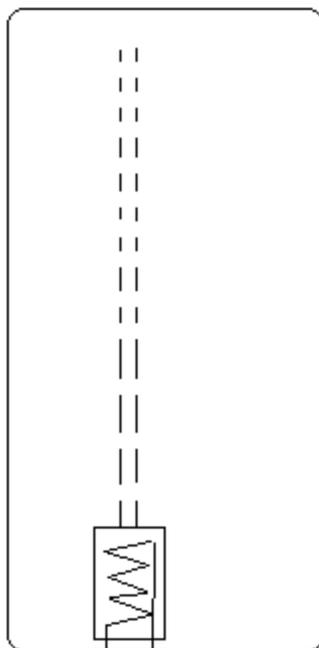


Zonenspeicher

warme Zone, genutzt bei hoher Kollektortemperatur

Kalte Zone, die genutzt wird, wenn die Kollektortemperatur kleiner als die zum heizen und Wasseraufbereiten notwendige ist

Aufbau eines Schichtspeichers:



Schichtspeicher

Wärmetauscher mit Schichtrohr, das sicherstellt, dass die Temperatur der Kollektoren an der richtigen Höhe eingespeist wird

Wie kommt die Wärme aus dem Speicher „raus“:

Hier gibt es zwei Verbraucher die bedient werden müssen :

Heizung
Warmwasser

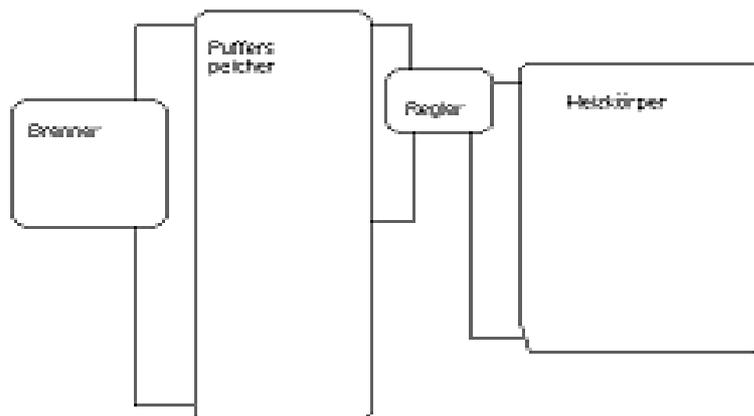
Es wird also mit der Wärme, die im Speicher Vorhanden ist, das „Wasser“ der Heizung oder das Warmwasser erwärmt, unterschiedliche Anforderungen sind dabei zu berücksichtigen, ich betrachte diese folglich getrennt:

Die Heizung:

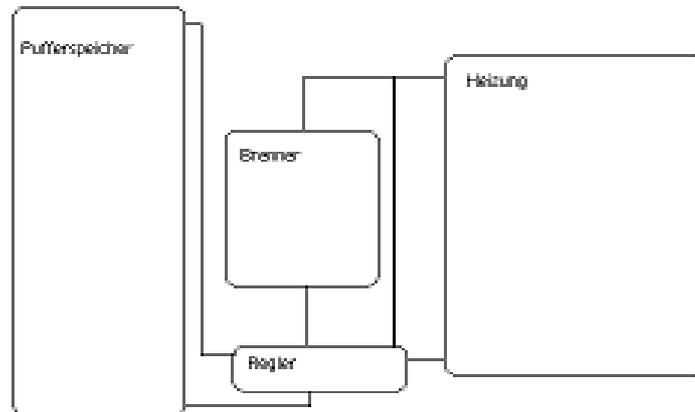
Dies wird i.d.R. Nach der Außentemperatur geregelt, wenn es kalt ist, wird Temperatur im Heizkreis höher sein als an einem warmen Tag. Diese kann direkt aus dem Speicher oder über „Rücklaufanhebung“ und den Heizkessel betrieben werden. Wird die Heizung direkt aus dem Speicher betrieben, dient der Heizkessel als Reserve um genügend hohe Temperaturen im Pufferspeicher zu erhalten; das Heizwasser wird meist durch einen Differenzregler oder einen Wärmetauscher erwärmt; die Rücklaufanhebung nutzt i.d.R. eine „Heizschlange“ im Speicher mit einem Dreiwegeventil zum Einsatz; das Heizwasser wird danach, falls notwendig, durch den Brenner geleitet.

Differenzregler und Wärmetauscher nutzen i.d.R. nur den wärmsten Bereich des Pufferspeichers; der untere Bereich ist, persönliche Erfahrung, wenn geheizt werden muss, für die Rücklaufanhebung in einer Radiatorenheizung zu kalt. Die Heizung läuft dann konventionell. Dieser Bereich des Pufferspeichers dient allenfalls noch als Reservoir für einen Brennwertkessel – Nutzen fraglich. Beide Lösungen nutzen also diesen Bereich des Pufferspeichers nicht zum Heizen.

Direkte Heizung:



Rücklaufanhebung:



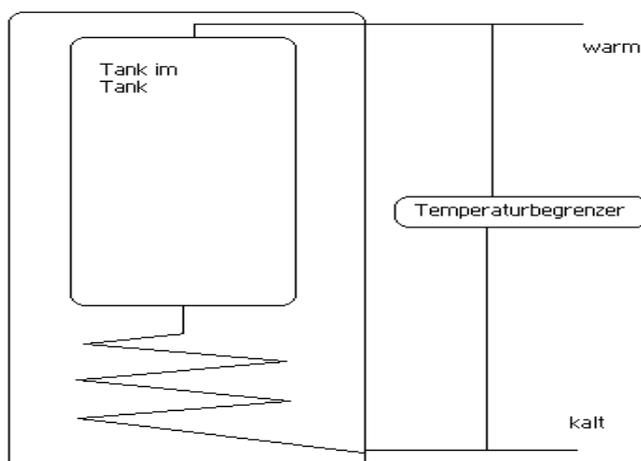
Warmwasser:

Nach den Vorgaben soll i.d.R. warmes Wasser mit mehr als 50 C erzeugt werden. Als Möglichkeiten das Leitungswasser mit 9 C auf diese Temperatur zu erwärmen bieten sich drei Systeme an:

- Tank im Tank
- externer Wärmetauscher
- Durchlauferhitzer

Alle drei Konzepte nutzen die die Wärme im Speicher auf etwas unterschiedliche Weise – die Konzepte genauer zu beleuchten halte ich daher für notwendig:

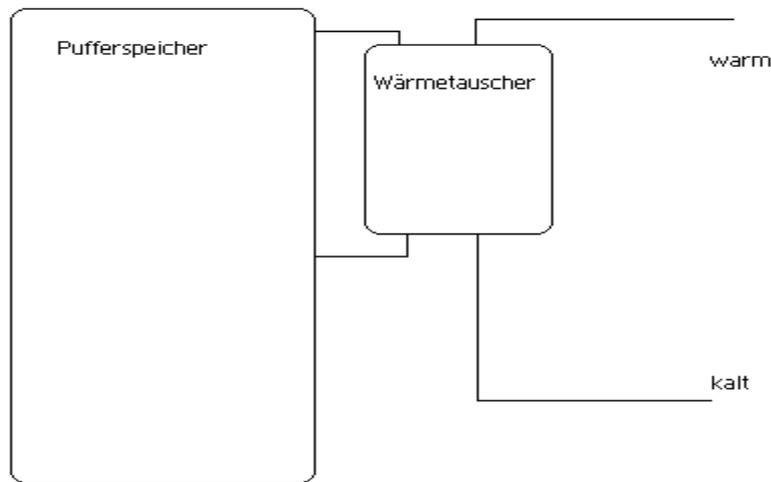
Tank im Tank:



Tank im Tank nutzt die Wärme durch Vorratshaltung, bezieht diese i.d.R. aus dem Wärmsten Teil

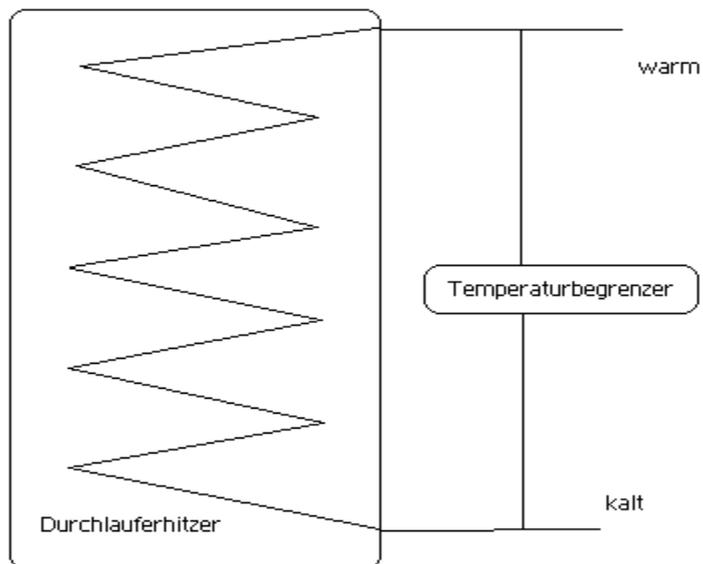
des Speichers.

Wärmetauscher:



Der externe Wärmetauscher nutzt i.d.R. den wärmsten Teil des Pufferspeichers, erzeugt nur bei Bedarf warmes Wasser.

Durchlauferhitzer:



Der Durchlauferhitzer leistet ähnliches und nutzt aber, nach Konstruktion, auch den unteren „kühlen“ Teil des Speichers, stört jedoch durch Wärmeleitung u.U. die Temperaturschichtung im Speicher.

Betrachtet der Leser die drei Konzepte, wird er feststellen, dass nur der Durchlauferhitzer, ggf auch

das Tank im Tank – System, die niedrigsten Temperaturen im Pufferspeicher verwertet. Genutzt wird also der auch Teil, welcher bei niedrigen Temperaturen an den Kollektoren geheizt wird.

Fazit zum solaren Ertrag:

Unstreitig gilt also folgendes: die Anlage zur Heizung und Warmwasseraufbereitung muss alle Erträge der Kollektoren verwerten können, insbesondere müssen die zu Anfang genannten 40%, die Anteile niedriger Intensität, Temperatur, verwertet werden können.

Fazit zum Speicheraufbau:

Da ist ein sogenannter Schichtspeicher besser geeignet die Wärme zu erfassen und zu speichern, lagert dieser doch das Angebot nicht nach den zwei oder drei vorhandenen Zonen, sondern nach der möglichen Schichtung, die differenzierter als Zonen ist, in den Speicher ein:

Wird' s beispielsweise im Winter sofort warm, wird nicht erst eine Zone im Speicher erwärmt, die angebotene hohe Temperatur der Kollektoren ist fast ohne Verzug in voller Höhe verfügbar – so an einem sonnigen Wintertag, halb neun Uhr morgens.

Fazit zur Warmwasseraufbereitung:

Tank im Tank und Durchlauferhitzer im Speicher leiten das Wasser unten ein, es erwärmt sich von der kalten Temperatur – wohl die mittlere Temperatur im Erdreich von ca 9 C – auf die gewünschten ca 55 C; genutzt werden also auch die niedrigen Temperaturen im unteren Speicherbereich. Ein externer Wärmetauscher nutzt diesen Bereich nicht, offensichtlich bleibt dieser Teil des Speichers ungenutzt.

Optimal wäre es also vor einem externen Wärmetauscher einen Durchlauferhitzer im unteren Speicherbereich zu schalten; es wird dann die Wärme der kühlen Zone genutzt und über ein Schaltventil könnte eine verlustarme Warmwasserzirkulation in den unteren Bereiches eingebunden werden.

Fazit zur Heizung:

Wird die Heizung aus dem Speicher betrieben, muss die Temperatur mindestens der Vorlauftemperatur entsprechen. Dies betrifft in gleicher Weise eine Anbindung durch einen externen Wärmetauscher oder eine Differenzregelung. Nach Meinung des Autor' s ist die Beste Möglichkeit, da diese Regelung immer nur so viel Wärme entnimmt, als nötig ist, die Vorlauftemperatur zu erreichen. So kann sowohl eine Vorlauftemperatur geführte, als auch Rücklauftemperatur geführte Regelungen betreiben werden.

Wie leicht nachvollziehbar ist bestimmt die Vorlauftemperatur der Heizung, die Schicht aus der Wärme entnommen werden muss: Je niedriger die Vorlauftemperatur, desto weniger muss aus dem Speicher an Wärme entnommen werden: also entweder weniger aus einer warmen, oben liegenden Schicht oder mehr aus einer weiter unten liegenden Schicht. Damit also nicht immer aus dem Wärmsten Teil des Speichers entnommen werden muss, sind Zuleitungen aus mehreren Temperaturzonen des Speichers notwendig:

je nach Heizungsbedarf lässt sich ein warmer oder kühler Teil des Speichers einbinden.

Eine Heizung mit niedriger Vorlauftemperatur und ein variabler Zugriff des in die Temperaturschichten sind also notwendig, um auch niedrige Temperaturen am Kollektor zu verwerten, also auch dann mit Solarwärme zu heizen, wenn die Kollektoren nicht optimal liefern – was bringt's, aus der 50 C Schicht beizumischen, wenn die Heizung 25 C Vorlauf benötigt und die Kollektoren bereits 35 C liefern – Verschwendung !

Eine Heizung mit Rücklaufanhebung ist der Funktion nach eine klassische Heizung, bei der lediglich zwischen Heizkörper und Brenner in den Heizungskreislauf der Pufferspeicher „zwischengeschaltet“ wird; für die Wärmeentnahme gilt auch in dieser Anbindung das zuvor genannte.

Salopp formuliert ist bei einer Rücklaufanhebung der Platz von Brenner und Pufferspeicher getauscht – mit allen Konsequenzen:

direkt aus dem Puffer : Brenner – Puffer – Heizung

Rücklaufanhebung: Puffer – Brenner – Heizung

In Grundsatzdiskussionen wird ermittelt, welches System das bessere wäre – ich denke nach der kleinen Analyse der Funktionsweisen lohnt diese Diskussion nicht mehr: Wenn schon Pufferspeicher, dann keine Rücklaufanhebung um Brennwert zu nutzen und kurze Laufzeiten des Brenners zu vermeiden – warum arbeitet jede Wärmepumpe an einem „ausreichend“ dimensionierten Pufferspeicher?

Folgen für den Speicheraufbau:

Aus diesen Feststellungen können die Kriterien für die bestmögliche Anbindung eines Pufferspeichers an solare Kollektoren sowie die Heizung/ Warmwasserbereitung ermittelt werden:

Speicheraufbau:

Schichtung der Temperatur ermöglichen:

7. Relativ kleiner Durchmesser
8. Maximal mögliche Höhe

optimale Einspeisung wechselnder Temperaturen:

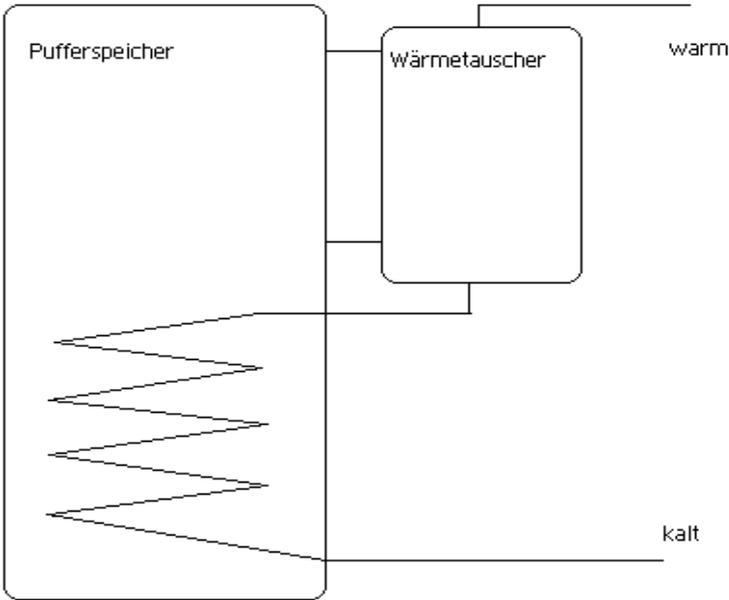
8. Schichtspeicher

Wärmeentnahme ohne die Schichtung der Temperatur zu stören:

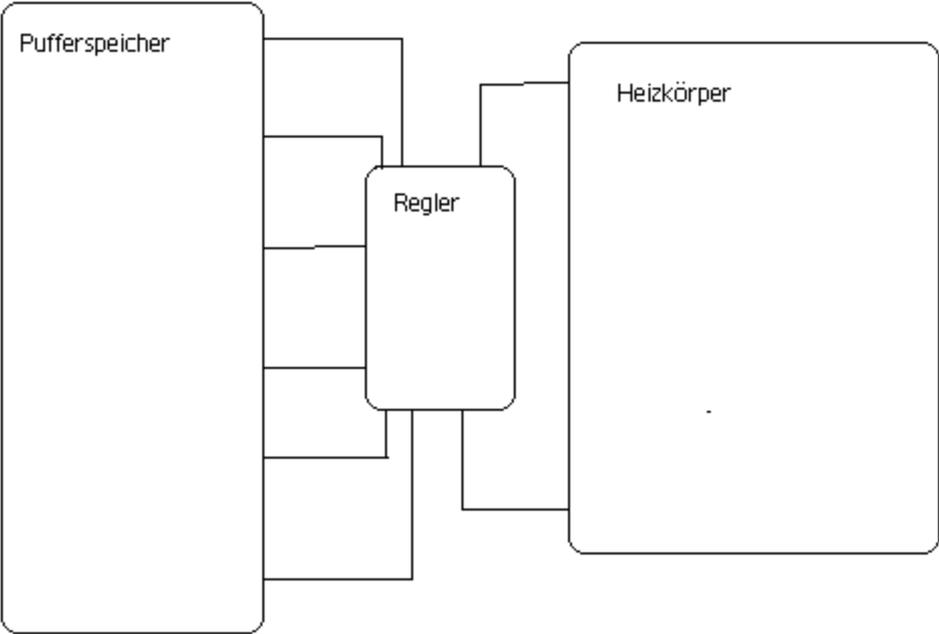
3. Warmwasserdurchlauferhitzer unten mit Wärmetauscher oben
4. Heizungsregelung mit Schichtabgriff

Ein nach diesen Gesichtspunkten aufgebauter Speicher ist dann eine „Energiezentrale“ die alle Formen dezentraler Wärmeerzeugung, ob Kachelofen, Wärmepumpe oder Brenner..., optimal verwerten kann.

Durchlauferhitzer mit Wärmetauscher:



Heizungsregelung mit Schichtabgriff:



Fazit zur solaren Heizung mit Warmwasseraufbereitung:

Es sind mittlerweile sehr viele Erfahrungswerte Messreihen und Analysen zu den Themen

Anbindung Kollektoren
Aufbau Pufferspeicher
Anbindung der Wärmeerzeugung
Bereitstellung Warmwasser
Versorgung der Heizung

erstellt; eine Zusammenfassende Analyse und Auswertung der einzelnen Teile im Zusammenwirken gibt es jedoch nicht. Ein Laie muss also aus einer Vielzahl von Konzepten nach Empfehlung auswählen, da es keine Felduntersuchungen mit Auswertung gibt. Die Einstellung der einzelnen Komponenten – nach dem Umbau – bleibt ebenfalls dem Betreiber der Anlage, also dem Laien überlassen. Es lohnt sich meiner Meinung nach Testberichte genau zu studieren, die Anlage selber zu justieren und Ortsansässige mit Erfahrung einzubeziehen.

Mit diesem Kompendium möchte ich dem interessierten Leser eine Hilfestellung zur Hand geben. Es gibt die Erfahrungen, Überlegungen und die Meinung des Autors wieder – erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit ! Die vielfältigen Angebote, Schlagwörter und „Tatsachen“ zu hinterfragen, mittels eines roten Fadens durch einen „Dschungel“ der angebotenen Möglichkeiten zu finden. Den Besuch beim Fachmann der Wahl kann und will es jedoch nicht ersetzen – jedoch dürfte nunmehr deutlich sein, dass es für eine sachkundige Planung und Ausführung der notwendigen Arbeiten keinen Ersatz gibt..