

Über die Entwicklung einer steuerbaren Systempumpe und über ihre Anwendung in einem Heizungssystem mit Sonnenanschluss.

Bauzentrum München
17. September 2015



**Mowast
Engineering,
Oberhaching**

Guten Abend, meine Damen und Herren

Stellen Sie sich bitte 'mal vor, Sie möchten sich ein neues Auto kaufen; diesmal eines mit Automatik-Getriebe. Sie haben sich für eines entschieden und möchten es Probefahren. Sie vereinbaren eine Probefahrt bei einem Händler. Beim Einsteigen sagt Ihnen der Verkäufer dass dieses Modell mit der neusten Technik ausgestattet sei: Das Auto habe nur ein Fuß-Pedal, eine Bremse, die beim Anlassen fest gedrückt werden müsse.

Sie steigen ein und folgen den Anweisungen. Der Motor läuft auf einer Drehzahl – relativ hoch. Zum Losfahren drücken Sie etwas weniger auf das Bremspedal. Damit das Auto schneller fährt, lösen Sie Ihren Fuß noch mehr vom Pedal.



„Dies ist absurd“, werden Sie jetzt sicherlich denken – aber genau so werden viele Heizungssysteme betrieben:

Die Pumpen laufen auf ihrer Nennleistung und der Durchfluss wird durch Ventile gedrosselt. Dabei wird jede Menge Antriebsenergie vergeudet.

„Diese Energie kann man doch einsparen“, dachte ich mir. Ich habe eine ECM Pumpe in eine steuerbare Systempumpe umgebaut. (Folie 2)

Mit dieser steuerbare Systempumpe habe ich zwei Experimente durchgeführt .. (Folien 3 und 4) siehe Link **Bericht** in:

><http://www.simla-ev.de/vergleich-der-betriebsarten.html><



1. Frage: Was hat sie motiviert diese steuerbare Systempumpe zu entwickeln?

1. Antwort: Vor etwa 20 Jahren, als ich meinen thermischen Solar-Kollektor plante, suchte ich eine steuerbare Heizungspumpe, denn ich wollte den Wasser-Durchlauf vom Kollektor zum Pufferspeicher abhängig von der Sonneneinstrahlung machen. Bei schwacher Einstrahlung wollte ich den Durchlauf reduzieren damit die Wassertemperatur ein brauchbares Niveau erreichen kann. Eine steuerbare Pumpe fand ich nicht – dafür jede Menge anderer Pumpen mit unterschiedlichen Kennlinien aber in gleichen Gehäusen. Schon damals fragte ich mich „warum eigentlich? Warum nicht eine Pumpe, die eingestellt werden kann?“ Bis heute kenne ich keine käufliche Pumpe dieser Art, deswegen habe ich vor ein paar Jahren solch eine Systempumpe selbst (um)entwickelt und in ein System integriert, was länger dauerte als gedacht.



2. Frage: Was bedeutet hier „brauchbares Niveau“?

2. Antwort: Als ich Ende der 70-er Jahre (des letzten Jahrhunderts) unser Haus plante, lernte ich aus der DGS Fachzeitschrift „Sonnenenergie“, dass es, wenn man Sonnenenergie zum Heizen verwenden möchte, sinnvoll sei, eine Fußbodenheizung zu verwenden, die mit niedriger Temperatur läuft. Bei 0 °C Außentemperatur beträgt die Vorlauftemperatur etwa 33 °C und zum Duschen sollte die obere Puffertemperatur mindestens 45 °C sein. Das ist ein „brauchbares Niveau“.



3. Frage: Den thermischen Solar-Kollektor haben Sie selbst gebaut?

3. Antwort: Ja, vor 20 Jahren gab es noch wenig Anbieter – und ich wollte den Kollektor aus optischen Gründen in der Dachhaut versenken – das ging recht einfach, weil ich zur gleichen Zeit eine Wärmedämmung, also 12 cm dicke Holzfaserplatten, auf das Dach aufbringen ließ; im Bereich des Kollektors liegen eben keine Holzfaserplatten. Da liegen im Kollektor 6 cm dicke Schaumglasplatten.



4. Frage: Das klingt ja spannend – bitte beschreiben Sie den Kollektor.

4. Antwort: Gerne – angeregt durch die Literatur der Fa. Wagner Solar in Cölbe kaufte ich mir 24 Stück 6 m lange, mit geschwärzten (anodisierten) Kupferlamellen versehene, Kupferrohre mit 12 mm Durchmesser. (Folie 5) An einem Ende wurden je zwei Rohre zu einem „U“ zusammen gelötet; die offenen Enden des „U“ wurden mit Verteilerrohren bzw. Sammelrohren verlötet. So entstand eine effektive Kollektorfläche von etwa 17 m². Die Lamellen liegen lose auf ihrer Halterung; so können sich die thermische Spannungen ausgleichen. Dabei muss man bedenken, dass sich bei einem delta T von mindestens 140 K (kalt -20 C, heiß 120 C) bei 6 m Länge eine Längenänderung von etwa 15 mm ergeben. Weil ich die Lamellen anwinkelte (sie liegen also nicht parallel zur Dachhaut) ergab sich, um gegenseitige Verschattung zu minimieren, eine optische Fläche von ca. 4 m x 6 m also etwa 24 m². (Folien 6, 7, 8, 9,10) Nebenbei sei noch bemerkt, dass mit dieser Konstruktion die Anzahl der Lötstellen (48 Stück) minimiert und so die Zuverlässigkeit des Kollektors erhöht wurden. Denn jede Lötstelle ist eine potentielle Leckage.



4. Frage: Das klingt ja spannend – bitte beschreiben Sie den Kollektor.

4. Antwort: Gerne – angeregt durch die Literatur der Fa. Wagner Solar in Cölbe kaufte ich mir 24 Stück 6 m lange, mit geschwärzten (anodisierten) Kupferlamellen versehene, Kupferrohre mit 12 mm Durchmesser. (Folie 5) An einem Ende wurden je zwei Rohre zu einem „U“ zusammen gelötet; die offenen Enden des „U“ wurden mit Verteilerrohren bzw. Sammelrohren verlötet. So entstand eine effektive Kollektorfläche von etwa 17 m². Die Lamellen liegen lose auf ihrer Halterung; so können sich die thermische Spannungen ausgleichen. Dabei muss man bedenken, dass sich bei einem delta T von mindestens 140 K (kalt -20 C, heiß 120 C) bei 6 m Länge eine Längenänderung von etwa 15 mm ergeben. Weil ich die Lamellen anwinkelte (sie liegen also nicht parallel zur Dachhaut) ergab sich, um gegenseitige Verschattung zu minimieren, eine optische Fläche von ca. 4 m x 6 m also etwa 24 m². (Folien 6, 7, 8) Nebenbei sei noch bemerkt, dass mit dieser Konstruktion die Anzahl der Lötstellen (48 Stück) minimiert und so die Zuverlässigkeit des Kollektors erhöht wurden. Denn jede Lötstelle ist eine potentielle Leckage.



5. Frage: Was meinen Sie mit „anwinkeln“?

5. Antwort: Die Rohre laufen horizontal – d.h. ich konnte die Lamellen für den mittäglichen **Wintersonnenstand** ausrichten. Das bedeutet dann, dass der relative Ertrag im Sommer etwas geringer ist, aber dann ist mehr Energie vorhanden als für das warme Wasser benötigt wird. (Folien 9, 10)



6. Frage: Welches Sorte von Glas habe Sie zur Abdeckung verwendet?

6. Antwort: Für den Kollektor benötigte ich 12 Platten ca. 1 m x 2 m groß. Ich habe darauf geachtet, dass die Platten einen sehr geringen Anteil (maximal 0,02%) von Eisenoxyd (Fe_2O_3) enthielten. (Folien 11 und 12)



7. Frage: Können Sie die Leistung des Kollektors abschätzen?

7. Antwort: Das hängt natürlich von der Sonneneinstrahlung ab. Aber ich habe einmal errechnet, dass es bei einem Durchfluss von 7 L/Minute und einer Temperaturerhöhung von 20 K eine Leistung von etwa 10 kW ergibt.



8. Frage: Welchen Ertrag bringt der Kollektor im Winter?

8. Antwort: Das ist schwer zu sagen; aber ich habe folgendes beobachtet: an einem bewölkten Tag im Januar – bei 0 °C Außentemperatur - benötigt das Haus etwa 6 – 7 m³ Gas – also etwa 70 kWh Energie. Wenn die Sonne scheint wird das Wasser im Pufferspeicher so erwärmt, dass der Brenner am Abend für 4 bis 5 Stunden nicht benötigt wird; d.h etwa 1/5 des Tage wird solar gedeckt und etwa 14 kWh fossile Energie werden dabei im tiefen Winter nicht verbraucht. An sonnigen Tagen im November oder Februar ist der Ertrag natürlich entsprechend höher. Der Kollektor erntet also mehr Energie als mit einer PV-Anlage gleicher Größe – da sind Sie froh wenn Sie im Januar 4 oder 5 kWh Energie ernten.



9. Frage: Das Verhältnis der Kollektorfläche zu dem Volumen des Pufferspeichers erscheint mir etwas ungünstig. Was machen Sie mit dem sommerlichen Überschuss an Wärmeenergie?

9. Antwort: Ja, Sie haben recht: der Überschuss im Sommer ist durchaus ein Problem. Am Ende eines sonnigen Tages ist der Pufferspeicher mit 500 Liter Wasser bei 90 °C gefüllt. Ich weiß nicht für wie viel Mal Duschen das ausreichen würde...um diese Energie zu verbrauchen. Ist für den nächsten Tag wieder sonniges Wetter vorhergesagt, wird der Überschuss „abgefackelt“: Die Wärmeenergie wird in die Fußbodenheizung geschickt und die Räume etwas erwärmt – z.B. der Hobbyraum und die Sanitärräume – oder auch die Essdiele. Es ist übrigens recht angenehm, wenn im Sommer die Steinböden der Sanitärräume etwas erwärmt sind. Was die anderen Räume betrifft, hat meine Frau früher an heißen Sommertagen immer, wenn Sie das Haus betrat, gesagt „Jetzt komme ich in einen Eiskeller!“ Jetzt, wenn die Überschuss-Wärme abgefackelt wird, ist der Temperaturunterschied außen/innen nicht mehr so groß, sodass man nicht mehr das Gefühl hat einen Eiskeller zu betreten. Dauert eine Hitzeperiode mehrere Tagen an, lüften wir das Haus in der Früh und lassen die kühle Morgenluft herein. Aber das passiert relativ selten.



10. Frage: Es ist wohl illusorisch im Winter ihr Haus zu 100% mit Sonnenenergie zu erwärmen?

10. Antwort: Mit diesem System: Ja. Aber ich habe schon 'mal abgeschätzt, wenn ich Keller einen Wasser-Pool mit einem Volumen von etwa 170 m³ (ein Würfel mit 5,5 m Kantenlänge) hätte, könnte ich dem Wasser mittels Wärmepumpe die Energie entnehmen und einen Block Eis daraus machen, der dann im Sommer mit der Sonnenenergie wieder aufgetaut wird. Das müsste 'mal näher untersuchen werden.



11. Frage: Da Sie (noch) keinen Wasser-Pool mit 170 m³ im Keller haben, haben Sie dort einen Brennwert-Brenner?

11. Antwort: Genau; der Brennwert-Brenner arbeitet unter optimalen Bedingungen: die niedrige Rücklauftemperatur bedeutet, dass die Abgase schön abgekühlt werden und der Wasserdampf kondensieren und seine Energie abgeben kann. Außerdem wird das warme Wasser in einen Pufferspeicher gepumpt, sodass der Brenner, wenn er nachladen muss, 30 bis 40 Minuten durchläuft – und das – je nach Außentemperatur fünf bis sechs Mal am Tag; wenn es dann kälter wird, sind es so zehn bis zwölf Mal. Beide Faktoren, die niedrigen Temperaturen und die geringe Anzahl von Brennzyklen, erhöhen die Lebenserwartung des Brenners.



12. Frage: Die Temperaturfühler des solaren Kreislaufs sind nicht oben im Kollektor selbst montiert sondern unten am Pufferspeichereinlass bzw. -auslass. Wie stellt die Steuerung fest, ob die Solarpumpe aktiviert werden muss oder nicht?

12. Antwort: Es gibt eine Formel, mit der, in Abhängigkeit der geographischen Lage Ihres Kollektors und der Jahres- und Tageszeit, die Position (Höhenwinkel und Azimut) der Sonne errechnet werden kann. Mit dieser Formel errechnet die Steuerung ob die Sonnenposition eine Höhenstand erreicht hat, die Ertrag bringen könnte. Ist dies nicht der Fall – z.B. nachts – bleibt/wird die Solarpumpe abgeschaltet. Falls Ertrag gebracht werden könnte, schaltet die Solarpumpe bei einer niedrigen Drehzahl ein. Nach einer vorgegebenen Zeit wird von der Steuerung überprüft ob die Temperatur des Einlaufs in den Pufferspeicher vom Kollektor höher ist als die Temperatur des Auslaufs aus dem Pufferspeicher in den Kollektor. Wird noch keine Temperaturerhöhung festgestellt, wird die Solarpumpe abgeschaltet, aber nach einer Wartezeit wieder eingeschaltet. Die Dauer der Wartezeit hängt von der Temperaturdifferenz ab: je größer der Unterschied, desto länger ist die Dauer der Wartezeit und umgekehrt. Wird aber eine Temperaturerhöhung festgestellt, läuft die Solarpumpe in einem niedrigen Dauerbetrieb: bis eine Temperatur am Einlauf des Pufferspeichers von 45 °C erreicht wird, läuft die Pumpe bei einer niedrigen Drehzahl; zwischen 45 °C und 55 °C wird die Drehzahl der Temperatur linear angepasst; bei über 55 °C läuft die Pumpe auf ihrer maximalen Drehzahl. Mit dieser Art von Steuerung wird auch bei diffuser Sonnenstrahlung Energie eingesammelt – nicht viel, aber immerhin: denn jedes Joule zählt!



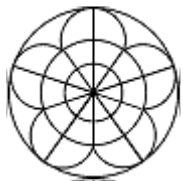
13. Frage: Bringt die Montage der Temperaturfühler direkt am Pufferspeicher Vorteile?

13. Antwort: Diese Lage der Temperaturfühler für den solaren Kreislauf direkt am Pufferspeicher bringt einige – erst auf zweiten Blick – wichtige Vorteile: Die Montage des Fühlers im Kollektorfeld entfällt, sowie die elektrische Verbindung zwischen dem Fühler auf dem Dach und der Steuerung im Keller. Auf Blitzschutz (EMV) muss hier nicht mehr geachtet werden. Außerdem ist es einfacher einen defekten Temperaturfühler im Keller als auf dem Dach zu ersetzen.



14. Frage: Jetzt haben wir den solaren Kreislauf mit der steuerbare Systempumpe recht intensiv behandelt. Wie schaut es im Heizungskreislauf aus?

14. Antwort: Da müssen wir erst einmal betrachten wie eine Fußbodenheizung funktioniert: Eigentlich recht einfach. Da wird erwärmtes Wasser durch die Rohre im Fußboden gepumpt. Die Temperatur dieses Wassers wird bei einem konstanten Volumenstrom über eine dem Haus angepassten Kennlinien in Abhängigkeit der Außentemperatur umgekehrt proportional eingestellt. Je kälter die Außentemperatur desto wärmer ist das Wasser in den Fußbodenrohren um die Räume angenehm zu temperieren. Bei einem System mit einem Wärmetauscher – der auch als Sauerstoffbarriere benötigt wird - wird auf der Sekundärseite (also bei den Abnehmern) ein konstanter Volumenstrom durch die Rohre der Räume gepumpt. Auf der primären Seite wird Wasser gepumpt dessen Temperatur etwas höher sein muss als die von der Sekundärseite geforderte. Der Volumenstrom auf den primären Seite muss so eingestellt werden, dass ausreichend Energie übertragen werden kann.



15. Frage: Und hier kommt jetzt die steuerbare Systempumpe ins Spiel?

15. Antwort: Genau. In einem herkömmlichen System wird die Energiezufuhr mittels 3-Wege-Mischerventil eingestellt; wobei die Pumpe auf ihrer Nennleistung meistens in einem fast „Kurzschluss“-Betrieb läuft.



16. Frage: Was meinen Sie mit „Kurzschluss“-Betrieb?

16. Antwort: Die Pumpe pumpt im einem kleinen Kreislauf immer fast das selbe Wasser durch den Wärmetauscher, wobei – je nach Außentemperatur – mehr oder weniger erwärmtes Wasser aus dem Pufferspeicher, über das 3-Wege-Mischerventil gesteuert, dazu kommt. (Folie 13)



17. Frage: Und in dem System mit steuerbarer Systempumpe entfällt der kleine Kreislauf und das 3-Wege-Mischerventil?

17. Antwort: Das ist genau richtig – und die Leistung (Drehzahl) der steuerbaren Systempumpe wird so eingestellt, dass genau der richtige Volumenstrom Wasser durch die primären Seite des Wärmetauchers befördert wird. (Folie 14)



18. Frage: Und jetzt die „Gretchen-Frage“: Wie viel Strom wird im Jahr eingespart?

18. Antwort: Ich habe 'mal grob geschätzt: ca. 200 bis 250 kWh bei 4000 Betriebsstunden. Wobei da noch differenziert werden muss: ein Teil davon geht auf das Konto Technologiewechsel „alte Pumpe zu ECM Pumpe“; der andere Teil auf das Konto „steuerbare Systempumpe“.



19. Frage: Das Brauchwasser wird auch über einen Wärmetauscher erwärmt. Was bringt das für Vorteile?

19. Antwort: Sie sparen sich einen zweiten Pufferspeicher (o.ä.), der wegen der Legionellen-gefahr auf über 60 °C gehalten werden muss. Das spart jede Menge Energie. Übrigens das eingebaute Thermoventil begrenzt die Warmwasser Zufuhr auf 45 °C und dadurch verhindert die Verkalkung im Wärmetauscher. (Folie 15)



20. Frage: Warum eine „Pro Bono“ Entwicklung?

20. Antwort: Wegen der guten Gefühle. Vielleicht findet jemand Gefallen daran und baut das System – oder Teile davon – nach. Das würde mich freuen. Oder sie oder er entwickelt es weiter und macht ein kauf-bares „Produkt“ daraus.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.



Mowast
Engineering,
Oberhaching

Heizungssystem mit Sonnenanschluss

Folie 25