



Alt- und Neubau der Jona Schule in Stralsund werden per Fußleistenheizung beheizt. Die Regelung erfolgt über die thermozyklische Einzelraumregelung.

Klaus Knapp*)

Jona Schule Stralsund heizt nach Stundenplan

Bedarfsregelung für 68 Klassenräume

Das Energieeinsparpotenzial von Schulen wird allgemein als sehr hoch eingeschätzt. Nach einer Studie des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik (IBP), Holzkirchen, lässt sich der Energieverbrauch von Bestandsschulen problemlos um 50 Prozent und mehr reduzieren. In Stralsund wurde jetzt ein vorhandenes Schulhaus um einen flächenmäßig ähnlich großen Neubau ergänzt, der bestehende Heizkessel im alten Schulhaus aber beibehalten. Möglich wurde die Nutzung der vorhandenen Heizkapazität für die fast doppelte Nutzungsfläche durch die Kombination aus Fußleistenheizung und thermozyklischer Einzelraumregelung.

In Heizungsanlagen von Schulen stecken hohe Energiesparreserven. Mehrere Pilotprojekte des IBP haben gezeigt, dass sich der Energieverbrauch problemlos halbieren, ja sogar vierteln lässt. Dabei muss es nicht immer eine Komplettanierung sein; auch gering investive Maßnahmen, wie der Einbau einer autoadaptiven Einzelraumregelung, senken den Energieverbrauch nachhaltig.

Diese Erfahrungen machten auch die Verantwortlichen der Jona Schule, eine christliche Gemeinschaftsschule in Stralsund. Nach dem Erwerb eines alten Schulhauses durch den Schulträger stellte sich heraus, dass der noch intakte Heizkessel über genügend Reserven auch für die Versorgung des geplanten Neubaus verfügt. Einzige Schwachstelle des historischen Schulgebäudes waren die voluminösen, unansehnlich gewordenen Heizkörper, die sich mit dem Anspruch des privaten Schulträgers nach moderner energieeffizienter Heiztechnik nicht vereinbaren ließen.

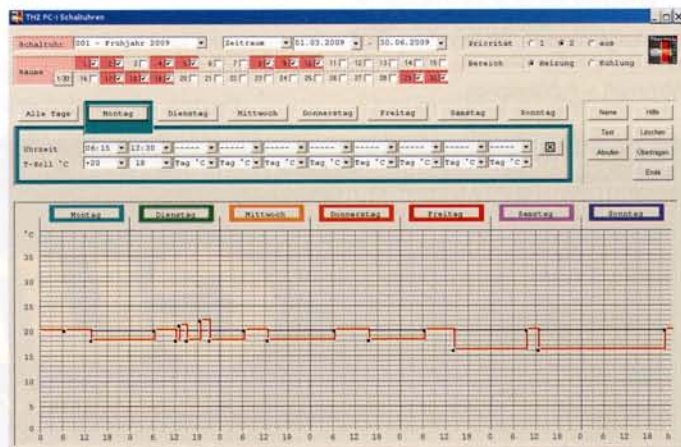
Eine Veröffentlichung in einer Museumsfachzeitschrift über die Wirkungsweise einer Fußleistenheizung in historischen Gebäuden mit großen Stockwerkshöhen brachte die vom

Elternbeirat ins Leben gerufene „kleine Baugruppe“ auf die Idee, Alt- und Neubau mit einer flink reagierenden Fußleistenheizung auszustatten und mit der selbstlernenden Einzelraumregelung „Thermozyklus“ zu kombinieren. Diese Kombination brachte dem Schulträger gleich mehrere Vorteile:

- kurze Aufheizzeit durch den sehr geringen Wasserinhalt der Fußleistenheizung,
- Fußleistenheizungen temperieren den Raum in erster Linie über die Wand (Strahlungswärme) und nicht über den Raum (Konvektionswär-

me); dadurch eignet sich das System sehr gut für die hohen Räume im Altbau,

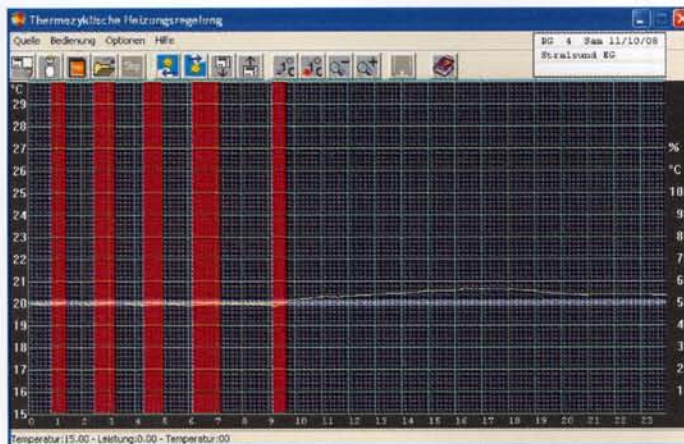
- angenehmes Raumklima durch die Strahlungswärme,
- das gewählte Einzelraumregelungskonzept erlaubt eine stundenplanorientierte Gebäudeheizung mit individueller Raumtemperaturwahl für alle 68 Schulräume. Beispiel: 20°C in Schulräumen, 18,5°C im Werkraum,
- keine Verletzungsgefahren durch Heizkörper in den Klassenräumen,
- keine konfliktträchtigen Heizkörperventile in den Klassenräumen,



Heizen nach Stundenplan spart zusätzlich Energie ein.



*) Klaus Knapp, Thermozyklus GmbH & Co. KG, Gauting
E-Mail: knapp.klaus@thermozyklus.com



Beim THZ-System werden die Stellmotoren ganz auf- oder ganz zugefahren. Die Temperaturkurve zeigt, wie exakt die Raumtemperatur eingehalten wird (rot = Stellventil offen, blau = Stellventil geschlossen).

- die Wunschtemperatur wird beim Hausmeister einprogrammiert und kann jederzeit schnell und einfach verändert werden,
- hohe Energieeinsparung durch eine sehr genaue Bedarfsregelung nach dem thermozyklischen Verfahren (siehe separater Kasten), dadurch optimale Nutzung von Fremdwärme (Personen, Sonne, Medientechnik, Computer, etc.).

Lutz Gelzenleuchter, Mitglied der „kleinen Baugruppe“ und des Elternbeirats der Jona Schule, sieht sich durch die Praxiserfahrungen in seiner Empfehlung an den Elternbeirat für das gewählte System bestätigt: „Das Heizsystem und die Thermozyklus-Einzelraumregelung arbeiten optimal zusammen. Die lernfähige Regelung erkennt beispielsweise sofort, welcher Regelimpuls notwendig ist, wenn die Sonne in den Klassenraum scheint oder sich der Raum mit Schülern füllt. Da-

durch erreichen wir eine sehr genaue Raumtemperatur mit Abweichungen, die oft nur im Bereich eines Zehntel Grades liegen.“

Zum Vergleich: Standard-Thermostatventile haben oft eine Hysterese von $\pm 1,5$ Kelvin (K), also 3 Grad. Um den thermischen Komfort sicherzustellen, werden vom Nutzer wegen der Schwankungsbreite meist höhere Raumtemperaturen gewählt. Allein durch die hohe Regelgenauigkeit des Thermozyklus-Systems können 12 bis 18 Prozent Energie zusätzlich eingespart werden, so die Erfahrungen im Neubau der Jona Schule. Über den Altbau liegen noch keine verlässlichen Daten vor, da dieser aufgrund des langen Leerstandes noch trocken-geheizt werden muss.

Führungsgröße Raumtemperatur

Einen weiteren Vorteil sieht Gelzenleuchter in der Einbindung der Kesselkreisregelung

in das Einzelraumregelungskonzept. „Bei der Thermozyklus-Einzelraumregelung übernimmt immer der Raum mit der höchsten Wärmeanforderung die Führungsgröße für den Heizkessel. Im Grunde genommen könnten wir auf eine witterungsgeführte Regelung ganz verzichten. Die Wärme wird also nur erzeugt, wenn ein tatsächlicher Heizwärmebedarf in den Räumen vorliegt.“

Auch Architekt Wolfgang Warnkross ist von der Systemkombination Fußleistenheizung/Thermozyklus-Einzelraumregelung überzeugt: „Wir haben verschiedene Möglichkeiten ausgelotet, um regenerative Energie mit in das Heizkonzept zu integrieren. Leider war deren Wirtschaftlichkeit nicht darstellbar.“ Auch Lehrer und Eltern hätten sich für die Strahlungsheizung mittels Fußleistenheizung ausgesprochen, da viele das Prinzip bereits kannten. Letztendlich sei die Fußleistenheizung mit der erwähnten Einzelraumregelung auch aus wirtschaftlichen Überlegungen gewählt worden, so Warnkross. Da es sich bei der Jona Schule um einen Neubau und einen Altbau handele, sei es jedoch derzeit kaum möglich, die Energieeinsparungen zu quantifizieren. Die Vergleichsrechnung mit Verbrauchsdaten der milden Heizperioden in den Wintern 2006/2007 bzw. 2007/2008 und dem strengen Winter 2008/2009 habe gezeigt, dass der aktuelle Energieverbrauch kaum höher sei als in den Vorjahren. Warnkross geht noch weiter: „Wir sparen mit der Thermozyklus-Einzelraumregelung nicht nur Energie, wir

OBJEKT-DATEN

Bauherr:
Evangelische Schulstiftung in Mecklenburg-Vorpommern-Nordelbien

Schulart:
Christliche Gemeinschaftsschule; Integrierte Gesamtschule mit Grundschule in freier Trägerschaft

Architekt:
Wolfgang Warnkross, Stralsund

Altbau:
2.250 m² Nutzfläche, Renovierung 2008

Neubau:
2.175 m² Nutzfläche, Baujahr 2008

Anzahl Klassenräume:
68

Wärmeerzeuger:
Buderus G 405, Baujahr 1995

Wärmeleistung:
105-350 kW
(2-stufiger MAN-Brenner)

Heizsystem:
Radia-Therm-Fußleisten-Heizung (www.radia-therm.de)

Einzelraumregelung:
Fabrikat Thermozyklus mit den Komponenten Zentraleinheit ZE 4, Raumgeräte RS (in ausgewählten Räumen Raumgeräte mit Kugelfühler RS-KF), Relaisbox ST, Vorlaufregler VR.

haben durch die Strahlungswärme der Fußleistenheizung und der präzise geregelten Raumtemperatur auch ein bedeutend besseres Raumklima in den Schulräumen.“

Heizen nach Stundenplan

Neben den Energieeinsparungen durch die höhere Regelgü-

Wie funktioniert die thermozyklische Einzelraumregelung?

Jeder kennt die Eigenart von thermostatischen Heizkörperventilen, Raumthermostaten oder elektronischen Einzelraumreglern: Um die gewünschte Raumtemperatur von beispielsweise 21 °C sicher zu erreichen, muss der Raumsensor in Abhängigkeit der vom Hersteller angegebenen Hysterese höher justiert werden. Will man bei einer vorgegebenen Hysterese von 2 Kelvin eine Raumtemperatur von 21 °C im praktischen Betrieb erreichen, wird der Raumregler meist auf 23 °C eingestellt. Zur Erklärung: Die Schaltepunkte eines Reglers mit 2 Grad Hysterese liegen – bezogen auf 21 °C Raumtemperatur – bei 20 und 22 °C. Durch den so genannten Wärmenachlauf des Raumes gibt es eine Über- wie auch Unterschwingung, d. h., die Raumtemperatur kann im ungünstigsten Fall zwischen 19 und 23 °C variieren. Wird der Raumsensor aus Komfortgründen auf 23 °C eingestellt, so liegt die Unterschwingung bei 21 °C (das entspricht der ursprünglich geforderten Zieltemperatur), die Oberschwingung aber bei 24 °C. Eine drei Grad höhere Raumtemperatur als nötig bedeutet allerdings, dass durch die Ungenauigkeit bis zu 20 Prozent mehr an Energie verbraucht wird. Zur Erinnerung: Pro Grad Übertemperatur steigt der Energieverbrauch um etwa 7 Prozent.

Die Antwort der Regelungsindustrie auf die eher ungenau arbeitenden Proportional- und Integralregler ist der PID-Regler, der die Vorteile von Proportional-, Integral- und Differenzialreglern in einem Regelkreis vereint. Allerdings muss auch bei diesen preislich weit oben angesiedelten Raumreglern mit Über- bzw. Unterschwingungen gerechnet werden. Hinzu kommt, dass ein PID-Regler auf den jeweiligen Anwendungsfall justiert werden muss.

Die thermozyklische Einzelraumregelung basiert dagegen auf einem neuartigen Rechenmodell, das die Temperaturhysterese auf $\pm 0,15$ Kelvin begrenzt. Konkret bedeutet das: Wird das Raumgerät auf 21 °C justiert, stellt der Thermozyklus-Regler eine Raumtemperatur zwischen 20,85 und 21,15 °C bereit – ohne

Offen für alle Heiz- und Kühlsysteme

Die thermozyklische Einzelraumregelung eignet sich nicht nur für Fußleistenheizungen, sondern auch für Decken-, Wand-, Fußboden- und Radiatorenheizung. Auch besteht die Möglichkeit, zwischen Heiz- und Kühlbetrieb umzuschalten. Weiter besteht die Option, CO₂- oder Feuchtefühler in das THZ-Konzept zu integrieren.

Die Programmierung der Zentraleinheit bzw. der Raumgeräte erfolgt direkt oder über einen handelsüblichen PC mittels

weitere Unter- und Überschwingung. Möglich ist diese quasi hysteresefreie Raumtemperaturregelung durch einen patentierten Regelalgorithmus. Grundlage für die hohe Regelgenauigkeit ist eine kontinuierliche Messung der Raumtemperatur – 60 mal pro Minute – mit minütlicher Mittelwertbildung zur Weiterverarbeitung in der Zentraleinheit. Damit werden kleinste Temperaturveränderungen von 1/100 °C erfasst, zum Beispiel Wärmeabgabe durch Beleuchtung, Personen, Computer, Wärmeeintrag durch Sonne oder Kälteeintritt durch Türen bzw. geöffnete Fenster. Die temperaturbedingten Störungen werden auf ihre Relevanz gewichtet und mit dem Rechenmodell verglichen. Und weiter: Die Mess- und Regelhistorie eines jeden Raumes werden einzeln abgespeichert, in das Rechenmodell integriert, mit den aktuellen Störgrößen verglichen und die Regelung daraufhin in Echtzeit nachgeführt. Dies verhindert die bei konventionellen Raumreglern typischen Unter- und Überschwingungen.

Dies ist der entscheidendste Unterschied zu klassischen Raumreglern: der Lerneffekt der thermozyklischen Regelung! Durch die Speicherung und Verarbeitung der Messwerte erkennt der Regler die Besonderheiten des Raumes hinsichtlich Nutzung, Raumausrichtung, Wärmespeichervermögen und Außenklima. Damit lassen sich Regeleingriffe an die voraussichtlichen Reaktionen des Raumes anpassen; gleichzeitig wird die Regelungsqualität verbessert.

Eine wissenschaftliche Untersuchung am Institut für Thermodynamik und Technische Gebäudeausrüstung der TU Dresden (Prof. Dr.-Ing. habil. Gottfried Knabe) hat gezeigt, dass die thermozyklische Regelung selbst gegenüber den im Labor eingestellten PID-Reglern noch genauere Regelungseigenschaften aufweist. Besonders hervorgehoben wurde bei der Untersuchung die einfache Inbetriebnahme ohne die sonst notwendigen projektspezifischen Anpassungen des Reglers.

der THZ-Software PCi. Auch die raumweise Programmierung der Ein- und Ausschaltzeiten kann über den PC erfolgen. Optional ist eine HTML-kompatible Zentraleinheit erhältlich, mit der die THZ-Anlagen künftig auch über das Internet überwacht und gesteuert werden können. Die Einbindung in ein übergeordnetes Gebäudeautomationssystem erfolgt über das Modbus-Protokoll.

te lassen sich an Schulen und ähnlichen Bildungseinrichtungen durch eine Stundenplan orientierte Beheizung der Räume nochmals erhebliche Energiemengen einsparen. Erfahrungen in ähnlichen Projekten zeigen, dass je nach Gebäudeart, Energiestandard des Gebäudes, Stundenplan und außerschulischer Nutzung der Räume durch eine bedarfsorientierte Beheizung bis zu 50 Prozent an Energie eingespart werden kann. Von großer Bedeutung ist deshalb die Programmierung des Jahreskalenders sowie die Festlegung der Heizzyklen und unterrichtsspezifischen Solltemperaturen durch den Hausmeister. Thermozyklus stellt

dazu die Programmiersoftware PCi zur Verfügung, die auf jeden handelsüblichen PC installiert werden kann. Alle Daten sowie der aktuelle Stand jedes einzelnen Raumes lassen sich so auf einfache Weise einsehen, auslesen, verändern und umprogrammieren. Folgende Funktionen sind hinterlegt:

- Jahreskalender, um z. B. Schulferien, Feiertage und bewegliche Ferientage vorzugeben,
- Anzeige und Einstellung aller geregelten Räume mit Sollwert/Istwert/Heizen/Nichtheizen/Lüftungsautomatik,
- Ansteuerung aller Menüs der Zentraleinheit,
- Modifizierung der Sollwerte,

- Umschaltung Heizen/Kühlen als Option,
- Veränderung der Sollwerte des optionalen Vorlaufreglers.

Die Schaltuhr ermöglicht das Einstellen von Heizprofilen pro Raum über ein einfaches Grafikdisplay. Über eine so genannte Partytaste sowie eine Nachteinstellung lassen sich die Heizintervalle entweder um acht Stunden verlängern bzw. die Heizzeiten um acht Stunden verkürzen.

Fazit

Schulen können allein durch den Einbau einer Einzelraumregelung mit hoher Regelgüte 12 bis 18 Prozent Energie ein-

sparen. Gleichzeitig wird der thermische Komfort, und damit auch das Lernumfeld, verbessert. Je nach Gebäudeart, Energiestandard und Stundenplänen lassen sich durch eine an der tatsächlichen Raumbelegung ausgerichtete Beheizung gegenüber starren Beheizungsstrukturen bis zu 50 Prozent Energie einsparen. Im Vergleich zu Wärmedämmmaßnahmen an der Fassade ist der Einbau einer Einzelraumregelung eher gering investiv. Im günstigsten Fall kann beim Ersatz klassischer Thermostatventile und dem Einbau einer Thermozyklus-Einzelraumregelung von einer Amortisationszeit von ca. vier Jahren ausgegangen werden. ■