

# Mit Eis und Sonne Haushaltslöcher stopfen

Viele Städte, Landkreise und Gemeinden haben mit großen Defiziten zu kämpfen. Geringe Einnahmen und hohe Sozialausgaben lassen wenig Platz für Investitionen. Ein Ansatz, diesen Kreis zu durchbrechen, ist die signifikante Senkung der Betriebskosten kommunaler Gebäude im Rahmen energetischer Sanierungen. Ein Best-Practice-Beispiel ist das Nägelsee-Schulzentrum in Lohr am Main, dessen Betriebskosten durch umfangreiche energetische Sanierungsmaßnahmen um ca. 80 % gesenkt werden.

**K**onzentriertes Lernen bei hohen Temperaturen ist schwierig. Und doch gehört es zum sommerlichen Alltag vieler Schüler und Studenten hierzulande. Was auf der einen Seite zu verminderter Leistungsfähigkeit und Kopfschmerzen führt, bereitet auch auf der anderen Seite Kopfzerbrechen. Denn der Sanierungsbedarf an Deutschlands Schulen ist enorm. Allein das Beispiel Berlins macht das ganze Ausmaß deutlich. Auf 4,9 Milliarden Euro beziffert Bildungs-Staatssekretär *Mark Rackles* die benötigten Gelder für die Sanierung der maroden Bildungsinfrastruktur der Hauptstadt Ende Juni 2016. Hinzu kommt, dass durch den Sanierungsrückstand überhöhte Betriebskosten die kommunalen Kassen zusätzlich belasten. Berlin ist nicht das einzige Bundesland, das mit diesen Problemen zu kämpfen hat.

Doch es gibt Hoffnung. Am Beispiel des Schul- und Sportzentrum Nägelsee in Lohr am Main zeigt sich gerade, wie die Möglichkeiten der aktuell verfügbaren Energieversorgungs- und Steuerungstechnik für Zufriedenheit auf allen Seiten sorgen können. Das Gebäudeensemble aus den 70er Jahren (**Bild 1**) bietet Unterrichtsraum für aktuell 1 365 Schüler und Schülerinnen und umfasst neben den Unterrichtsgebäuden eine Schwimmhalle sowie eine 3-fach-Sporthalle. Der jährliche Energieverbrauch bis zum Sanierungsbeginn im Jahr 2013 belief sich auf ca. 5

## Autoren



**Ralf Schieferdecker Mag. art.**, Jahrgang 1986, ist seit 2013 Leiter des Vertriebs und Marketings der EA Systems Dresden GmbH.



**Dipl.-Ing. Torsten Schwan**, Jahrgang 1985, ist seit 2013 CTO / Leiter Simulation & Energie, EA Systems Dresden GmbH.



**Bild 1**

Mit ca. 5% einer der Großverbraucher des Landkreises: Das Schulzentrum vor der Sanierung

Mio. kWh Gas und 1 Mio. kWh Strom pro Jahr. Das entsprach jährlichen Betriebskosten von ca. 600 000 Euro.

## Ambitionierte Ziele

Ziel der Sanierung ist in erster Linie eine Senkung der laufenden Kosten. Durch ein Konzept der weitest gehenden Eigenversorgung mit regenerativen Energieträgern und der Nutzung verschiedener Speichertechnologien will man die Betriebskosten in Lohr in den Griff bekommen. Zusätzlich soll eine Verminderung der Emissionsbelastung um bis zu 80 % und ein ganzjährig angenehmes Lern- und Arbeitsumfeld für die Schüler und Lehrer erreicht werden (**Bild 2**). Dafür wurden Maßnahmen getroffen, ausreichende Mengen an Kühlenergie bereitzustellen und die Gebäudeteile im Passivhausstandard inklusive umfangreicher Lüftungstechnik mit Wärme- und Feuchterückgewinnung saniert (**Bild 3**). Unter der Leitung des Architekturbü-

ros Werner Haase wurde 2013 die Sanierung nach neuesten bautechnischen und energetischen Kriterien gestartet.

Um diese Ziele zu erreichen, wurden die Vorteile verschiedener energieeffizienter Technologien im Verbund genutzt. Die Lösung dieser Aufgabe stellte höchste Anforderungen an die Regelungs- und Steuerungstechnik. Das Konzept (**Bild 4**) sieht vor, ganzjährig die Sonnenenergie zu nutzen, um Elektroenergie und vor allem Wärme und Kälte bereitzustellen. Am Tag erzeugen Wärmepumpen, die über Photovoltaik mit Energie versorgt werden, Wärme. Ein 100 m<sup>3</sup> großer Schichtenwärmespeicher von zwölf Metern Höhe speichert diese und gibt sie in der Nacht bei Bedarf an die Gebäude wieder ab. Zusätzlich benötigte Wärme wird – vor allem wenn zusätzliche Elektroenergie gebraucht wird – im Gebäude durch ein Blockheizkraftwerk erzeugt und gegebenenfalls auch im Speicher eingelagert.

Die Kälteversorgung stellt eine deutlich größere Herausforderung dar. Um auch im Sommer regenerativ kühlen zu können, wird in Lohr als saisonaler Energiespeicher ein 1 200 m<sup>3</sup> großer Eisspeicher verwendet. Dieser wird in

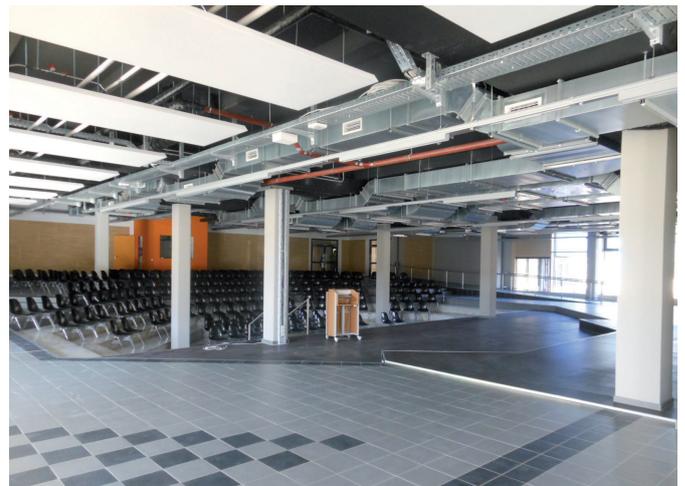


**Bild 2**  
Hell und umweltfreundlich, die Mensa des sanierten Schulzentrums Lohr

den Sommermonaten aufgetaut und liefert dabei Kühlenergie für das Gebäude. Im Winter wird er durch den Wärmeentzug der Wärmepumpen wieder eingefroren. Darüber hinaus werden Solarabsorberflächen auf weiten Teilen der Sport- und Schwimmhallendachfläche verbaut, die sowohl dem Eisspeicher als auch den Wärmepumpen ganzjährig als weitere Wärmequelle dienen. In der kalten Jahreszeit kann dadurch auch bei geringer Temperatur der Umwelt – zum Beispiel Luft oder Regenwasser – Wärme entzogen werden. Im Sommer wird die solare Wärme direkt zur Beheizung, vor allem des Schwimmbads, genutzt.

Ziel war es, dieses komplexe System so zu gestalten, dass es mit allen Komponenten während der vorgesehenen Betriebszeit von mindestens 20 Jahren möglichst optimal und energieeffizient funktioniert. Dabei sollte bereits im Vorfeld jeder potentiell auftretende Systemzustand frühzeitig erkannt, getestet und in seinen Wirkungen bewertet werden. Die Lösung dafür: Systemsimulation.

In das Sanierungsprojekt ist deshalb eine Forschergruppe mit einbezogen. Die Wissenschaftler von Fraunhofer ISE, Technischer Universität Dresden, der EA Energie-Architektur und der EA Systems Dresden nutzen bei ihrer Arbeit die Simulationssoftware SimulationX der Dresdner Firma ESI ITI. Mit SimulationX lassen sich komplexe physikalische Systeme schnell und effizient modellieren, analysieren und optimieren.



**Bild 3**  
Die Aula der Schule: Frische Luft und angenehmes Raumklima bei minimalen Verbrauchskosten

In die Software SimulationX ist die Simulationsbibliothek Green Building integriert. Sie dient der Modellierung und Simulation gebäudetechnischer Energieversorgungsanlagen, einschließlich deren Regelung in Abhängigkeit vom Energiebedarf. Green Building wird durch EA Systems Dresden und ESI ITI noch in diesem Jahr hinsichtlich einer verbesserten Einsatzfähigkeit für lokale Versorgungsnetze und Stadtquartiere erweitert. Das Release ist für Oktober 2016 angesetzt und der Name des Tools wird Green City/SimulationX lauten. Auf diese Weise können künftig neben Gebäudeplanern auch kommunale und regionale Entscheidungsträger sowie Energieversorger die Vorteile modellgestützter Simulation für die Planung und Bewertung effizienter Energieversorgungssysteme nutzen.

Das könnten z.B. regenerativ unterstützte Nah- und Fernwärmenetze sein.

Für die Schulsanierung wird zum einen der Energiebedarf, also Strom, Wärme und Kälte, anhand der Gebäudestruktur, den vorherrschenden Wetterbedingungen und der Nutzung des Gebäudes ermittelt. Dabei gehen klimatische Faktoren wie die Sonneneinstrahlung durch das Fenster eines Klassenzimmers genauso stark in die Bewertung ein wie die Anzahl der Schüler, die sich laut Stundenplan zu gewissen Zeiten in den einzelnen Räumen aufhalten. Zudem wird das komplexe Energieversorgungssystem inklusive Wärme-/Kälte- und Elektroenergieerzeugung ebenfalls in Simulationsmodellen abgebildet. In Zusammenhang mit der geplanten Regelung lässt sich das Verhalten

**Bild 4**  
Fast nichts was es nicht gibt: das innovative Anlagen- und Speicherkonzept



Bild: EA Systems Dresden GmbH



**Bild 5**

Fast fertig gestellt: Das Schulzentrum ist schon jetzt ein Hingucker

Bilder 2, 3, 5: Architekturbüro Werner Haase

Main zeigen, dass durch entsprechende Regelungsstrategien, beziehungsweise eine einfache Anpassung der Anlagenparametrierung bereits ein Einsparpotential bei den Energiekosten von 15 bis 20% besteht. Inzwischen nutzt das Forscherteam des Fraunhofer ISE die erstellten Modelle auch dazu, ein selbstlernendes Energiemanagement zu entwickeln. Künftig soll dieses System in der Lage sein, mögliche Probleme im Vorfeld zu erkennen – und selbstständig Lösungen dafür zu finden. Dieses prädiktive Regelungssystem bezieht dabei z. B. Wetterprognosen, Stundenausfälle und Raumplanänderungen automatisch mit in die Fahrweise des Gesamtsystems ein.

Dass die Generalsanierung des Schul- und Sportzentrums (**Bild 5**) schon heute bundesweiten Vorbildcharakter besitzt, zeigte sich im Mai 2015 im ersten Preis des Ideenwettbewerbs „Schule 2030 – Lernen mit Energie“. Vor allem der ganzheitliche Ansatz war es, der das Projekt Lohr als Sieger hervorgehen ließ. Es ist damit zu rechnen, dass sich zukünftig Planer und Sachverständige an diesem Sanierungskonzept orientieren werden. Der Projektabschluss ist für Mitte 2018 vorgesehen.

ten der einzelnen Systemkomponenten, etwa die Temperaturen des Eis- und Schichtenspeichers sowie die Einschaltzeiten der Wärmepumpen und des Blockheizkraftwerks, exakt abbilden.

Die erstellten Simulationsmodelle dienen zudem der Beantwortung komplexer Planungsfragen.

Ein Beispiel: Sollte der Eisspeicher im Winter lieber weiter ausgekühlt werden, um im Sommer mehr Kühlenergie zur Verfügung zu haben, auch wenn darunter die Effizienz der Wärmepumpe leidet? Oder ist es besser, die Wärmepumpen im Sommer direkt zur Kühlung zu nutzen?

Anhand der erstellten Modelle kann die Regelung der Anlagentechnik schon

vor der Inbetriebnahme schnell und umfangreich getestet werden. Im Rahmen der Simulationsuntersuchungen werden die Grenzen der Rechentechnik ständig aufs Neue ausgereizt. In weniger als 30 Minuten bekommen die Forscher mit Hilfe der Software Ergebnisse zum System- und Gebäudeverhalten oder der Regelstrategie, die sie sonst nur im Rahmen langer Messkampagnen über mehrere Jahre hinweg erhalten könnten. Dadurch bilden die detaillierten Simulationsergebnisse ein solides Fundament für die Planung des Systems und sichern Investitionsentscheidungen frühzeitig ab.

Die Simulationsuntersuchungen für das Schul- und Sportzentrum Lohr am