

Regenerative Gebädekühlung mit Flusswasser

# Ökonomisch und ökologisch sinnvolle Alternative

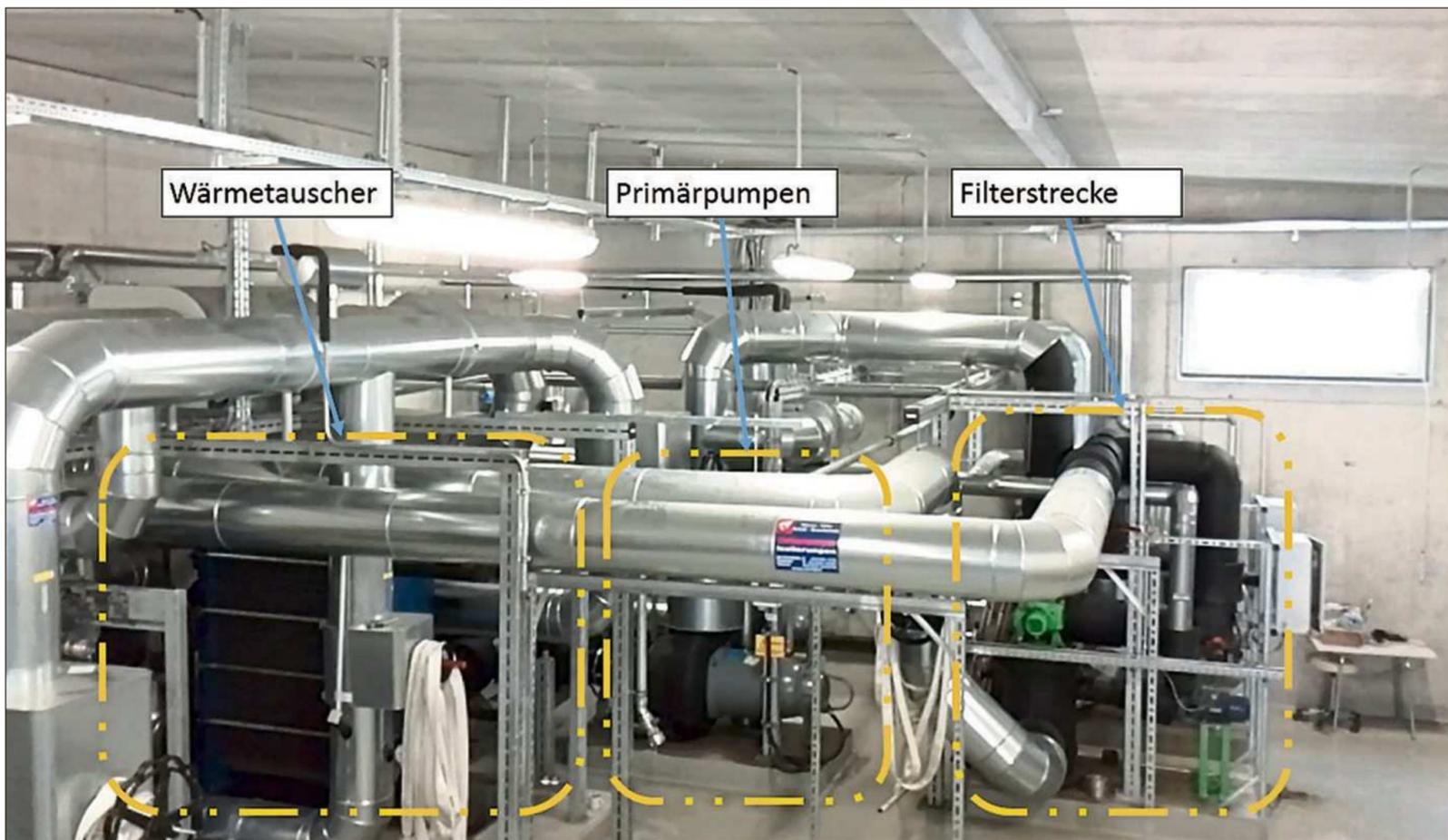
Denkt man an die Energiewende, kommen einem auf Anhieb das Gebot des Stromsparens oder Anlagen wie Solarpaneele und Windräder als „saubere“ Energiequellen in den Sinn. Dass aber auch kühles Flusswasser erheblich zum Gelingen der Energiewende beitragen kann, ist den wenigsten bekannt. Die Rosenheimer Duschl Ingenieure GmbH & Co KG gingen beim RoMed Klinikum neue Wege: Sie konzipierten ein Pilotprojekt zur Kühlung der Krankenhausgebäude und -technik mit dem Flusswasser aus dem benachbarten Inn. Seit Inbetriebnahme der innovativen Anlage spart das Klinikum stolze 90 Prozent der ansonsten benötigten Kühlungsenergie ein.

Die Kühlung von Gebäuden und der damit verbundene Energieeinsatz gewinnen unter anderem aufgrund gesteigerter Komfortanforderungen zunehmend an Bedeutung. Üblicherweise erfolgt die Kälteerzeugung in Gebäuden durch elektrisch betriebene Kältemaschinen mit einem hohen Stromverbrauch. Flusswasser hingegen wird in großem Stil als Kühlmedium bei der Stromerzeugung in Kraftwerken und zur Kühlung industrieller Prozesse genutzt. Nicht umsonst befinden sich thermische Großkraftwerke meist in unmittelbarer Nähe zu Fließgewässern. Kühlleistungen von mehreren Millionen Kilowatt sind hier keine Seltenheit, sie rechtfertigen umfangreiche und damit auch kostspielige Baumaßnahmen zur Flusswassererfassung und -reinigung. Üblich ist hier zum Beispiel die Entnahme und Reinigung des Flusswassers über Kanäle und Absetzbecken.

Geht es jedoch um die Gebäudekühlung mit einem Kältebedarf im Bereich einiger Hundert bis maximal weniger Tausend Kilowatt, lohnt sich ein solcher baulicher Aufwand freilich nicht. Dies dürfte einer der Gründe sein, weshalb bisher selbst bei günstiger Standortlage nicht an die Nutzung von Flusswasser für die Gebäudekühlung gedacht wurde. Sind aber die richtigen Rahmenbedingungen gegeben, stellt die Kühlung mit Flusswasser durchaus auch für Gebäude eine wirtschaftlich und ökologisch sinnvolle Alternative dar.

So zeigt sich am Pilotprojekt des RoMed Klinikums Rosenheim, wie das Potenzial der Flusswasserkühlung auch für Gebäude sinnvoll genutzt werden kann. Die Ingenieure stellten hier unter Beweis, dass sich auch für Krankenhäuser eine solche Kühlung umweltschonend und nachhaltig nutzen lässt. Für ihre innovative Herangehensweise wurden sie mit dem dritten Platz des Ingenieurpreises 2017 der Bayerischen Ingenieurkammer-Bau und mit dem dritten Platz beim Deutschen Kältepreis 2016 in der Kategorie „Maßnahmen zur Emissionsminderung durch Teilsanierung von Kälte- oder Klimaanlage“ ausgezeichnet.

Das RoMed Klinikum Rosenheim ist ein Krankenhaus der Schwerpunktversorgung, das einen überregionalen Versorgungsauftrag erfüllt. Es befindet sich direkt in Rosenheim knapp 200 Meter vom Inn entfernt. Letzterer ist



Innenansicht des Pumpenhauses.

FOTOS DUSCHL INGENIEURE GMBH &amp; CO. KG

einer der längsten und mächtigsten Alpenflüsse und der viertwasserreichste Fluss Deutschlands. In seinem Einzugsgebiet befinden sich mehr als 800 Alpen-Gletscher mit einer Gesamtfläche von rund 390 Quadratkilometern. Dieser alpine Ursprung führt dazu, dass sich das kalte Wasser besonders gut zur Kühlung von Gebäuden eignet. So hat die Wassertemperatur an der Messstelle Rosenheim noch nie einen Wert von über 16 Grad Celsius erreicht.

## Automatisch rückspülende Filter

Große Klinikbetriebe wie das RoMed Klinikum Rosenheim stellen unterschiedlichste Anforderungen an die Gebäudekühlung: So muss beispielsweise in sensiblen medizinischen Bereichen wie den OPs jederzeit eine sehr hohe Versorgungssicherheit und ein stabiler Luftzustand gegeben sein. Auch bei der Kühlung der medizinischen Großgeräte und des klinikeigenen Rechenzentrums ist höchste Versorgungssicherheit gefordert. Große Kühlkapazitäten werden zudem für Lüftungsanlagen und Flächenkühlsysteme wie Kühldecken benötigt.

Die Idee zu diesem Projekt entstand schon im Jahr 2009. Da damals umfangreiche Neu- und Umbaumaßnahmen im Bereich des Klinikareals absehbar waren, wurde in einer architektonischen Zielplanung die langfristige Entwicklung des Klinikums erarbei-

tet. Darauf abgestimmt konzipierten die Duschl Ingenieure die zukünftige Energieversorgung des gesamten Klinikareals bis ins Jahr 2025. In diesem Zuge entstand in einem gemeinsamen Gespräch zwischen der Technischen Leitung des Klinikums und Mitarbeitern der Abteilung EnergySolutions der Duschl Ingenieure die Grundidee zur Nutzung des nahegelegenen Inns zur Kälteerzeugung. Nachdem sich der Bauherr schließlich dafür entschied, diese im ersten Moment ungewöhnlich erscheinende Idee weiterzuentwickeln, wurden in einer Realisierungsstudie Machbarkeit und wirtschaftliche Rahmenbedingungen des Vorhabens überprüft.

Datenreihen zu den Flusswassertemperaturen der Messstelle Rosenheim seit 1980 wurden ausgewertet, die Zusammensetzung des Flusswassers untersucht. Das Innwasser weist die meiste Zeit des Jahres eine milchige Trübung auf, was auf die hohe Schwebstofffracht zurückzuführen ist, die aus den alpinen Regionen mitgeführt wird. Hauptsächlich handelt es sich hierbei um Sand. Um Verstopfungen und Verschleiß der Anlage vorbeugen zu können, wurden Zusammensetzung und Schwebstofffracht des Innwassers genauestens analysiert. Die Untersuchungen ergaben schließlich, dass eine Filtration des Flusswassers unumgänglich sein würde. Um den Wartungsaufwand dabei aber so gering wie möglich zu halten und das Flusswasser in seiner Zusammensetzung nicht zu verändern, entschied man sich für den Einsatz von automatisch rückspülenden Filtern. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass der abgefilterte Sand vollautomatisch wieder in den Fluss zurückgespült wird.

Nachdem außerdem Genehmigungsfähigkeit, Betriebssicherheit, ökologische Rückwirkungen und Wirtschaftlichkeit für verschiedene in Frage kommende Anlagenkonfigurationen bewertet wurden, kristallisierte sich mehr und mehr ein konkretes Vorgehen heraus: Man entschied sich für die Errichtung eines Technikgebäudes („Pumpenhaus“) außerhalb des Hochwasserdamms, in dem alle notwendigen technischen Komponenten der Anlage untergebracht werden sollten. Der Vorteil dieser Lösung ist, dass Antriebe, elektrische Ventile und Pumpen auch im Hochwasserfall zugänglich sind und Störungen jederzeit behoben

werden können. Aufbauend auf den Ergebnissen der Studie fiel die Entscheidung zur Planung und Umsetzung einer Kälteanlage mit Innwassernutzung mit 2100 Kilowatt Kälteleistung.

Die Anlage gliedert sich prinzipiell in drei Hauptkomponenten: Das Entnahmebauwerk befindet sich kurz hinter der Mündung der Mangfall in den Inn, auf der linken Uferseite. Es wurde in die Uferbö-

sich die Ingenieure auch hier offen für neue, interdisziplinäre Ansätze: Brauchbare Pumpen fanden sich schließlich im Bereich der Abwassertechnik, andere Bauteile kommen sogar aus dem Schiffsbau.

Nach einer etwa einjährigen Bauphase konnte die Kälteanlage im Sommer 2014 schließlich in Betrieb genommen werden. Zu Beginn wurden nur Kälteverbraucher mit der Anlage versorgt, die dem

dingen bisher lediglich zu rund 50 Prozent genutzt. So ist sichergestellt, dass der Kälteenergiebedarf des gesamten Klinikareals auch mittel- und langfristig vollständig durch die Nutzung des Innwassers regenerativ gedeckt ist.

Im Jahr 2016 produzierte die Innkälte bereits etwa 1 800 000 kWh Nutzkälte mit einer sogenannten Jahresarbeitszahl von rund 30. Diese Jahresarbeitszahl gibt den Grad der Energieeffizienz einer Kältemaschine an, der bei konventionellen Kältemaschinen typischerweise im Bereich von drei bis vier liegt. Daraus resultiert eine Energieeinsparung von etwa 90 Prozent bei Nutzung der Innkälte, was beachtlichen 350 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr im Endausbau entspricht. Dies ist mit dem CO<sub>2</sub>-Ausstoß einer 1,6 Millionen Kilometer langen Autofahrt vergleichbar.

Die Gesamtkosten der Anlage beliefen sich auf rund zwei Millionen Euro. Der Freistaat Bayern förderte die Anlage mit etwa 700 000 Euro für die innovative Energietechnologie im Zuge des Förderprogramms „Bayern Innovativ“. Die Amortisationszeit der Investitionskosten liegt durch die sehr hohe Jahresarbeitszahl bei deutlich weniger als 15 Jahren.

Die Nutzung von Flusswasser zur Kühlung von Gebäuden ist natürlich nicht an jedem Standort anwendbar, da ein geeignetes Gewässer in unmittelbarer Nähe vorhanden sein muss. Ob und wie die Umsetzung für ein konkretes Objekt Sinn macht, muss individuell betrachtet werden. Feststeht aber, dass das ungenutzte Potential entlang der Flüsse noch sehr groß ist und sich eine offene Herangehensweise an Bauprojekte oftmals lohnen kann. > CHRISTOPH WINKLER

Der Autor ist Technischer Geschäftsführer Fachbereich M bei Duschl Ingenieure GmbH & Co. KG sowie Lehrbeauftragter an der Hochschule Rosenheim.



Das RoMed Klinikum Rosenheim.

schung integriert und ist mit feststehenden Rechnen ausgerüstet, wodurch verhindert wird, dass größere Partikel wie Äste und Steine mit angesaugt werden.

Das Innwasser wird vom Entnahmebauwerk durch 170 Meter lange Rohre unter dem dort befindlichen Hochwasserdamm zum Pumpenhaus auf dem Klinikareal gefördert.

## Herzstück der Anlage ist das Pumpenhaus

Das Pumpenhaus selbst stellt schließlich das Herzstück der Anlage dar. Hier befinden sich die Wärmetauscher, in denen der gebäudeseitige Kaltwasserkreislauf durch das Flusswasser abgekühlt wird. Von hier aus werden alle Kälteverbraucher der Klinik mit dem Kaltwasser versorgt. Die maximale Erwärmung des Flusswassers liegt bei unter vier Grad Celsius.

Da Flusswasserkühlanlagen in diesem kleinen Leistungsbereich bisher unüblich waren, bestand eine große Herausforderung darin, geeignete und zuverlässige Komponenten wie Rohre, Filter und Pumpen zu finden. Und so zeigten

Komfort im Klinikgebäude dienen, wie zum Beispiel die Klimaanlage. Dadurch konnte man erste Betriebserfahrungen mit der Pilotanlage sammeln ohne die Versorgung medizinisch sensibler Bereiche und des Rechenzentrums zu gefährden.

Diese erste Inbetriebnahme verlief problemlos – die Anlage produzierte von Beginn an kostengünstige Kälteenergie. Lediglich eine Nachjustierung im Bereich der bereits erwähnten Rückspülpumpe wurde notwendig, da diese vor allem nach Starkregen mit Laub und Gras verstopfte. Bei der Untersuchung der Problematik stellte sich als Verursacher ein falsch geliefertes Pumpenlaufrad heraus. Als dieses aber schließlich ausgetauscht war, konnten im Winter 2014/2015 Schritt für Schritt auch die sensibleren Kühlbereiche des Krankenhauses an das System angeschlossen werden.

So werden mittlerweile die neu errichteten Gebäude des Bettenhauses und des Schulungs- und Dienstleistungszentrums, das klinikeigene Rechenzentrum sowie große Teile des bestehenden Krankenhauses mit der als Innkälte bezeichneten Anlage versorgt. Die Kapazitäten werden dabei aller-



Das Entnahmebauwerk.

## KOOPERATION Kein Ding ohne ING

In Zusammenarbeit mit der Bayerischen Ingenieurkammer-Bau stellt die Bayerische Staatszeitung auf einer Sonderseite in regelmäßigen Abständen spannende Projekte von Mitgliedern der Ingenieurkammer-Bau vor.