



■ Für die bedarfsgerechte Versorgung mit Kaltwasser sorgen im Klinikum Ludwigsburg drei KSB-Pumpen der Baureihe Etanorm zusammen mit der Pumpendrehzahlregelung PumpDrive. Die Drehzahlregelungen können unabhängig vom Motorfabrikat der Pumpe eingesetzt und wahlweise direkt am Pumpenmotor, in einem Schaltschrank, an der Wand oder wie auf dem Bild innerhalb der Anlage installiert werden.

## Sichere Kälteversorgung mit bedarfsabhängiger Pumpendrehzahlregelung

# Exakte Temperaturen, reduzierter Energieverbrauch

Im Klinikum Ludwigsburg sind neben OP-Räumen und Behandlungstrakten auch rechnergestützte medizintechnische Geräte sowie die IT-Systeme zu klimatisieren. Die hohen Rechnerleistungen fordern entsprechend hohe Kälte-Anschlusswerte und verursachen gleichzeitig starke Lastschwankungen im Betrieb. Daraus haben sich gestiegene Anforderungen an die Hydraulik des Kälteversorgungsnetzes ergeben. Eine von KSB entwickelte Pumpendrehzahlregelung sorgt für eine schnelle Anpassung der Förderleistungen und dafür, dass stets die geforderten Temperaturen herrschen. Darüber hinaus reduziert die Leistungsanpassung den Pumpenstromverbrauch erheblich.

„Die medizintechnischen Geräte sind die sensibelsten Abnehmer im Kältesystem, da sie hohe Kühllasten beanspruchen und gleichzeitig die größten Lastwechsel verursachen“, war von der Abteilung Betriebstechnik im Klinikum Ludwigsburg zu erfah-

ren. Exakt bedarfsabhängige Durchflussmengen in der Versorgung mit Klimakaltwasser sind deshalb notwendig, um stets die nötige Betriebssicherheit gewährleisten zu können. Hochmoderne medizinische Geräte und eine wachsende IT-Struktur haben an den Be-

trieb der bestehenden Kälteanlage neue Anforderungen gestellt. Das Kältenetz für das Klinikum, in dem rund 57000 Patienten von 2500 Mitarbeitern medizinisch versorgt werden, wurde deshalb hydraulisch wie regelungstechnisch in „Sommerkälte“ und

### Objekt: Klinikum Ludwigsburg

- Pumpen für Kältetechnik (Klimatisierung von OP- und Behandlungstrakten sowie Kühlung medizintechnischer Geräte): KSB Etanorm PumpDrive, Fördermenge 270 m<sup>3</sup>/h, Förderhöhe 20 m, Antriebsleistung 18,5 kW (je Pumpe).
- Hersteller Pumpen und Drehzahlregelung: KSB Aktiengesellschaft, 67227 Frankenthal.
- Autorisiertes KSB-Serviceunternehmen: Bohne Pumpen- und Regelungstechnik, 70327 Stuttgart-Obertürkheim.
- Planung und Ausführung MSR-Technik: Kieback & Peter, Niederlassung Stuttgart, 70565 Stuttgart.

„Ganzjahreskälte“ geteilt. Der Anlagenanteil „Ganzjahreskälte“ versorgt diejenigen Geräte und Räume, die auch im Winter sowie unter kritischen Betriebsbedingungen gekühlt werden müssen. Dazu gehö-

ren medizinische Geräte und Raumkühlgeräte für Bereiche mit medizinischen Anlagen. Das Herz dieser Kältekreisläufe bilden insgesamt fünf Pumpen der Baureihe Etanorm, von denen drei mit Drehzahlregelung PumpDrive ausgerüstet sind. Beide Anlagenkomponenten stammen von KSB. Für die Kommunikation zwischen den teilweise weit entfernten Verbrauchern und der Pumpendrehzahlregelung sorgt ein Gebäudeleitsystem mit LON-Anbindung, das seit Sommer 2006 in Betrieb ist. Der Anlagenteil „Winterkälte“ versorgt diejenigen Geräte und Räume, die auch im Winter gekühlt werden müssen, beispielsweise Betriebsräume mit EDV-Servern.

### Dynamisches Betriebsverhalten verlangt Leistungsanpassung

Ein Klinik-Komplex dieser Größenordnung benötigt eine zuverlässige Klimatisierung für OP-Säle und Behandlungsräume. Die Anforderungen nach stets kons-

tanten Temperaturen sind in diesem Objekt keine Komfortfrage, sondern mitunter lebensnotwendige Voraussetzung. Der Grund: Ein Großteil der Kühllast entfällt auf medizintechnische Geräte, die

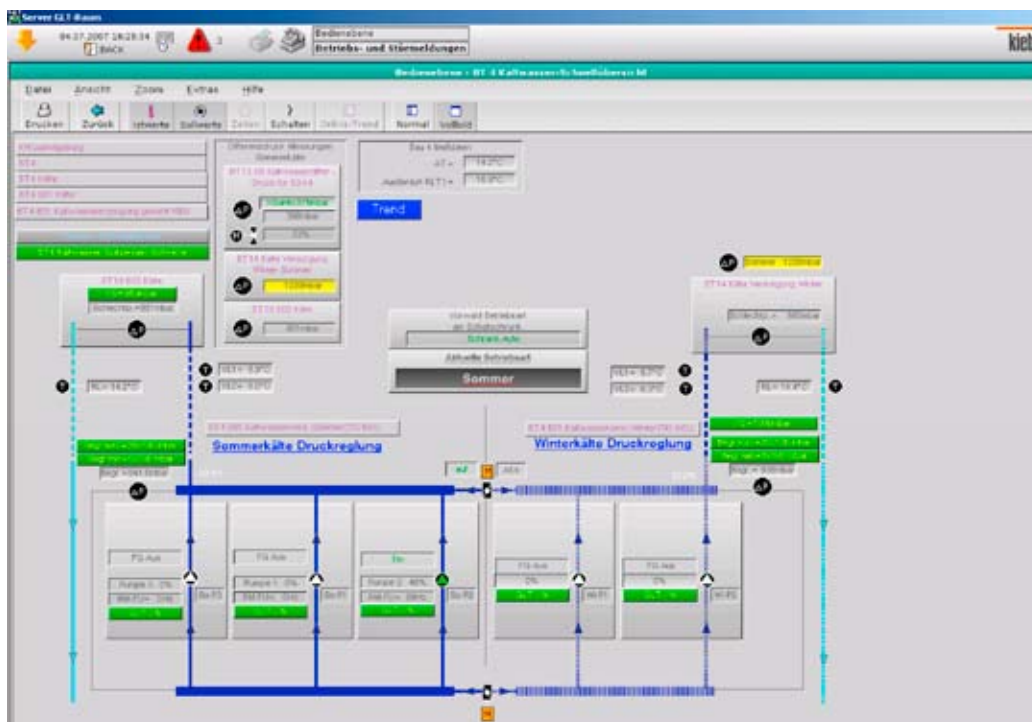
rund um die Uhr betriebsbereit sein müssen. Diese produzieren teilweise erhebliche Mengen an Abwärme und benötigen eine äußerst zuverlässige Kühlung, die zudem schnell ansprechen muss.

Dazu gehören zum Beispiel Geräte zur Magnetresonanztherapie (MRT) oder Computertomografie (CT). Die Kühlung erfolgt entweder direkt über einen integrierten Wärmeübertrager oder durch Umluftkühlung.

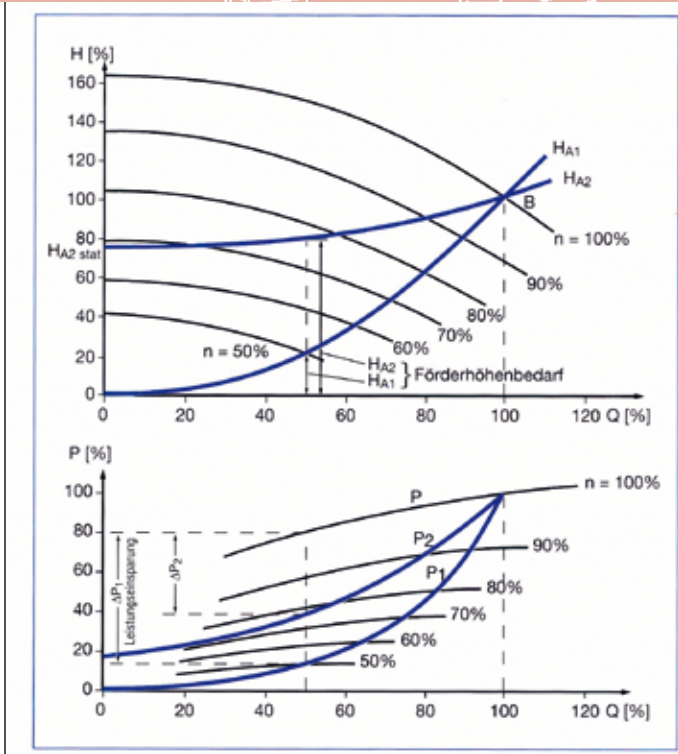
Das gesamte Kältenetz im Klinikum weist ein sehr dynamisches Verhalten auf und stellt unterschiedliche Anforderungen daran, wie schnell die Kühlleistung beim jeweiligen Verbraucher ankommen muss. Bei Umluft-Klimageräten zur Raumkühlung ist der „warme Anfahrzustand“ unproblematisch, bei den medizintechnischen Geräten muss jedoch innerhalb kürzester Zeit die nötige Kälte anstehen. Der kritische Punkt im System ist das MRT-Gerät, das nicht nur bis zu 50 kW Kühllast fordert, sondern auch bereits bei einem Temperaturanstieg zwischen zwei und vier Kelvin eine Warnmeldung über die Gebäudeleittechnik aussendet. Ein Ausfall wegen mangelnder Kühlleistung darf jedoch nicht eintreten, da sonst erst ein Servicetechniker des Geräteherstellers



Die modernen medizintechnischen Geräte im Klinikum Ludwigsburg stellen hohe Anforderungen an eine zuverlässige Hydraulik des Kältesystems und an bedarfsgerechte Durchflussmengen.



Das Kälte-Versorgungsnetz des Klinikums Ludwigsburg ist in zwei Bereiche unterteilt, um auch bei kritischen Betriebsituationen die nötige Kühllast bereitstellen zu können. Die Pumpendrehzahlregelung passt die Förderleistung dem jeweiligen Kühlbedarf an.



Die Kennlinien-Diagramme zeigen die erzielbare Leistungsreduzierung einer drehzahlgeregelten Pumpe bei unterschiedlichen Anlagenkennlinien ( $H_{A1}$  und  $H_{A2}$ ).

anrücken müsste. Die Geräte zur Diagnostik müssen jedoch rund um die Uhr verfügbar sein, um zu jeder Tages- und Nachtzeit bei Notfällen Untersuchungen durchführen zu können. Gelöst wurde die-

se Aufgabe durch Kältespeicher, eine temperaturgesteuerte Anfahrtschaltung und die stetige Anpassung der Pumpenförderströme an die jeweiligen Kühllasten. Damit ist das Kältesystem in der Lage, konstante Kaltwassertempe-

raturen bereitzustellen und auf Bedarfsschwankungen schnell zu reagieren.

### Drehzahlregelung in Echtzeit

In Verbindung mit der Pumpendrehzahlregelung wurde seitens der MSR-Technik an zwei exponierten Stellen des Kältenetzes eine Schlechtpunktmessung eingerichtet. Für die „Sommerkälte“ als dem Anlagenteil mit den höheren Anforderungen, gilt ein anderer Schlechtpunkt als für den Netzteil „Ganzjahreskälte“. Die Messpunkte zur Ermittlung der Differenzdruckwerte sind in unmittelbarer Nähe der jeweils hydraulisch ungünstigsten Kälteverbraucher platziert. Durch die Schlechtpunktmessung in zwei weit von der Technikzentrale entfernten Bauteilen wird sichergestellt, dass der vorgegebene Soll-Fließdruck konstant gehalten wird. Das Mess-Signal wird über ein BUS-System direkt zu den PumpDrive-Einheiten geleitet. Verändert sich die

Kühllast, passen die Pumpen über die Drehzahlregelung sofort die Volumenströme an. „Durch die Übermittlung des Signals über das Bussystem erfolgen Messwerteerfassung und Drehzahlanpassung in Echtzeit. Insgesamt optimiert die Pumpendrehzahlregelung den gesamten Kühlbetrieb“, sagt Dipl.-Ing. (FH) Martin Back, Versorgungstechnik-Ingenieur und Bereichsleiter Technik für Heizung, Kälte und Lüftung im Klinikum Ludwigsburg. Martin Back zählt die Auswirkungen der leistungsabhängigen Drehzahlanpassung auf den Anlagenbetrieb auf: „Es wird Über- oder Unterversorgung vermieden, Netzschwankungen werden ausgeglichen, es herrschen konstante Betriebsbedingungen für die Fahrweise des Kältesystems, und es werden – was besonders in OP-Bereichen und Behandlungsräumen wichtig ist – Strömungsgeräusche vermieden. Durch die bedarfsweise reduzierte

## Pumpendrehzahlregelung PumpDrive

PumpDrive passt die Motordrehzahl exakt und stufenlos dem jeweils momentanen Leistungsbedarf an. Die Pumpendrehzahlregelung kann unabhängig vom Motorfabrikat eingesetzt werden. Damit lässt sie sich für alle in einem Objekt geplanten oder vorhandenen Pumpenantriebe einsetzen.

Funktion: Bei abnehmendem Förderstrom registriert PumpDrive einen Druckanstieg. Daraus wird in Abhängigkeit vom Soll-Druck die benötigte Förderleistung errechnet und die Drehzahl der Pumpe entsprechend angepasst. Steigt der Verbrauch durch zunehmenden Heiz- oder Kühlbedarf wieder an, reagiert die Drehzahlregelung auf den daraus resultierenden Druckabfall und erhöht die Pumpenleistung.

Die Pumpendrehzahlregelung ermöglicht die Orientierung an einem definierten Schlechtpunkt. Dazu errechnet die Regeleinheit für jede Leistungsanforderung die Rohrleitungswiderstände zwischen Pum-



Hochdruckpumpe KSB Movitec mit Pumpendrehzahlregelung PumpDrive.

pe und Verbraucher so, als würde der Differenzdruck direkt am Verbraucher gemessen. Dies unterstützt zusätzlich einen energieoptimierten Betrieb: In jeder Teillastsituation wird nur so viel Pumpenleistung abgegeben, wie zur Überwindung der Widerstände bis zum Verbraucher notwendig ist. Der Stromverbrauch für den Pumpenantrieb lässt sich damit laut KSB je nach Anwendungsfall um bis zu 60 % senken.

Neben der Energieeinsparung reduziert die Drehzahlregelung durch den sanften Pumpenanlauf und die verminderte Zahl von Start-/Stopp-Vorgängen auch die mechanischen Belastungen. Das verlängert die Lebensdauer der Pumpe.

Installiert wird PumpDrive direkt am Motorgehäuse. Se-

parate Regelungskomponenten sind nicht erforderlich. Dies vereinfacht für den Fachplaner auch die Ausschreibung, da so die Regelung aller im Objekt vorgesehenen Pumpen mit einem einheitlichen Regelsystem bewerkstelligt werden kann. Montage und Inbetriebnahme erfolgen nach Informationen des Herstellers nach dem Prinzip „Plug & Play“: PumpDrive erkennt einen angeschlossenen Sensor ohne zusätzlichen Parametrierungsaufwand und geht sofort in den Regelbetrieb über. Die Pumpendrehzahlregelung ist auch für Mehrpumpenanlagen bis maximal sechs Aggregaten einsetzbar, wobei dann eine PumpDrive-Einheit die Funktion als „Master“ übernimmt.

Drehzahl lässt sich eine längere Lebensdauer der Pumpen erwarten.“

### Schonender Pumpenbetrieb

Die Regelungseinheiten verfügen über ein eigenes Kühlsystem und können wahlweise auf dem Pumpenmotor, an der Wand oder in einem Schaltschrank montiert werden. In der Technikzentrale für die Kältetechnik im Klinikum Ludwigsburg wurden die Drehzahlregelungen in unmittelbarer Nähe der Pumpen so installiert, dass die Betriebstechniker an der Bedieneinheit bequem über das Display die aktuellen Betriebsdaten abrufen können. Die Steuerung sorgt zudem für eine gleichmäßige Auslastung der drei Etanorm-Pumpen, wie Ingo Bohne vom KSB-Pumpenpartner Bohne Pumpen- und Regelungstechnik aus Stuttgart erläutert: „Bei Mehrpumpenanlagen arbeitet üblicherweise ein Aggregat als Hauptpumpe, und die weiteren Pumpen werden jeweils bedarfsweise zugeschaltet. Dies hat jedoch den Nachteil, dass die Hauptpumpe einem stärkeren Verschleiß unterliegt. In dieser Anlage hat jede der drei Pumpen eine Master-Regelung, sie werden also wechselweise betrieben und kommunizieren darüber hinaus untereinander in der Weise, dass in jeder Lastsituation die richtige Förderleistung da ist.“

### Schwankender Kühlbedarf lässt Betriebstechniker kalt

„Der Bedarf an Kühlung hat im gesamten Klinikum deutlich zugenommen“, sagt Martin Back. Hinzu käme, dass insbesondere medizinische Geräte immer kompakter hergestellt würden und daher die Wärmetauscher im Verhältnis zur geforderten Kühlleistung recht klein aus-



■ Die Pumpendrehzahlregelung PumpDrive ist für Anlagen mit bis zu sechs Pumpen und für eine Motorleistung bis 45 kW einsetzbar. Das Bild zeigt die Versuchsanordnung einer Mehrpumpenanlage im KSB-Werk Frankenthal mit vier Pumpen der Baureihe Movitec, die mit der Pumpendrehzahlregelung ausgerüstet sind.

fielen. Medizintechnische Geräte würden außerdem immer mehr rechnerunterstützt arbeiten, was wiederum entsprechenden Kühlbedarf mit sich bringe. Das Kältenetz muss dafür immer größere Massenströme und kleinere Temperaturspreizungen bereitstellen, wie Martin Back erläutert. Das Klinikum hat deshalb nicht nur in zeitgemäße Pumpen- und Regelungstechnik investiert, sondern auch in den Ausbau der Leitungsnetze. Das Kältesystem arbeitet mit einer Druckkonstantregelung. Daran orientiert sich die Pumpendrehzahlregelung und passt die Volumenströme an. Die Massenströme und Drücke werden für die verschiedenen Gebäudeteile in den Verteiler-Unterstationen über Differenzdruckregler abgeglichen. Auch bei starken Lastwechseln, die beispielsweise beim Herunterfahren des MRT-Rechners oder beim Hochfahren der IT-Server entstehen, geraten die beiden Betriebstechniker nicht mehr ins Schwitzen. In die

vom Regelungstechnik-Spezialisten Kieback & Peter realisierte MSR-Technik wurde zusätzlich auch eine Lastabwurfregelung integriert, falls die Kühlleistung für die medizintechnischen Geräte einmal nicht ausreichen sollte. Weniger relevante Verbraucher werden dann vorübergehend nicht weiter gekühlt.

### Reduzierter Pumpenstromverbrauch

„Zwar hat die Betriebssicherheit zunächst Vorrang vor der Energieeinsparung. Wenn die eingesetzten technischen Anlagenkomponenten aber auch die Energiekosten reduzieren, rechtfertigt dies die Investition“, sagt Martin Back. Denn die Pumpendrehzahlregelung reduziert auch den Pumpenstromverbrauch, was sich angesichts einer Leistungsaufnahme von 18,5 kW je Pumpe erheblich auf die Energiekosten auswirkt. Der Stuttgarter KSB-Pumpenpartner Ingo Bohne erläutert dazu, dass sich bei einer Reduzierung der Pumpendreh-

zahl um die Hälfte die elektrische Leistungsaufnahme auf ein Viertel verringert. Insgesamt seien damit Energieeinsparungen von bis zu 60% erzielbar. Die Drehzahlregelung würde so den Energieverbrauch teilweise kompensieren, der an anderer Stelle durch den steigenden Kühlbedarf hinzukommt.

Alternativen zur bedarfsabhängigen Leistungsanpassung von Pumpen, beispielsweise durch hydraulische Maßnahmen wie Überströmventile oder Drosselarmaturen, sind nach Auffassung des Versorgungstechnik-Ingenieurs nicht mehr Stand der Technik: „Jede andere Maßnahme als die elektronische Drehzahlanpassung wäre reine Energievernichtung“, so das Urteil von Martin Back. ■

Bilder: KSB, Frankenthal

® Internetinformationen:  
[www.ksb.com](http://www.ksb.com)  
[www.bohne-pumpen.de](http://www.bohne-pumpen.de)  
[www.kieback-peter.de](http://www.kieback-peter.de)