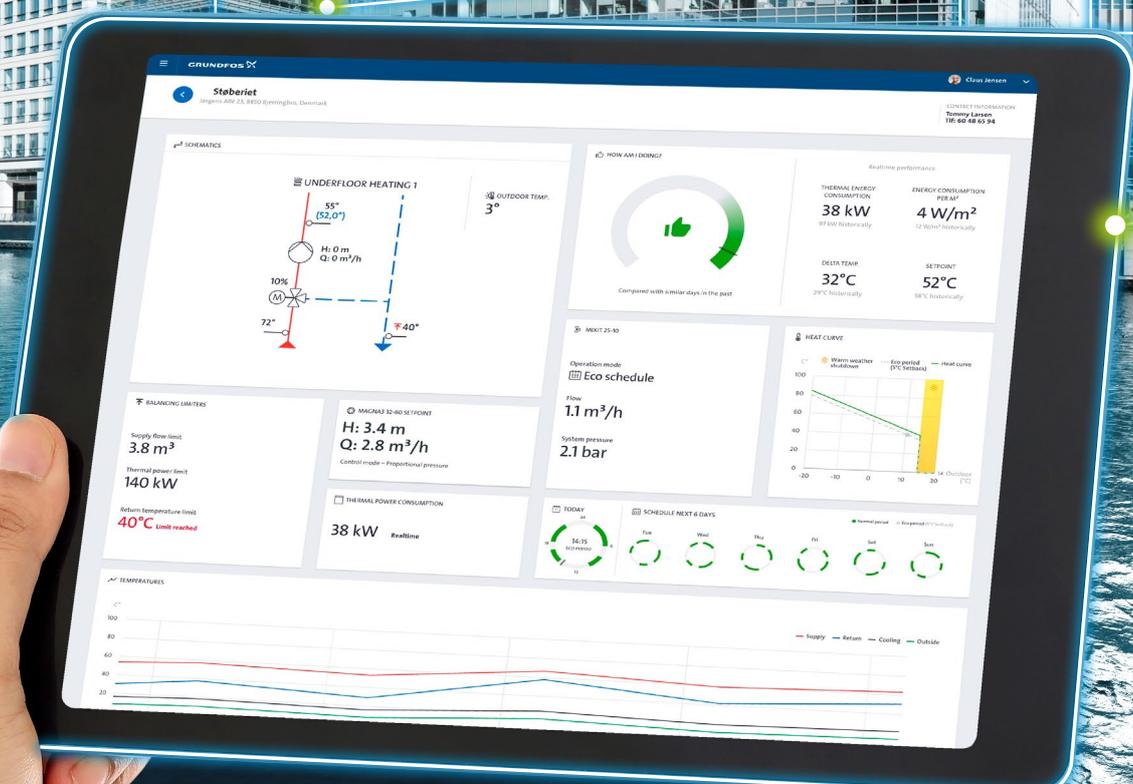


GEWERBEGBÄUDE:

# STEUERUNG UND KOMMUNIKATION IN GEWERBEGBÄUDEN

## ANWENDUNGSHANDBUCH

GRUNDFOS iSOLUTIONS



be  
think  
innovate

GRUNDFOS

# VORWORT

In unserer modernen Welt verbringen wir schätzungsweise 90 % unserer Lebenszeit in Gebäuden. Wir lernen und arbeiten darin, tätigen Einkäufe, gehen Hobbys nach und tun viele andere Dinge.

Aber was hält uns in Gebäuden? Sie schützen uns und unsere Besitztümer vor Wind, Regen, Wärme und Kälte und geben uns ein Gefühl der Sicherheit.

Die Bedingungen drinnen werden stets von den sich verändernden Bedingungen draußen beeinflusst. Ohne Maßnahmen würde die Innentemperatur früher oder später der Außentemperatur entsprechen. Wände, Fußboden, Decke und Dach eines Gebäudes dienen als Puffer und bewirken eine Verzögerung, bevor sich die Bedingungen im Gebäude an die im Freien angleichen. Diese Verzögerung hängt hauptsächlich von der Dicke der Wände, der Isolierung und Undichtigkeiten im Gebäude ab, die u. a. durch Türen und Fenster entstehen.

Es ist allgemein bekannt, dass wir einen bestimmten Temperaturbereich als angenehm wahrnehmen. Diese „Komfortzone“ sorgt dafür, dass wir uns wohlfühlen und unsere Bestleistung abrufen können. Damit diese Komfortzone im Gebäude aufrechterhalten werden kann, ist Energie nötig. Und da Energie ein kostbares Gut ist, besteht das Ziel stets darin, so wenig Energie wie möglich zu verwenden, d. h. eine hohe Energieeffizienz zu erzielen.

Dafür benötigen wir in Gebäuden Steuerungs- und Regelungstechnik.

## Was können Sie in diesem Handbuch lernen?

Dieses Handbuch thematisiert die Steuerungs- und Regelungstechnik sowie ihre Kommunikation mithilfe verschiedener Protokolle und Systeme der Gebäudeleittechnik.

Für die meisten Projekte sollten Sie die Antworten auf folgende Fragen kennen:

- Sollten die Steuerungs-/Regelungstechnik in eine GLT integriert werden?
- Wenn ja, auf welcher Ebene und wie?
- Benötigt man eine Buskommunikation?
- Wenn ja, welche Hardwareschicht und welches Protokoll sollte verwendet werden?
- Welche Steuer- und Regelgeräte sollten genutzt werden (drehzahlgeregelte Pumpen, Drosselventile usw.)?
- Welche Regelungsart bietet sich für die Anwendung an?

Durch dieses Handbuch erhalten Systemintegratoren, Berater, Anlagenbauer, Techniker und unsere geschätzten Kunden die Antworten auf diese Fragen und Informationen zu weiteren Themen.

Mit freundlichen Grüßen  
Grundfos Commercial Building Services

Copyright 2020 GRUNDFOS A/S. Alle Rechte vorbehalten. Das Urheberrecht und internationale Verträge schützen dieses Dokument. Kein Teil dieses Dokuments darf ohne vorherige schriftliche Genehmigung von GRUNDFOS Holding A/S in irgendeiner Form oder mit irgendwelchen Mitteln reproduziert werden.

### Haftungsausschluss

Die inhaltliche Genauigkeit dieses Dokuments wurde mit angemessener Sorgfalt überprüft. GRUNDFOS haftet jedoch nicht für Verluste und Schäden, unabhängig davon, ob es sich um mittelbare oder unmittelbare bzw. Begleit- oder Folgeschäden handelt, die auf die Anwendung der Inhalte dieses Dokuments oder das Vertrauen darauf zurückzuführen sind.

# INHALTSVERZEICHNIS

|   |    |
|---|----|
| <b>VORWORT</b> .....  | 2  |
| Was können Sie in diesem Handbuch lernen? .....   | 2  |
| <b>EINLEITUNG</b> .....   | 4  |
| <b>GEBÄUDEAUTOMATION</b> .....  | 5  |
| <b>GEBÄUDELEITTECHNIK</b> .....   | 5  |
| <b>GEBÄUDESTEUERUNGEN</b> .....   | 6  |
| (Prozess-)Leitebene .....   | 6  |
| Steuerungsebene .....   | 6  |
| Feldebene .....   | 6  |
| <b>GUTE STEUERUNGS- UND REGELUNGSTECHNIK SORGT FÜR HOHE ENERGIEEINSPARUNGEN</b> .....     | 8  |
| An eine GLT angeschlossene Grundfos-Pumpen und -Komponenten mit Modulen vom Typ CIM ..... | 8  |
| <b>INTEGRATION</b> .....  | 9  |
| Integration per Festverdrahtung .....   | 9  |
| <b>BUSKOMMUNIKATION</b> .....   | 10 |
| Übersicht über Datenpunkte im BACnet-Modul CIM 300 von Grundfos .....                     | 10 |
| <b>HARDWARESCHICHT</b> .....  | 11 |
| Ethernet .....  | 11 |
| LonWorks .....  | 11 |
| RS485 .....   | 11 |
| <b>SOFTWARESCHICHT</b> .....  | 12 |
| <b>STEUERUNGS- UND REGELUNGSTECHNIK</b> .....   | 13 |
| Regelgeräte .....   | 13 |
| Ventile .....   | 13 |
| <b>PUMPEN</b> .....   | 15 |
| <b>PUMPENREGELUNGSARTEN</b> .....   | 16 |
| Konstantdruck .....   | 16 |
| Konstantkennlinie .....   | 16 |
| Proportionaldruck .....   | 17 |
| AUTOADAPT .....   | 18 |
| FLOWLIMIT .....   | 18 |
| FLOWADAPT .....   | 18 |
| Konstanttemperatur .....  | 19 |
| Differenztemperatur .....   | 19 |
| <b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....  | 20 |



*Pumpensteuerung mit Mobilgerät*

## EINLEITUNG

Wenn wir über Steuerungs- und Regelungstechnik in Gewerbegebäuden sprechen, neigen wir dazu, verschiedene Bezeichnungen zu verwenden, die die gleiche Funktion beschreiben. Zu diesen Bezeichnungen gehören:

- Gebäudeautomation
- Gebäudeleittechnik (GLT)
- Gebäudesteuerungen

Die genannten Bezeichnungen ziehen oft die folgenden Fragen nach sich:

Wie integrieren wir Produkte von Grundfos in die GLT/ Gebäudeautomation? Aber sind diese Bezeichnungen wirklich austauschbar? Beschreiben Sie das Gleiche?

Lassen Sie uns einen genaueren Blick auf die verschiedenen Systeme werfen.

Auf der ganzen Welt gibt es Herausforderungen, die weit über unsere Gebäude hinausgehen. Wir müssen als Pioniere wegweisende Lösungen für die globalen Wasser- und Klimaprobleme entwickeln und die Lebensqualität verbessern. Wir müssen CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren und „klimapositive“ Emissionen anstreben. Dabei spielt die Energieoptimierung eine wichtige Rolle. Ein Energiemanagementsystem (EMS) misst die verbrauchte Energie und zeigt Möglichkeiten zur Energieeinsparung auf. Also sollten wir auch „Energiemanagementsystem“ zu unserer obigen Liste hinzufügen.

## GEBÄUDEAUTOMATION

Die Gebäudeautomation wird verwendet, um u. a. folgende Anlagen zu betreiben:

- Lüftungsanlagen
- Kühler
- Kessel
- Heizungsanlagen
- Kaltwasseranlagen
- Gebläsekonvektoren
- Anlagen mit variabler Luftmenge

Diese Anlagen sollten optimiert werden, damit sie so wenig Energie wie möglich verbrauchen. Gleichzeitig müssen sie im Gebäude aber auch für komfortable Bedingungen sorgen. Um eine solche integrierte Steuerung und Regelung zu erreichen, werden Steuer-/Regelkreise eingesetzt, Sollwerte verschoben und Anlagen gemäß Zeitschaltprogrammen ein- und ausgeschaltet. Sämtliche Aktionen erfolgen automatisch, sobald alle relevanten Parameter als Sollwerte, Zeitschaltprogramme usw. in das System eingegeben wurden.

## GEBÄUDELEITTECHNIK

Die Gebäudeleittechnik (GLT) wird für weitaus mehr Zwecke als die Gebäudeautomation eingesetzt. Ihre Hauptaufgabe besteht darin, mit den verschiedenen Anlagen in einem Gebäude oder auf einem Gelände zu kommunizieren und sie zu überwachen. Solche Anlagen können folgende sein:

- HLK-Anlagen
- Brandschutzanlagen
- Überwachungsanlagen
- Alarmanlagen
- Transportgeräte (z. B. Aufzüge)
- Wasserdruckanlagen

Die GLT besteht in der Regel aus einem oder mehreren Computern mit spezieller Software, die mit der verbundenen Gebäudeautomation kommuniziert. Für eine einfache Interaktion nutzt die GLT ein Systemdiagramm, um schnell einen Überblick über die aktuellen Bedingungen in der Anlage zu erhalten. Andere Teile der GLT können Softwareschalter enthalten, die Sollwerte verändern oder ganze Anlagen ein- oder ausschalten.

Eine weitere wichtige Funktion einer GLT ist das langfristige Erfassen von Daten wie Durchfluss, Förderhöhe und Leistung der gesteuerten/geregelten Anlagen. Diese Daten ermöglichen dem Gebäudemanager oder -eigentümer, sich einen Überblick über die Leistung und/oder den Energieverbrauch des Gebäudes zu verschaffen und beides im Laufe der Zeit zu optimieren. Da die verschiedenen Betriebsstunden der angeschlossenen Anlagen ebenfalls abrufbar sind, können vorbeugende Wartungsarbeiten eingeleitet werden, die Zeit und Arbeitskosten einsparen.

Alarme und Warnungen, die in den Systemen auftreten, können darüber hinaus kategorisiert und je nach Dringlichkeit entweder sofort oder während des Normalbetriebs weitergeleitet werden. In der Regel können unterschiedliche Empfänger für verschiedene Benachrichtigungen und/oder Tageszeiten eingerichtet werden.

# GEBÄUDESTEUERUNGEN UND GLT-ARCHITEKTUR

Die Architektur der GLT besteht aus drei Automatisierungsebenen: 1. (Prozess-)Leitebene. 2. Steuerungsebene. 3. Feldebene.

**(Prozess-)Leitebene:** Hierbei handelt es sich um das Front-End der GLT – also der Teil, der von Bedienern, Gebäudemanagern und Ingenieuren verwendet wird. Es visualisiert die Grafiken zum Steuern/Regeln und Überwachen der Systeme, die eine Computerarbeitsstation, einen Server, einen Webbrowser und Drucker umfassen.

**Steuerungsebene:** Der GLT-Router, die übergeordneten Steuerungen und andere Hauptsteuerungen, die in einem Gebäudernetzwerk angeschlossen sind, werden in das Fremdsystem integriert und mit GLT-Geräten wie der Direct Digital Control (DDC) verbunden. Bei der Mehrpumpensteuerung Control MPC von Grundfos handelt es sich um einen Schaltschrank mit CU-352-Steuereinheit, der die Überwachung und Steuerung von bis zu sechs identischen Pumpen im Parallelbetrieb ermöglicht. Die Control MPC unterstützt die Kommunikation mit Überwachungsgeräten oder anderen externen Geräten über eine Vielzahl von verschiedenen Feldbus-Protokollen, weshalb Sie in Ihre GLT integriert werden kann. Die MPC 352 ist also für die Steuerungsebene gedacht. Die intelligenten Pumpen von Grundfos wie die MAGNA3 mit Modulen vom Typ CIM können in andere GLT-Steuerungen der Steuerungsebene integriert werden.

**Feldebene:** GLT-Steuerungen stellen eine Verbindung zu den Sensoren, Stellantrieben und anderen Schaltkreisen der Feldebene her, um eine Anlage zu überwachen und zu steuern. Differenzdrucksensoren sind ein typisches Beispiel für einen Analogeingang, der von einer Mehrpumpensteuerung (MPC) oder einer Direct Digital Control (DDC) verwendet wird.

Die DDC nutzt die digitalen und/oder analogen Signale von verschiedenen Feldgeräten und steuert die Anlage auf Grundlage des in der Steuerung geschriebenen Programms.

Im Allgemeinen wird die DDC zum Steuern von Pumpen, Frequenzumrichtern, Ventilen, Klappen, Gebläsen, Kühlern, Kesseln usw. verwendet. Auch kann sie die Informationen an eine andere Steuerung oder DDC senden.

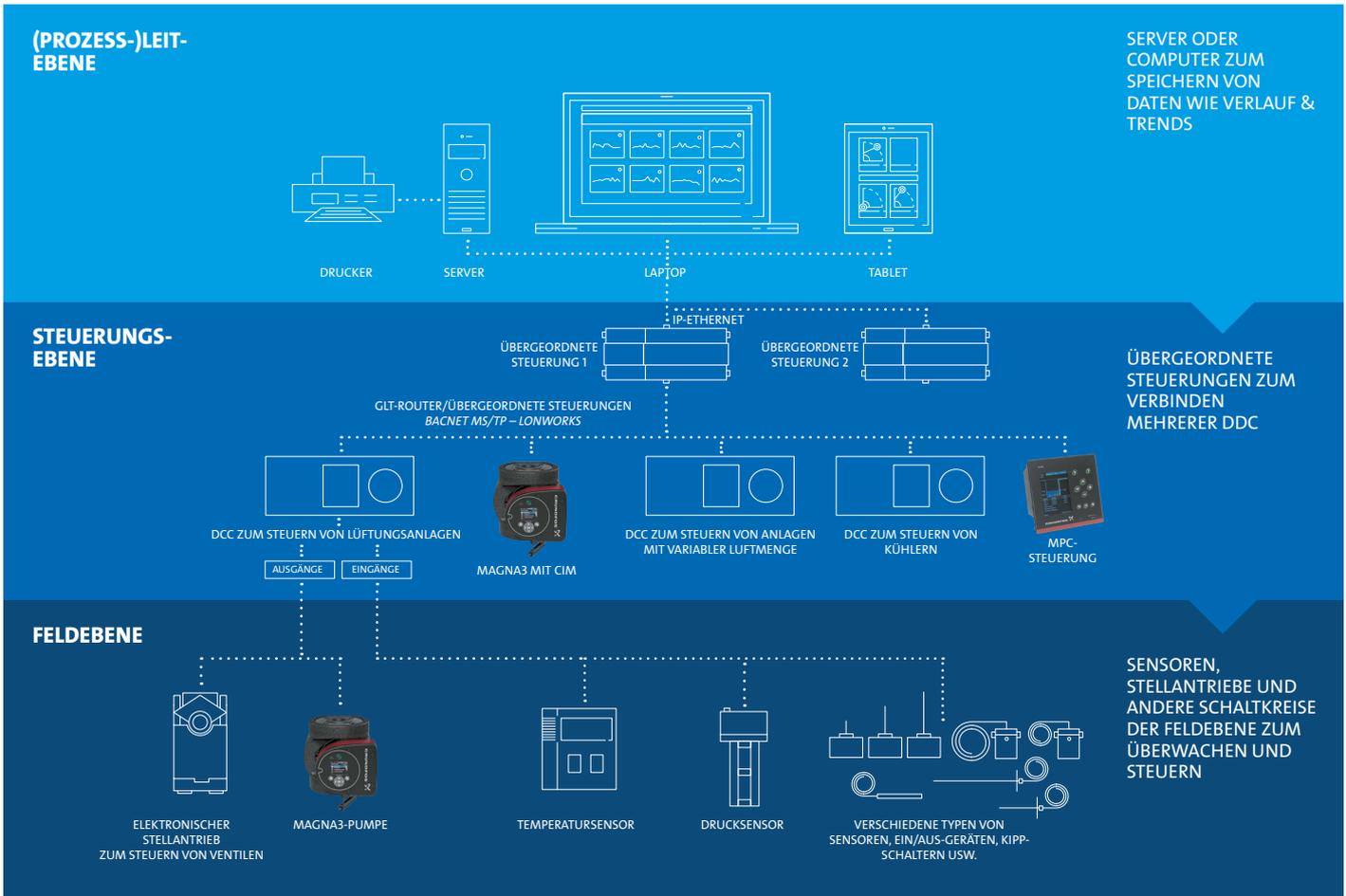
Die DDC kann komplexe Berechnungen durchführen, eine große Menge an Ein- und Ausgangsdaten speichern, Trends analysieren und Sollwerte für viele HLK-Anlagen und Umgebungsbedingungen automatisch verändern.

Sie kann zum Steuern folgender Anlagen genutzt werden:

- Lüftungsanlagen
- Gebläsekonvektoren
- Anlagen mit variabler Luftmenge
- Kühler

Die Aufgaben einer GLT gehen über die drei Automatisierungsebenen hinaus. Dazu gehört auch das Archivieren von Daten, um z. B. Lastprofile zu erstellen, Bedingungen zu dokumentieren sowie Einstellungen und Steuergeräte anzupassen und so die Systemleistung zu optimieren. Die GLT wählt zudem die Daten zum Erstellen eines vorbeugenden Wartungsprogramms und für die Alarmverwaltung aus.

Bei der Alarmverwaltung werden die Alarme je nach Wichtigkeit, Tageszeit usw. an die entsprechenden Empfänger weitergeleitet.



Überblick über die verschiedenen Ebenen der GLT-Architektur

# GUTE STEUERUNGS- UND REGELUNGSTECHNIK SORGT FÜR HOHE ENERGIEEINSPARUNGEN

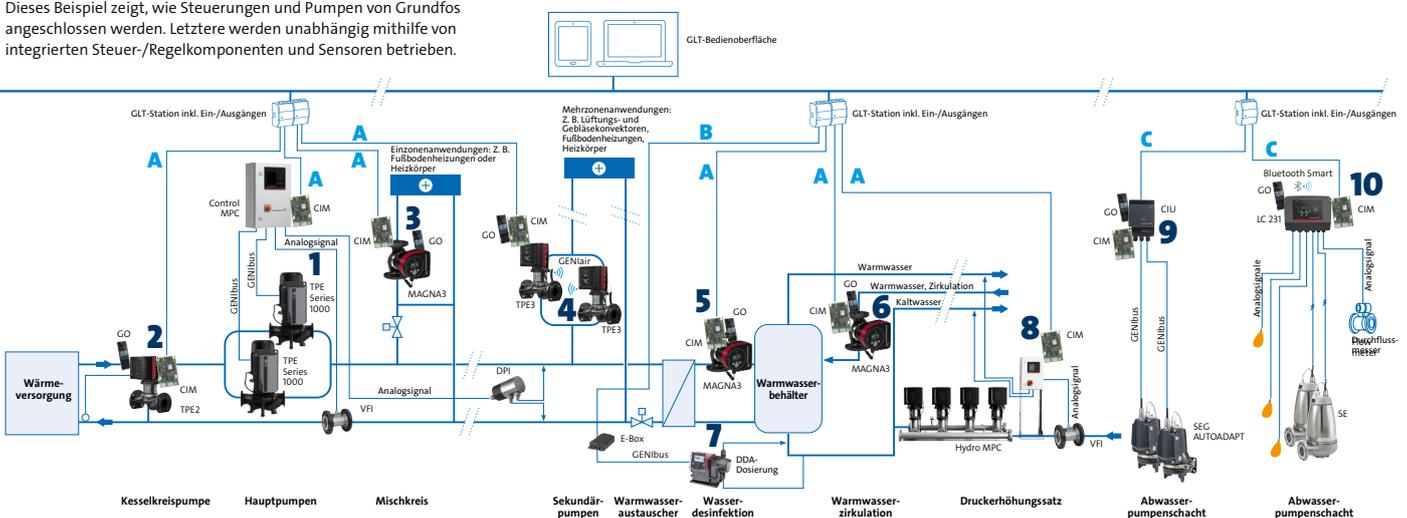
Gebäudeeigentümer und -betreiber sind stets bestrebt, ein komfortables Raumklima für die Nutzer des Gebäudes zu schaffen und gleichzeitig Energie zu sparen. Die Steuerungs- und Regelungstechnik ist der Schlüssel zu optimal betriebenen Gebäudeanlagen. Denn ordnungsgemäß in Betrieb genommene intelligente Steuer- und Regelgeräte sammeln und analysieren Daten aus den gesamten Anlagen. Sie nutzen diese Daten, um die für den Betrieb der Anlagen verwendete Energie in Abhängigkeit des Echtzeitbedarfs zu steuern.

Unten finden Sie ein Beispiel dafür, wie Pumpen, Sensoren und Steuerungen von Grundfos zu Überwachungs- und/oder Steuerungszwecken an eine GLT angeschlossen werden.

Eine Übersicht über die im BACnet-Modul CIM 300 von Grundfos verfügbaren Datenpunkte finden Sie auf Seite 10. Die CIM (Kommunikationsschnittstellenmodule) sind für die Kommunikation über interoperable Netzwerke wie Modbus RTU/TCP, BACnet MS/TP, BACnet IP, LonWorks, PROFIBUS DP/IO, Ethernet/IP und Mobilfunk verfügbar.

## An eine GLT angeschlossene Grundfos-Pumpen und -Komponenten mit Modulen vom Typ CIM

Dieses Beispiel zeigt, wie Steuerungen und Pumpen von Grundfos angeschlossen werden. Letztere werden unabhängig mithilfe von integrierten Steuer-/Regelkomponenten und Sensoren betrieben.



**A:** LON, PROFIBUS DP, Modbus RTU, Modbus TCP, BACnet MS/TP, BACnet IP, PROFINET IO, EtherNet/IP, 3G-/4G-Mobilfunk

**B:** PROFIBUS DP, Modbus RTU, Modbus TCP, PROFINET IO, EtherNet/IP, 3G-/4G-Mobilfunk

**C:** PROFIBUS DP, Modbus RTU, Modbus TCP, PROFINET IO, 3G-/4G-Mobilfunk

**1. Primärpumpenanlage:** Die Pumpen werden von einer Control MPC in der Regelungsart Proportionaldruck geregelt. Die Regelung basiert auf einem Drucksignal von einem Fern Differenzdrucksensor DPI. Für die GLT-Kommunikation wird ein CIM verwendet.

**2. Nicht-Brennwertkessel:** Die Pumpe wird durch ein Signal von einem externen Temperatursensor geregelt. Fällt die Rücklauftemperatur unter den Temperaturbedarf des Kessels, umgeht die Pumpe das Warmwasser von der Vorlaufseite. Für die GLT-Kommunikation wird ein CIM verwendet.

**3. Mischschleife:** Die Pumpe wird in der Regelungsart Proportional- oder Konstantdruck auf Grundlage der Rückmeldung des in die Pumpe integrierten Differenzdrucksensors geregelt. Für die GLT-Kommunikation wird ein CIM verwendet.

**4. Sekundärpumpenanlage:** Die beiden Pumpen werden im Betriebs-/Bereitschaftsmodus in der Regelungsart Proportional- oder Konstantdruck auf Grundlage der Rückmeldung des in die Pumpen integrierten Differenzdrucksensors geregelt. Die Pumpen kommunizieren über GENIair und benötigen kein externes Steuergerät. Für die GLT-Kommunikation wird ein CIM verwendet.

**5. Warmwasserbereitung:** Die Ladepumpe wird von der GLT gesteuert, wenn die Temperatur des Warmwasserbehälters unter einem bestimmten Temperaturbedarf liegt und die Warmwasserbereitung erfolgt. Für die GLT-Kommunikation wird ein CIM verwendet.

**6. Warmwasserzirkulation:** Die Umwälzpumpe wird in der Regelungsart Konstanttemperatur durch einen in die Pumpe integrierten Sensor gesteuert. Die Pumpe hält eine konstante Wassertemperatur im Behältereinlass aufrecht. Für die GLT-Kommunikation wird ein CIM verwendet.

**7. Wasserdesinfektion:** Die Dosierpumpe sorgt für hygienisch sicheres Wasser, indem sie dem Warmwasserbehälter ein Desinfektionsmittel zusetzt. Die Pumpe nutzt eine E-Box für die GLT-Kommunikation.

**8. Wasserdruckerhöhung:** Die Druckerhöhungsanlage beaufschlagt den gesamten Wasserkreis mit Druck, wobei entweder ein in die Pumpe integrierter Sensor oder bis zu sechs Zonensensoren an den kritischen Punkten des Wasserkreises angeschlossen sind. Für die GLT-Kommunikation wird ein CIM verwendet.

**9. Abwasser:** Pumpenschacht mit AUTOADAPT-Schneidwerkumpen. Diese Pumpen werden durch die integrierte AUTOADAPT-Logik geregelt, die es ihnen ermöglicht, im Betriebs-/Bereitschaftsmodus oder Kaskadenbetrieb ohne externes Steuergerät zu arbeiten. Für die GLT-Kommunikation wird ein CIM verwendet.

**10. Abwasser:** Pumpenschacht für die Entsorgung von Regen- und Abwasser. Diese Pumpen werden von der Steuerung LC 231 mit CIM-Modulschnittstelle für die GLT-Kommunikation gesteuert.

*Die Zahlen beziehen sich auf die obige schematische Darstellung.*

# INTEGRATION

Um Informationen zwischen den Pumpen und der GLT auszutauschen, muss eine Verbindung zwischen den verschiedenen Komponenten hergestellt werden. Das Herstellen einer Verbindung kann auch als Integration in die GLT bezeichnet werden. Es gibt zwei gängige Wege, um Pumpen zu integrieren:

- Integration per Festverdrahtung
- Integration per Buskommunikation

## Integration per Festverdrahtung

Für diese Art der Integration ist spezielle Hardware für jedes Datenbit erforderlich, das zwischen der Pumpe und der GLT ausgetauscht werden soll.

Zum Austauschen von Informationen werden Standardsignale verwendet. Folgende Signaltypen werden genutzt:

- Digitale Ein-/Ausgangssignale
- Signale von potenzialfreien Eingängen
- Signale von massebezogenen Kontakten
- Signale von Zählereingängen

- Analoge Ein-/Ausgangssignale
- Analoge 0-bis-10-V-Signale
- Analoge 4-bis-20-mA-Signale
- Analoge 0-bis-20-mA-Signale
- Analoge 2-bis-10-V-Signale
- Signale von Widerstandssensoren

Für die Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen den Klemmen der Pumpe und den Klemmen der GLT werden Kabel verwendet.

Die Menge der auszutauschenden Informationen ist durch den verfügbaren Platz im Anschlusskasten der Pumpe und durch die zur Übertragung verfügbaren Signale begrenzt. Es ist z. B. schwierig, die Betriebsstunden der Pumpe mithilfe der oben genannten Signaltypen an die GLT zu übertragen. Ein 0-bis-10-V-Signal mag auf den ersten Blick ausreichend sein. Aber auf den zweiten Blick ist es schwer zu skalieren. 0 V würde wahrscheinlich 0 Stunden entsprechen, aber wie viele Stunden entsprechen 10 V? Sind es 10, 1.000, 100.000 Stunden oder etwas ganz anderes? Und wie genau sind diese Werte? Betrachten Sie das folgende Beispiel:

## BEISPIEL

Nehmen wir an, die Auflösung einer GLT für ein 0-bis-10-V-Signal beträgt 1 mV.

**1.**  
 10 V = 10 Betriebsstunden  
 1 V = 1 Betriebsstunde  
 0,001 V = 0,001 Betriebsstunden  
 (etwa 3,6 Sekunden)

Hier können wir nur mit einer Genauigkeit von 3,6 Sekunden messen.

**2.**  
 10 V = 1.000 Betriebsstunden  
 1 V = 100 Betriebsstunden  
 0,001 V = 0,1 Betriebsstunden  
 (etwa 360 Sekunden = 6 Minuten)

Hier können wir nur mit einer Genauigkeit von 6 Minuten messen.

**3.**  
 10 V = 100.000 Betriebsstunden  
 1 V = 10.000 Betriebsstunden  
 0,001 V = 1 Betriebsstunde

Hier können wir nur mit einer Genauigkeit von 1 Stunde messen.

Trotz der geringen Genauigkeit ist die Integration per Festverdrahtung immer noch sehr verbreitet, da es sich um eine sehr einfache und austauschbare Methode der Integration handelt.

Nahezu jede Pumpe auf dem Gebäudetechnik-Markt unterstützt die häufig verwendeten Informationen.

| Beschreibung                                       | Digitalausgang | Digitaleingang | Analogausgang | Analogeingang |
|--|----------------|----------------|---------------|---------------|
| Ein/Aus  | X              |                |               |               |
| Pumpe läuft  |                | X              |               |               |
| Pumpenstörung                                      |                | X              |               |               |
| Drehzahlsollwert (nur drehzahlgeregelte Pumpen)    |                |                | X             |               |
| Drehzahlrückmeldung (nur drehzahlgeregelte Pumpen) |                |                |               | X             |

Signal types seen from the automation system perspective

# BUSKOMMUNIKATION

Die Buskommunikation bietet ein viel breiteres Spektrum an Informationen, die zwischen der Pumpe und der GLT ausgetauscht werden können. Die Abbildung rechts ist ein Beispiel für das BACnet-Modul CIM 300 von Grundfos. Die austauschbaren Informationen sind von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich, sodass die Pumpen nicht zwangsläufig durch Modelle anderer Hersteller ersetzt werden können.

Alle Informationen werden über ein Buskabel übertragen, das in der Regel von Pumpe zu Pumpe und schließlich zur GLT verläuft. Je nach dem für die Buskommunikation verwendeten Protokoll wird das Buskabel entweder an ein Gateway oder direkt an das GLT-Netzwerk angeschlossen, wenn die Pumpen mit einem Standardprotokoll arbeiten. Das Gateway könnte auch ein Hardwaremodul für die GLT sein und als Protokoll sind BACnet, Profibus, Modbus oder andere möglich.

Bitte beachten Sie, dass die Buskommunikation normalerweise aus mehreren Schichten besteht, die die Anforderungen an die Hardware und Software definieren. Je nach Art der Kommunikation kann eine Vielzahl von Schichten vorhanden sein. Es ist unerlässlich, zumindest die Grundelemente der Buskommunikation aufeinander abzustimmen. Diese sind Bustyp (Hardware) und Protokoll (Software).

## Übersicht über Datenpunkte im BACnet-Modul CIM 300 von Grundfos

| BACnet IP, BACnet MS/TP, LON   |           |        |                                      |                          |               |                           |               |
|--|-----------|--------|--------------------------------------|--------------------------|---------------|---------------------------|---------------|
|  | MAGNA/UPE | MAGNA3 | E-Pumpen < 11 kW<br>E-Pumpenmodell J | CUE<br>E-Pumpen 11–22 kW | Multi-E, TPED | Hydro MPC/<br>Control MPC | Hydro Multi-B |
| s = wenn Sensor installiert<br>s* = verfügbar mit Sensor oder TPE 2000 und TPE3<br><sup>1</sup> Differenz- oder Absolutdruck, je nach Sensor<br><sup>2</sup> Nicht standardmäßig bei Control MPC<br>G = nur für MGE-Modell G oder neuer<br>H = nur für MGE-Modell H oder neuer |           |        |                                      |                          |               |                           |               |
| <b>Regelung</b>  |           |        |                                      |                          |               |                           |               |
| Betriebsart  | •         | •      | •                                    | •                        | •             | •                         | •             |
| Sollwert   | •         | •      | •                                    | •                        | •             | •                         | •             |
| Regelungsart   | •         | •      | •                                    | •                        | H             | •                         | •             |
| Relaissteuerung  |           |        | •                                    | •                        | H             |                           |               |
| Status Behälterbefüllung   |           |        |                                      |                          |               |                           | •             |
| <b>Status</b>  |           |        |                                      |                          |               |                           |               |
| Status Betriebsart   | •         | •      | •                                    | •                        | •             | •                         | •             |
| Status Regelungsart  | •         | •      | •                                    | •                        | •             | •                         | •             |
| Rückmeldung  | •         | •      | •                                    | •                        | •             | •                         | •             |
| Alarm-/Warnmeldungen   | •         | •      | •                                    | •                        | •             | •                         | •             |
| Erinnerung Lagerwartung  |           |        | G                                    | •                        |               |                           |               |
| Regelung Behälterbefüllung   |           |        |                                      |                          |               |                           | •             |
| <b>Messdaten</b>   |           |        |                                      |                          |               |                           |               |
| Leistungsaufnahme/Energieverbrauch   | •         | •      | •                                    | •                        | •             | •                         | •             |
| Druck (Förderhöhe) <sup>1</sup>  | •         | •      | s*                                   | s*                       | •             | • <sup>2</sup>            | s             |
| Durchfluss   | •         | •      | s*                                   | s*                       | H+s           | • <sup>2</sup>            |               |
| Relative Leistung  | •         | •      | •                                    | •                        | •             | •                         | •             |
| Drehzahl und Frequenz  | •         | •      | •                                    | •                        |               |                           |               |
| Digitaleingang/-ausgang  | •         | •      | •                                    | •                        | •             | •                         | •             |
| Motorstrom   |           | •      | •                                    | •                        | •             |                           |               |
| Motorspannung  |           |        | Nur G                                | •                        |               |                           |               |
| Ferndurchfluss   |           | s      | G+s                                  | s                        | H+s           |                           |               |
| Eingangsdruk <sup>1</sup>  |           |        | G+s                                  | s                        | H+s           | s                         | s             |
| Ferndruck <sup>1</sup>   |           | s      | G+s                                  | s                        | H+s           | s                         |               |
| Füllstand  |           |        | s                                    | s                        | H+s           | s                         | s             |
| Motortemperatur  |           |        | G+s                                  | s                        |               |                           |               |
| Ferntemperatur   |           | s      | s                                    | s                        | H+s           | s                         |               |
| Pumpenmedientemperatur   | •         | •      | G+s                                  | s                        | H+s           |                           |               |
| Lagertemperaturen  |           |        | H+s                                  | s                        |               |                           |               |
| Hilfssensoreingang   |           |        | s                                    | s                        | H+s           |                           |               |
| Betriebszeit (Laufzeit)  | •         | •      | •                                    | •                        | •             | •                         | •             |
| Gesamtlaufzeit   | •         | •      | •                                    | •                        | •             |                           |               |
| Anzahl der Einschaltungen  |           | •      | •                                    | •                        |               |                           |               |
| Menge  |           |        | H+s                                  | CUE + s                  |               |                           |               |
| Umgebungstemperatur  |           |        | H+s                                  |                          | H+s           | s                         |               |
| Ein- und Auslasstemperatur   |           |        |                                      |                          |               | s                         |               |
| Wärmezähler  |           | •      | H                                    |                          |               |                           |               |
| Ausgangsdruck <sup>1</sup>   |           |        | H+s                                  |                          | H+s           | s                         | s             |
| Füllstand Speisewasserbehälter   |           |        | H+s                                  |                          | H+s           | s                         | s             |
| <b>Untergeordnete Pumpendaten</b>  |           |        |                                      |                          |               |                           |               |
| Alarm-/Statusmeldung   |           |        |                                      |                          | •             | •                         | •             |
| Betriebszeit (Laufzeit)  |           |        |                                      |                          | •             | •                         | •             |
| Drehzahl   |           |        |                                      |                          | H             | •                         | •             |
| Netzstrom/Leistungsaufnahme  |           |        |                                      |                          | H             | •                         | •             |
| Motortemperatur  |           |        |                                      |                          | H             | •                         | •             |
| Anzahl der Einschaltungen  |           |        |                                      |                          | H             | •                         | •             |
| Pumpe: Zwangsregelung auf Stopp/Automatisch  |           |        |                                      |                          |               | •                         | •             |

Hinweis: E-Pumpen = CRE/CRNE/CRIE, MTRE, CME, TPE2/TPE3, NBE/NKE  
 Hinweis: Das TPED-Doppelpumpenmodell F oder G mit einer Leistung von 3–22 kW benötigt stets 2 CIU-Module.  
 Hinweis: Das MAGNA3-D-Doppelpumpenmodell D benötigt stets 1 CIM, das im Kopf der Masterpumpe installiert wird.  
 Für LON muss 1 CIM 110 im Kopf der Masterpumpe installiert werden.

# HARDWARESCHICHT

In Gebäudetechnik-Anwendungen kommen die folgenden Hardware-schichten häufig vor:

- Ethernet
- LonWorks
- RS485

## Ethernet

Ethernet-Netzwerke sind weit verbreitet und sehr bekannt, da sie für die meisten Computernetzwerke verwendet werden. Der Vorteil von Ethernet-Netzwerken liegt in der Übertragungsgeschwindigkeit. Wenn aber dasselbe Ethernet-Netzwerk für Computer und Gebäudeautomation/GLT verwendet werden soll, entsteht ein erheblicher Aufwand beim Verlegen der Kabel.

Beziehen Sie den Netzwerkadministrator in einem möglichst frühen Stadium Ihres Projekts mit ein. Er kann Sicherheitsprobleme aufzeigen und Ihnen die notwendigen Informationen für jedes Gerät zur Verfügung stellen, wie z. B. IP-Adresse und Subnetzmaske. Im Gegensatz zu den oben genannten Netzwerkgeräten sind Geräte in Ethernet-Netzwerken nicht per Daisy Chain verkettet, d. h. nicht in Reihe geschaltet. Die Installation dieser Netzwerke sollte von Experten durchgeführt werden.

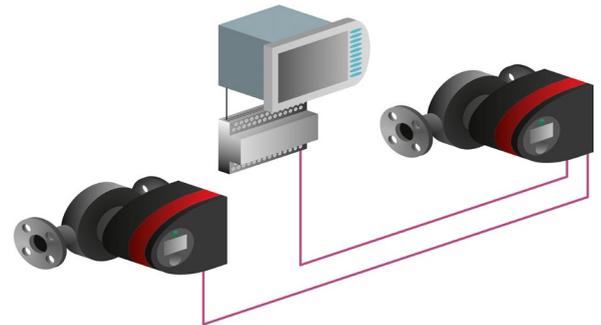
## LonWorks

LonWorks-Netzwerke sind wesentlich leichter zu installieren, da sie ein einfaches zweiadriges Kabel verwenden. Fast alle Arten von Verbindungen sind möglich (siehe unten), aber jedes Gerät benötigt einen speziellen Bustreiber, den Echelon Neuron Chip. Darüber hinaus muss für jeden Knoten im Netzwerk eine Lizenzgebühr entrichtet werden.

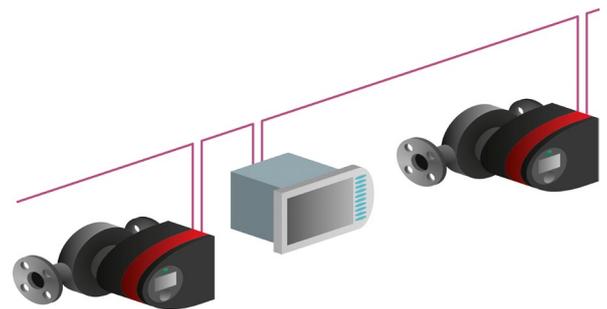
## RS485

Das RS485-Netzwerk verwendet ebenfalls ein zweiadriges Kabel.

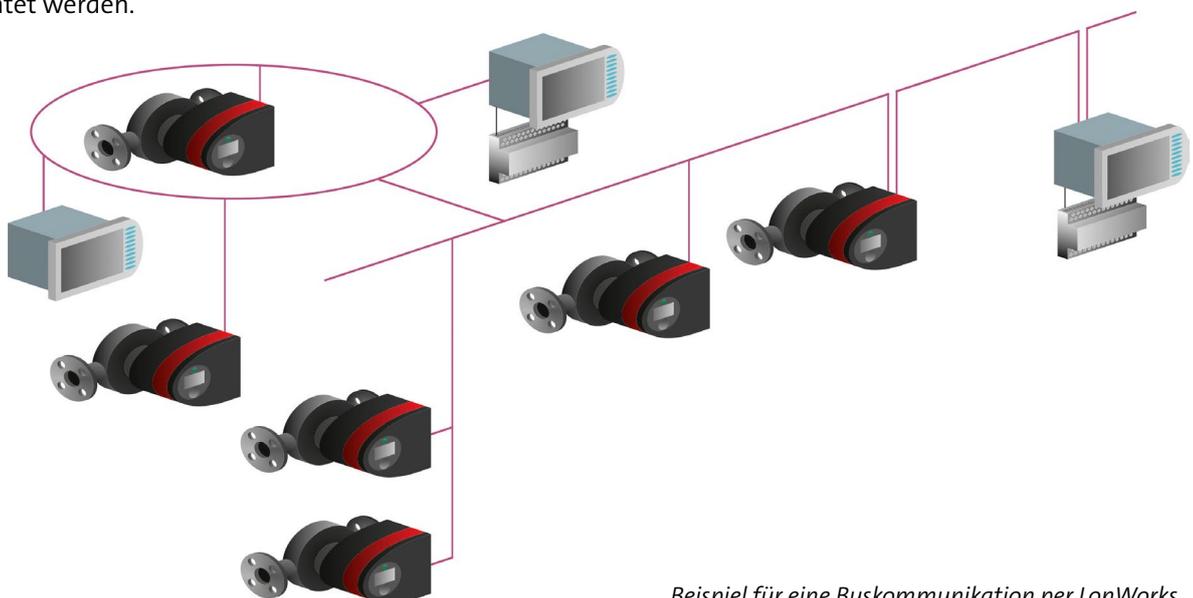
Die Geräte am Bus müssen jedoch in Reihe (Daisy Chain) geschaltet sein und an beiden Enden des Netzwerks sollte ein Widerstandsnetzwerk installiert werden. Auf der anderen Seite ist keine spezielle Hardware erforderlich. Standard-Hardwarekomponenten sind ausreichend.



Beispiel für eine Buskommunikation per Gateway (auf Feldebene)



Beispiel für eine direkte Buskommunikation mit einer GLT (auf Steuerungsebene)



Beispiel für eine Buskommunikation per LonWorks

# SOFTWARESCHICHT

Diese Schicht beschreibt im Wesentlichen, wie Informationen zwischen den verschiedenen Mitgliedern des Netzwerks ausgetauscht werden. Sie wird auch als Protokoll bezeichnet. Die am häufigsten verwendeten Protokolle in Gebäudetechnik-Anwendungen sind folgende:

- Modbus
- LonTalk
- BACnet
- Profibus

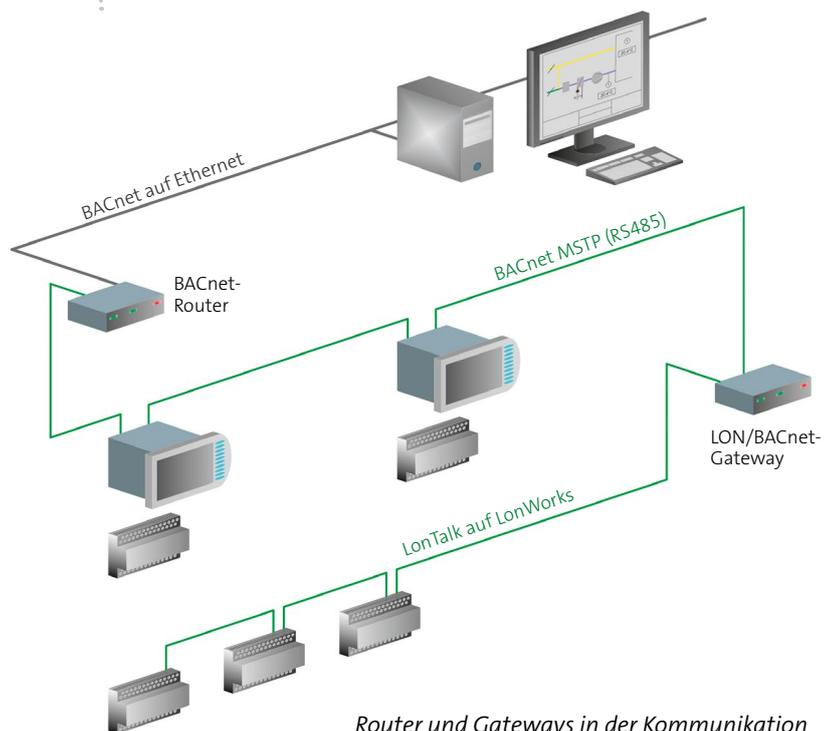
Einige dieser Protokolle erfordern eine spezielle Hardwareschicht, andere können auf verschiedenen Hardwareschichten ausgeführt werden. Die Einzelheiten finden Sie in der Tabelle unten.

Wenn eine Kommunikation zwischen verschiedenen Protokollen notwendig ist, muss ein Gateway verwendet werden. Das Gateway fungiert als Übersetzer zwischen den unterschiedlichen Protokollen. Ein weiteres häufig verwendetes Gerät in Netzwerken ist der Router. Er kommt zum Einsatz, um von einer Hardwareschicht auf eine andere zu wechseln, wobei stets das gleiche Protokoll weiterverwendet wird. Das könnte z. B. ein Wechsel von „BACnet auf LON“ zu „BACnet auf Ethernet“ sein. Siehe dazu die Abbildung unten.

| Protokoll | Hardwareschicht |          |       |
|-----------|-----------------|----------|-------|
|           | Ethernet        | LonWorks | RS485 |
| Modbus    | X               |          | X     |
| LonTalk   |                 | X        |       |
| BACnet    | X               |          | X     |
| Profibus  |                 |          | X     |

Kombination aus Hardware und Protokoll

Eine GLT ist jedoch nicht immer verfügbar. In diesem Fall erfolgt die Integration der Geräte entweder nur auf der Steuerungsebene oder die Steuerungsebene wird mit dem Gerät oder in das Gerät integriert geliefert. Das tritt häufig auf, wenn eine Druckerhöhungsstation, eine Hebeanlage oder sogar eine Pumpe verwendet wird.



Router und Gateways in der Kommunikation

# STEUERUNGS- UND REGELUNGSTECHNIK

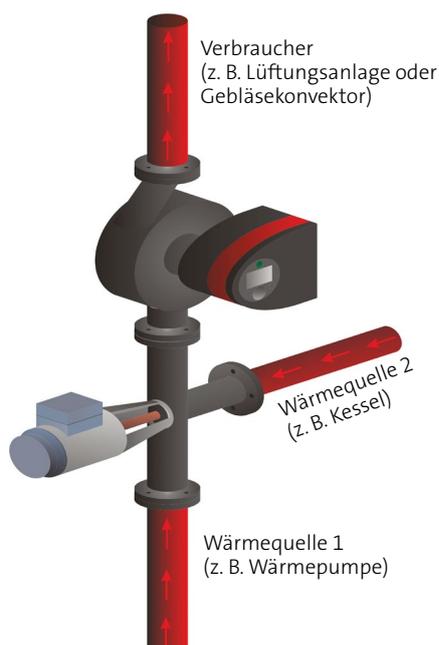
Die Bezeichnungen „Steuerung“ und „Regelung“ umfassen eine breite Palette von Funktionen. Diese reichen von sehr einfachen Schaltmustern (Ein/Aus) bis hin zu äußerst anspruchsvollen Algorithmen, wie z. B. adaptiven Regelkreisen. Aber selbst die kompliziertesten Steuerungs- und Regelungsaufgaben werden mithilfe einiger grundlegender Funktionen umgesetzt: logischer Funktionen, mathematischer Funktionen, Regelkreise usw.

Auch wenn die Aufgabe einfach ist, werden alle Algorithmen in den Steuer- und Regelgeräten der Gebäudetechnik-Anwendungen verwendet, um einen Teil der Hardware anzusteuern und so das angeschlossene Gerät (z. B. Heizung, Lüftungsanlage, Druckerhöhungsanlage) in einen bestimmten Zustand zu versetzen. Der gewünschte Zustand wird in Gebäudetechnik-Anwendungen durch einen vorgegebenen Sollwert für einen oder mehrere der folgenden Parameter definiert:

- Temperatur
- Druck/Differenzdruck
- Durchfluss
- Feuchtigkeit
- Füllstand

## Regelgeräte

Je nach dem zu regelnden Parameter werden unterschiedliche Geräte in der Anlage/dem System verwendet, um den gewünschten Zustand zu erreichen. In Luftanlagen kommen dafür üblicherweise Klappen, Heiz-/Kühlschlangen, Befeuchter und Lüfter zum Einsatz. In Wasseranlagen werden hauptsächlich Ventile und Pumpen verwendet.



Beispiel: Dreiwegeventil zum Umschalten zwischen verschiedenen Wärmequellen

## Ventile

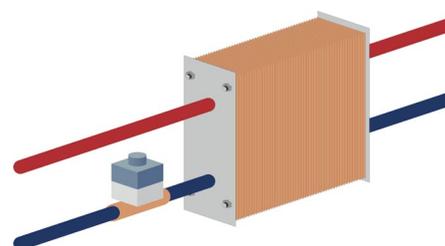
Ventile können auf unterschiedliche Weise zum Regeln einer Anwendung in Gewerbegebäuden eingesetzt werden. Manchmal werden sie auch nur benutzt, um die Richtung des Durchflusses zu ändern. Diese Funktion wird z. B. verwendet, wenn Sie mehrere Wärmequellen wie Kessel und Wärmepumpen haben oder wenn Sie Regenwasser sammeln und die Regenwasserversorgung durch die reguläre Wasserversorgung unterstützt werden muss.

In diesen Fällen kommen sehr häufig Dreiwegeventile zum Einsatz. Sie eignen sich nicht wirklich für Regelungsaufgaben, sondern werden hauptsächlich bei einfachen Schaltungen verwendet.

Darüber hinaus werden Ventile oft zum Anpassen des Durchflusses eingesetzt. Das kann entweder in einer festen Position erfolgen (Drosselventil) oder durch die Verwendung in Kombination mit einem Stellantrieb, um den Durchfluss in Abhängigkeit der Bedürfnisse des Verbrauchers zu regeln. Hierfür eignen sich Zweiwegeventile besser. Normalerweise wird der Durchfluss in Anlagen geregelt, die mit Wärmetauschern ausgestattet sind.

### Achtung:

Verwechseln Sie Drosselventile nicht mit Ausgleichsventilen! Ausgleichsventile werden verwendet, um die Druckverluste in verschiedenen Teilen der Anlage auszugleichen.



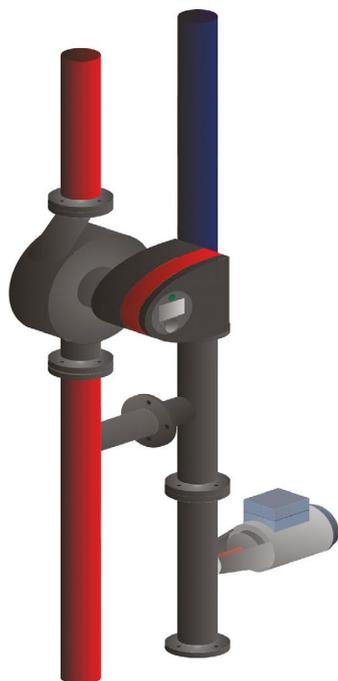
Wärmetauscher, dessen gelieferte Leistung von einem Zweiwegeventil angepasst wird

Ventile können auch zum Anpassen der Vorlauftemperatur in z. B. Heizkreisen verwendet werden. In diesem Fall wird das kühlere Rücklaufwasser in den Kreis zurückgeführt und mit dem von der Wärmequelle kommenden warmen Versorgungswasser vermischt. Das kann entweder mithilfe von Zwei- oder Dreiwegeventilen erfolgen.

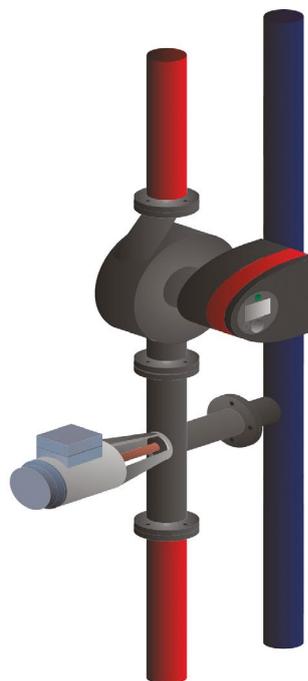
Dreiwegeventile können in die Vorlaufleitung installiert und als Mischventil verwendet werden. Oder sie werden in die Rücklaufleitung montiert und arbeiten als Verteilventil.

Allerdings sind nicht alle Dreiwegeventile für beide Installationsarten geeignet.

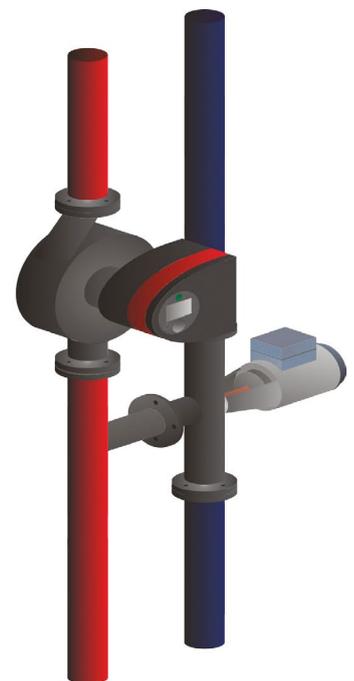
Informieren Sie sich diesbezüglich bei Ihrem Lieferanten, insbesondere dann, wenn Sie das Ventil als Verteilventil einsetzen möchten.



*Zweiwegeventil*



*Dreiwegeventil  
(Mischventil)*



*Dreiwegeventil  
(Verteilventil)*

# PUMPEN

Wann immer in einer Anwendung eine Anpassung des Durchflusses erforderlich ist, sollten drehzahlgeregelte Pumpen als Alternative zu Drosselventilen in Betracht gezogen werden. Wird eine Pumpe mit konstanter Drehzahl betrieben und der Durchfluss durch Hinzufügen eines Widerstands angepasst, kann die Energieverschwendung nicht gerechtfertigt werden. Denn mit drehzahlgeregelten Pumpen lässt sich enorm viel Energie einsparen. Beispielsweise kann der Energieverbrauch allein durch das Reduzieren der Pumpendrehzahl von 100 auf 95 % um 14 % gesenkt werden (Affinitätsgesetz).

## Achtung: Verwechseln Sie Drosseln nicht mit Ausgleichen!

Das Ausgleichen wird verwendet, um die Druckverluste in verschiedenen Teilen der Anlage auszugleichen. Das Drosseln wird genutzt, um den Durchfluss an den Auslegungspunkt oder den aktuellen Bedarf des Verbrauchers anzupassen. Eine drehzahlgeregelte Pumpe sorgt nicht notwendigerweise dafür, dass Ausgleichsventile überflüssig werden. Das ist nur der Fall, wenn die Pumpe über die FLOWLIMIT-Technologie mit einer elektronischen Funktion für die durchflussbasierte Inbetriebnahme verfügt. Dann kann die Pumpe den Durchfluss selbstständig anpassen und begrenzen.

Ein Beispiel finden Sie unten:

$Q$  = Durchfluss [l/s], [m<sup>3</sup>/h] oder [gpm]

$N_x$  = Drehzahl [min<sup>-1</sup>]

$H_x$  = Förderhöhe [m] oder [ft]

$P_x$  = Leistung [W] oder [PS]

1a: Durchfluss ist proportional zur Drehzahl

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right) \text{ führt zu } Q_2 = \frac{Q_1 \times N_2}{N_1}$$

1b: Druck ist proportional zur Drehzahl im Quadrat

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \text{ führt zu } H_2 = \frac{H_1}{\left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2} \text{ oder } H_2 = \frac{H_1 \times N_2^2}{N_1^2}$$

1c: Leistung ist proportional zur Drehzahl hoch drei

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3 \text{ führt zu } P_2 = \frac{P_1}{\left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3} \text{ oder } P_2 = \frac{P_1 \times N_2^3}{N_1^3}$$

## BEISPIEL: AUSWIRKUNGEN DER DREHZAHLEDDUKTION AUF DURCHFLUSS, FÖRDERHÖHE UND ENERGIEVERBRAUCH

Das Reduzieren der Drehzahl einer Pumpe von 100 auf 95 % hat folgende Auswirkungen:

Neuer Durchfluss:

$$Q_2 = \frac{1 \times 0,95}{1} = 0,95 = 95 \%$$

Neue Förderhöhe:

$$H_2 = \frac{1 \times 0,95^2}{1^2} = \frac{1 \times 0,9025}{1} = 0,9025 = 90,25 \%$$

Neue Leistung:

$$P_2 = \frac{1 \times 0,95^3}{1^3} = \frac{1 \times 0,8574}{1} = 0,8574 = 85,74 \% \text{ (Energieeinsparungen} = 14,26 \%)$$

Das Anpassen des Durchflusses in Abhängigkeit von den Bedürfnissen der Verbraucher ist ein großes Anwendungsgebiet für drehzahlgeregelte Pumpen. Denn je nach Tageszeit, Jahreszeit, Außenbedingungen, Auslastung und vielen anderen Faktoren kann ein anderer Durchfluss erforderlich sein. Werden drehzahlgeregelte Pumpen in diesen Anwendungen eingesetzt, können sogar noch größere Einsparungen als im vorherigen Beispiel erzielt werden. Der Grund dafür liegt darin, dass die Last eines Verbrauchers sehr oft nur 50 % der Auslegungslast beträgt. Wenn man das berücksichtigt, lässt sich der Energiebedarf wie folgt berechnen:

$$P_2 = \frac{1 \times 0,5^3}{1^3} = \frac{1 \times 0,125}{1} = 0,125 = 12,5 \% \text{ (Energieeinsparungen} = 87,5 \%)$$

# PUMPENREGELUNGSARTEN

Moderne Pumpen und ihre jeweilige Steuerung – entweder eingebaut oder separat – bieten mehrere Regelungsarten. Diese zeichnen sich durch verschiedene Merkmale aus und werden für unterschiedliche Zwecke verwendet. In den folgenden Abschnitten werfen wir einen Blick auf die gängigsten Regelungsarten und geben Tipps, in welchen Anwendungen sie eingesetzt werden können. Bitte beachten Sie, dass zusätzliche Regelungsarten verfügbar sein oder für die im Folgenden beschriebenen Anwendungen genutzt werden können.

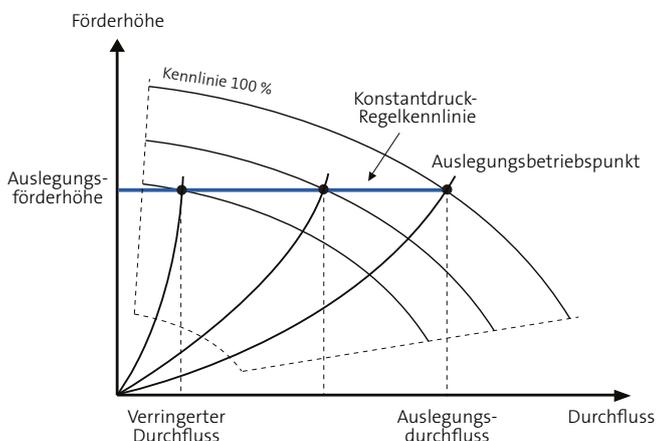
## Konstantdruck

Wie der Name schon sagt, besteht der wesentliche Zweck dieser Regelungsart darin, einen konstanten Druck in der Anlage aufrechtzuerhalten. Das ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass ein Verbraucher unabhängig vom Durchfluss einen Mindest- oder konstanten Druck erfordert.

Eine der häufigsten Anwendungen für die Regelungsart Konstantdruck ist die Wasserdruckerhöhungsanlage. Die Drehzahlanpassung kann entweder mithilfe eines externen Frequenzumrichters oder einer Pumpe mit integrierter Drehzahlregelung erreicht werden.

Die folgende Abbildung zeigt, wie ein konstanter Druck durch den Einsatz einer drehzahlgeregelten Pumpe erzielt wird.

Das Reduzieren des erforderlichen Durchflusses führt zu einer Reduktion der Pumpendrehzahl. Dadurch wird sichergestellt, dass der Druck bei einer konstanten Drehzahl aufrechterhalten wird.



QH-Pumpenkennlinie mit Konstantdruckregelung

## Konstantkennlinie

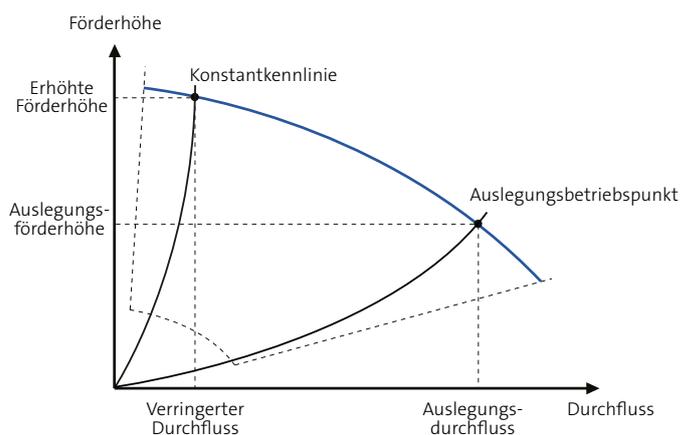
In dieser Regelungsart wird die Drehzahl der Pumpe konstant gehalten, was zu einer unveränderlichen Kennlinie führt.

Jede notwendige Veränderung des Durchflusses kann nur durch eine Veränderung des Widerstands (d. h. der Förderhöhe) der Anlage erreicht werden. Alle Betriebspunkte sind auf der Pumpenkennlinie angeordnet. Das führt zu einer erhöhten Förderhöhe bei verringertem Durchfluss. Um den Durchfluss in Anlagen mit Konstantkennlinie anzupassen, ist eine Drosselvorrichtung erforderlich.

Die Regelungsart Konstantkennlinie sollte nur in Anlagen verwendet werden, die am Auslegungspunkt oder zumindest die meiste Zeit am Auslegungspunkt betrieben werden.

Ein gutes Beispiel stellt eine Industrieanwendung dar, bei der eine Maschine mit einer speziellen Kühlschlange ausgestattet ist. Wenn die Maschine eine konstante Wärmemenge erzeugt, läuft die Pumpe immer am Auslegungspunkt, da sich der Widerstand in der Anlage bei konstantem Durchfluss nicht ändert.

Bevor drehzahlgeregelte Pumpen verfügbar waren, war es üblich, Pumpen mit drei Drehzahlen zu verwenden. Diese ermöglichten einen Betrieb mit drei verschiedenen Konstantkennlinien. Allerdings wurden diese Kennlinien normalerweise manuell ausgewählt.



Veränderung von Förderhöhe und Durchfluss in einer Anlage mit Konstantkennlinie

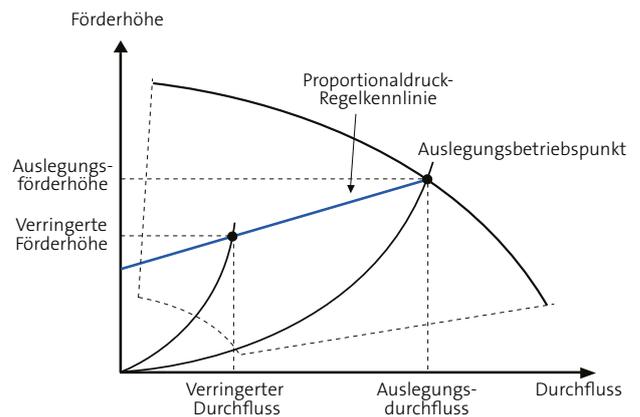
### Proportionaldruck

Diese Regelungsart eignet sich vor allem für geschlossene Systeme mit mehreren Verbrauchern und/oder wechselnden Lasten. Sie berücksichtigt, dass jedes Hydrauliksystem über eine Systemkennlinie verfügt. Diese Kennlinie zeichnet sich dadurch aus, dass die erforderliche Förderhöhe bei verringertem Durchfluss abnimmt. Das liegt hauptsächlich daran, dass die Reibungsverluste in den Rohrleitungen bei verringertem Durchfluss reduziert werden. Wie wir im Abschnitt über die Konstantkennlinie gelernt haben, würde eine Pumpe mit fester Drehzahl bei verringertem Durchfluss eine größere Förderhöhe erzeugen. Das steht im Widerspruch zur Systemkennlinie.

Die Regelungsart Proportionaldruck passt die Förderhöhe der Pumpe an den Durchfluss in der Anlage an. Dadurch werden eine bessere Regelung der Anlage sowie enorme Energieeinsparungen bei der Pumpe erzielt. Das Verhältnis zwischen verringertem Durchfluss und

Förderhöhe in einer Anlage, die mit der Regelungsart Proportionaldruck betrieben wird, ist in der Abbildung rechts dargestellt.

Eine typische Anwendung für diese Regelungsart ist eine Zweirohr-Heizungsanlage, bei der z. B. die Heizkörper mit Thermostatventilen ausgestattet sind. In diesen Anlagen ändern sich Durchfluss und erforderliche Förderhöhe ständig.



Anlage in der Regelungsart Proportionaldruck



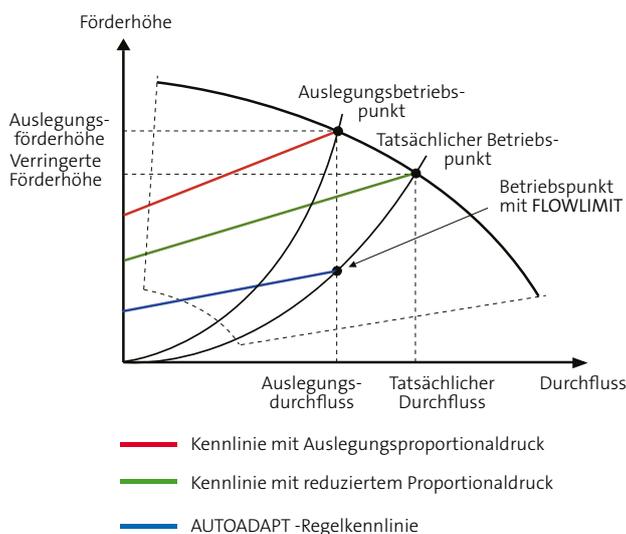
Pumpensteuerung mit Grundfos GO auf Android- oder iOS-Mobilgeräten

## AUTOADAPT

Diese Regelungsart ist eine spezielle Variante der Regelungsart Proportionaldruck. Die Anlage startet mit einer standardmäßigen Proportionaldruck-Kennlinie. Indem das Verhalten der Pumpe/der Anlage während des Betriebs überwacht wird, kann die Regelkennlinie langsam so weit wie möglich an die „echte“ Anlagenkennlinie angepasst werden. Da AUTOADAPT mit Proportionaldruck-Kennlinien arbeitet, gilt alles, was im Abschnitt „Proportionaldruck“ steht, auch für AUTOADAPT.

Es kann den Anschein haben, dass AUTOADAPT die perfekte Lösung für sämtliche Gegebenheiten ist. Tatsächlich wurde diese Regelungsart jedoch für den variablen Durchfluss in Heizungsanlagen entwickelt und sollte speziell dafür eingesetzt werden. Dennoch kann es sein, dass AUTOADAPT nicht die richtige Pumpenkennlinie einstellen kann. In diesen Fällen sollte die Regelungsart Proportionaldruck ausgewählt werden.

AUTOADAPT wird für die meisten Heizungsanlagen empfohlen, insbesondere für Anlagen mit relativ großen Druckverlusten in den Verteilerrohren. Bei Austauschaufrträgen, bei denen der Proportionaldruck-Betriebspunkt nicht bekannt ist, muss der Betriebspunkt innerhalb des Betriebsbereichs von AUTOADAPT liegen. Im Betrieb passt sich die Pumpe automatisch an die vorliegende Anlagenkennlinie an. Diese Einstellung sorgt für einen minimalen Energieverbrauch und einen niedrigen Geräuschpegel der Ventile, wodurch die Betriebskosten sinken und der Komfort steigt.



*Einfluss der FLOWLIMIT-Funktion in einer schlecht abgeglichenen Anlage, in der der tatsächliche Durchfluss höher ist als der Auslegungsdurchfluss. Hier reduziert FLOWLIMIT den maximal zulässigen Durchfluss auf den vorgesehenen Auslegungsdurchfluss.*

## FLOWLIMIT

Diese Funktion wird verwendet, um einen Überlauf in einer Anlage zu verhindern, die schlecht oder gar nicht abgeglichen ist. Dafür muss der maximal zulässige Durchfluss definiert werden. Solange der Anlagendurchfluss unter dem maximal zulässigen Durchfluss liegt, arbeitet die Pumpe in der ausgewählten Regelungsart.

Wenn der Durchfluss jedoch den unter FLOWLIMIT definierten maximal zulässigen Durchfluss überschreitet, wird die Pumpendrehzahl reduziert und der Durchfluss auf dem maximal zulässigen Wert gehalten. Durch diese Funktion ist kein Drosselventil nötig, das normalerweise den Durchfluss in der Anlage anpasst.

Bitte beachten Sie: Wenn z. B. eine Anlage mit konstanter Kennlinie installiert ist und die Rohrleitungswiderstände geringer sind als bei der Auslegung, ist der Durchfluss in der Anlage höher als der Auslegungsdurchfluss. In dem Fall reduziert die FLOWLIMIT-Funktion lediglich den Durchfluss auf den bei der Inbetriebnahme definierten Maximalwert.

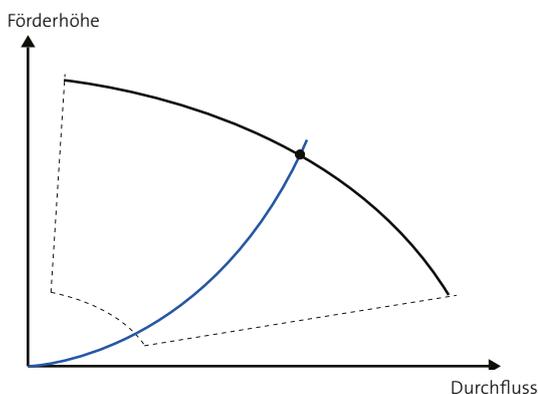
Die Funktion kann in den Regelungsarten Konstantdruck, Konstantkennlinie, Proportionaldruck und AUTOADAPT verwendet werden. Einzelheiten über die Kombination mit der Regelungsart Proportionaldruck finden Sie auch im Abschnitt „FLOWADAPT“.

## FLOWADAPT

Diese Regelungsart ist eine Kombination aus der Regelungsart AUTOADAPT und der FLOWLIMIT-Funktion. Sie kombiniert den Vorteil der Selbstanpassung von AUTOADAPT mit der Durchflussbegrenzung von FLOWLIMIT. Die Regelungsart vereinfacht erheblich die Inbetriebnahme von Heizkörper-Heizungsanlagen, bei denen die erforderliche Förderhöhe unbekannt und nur der erforderliche Durchfluss bekannt ist. Das kommt häufig vor, wenn eine Pumpe in einer bestehenden Anlage ausgetauscht wird. In diesen Fällen passt der AUTOADAPT-Teil die Regelkennlinie an, während der FLOWLIMIT-Teil dafür sorgt, dass der Auslegungsdurchfluss nicht überschritten wird.

### Konstanttemperatur

Die Regelungsart Konstanttemperatur hält die an der Pumpe eingestellte Temperatur aufrecht, indem die Pumpendrehzahl an den tatsächlichen Bedarf angepasst wird. Wenn sich die gemessene Temperatur erhöht, wird die Leistung der Pumpe verringert (und umgekehrt). Diese Regelungsart stellt den richtigen Druck und Durchfluss in der Anlage bereit, der zum Aufrechterhalten der gewünschten Wassertemperatur notwendig ist. Das Temperatursignal wird vom internen Temperatursensor der Pumpe oder von einem externen Sensor geliefert, der direkt an die Pumpe angeschlossen werden kann.



Regelungsart Konstanttemperatur. Der Betriebspunkt bewegt sich entlang der Anlagenkennlinie.

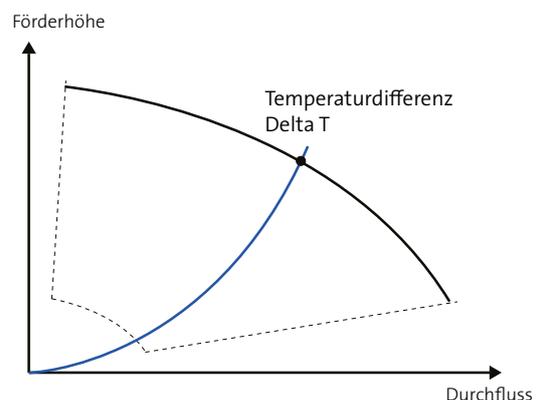
### Differenztemperatur

Diese Regelungsart ermöglicht das Regeln der Pumpenleistung in Abhängigkeit von einer Differenztemperatur in der Anlage.

Die Differenztemperaturregelung ist z. B. in einer Einrohr-HLK-Anlage von Vorteil. Darin werden die Vor- und Rücklaufleitung der Heiz- oder Kühleinheit an die gleiche Hauptleitung angeschlossen. Je nach Last fließt nur ein Teil des Gesamtdurchflusses durch die jeweilige Heiz- oder Kühleinheit (z. B. Heizkörper oder Gebläsekonvektoren), während der Rest umgangen wird.

Die Anwendung birgt jedoch auch eine Herausforderung: Bei geringer Last schließen sich die Thermostatventile. Das bedeutet, der Bypass-Durchfluss wird erhöht und die Temperaturdifferenz verringert. Das ist unerwünscht, wenn die Anlage an ein Versorgungssystem angeschlossen ist, das für einen effizienten Betrieb hohe Temperaturen erfordert (wie z. B. ein Brennwertkessel oder ein Fernwärmesystem). Dieser Effekt wird noch verstärkt, wenn die Anlage als Konstantdurchflusssystem ausgelegt und betrieben wird.

Die Lösung besteht darin, die Anlage in der Regelungsart Differenztemperatur zu betreiben. Diese Regelungsart versucht, die gewünschte Temperaturdifferenz aufrechtzuerhalten, indem sie die Pumpendrehzahl und den Durchfluss anpasst. Wenn sich die Temperaturdifferenz in einer Heizungsanlage verringert, wird die Leistung der Pumpe so lange reduziert, bis die gewünschte Temperaturdifferenz wiederhergestellt ist (und umgekehrt). Für diese Regelungsart sind zwei Temperatursensoren erforderlich: entweder der interne Temperatursensor der Pumpe zusammen mit einem externen Sensor oder zwei externe Sensoren.



Regelungsart Differenztemperatur

## ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Handbuch haben wir versucht, Ihnen die Steuerungs- und Regelungstechnik näherzubringen. Tatsächlich haben wir jedoch nur an der Oberfläche dessen gekratzt, worum es bei diesem Thema geht. Wir hoffen dennoch, dass Sie ein tieferes Verständnis der Steuerungs- und Regelungstechnik gewinnen konnten und nun besser verstehen, wie verschiedene Produkte in übergeordnete Systeme integriert werden können.

Die Gebäudeleittechnik ist eine Kombination aus vielen verschiedenen Geräten und Ausrüstungsgegenständen, die alle über ein lokales oder größeres Netzwerk kommunizieren. Durch den richtigen Einsatz von Steuerungs- und Regelungstechnik können Sie den Energieverbrauch Ihrer Anlage präzise überwachen und entsprechende Maßnahmen zur Reduktion ergreifen. Dabei helfen auch geeignete Kommunikationsprotokolle, über die Produkte von Grundfos mit einer Vielzahl von Steuer- und Regelgeräten in einer GLT kommunizieren können.

Die Zukunft der Steuerungs- und Regelungstechnik für die HLK-Branche wird von den folgenden Faktoren bestimmt:

- Höhere Energiekosten und mögliche Energiekrisen
- Verstärkter Einsatz vom Demand Side Management (Lastmanagement)
- Kostengünstigere Anlagen und kosteneffizienter Austausch konventioneller Steuerungs-/Regelungstechnik
- Wachstumstrends beim Energiespar-Contracting
- Steigende Anforderungen an die Raumluftqualität und damit verbundene Umweltauflagen
- Anwendungen von intelligenten Gebäuden und die von ihnen genutzte integrierte Steuerungs-/Regelungstechnik
- Technologische Fortschritte, einschließlich Mikroprozessoren, Software, Drahtlostechnik, Elektronik und Kommunikation

Das Erörtern all dieser Aspekte und das Abstimmen mit anderen Beteiligten eines Projekts kann einige Zeit in Anspruch nehmen. Aber die Energieeinsparungen und Komfortsteigerungen, die mit einer optimierten Steuer-/Regelstrategie erreicht werden können, sind die Anstrengungen wert.

Grundfos zählt zu den größten Anbietern von Pumpenlösungen – von der Wasserversorgung bis zur Abwasserentsorgung. Bei Grundfos Commercial Buildings blicken wir über die Pumpe hinaus. Unser Ziel ist es, das Gebäude als Ganzes zu sehen, um Ihnen eine intelligente Lösung zu bieten, mit der Sie eine bessere Leistung Ihrer Anlagen erzielen. Dank dieses Ansatzes sind wir bevorzugter Partner für Unternehmer, beratende Ingenieure und Gebäudeeigentümer, die danach streben, die umweltverträglichsten und effizientesten Gewerbegebäude der Welt zu bauen.

Weitere Informationen erhalten Sie unter [www.grundfos.de](http://www.grundfos.de)

**GRUNDFOS GmbH**

Schlüterstr. 33  
D-40699 Erkrath  
Tel. +49 211 929 690  
[infoservice@grundfos.com](mailto:infoservice@grundfos.com)  
[www.grundfos.de](http://www.grundfos.de)

**GRUNDFOS Pumpen Vertrieb Ges.m.b.H.**

Grundfosstr. 2  
A-5082 Grödig  
Tel. +43 6246 883 0  
[www.grundfos.at](http://www.grundfos.at)

**GRUNDFOS Pumpen AG**

Bruggacherstr. 10  
CH-8117 Fällanden  
Tel. +41 44 806 81 11  
[www.grundfos.ch](http://www.grundfos.ch)