



## Zirkulationspumpen-Steuerung FS20 ZPS

Tag und Nacht durchlaufende Warmwasser-Zirkulationspumpen sind wahre Energiefresser, dazu kommen unnötige Kosten für das ständige Nachheizen des Warmwasserkreislaufs. Warum also nicht den Warmwasserkreislauf bedarfsgerecht steuern?

Heiz- und Stromkosten sparen  
ohne Komforteinbuße

Genau für diese Aufgabe ist die ELV-Zirkulationspumpen-Steuerung FS20 ZPS entwickelt worden. Sie schaltet die

### Technische Daten: FS20 ZPS

Spannungsversorgung:	9–15 Voc
Stromaufnahme:	max. 100 mA
DC-Versorgungsanschluss:	Hohlstecker ø-Außen 5,5 mm, ø-Innen 2,1 mm
Kompatible Schaltaktoren:	Funk-Schaltsteckdose FS20 ST, Unterputz-Funk-Schalter FS20 SU, 1-Kanal-Funk-Aufputzschalter FS20 AS1, 4-Kanal-Funk-Aufputzschalter FS20 AS4
Kabellänge der Temperatursensoren:	3 m
Mögliche Anzahl von Profildefinitionen:	6
Abmessungen Gehäuse (B x H x T):	58 x 143 x 25 mm

Pumpe über einen FS20-Schaltaktor nur dann ein, wenn dies den Nutzerwünschen entsprechend notwendig ist.

Das Gerät ermöglicht über eine schnell beherrschbare Menüführung die Eingabe von Zirkulationsprofilen, in denen man für bis zu vier Zeiträume täglich feste Zeiten für den Betrieb der Zirkulationspumpe festlegen kann. So ist z. B. auf einfache Weise eine Profildefinition für die Arbeitswoche und das Wochenende oder aber die Urlaubszeit realisierbar. Auch andere Zeitabläufe sind programmierbar, z. B. ein Intervall von 30 Minuten, innerhalb dessen die Pumpe 10 Minuten laufen soll.

Zusätzlich ist noch eine manuelle Steuerung mit einem FS20-Sender möglich. So kann man völlig individuell, auch außerhalb der fest programmierten Zeiten, durch einen Knopfdruck, etwa beim Aufstehen oder wenn der Abwasch ansteht, warmes Wasser anfordern. Je nach Größe des Zirkulationskreises hat man bereits nach wenigen Sekunden warmes Wasser an der Zapfstelle. So ist z. B. am Morgen bequem innerhalb einer kurzen Zeit nach Starten der Pumpe Duschen möglich, danach wird der Kreislauf gestoppt, bis man wieder

warmes Wasser benötigt. Die verschiedenen Betriebsmodi erlauben es also, jederzeit das Verhältnis zwischen komfortablem und sparsamem Betrieb zu bestimmen.

Prinzipiell sind mit dieser Steuerung alle externen Zirkulationspumpen nachrüstbar, die nicht direkt vom Heizkessel angesteuert werden. Moderne Heizkessel, bei denen die Warmwasser-Zirkulationspumpe im Gerät integriert ist, besitzen in den allermeisten Fällen bereits eine eingebaute Zirkulationssteuerung, in die im Interesse der Betriebssicherheit des Gesamtsystems nicht eingegriffen werden darf! Hier sind auch die Vor- und Rücklauf-Temperatursensoren bereits integriert. Typisches Beispiel hierfür sind moderne Brennwertgeräte, deren digitale Steuerungen bereits ähnliche Möglichkeiten bieten wie unsere Zirkulationssteuerung, als da wären: mehrere Wochenprofile, Urlaubsfunktion, Legionelenschutzfunktion usw.

Unsere Steuerung ist jedoch überall dort einsetzbar, wo eine externe Zirkulationspumpe ohne Steuerung Tag und Nacht direkt am Netz betrieben wird (Abbildung 1) – und davon gibt es genug!

Der Energiespareffekt einer solchen Steuerung ist enorm! Denn vielfach verrichten hier auch noch etwas ältere, leistungsmäßig ohnehin überdimensionierte Umwälzpumpen ihren Dienst. Nehmen wir einmal eine noch vor wenigen Jahren standardmäßig eingebaute 90-W-Pumpe an. Die verbraucht bei angenommenen 21 Cent Stromkosten je Kilowattstunde allein 788,4 kWh im Jahr, in Geld ausgedrückt über 165 Euro/Jahr! Damit ist sie oft genug einer der größten Stromverbraucher im Haus!

Und dazu kommen die zusätzlichen Brennstoffkosten, die entstehen, weil das im Kreislauf enthaltene Wasser immer wieder nutzlos auf Soll-Temperatur gebracht wird.

Mit einer intelligent eingestellten und wirklich bedarfsgerecht genutzten Zirkulationssteuerung ist hier ein Einspar-



**Bild 1:** Ungesteuerte Umwälzpumpen im Heizungskeller verbrauchen unnötig viel Strom und vergeuden wertvolle Heizenergie.

### Die Vorteile und Eigenschaften der FS20 ZPS auf einen Blick:

- bedarfsgerechte Ansteuerung der Warmwasser-Zirkulationspumpe
- jede externe Pumpe ansteuerbar – Schalten erfolgt über FS20-Aktor
- einfache Installation
- schnell erlernbare Bedienung
- verschiedene Nutzungsprofile ausfallsicher im EEPROM speicherbar
- batteriegestützte Echtzeituhr mit Erkennung von Schaltjahren
- automatische Umstellung Sommerzeit/Winterzeit
- 3 verschiedene Betriebsmodi
- manuelle Einschaltung der Zirkulationspumpe durch FS20-Handsender möglich
- Schutz vor Legionellenbildung (abhängig von der vorhandenen Heizungsanlage)

potential von mehr als 2/3 der Betriebskosten möglich – und das ohne Komforteinbuße! Da rentiert sich die Steuerung bereits im ersten Betriebsjahr.

Da auch nicht in den Pumpenkreislauf eingegriffen werden muss, ist die Installation für jedermann ausführbar: Temperatursensoren an den Vor- und Rücklaufrohren anbringen, Netzstecker der Pumpe einfach z. B. auf einen FS20 ST umstecken – fertig! Ist die Pumpe hingegen fest an das Stromnetz angeschlossen, darf hier nur der Elektrofachmann diese neu mit einem der stationären FS20-Funk-Schalter verkabeln!

### Gefahr durch Legionellen

Gerade jetzt, wo die Energieversorger wieder kräftig an der Preisschraube drehen, kommt dem Sparsamen schnell der Gedanke, durch Absenkung der Heizungstemperatur einige Euros zu sparen. Doch Vorsicht bei Warmwasserspeichern! Die Absenkung der Betriebstemperatur kann hier gesundheitsgefährdende Folgen haben. Die Rede ist von der Legionellose, diese Bakterieninfektion kann bei Menschen mit geschwächtem Immunsystem eine Lungenentzündung verursachen. Auch Menschen mit grippalem Infekt sind dann gefährdet.

Durch Senkung der Betriebstemperatur des Warmwasserspeichers auf unter 60 °C finden die Erreger der Legionellose optimale Bedingungen und können sich rasch vermehren. Um diese Vermehrung zu verhindern, sollte die Temperatur des Warmwasserspeichers auf mindestens 60 °C eingestellt werden.

Einige neuere Heizungsanlagen bieten eine Schutzfunktion vor Legionellen. Diese Anlagen erwärmen das Wasser zu einer bestimmten Zeit auf eine hohe Temperatur (z. B. 70 °C) und töten so die im Speicher vorhandenen Erreger ab. Jedoch können sich noch weitere Legionellen im Leitungsnetz befinden, die durch diese Art der thermischen Desinfektion nicht erreicht werden.

Bei diesen Heizungsanlagen kann die FS20 ZPS nun dafür sorgen, dass auch die Legionellen im Leitungsnetz erfasst werden. Mit Hilfe der integrierten Funktion zum Legionelenschutz wird die Zirkulationspumpe zum gleichen Zeitpunkt für eine Stunde eingeschaltet, an dem die thermische Desinfektion stattfinden soll. So wird das gesamte Wasser im Leitungssystem auf die erforderliche Temperatur gebracht, um die Bakterien abzutöten.

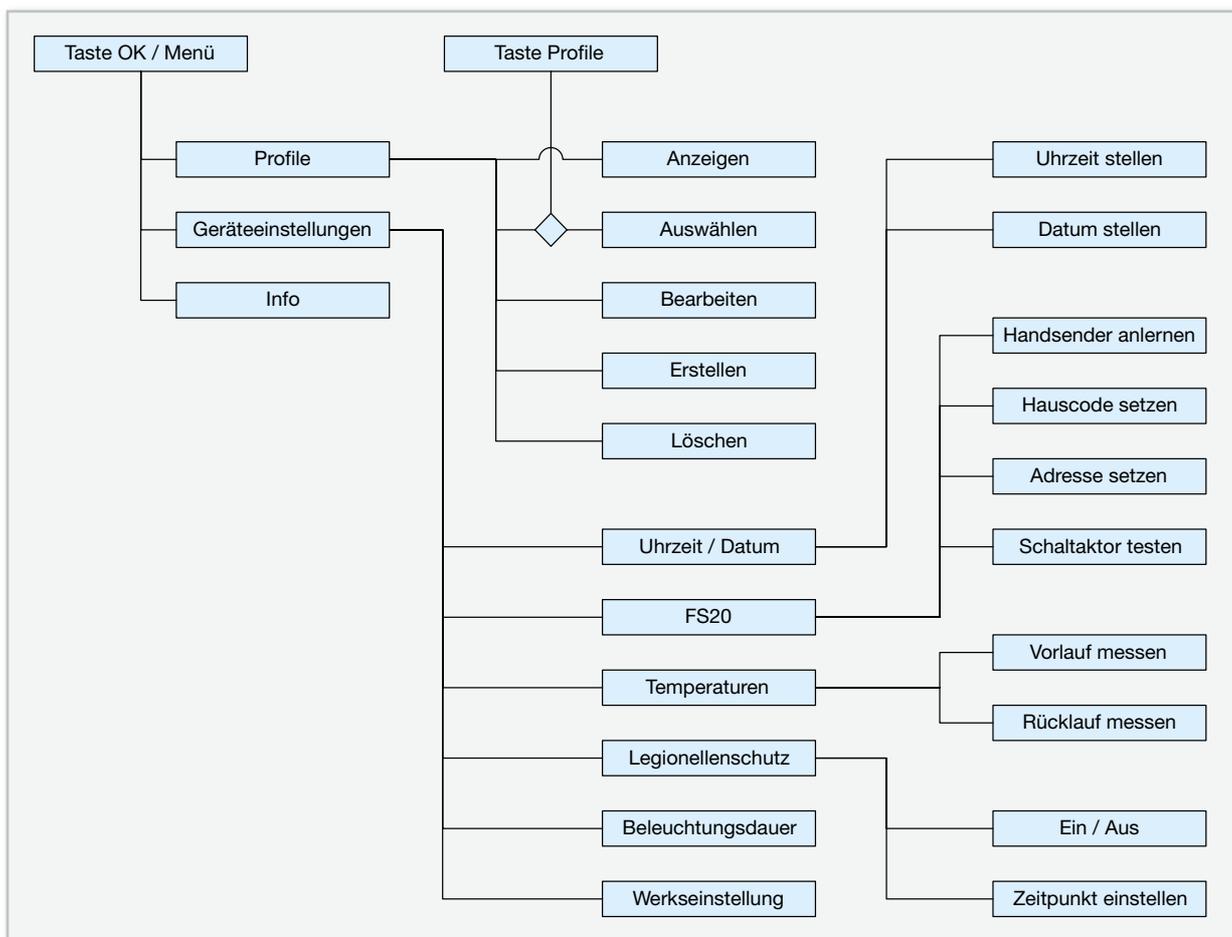


Bild 2: Menüstruktur der FS20 ZPS

Bei Heizungsanlagen ohne automatische Legionellenschutzfunktion kann man diesen Schutz dennoch realisieren, indem per Handeinstellung für eine Stunde die Warmwassertemperatur (nicht die Heizungstemperatur!) auf 70 °C hochgefahren wird (alle Personen, die in dieser Zeit Zapfstellen benutzen könnten, warnen bzw. fernhalten!), während der die FS20 ZPS das Wasser im gesamten Leitungssystem umwälzen lässt.

## Bedienung

Die Bedienung der Zirkulationspumpen-Steuerung erfolgt nur über drei Taster und den Drehimpulsgeber. Die FS20 ZPS besitzt ein einfaches Menü (Abbildung 2), in dem alle relevanten Einstellungspunkte und Informationen schnell anwählbar sind. Die drei Tasten haben folgende grundlegende Funktionen:

### Taste „OK/Menü“:

- Eine Menüebene tiefer
- Auswahl von Einstellungen
- Quittieren von Eingaben

### Taste „Profil“:

- Direktanwahl des Untermenüs „Profil auswählen“

### Taste „zurück“:

- Eine Menüebene höher

- Löschen von Eingabewerten
- Verlassen von Menüs/Funktion (langer Tastendruck)

Nach dem Einschalten der FS20 ZPS werden auf dem Display die Temperatur des Vor- und Rücklaufsensors, der aktuelle Wochentag sowie die aktuell eingestellte Uhrzeit angezeigt, dies ist die so genannte Grundanzeige. Zudem wird alle 5 Sekunden der Name des momentan verwendeten Profils eingeblendet.

Über „OK/Menü“ gelangt man in das Hauptmenü. Mit Hilfe des Drehimpulsgebers wählt man das nächste Untermenü aus und durch Betätigen der Taste „OK/Menü“ gelangt man dann in die nächste Menüebene. Gehen wir nun auf diese Untermenüs weiter ein.

## Menü Profile

Wie schon erwähnt, ist es mit der FS20 ZPS möglich, Profildefinitionen zu erstellen, die dem Nutzerverhalten angepasst sind. Im Untermenü „Profile“ sind dazu alle nötigen Funktionen zusammengefasst.

### Anzeigen:

Durch Auswahl dieses Menüpunktes erscheint der Name des momentan verwendeten Profils.

### Auswählen:

Definierte Profile können hier ausgewählt und aktiviert wer-

den. Dazu ist das zu aktivierende Profil mit dem Drehimpulsgeber anzuwählen und anschließend mit „OK/Menü“ zu quittieren.

Wie in Abbildung 2 zu sehen ist, kann man diesen Menüpunkt auch direkt über die Taste „Profil“ anwählen. So sind schnelle Wechsel zwischen den Profilen einfach umsetzbar.

#### **Bearbeiten:**

Unter diesem Menüpunkt sind Änderungen vorhandener Profile vornehmbar.

#### **Erstellen:**

Wie der Name schon sagt, können hier neue Profildefinitionen erstellt werden. Genauere Angaben hierzu sind im Abschnitt „Erstellen von Profilen“ beschrieben.

#### **Löschen:**

Bei Bedarf kann man ein definiertes Profil komplett aus dem System löschen, auch hier erfolgt die Auswahl in gewohnter Weise mit dem Drehimpulsgeber.

## Menü Geräteeinstellungen

Damit die Zirkulationspumpen-Steuerung einwandfrei funktioniert, müssen einige auf das Gerät selbst bezogene Einstellungen vorgenommen werden. Alle diese Einstellungen sind in dem Untermenü „Geräteeinstellungen“ zu finden.

#### **Uhrzeit/Datum:**

Unter diesem Menüpunkt ist es möglich, das Datum oder die Uhrzeit einzustellen.

Mit dem Drehimpulsgeber werden die einzelnen Ziffern eingestellt und mit der Taste „OK/Menü“ quittiert.

#### **FS20:**

Für den Einsatz des FS20-Schaltaktors zum Schalten der Zirkulationspumpe und zur Verwendung eines FS20-Handsenders zum zusätzlichen manuellen Schalten müssen die jeweiligen FS20-Adressen angelernt werden.

Nach der Auswahl des Menüpunktes „Handsender anlernen“ betätigt man kurz eine Taste des gewünschten Tastenpaares der Fernbedienung. Hat das Gerät den Code empfangen, zeigt das Display dies an. Bei Bedarf kann die Programmierung jederzeit durch eine andere Taste der Fernbedienung bzw. einen anderen Fernbedienkanal ersetzt werden.

Es ist auch möglich, den Handsender wieder aus dem Speicher der Steuerung zu löschen. Dazu ist ebenfalls der Menüpunkt „Handsender anlernen“ aufzurufen, jedoch danach eine Taste des zu löschenden Tastenpaares länger als 0,4 Sek. zu drücken. Auch hier wird im Display eine Bestätigung angezeigt.

Unter den Menüpunkten „Hauscode setzen“ und „Adresse setzen“ sind der zu verwendende Hauscode und die Adresse des Schaltaktors einzutragen, den die FS20 ZPS steuern soll. Mindestens die Adresse sollte sich dabei von der des Handsenders unterscheiden, um die ungewollte Direktansteuerung durch den Handsender zu vermeiden.

Um den Schaltaktor auf den zuvor eingestellten Hauscode

und die Adresse zu programmieren, ist er entsprechend der dazugehörigen Bedienungsanleitung in den Programmier-Modus zu versetzen und der Menüpunkt „Schaltaktor testen“ auszuwählen. Hier ist nun die Taste „OK/Menü“ zu drücken – nun wird ein FS20-Befehl gesendet und der Schaltaktor sollte programmiert sein. Durch weiteres Betätigen der Taste „OK/Menü“ kann man den Schaltaktor nun wechselweise ein- und ausschalten.

Da der Schaltaktor nun angelernt ist, kann auch getestet werden, ob der zugeordnete Handsender den Schaltaktor via Pumpensteuerung einschaltet. Dazu ist die Steuerung in die Grundanzeige zu bringen und eine Taste des Handsender-Tastenpaares zu drücken. Der von der FS20 ZPS gesendete Befehl lässt den Schaltaktor nun für ca. 10 Minuten eingeschaltet.

#### **Temperaturen:**

Wie schon erwähnt, ist die FS20 ZPS in der Lage, auf die Temperaturen im Vor- und Rücklauf des Brauchwasserkreises zu reagieren. Dazu ist es jedoch notwendig, die auftretenden Temperaturen einmal zu messen. Zur Messung müssen die Temperatursensoren wie im Abschnitt „Inbetriebnahme“ beschrieben korrekt angebracht sein, zudem muss die Zirkulationspumpe eingeschaltet werden. Nun ist der Menüpunkt „Vorlauf messen“ aufzurufen. Nachdem das Gerät die Temperatur ermittelt hat, erscheint eine Bestätigung auf dem Display. Anschließend wird in gleicher Weise die Messung der Rücklauftemperatur durchgeführt.

Nachdem auch hier die Bestätigung auf dem Display erscheint, kann man die Zirkulationspumpe wieder ausschalten.

#### **Legionellenschutz:**

Unter diesem Menüpunkt kann der Legionellenschutz ein- bzw. ausgeschaltet werden. Außerdem ist hier der Zeitpunkt festzulegen, wann die Zirkulationspumpe für 1 Stunde laufen soll. Als Zeitpunkt wird der gewünschte Wochentag und die Uhrzeit in gewohnter Weise eingegeben und quittiert.

#### **Beleuchtungsdauer:**

Hier ist festzulegen, wie lange die Hintergrundbeleuchtung des Displays leuchten soll, sobald man eine Taste oder den Drehimpulsgeber betätigt hat.

#### **Werkseinstellung:**

In diesem Menüpunkt ist es möglich, die FS20 ZPS wieder in den Werkzustand zurückzusetzen.

Dabei ist natürlich zu beachten, dass anschließend alle Profile und Geräteeinstellungen neu eingegeben werden müssen!

#### **Info**

Hier erfolgt die Anzeige von Informationen zur Firmwareversion.

## Erstellen von Profilen

Kommen wir nun zum Erstellen von Profilen. Um ein neues Profil anzulegen, ist im Hauptmenü „Profile“ das Untermenü

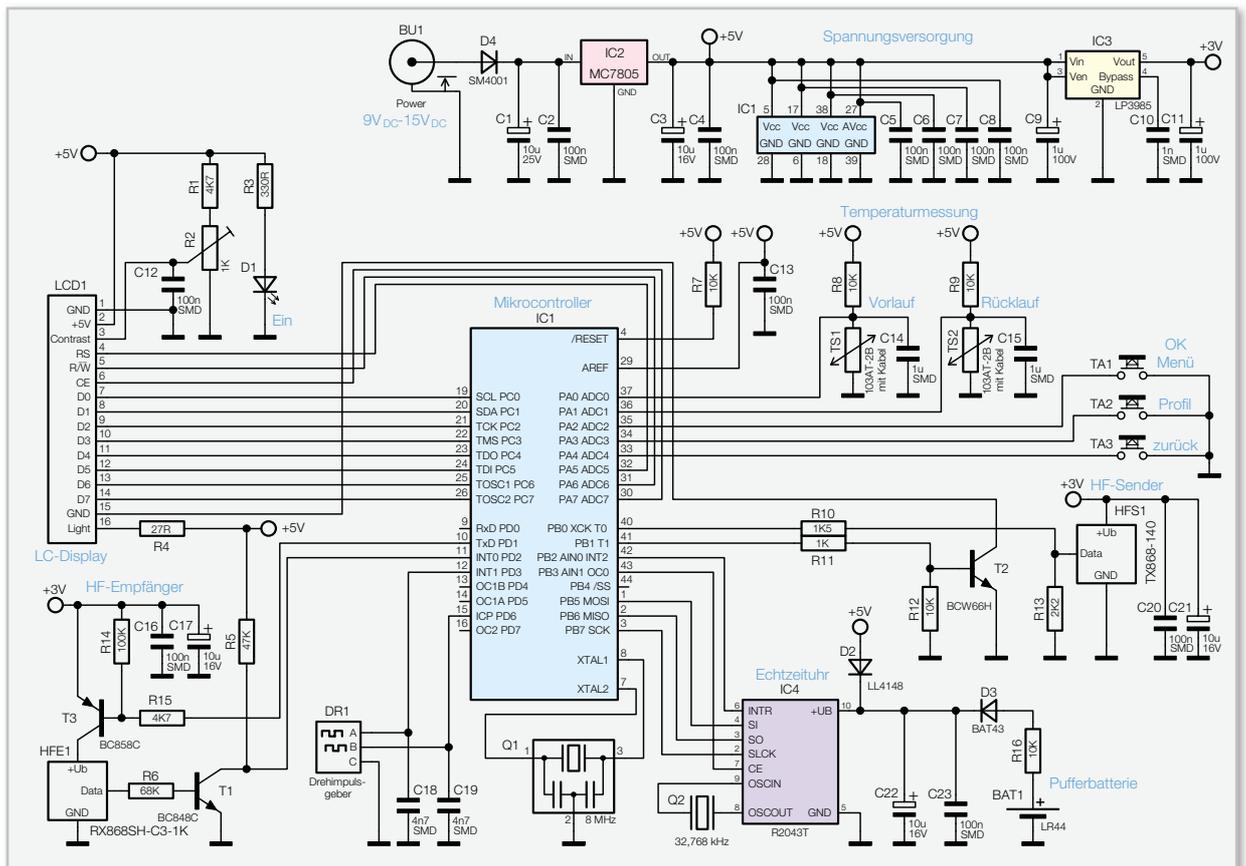


Bild 3: Das Schaltbild der FS20 ZPS

„Erstellen“ auszuwählen. Im ersten Schritt muss ein Profilname eingegeben werden, die Auswahl der Zeichen erfolgt mit dem Drehimpulsgeber. Mit „OK/Menü“ kann man das Zeichen übernehmen bzw. mit „zurück“ das letzte löschen. Für den Namen stehen bis zu zehn Zeichen zur Verfügung. Nach Eingabe des Namens geht es weiter zur Auswahl des gewünschten Modus. Auch hier wird per Drehrad der Modus angewählt und mit „OK/Menü“ bestätigt. Durch die Auswahl des Modus bestimmt man, wie die Zirkulationspumpe von der FS20 ZPS in den eingestellten Zeiträumen gesteuert wird. Folgende Modi stehen zur Verfügung:

### Modus 1: Dauerhaft an

In diesem Modus bleibt die Zirkulationspumpe für einen angegebenen Zeitraum dauerhaft eingeschaltet. Dieser Modus bietet zwar den höchsten Komfort, verursacht jedoch auch die höchsten Kosten.

### Modus 2: Intervall mit automatischer Abschaltung

Im zweiten Modus ist eine Intervallzeit einzugeben. Die Zirkulationspumpe wird dann in den definierten Intervallen eingeschaltet und bleibt so lange an, bis die Temperatur im Rücklauf angestiegen ist.

Zum Beispiel: samstags von 17:00 Uhr bis 23:00 Uhr, alle 30 Minuten.

Der Vorteil in diesem Modus besteht darin, dass die Pumpe automatisch abgeschaltet wird, sobald der gesamte Kreislauf warm ist und quasi fast immer warmes Wasser zur Verfügung steht, ohne jedoch die Pumpe komplett durchlaufen zu lassen.

### Modus 3: Intervall für x Minuten

Im dritten Modus bestimmt der Nutzer neben der Intervallzeit eine zusätzliche Einschaltdauer, mit der definiert wird, wie lange die Zirkulationspumpe läuft. Zum Beispiel: montags von 7:00 Uhr bis 10:00 Uhr, alle 20 Minuten für 5 Minuten einschalten.

In diesem Modus sind die größten Ersparnisse zu erzielen. Durch eine geschickte Wahl der Zeiten ist es möglich, dass die entfernteste Entnahmestelle schon Warmwasser führt, jedoch nicht der komplette Rücklauf. Dies ist nur durch Ausprobieren der Zeitdauer realisierbar und aufgrund der unterschiedlichen Leitungslängen in jedem Haushalt verschieden.

Je nach Modus-Auswahl folgt nun die Eingabe der Intervallzeit und der eventuellen Einschaltdauer. Die Intervallzeit kann zwischen 15 und 60 Minuten eingestellt werden. Der kleinste Eingabewert für die zusätzliche Einschaltdauer beträgt eine Minute. Das Maximum beträgt immer ein Drittel der vorher eingegebenen Intervallzeit.

Nachdem nun der Modus komplett definiert ist, sind die jeweiligen Zeiträume einzugeben, in der die FS20 ZPS aktiv steuern soll. Außerhalb dieser Zeiträume ist die Zirkulationspumpe abgeschaltet, es sei denn, es erfolgt eine manuelle Einschaltung per FS20-Handsender.

Es wird immer eine komplette Woche eingegeben. Pro Tag stehen vier Zeiträume zur Verfügung. Vor der Eingabe der einzelnen Zeiträume wählt man den Wochentag bzw. die Wochentage aus. Im Display wird als Erstes die Einstellung „MO – FR“ angezeigt, diese Einstellung bedeutet, dass die nachfolgenden Zeiträume für die Tage Montag bis Freitag identisch sind. Falls man jedoch jeden Tag einzeln konfigurieren möchte, ist mit Hilfe des Drehimpulsgebers die Einstel-

lung „MO“ bzw. weitere Einzeltage auszuwählen. Weiterhin ist es möglich, für die komplette Woche gleiche Zeiträume einzustellen. Dazu ist die Einstellung „MO – SO“ mit der Taste „OK/Menü“ zu quittieren. Die folgenden vier Zeiträume werden nacheinander in gewohnter Weise eingegeben.

Beispiel:

Zeitraum 1: 06:00–08:30

Zeitraum 2: 11:45–14:00

Falls nicht alle Zeiträume benötigt werden, sind die restlichen Zeiträume wie folgt einzustellen.

Zeitraum X: 00:00–00:00

Nach der Eingabe des vierten Zeitraums müssen die eventuellen restlichen Tage in gleicher Weise definiert werden. Ist alles eingegeben, bestätigt das Gerät dies auf dem Display und speichert das Profil ab.

## Schaltung

Das Schaltbild der FS20 ZPS ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Spannungsversorgung erfolgt über die Hohlsteckerbuchse BU 1, mit der direkt danach folgenden Diode D 4 ist ein Verpolungsschutz gewährleistet. Zur Versorgung wird eine Gleichspannung im Bereich von 9 V bis 15 V benötigt. Der Spannungsregler IC 2 und die Kondensatoren C 1 bis C 4 erzeugen die Betriebsspannung von +5 V, die unter anderem zur Versorgung des Mikrocontrollers benötigt wird. LED D 1 signalisiert das Vorhandensein der Betriebsspannung, der Vorwiderstand R 3 begrenzt dabei den LED-Strom. Zusätzlich ist noch eine +3-V-Spannungsschiene vorhanden, die zur Versorgung des Funksenders HFS 1 und des Funkempfängers HFE 1 dient. Zur Erzeugung der 3 V sind IC 3 vom Typ LP3985 und die Kondensatoren C 9 bis C 11 eingesetzt. Der Low-drop-Spannungsregler LP3985 zeichnet sich durch seine qualitativ sehr saubere Ausgangsspannung mit geringem Rauschen aus, die auch bei schnellen Lastwechseln eine hohe Stabilität aufweist.

Im Mittelpunkt der Schaltung steht der Mikrocontroller IC 1, an dem als Taktgeber der Keramikschwinger Q 1 angeschlossen ist. Er stabilisiert die Taktfrequenz auf 8 MHz. Über den an +5 V liegenden Widerstand R 7 wird ein definierter Reset nach dem Anlegen der Betriebsspannung ausgelöst. An den Pins 33 bis 35 des Mikrocontrollers sind die Tasten TA 1 bis TA 3 angeschlossen, die man zur Bedienung des FS20 ZPS benötigt. Der Drehimpulsgeber DR 1 ist über die Pins 12 und 15 angeschlossen. Die Kondensatoren C 18 und C 19 unterdrücken dabei Signalstörungen.

Die zwei Spannungsteiler aus den Widerständen R 8 und R 9 sowie die temperaturabhängigen Widerstände TS 1 und TS 2 vom Typ 103AT-2 werden zur Messung der Temperaturen im Vor- und Rücklauf des Brauchwasserkreises genutzt. Diese auch „Thermistor“ genannten Temperatursensoren weisen einen negativen Temperatur-Koeffizienten auf, d. h. bei stei-

gender Temperatur sinkt der Widerstand. Ein wesentlicher Vorteil dieses Sensortyps besteht darin, dass für alle Temperaturen im Bereich von -50 bis +100 °C die Widerstandswerte des Sensors bekannt sind. Der Mikrocontroller IC 1 ist somit in der Lage, mit Hilfe des internen A/D-Wandlers den Widerstandswert des Temperatursensors zu ermitteln und ohne Abgleich, anhand einer gespeicherten Tabelle, die anliegende Temperatur zu errechnen. Bei einer Temperatur von 25 °C nimmt der 103AT-2 einen Widerstandswert von genau 10 k $\Omega$  an. Die Kondensatoren C 14 und C 15 glätten dabei die an den Pins 36 und 37 des Mikrocontrollers anliegende Spannung. Als Referenzspannung für den A/D-Wandler dient die Betriebsspannung von +5 V, die über den Pin 29 zugeführt wird. Der Kondensator C 13 unterdrückt hochfrequente Störspannungen.

Das LC-Display LCD 1, das über 2 Zeilen zu je 16 Zeichen verfügt, ist über die Datenleitungen D 0 bis D 7 und die Steuerleitungen RS, R/W und CE direkt mit dem Mikrocontroller verbunden. Zur Einstellung des Displaykontrastes ist der Spannungsteiler, bestehend aus den Bauteilen R 1, R 2 und C 12, am Display angeschlossen. Die Hintergrundbeleuchtung ist über den Vorwiderstand R 4 mit der 5-V-Betriebsspannung verbunden, sie wird von IC 1 mit dem Transistor T 2 gegen Masse geschaltet.

Die FS20 ZPS verfügt über eine Echtzeituhr (IC 4) mit Pufferbatterie, damit bleibt selbst im Falle eines Stromausfalls die Uhrzeit erhalten und muss nicht erneut eingegeben werden. Die beiden Dioden D 2 und D 3 entkoppeln die Batteriespannung von der 5-V-Betriebsspannung. Als Taktgeber ist der Uhrenquarz Q 2 eingesetzt. Die Kommunikation zwischen dem Mikrocontroller und der Echtzeituhr erfolgt über die SPI-Schnittstelle (Serial Peripheral Interface).

Dabei ist der Mikrocontroller der Master und die Echtzeituhr der Slave.

Über die Chip-Enable-Leitung (Pin 7 von IC 4) kann der Mikrocontroller den Uhrenbaustein ansprechen und Datenanfragen von MOSI (Master Out Slave In) nach SI (Slave In) transportieren. Das Auslesen der Uhrzeit bzw. des Datums erfolgt von SO (Slave Out) nach MISO (Master In Slave Out).

Der für beide Richtungen benötigte Takt wird vom Master an der SCK-Leitung erzeugt (Serial Clock).

Das Senden der FS20-Daten zum Schaltaktor erfolgt mit dem 868-MHz-HF-Sender HFS 1. Das FS20-Übertragungsprotokoll wird vom Pin 40 des Mikrocontrollers über den Spannungsteiler aus R 10 und R 13 an den HF-Sender gegeben. Während der Kondensator C 21 zur Pufferung dient, sorgt C 20 für die Störunterdrückung.

Der Empfang von FS20-Daten erfolgt mit dem 868-MHz-HF-Empfänger HFE 1. Durch den PNP-Transistor T 3 und die Widerstände R 14 und R 15 kann der Mikrocontroller IC 1 die Betriebsspannung (+3 V) des Empfängers abschalten. Auch hier dienen die Kondensatoren C 17 und C 16 zur Pufferung bzw. zur Störunterdrückung. Mit den Widerständen R 5, R 6 und dem Transistor T 1 wird eine Pegelanpassung von +3 V auf +5 V realisiert.

So weit zur Schaltungsbeschreibung, im nächsten Journal wenden wir uns dem Aufbau des Gerätes zu.

**ELV**