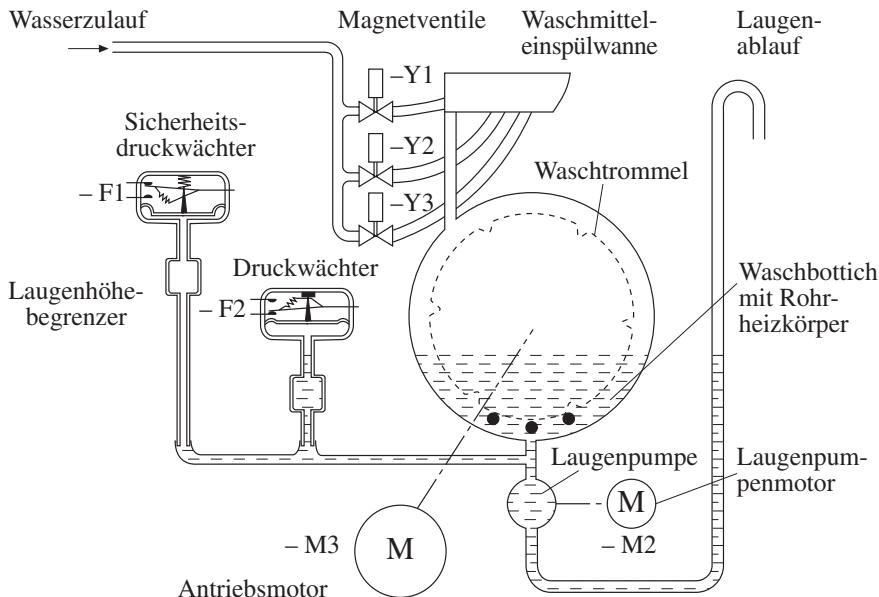


## 2 Anfertigen von Schaltungsunterlagen mit einem CAD/CAE-System

Schaltungsunterlagen sind je nach Verwendungszweck unterschiedlich angeordnet. Man unterscheidet zwischen Hard- und Software-Projektierung. Bei der Hardwareprojektierung arbeitet der Praktiker nach den Vorgaben aus folgenden Bereichen:

- Verfahrenstechnik mit elektrischen, mechanischen, fluidtechnischen, pneumatischen, hydraulischen und bautechnischen Symbolen. **Bild 2.1** zeigt als Beispiel eine Trommelwaschmaschine mit den Anordnungen für elektrische und mechanische Bauteile.

Aus der verfahrenstechnischen Darstellung erkennt man nicht nur die Anordnung der einzelnen elektrischen und mechanischen Komponenten, sondern auch die Grundfunktionen der Anlage. Über den Wasserzulauf werden drei Magnetventile angesteuert, die die Waschmitteleinspülwanne mit Wasser versorgen. Man unterscheidet zwischen dem Magnetventil Y1 für Vorwäsche, dem Magnetventil Y2 für Klarwäsche und dem Magnetventil Y3 für das Waschpulver. Die Waschmittelein-



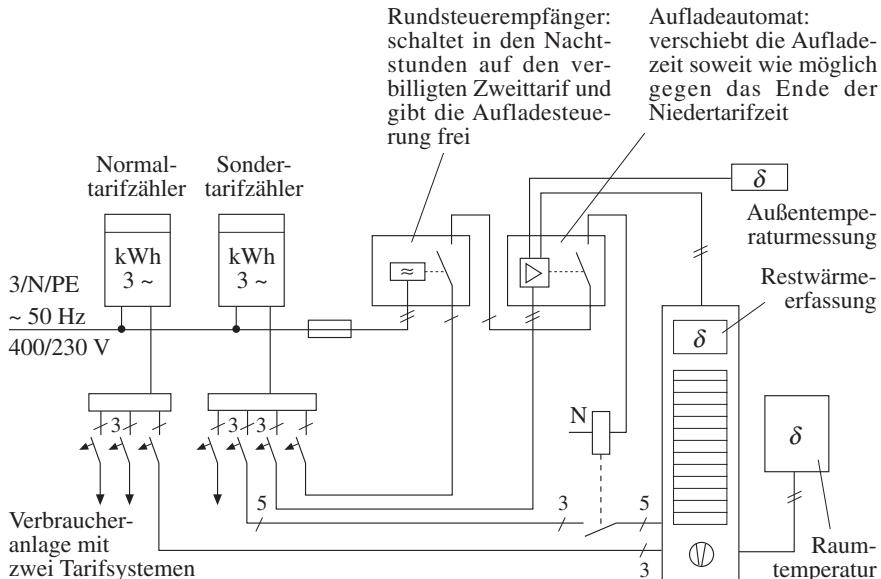
**Bild 2.1** Trommelwaschmaschine als Beispiel für das prinzipielle Erstellen eines Übersichtsschemas für einen verfahrenstechnischen Vorgang

spülwanne befindet sich oberhalb des Trommelsystems. Nicht klar aus der Zeichnung geht hervor, ob das Trommelsystem frontbestückt (Laden von vorn, die Trommel ist einseitig aufgehängt) oder mantelbestückt ist (Laden von oben, die Trommel ist zweiseitig aufgehängt). Auch lässt sich nicht erkennen, ob eine mechanische Steuerung mit Programmschaltwerk (Synchronmotor mit Schaltnocken für den Programmablauf) oder eine elektronische Steuerung mit entsprechenden Sensoren das gesamte System steuert bzw. regelt. Die von den Nockenscheiben des Programmschaltwerks oder von den elektronischen Stellgliedern betätigten Schalter in den einzelnen Programmschritten steuern die Einspülventile (Y1, Y2 und Y3), die Heizung, den Antriebsmotor für den Wasch- und Schleudergang (M3) und die Laugenpumpe (M2).

Der Laughöhenbegrenzer (Sicherheitsdruckwächter F1) und der Druckwächter F2 (hohes und niedriges Niveau) sind Membranschalter, die einen Umschaltkontakt betätigen. Mit steigendem Wasserstand in der Trommel entsteht in den Verbindungsschläuchen zu den Membranschaltern ein höherer Luftdruck, der die Schalter beim eingestellten Druck betätigt. Als Antriebsmotoren setzt man polumschaltbare Motoren mit zwei getrennten Wicklungen ein. Damit lässt sich eine niedrige Drehzahl für den Waschgang und eine hohe Drehzahl für den Schleudergang realisieren.

- Basisplanung mit Blockbezeichnungen für eine elektrische, mechanische, fluidtechnische, pneumatische, hydraulische und bautechnische Beschreibung.

**Bild 2.2** zeigt ein Beispiel für die Basisplanung einer Nachtstrom-Speicherheizung mit Tarifumschaltung.



**Bild 2.2** Basisplanung einer Nachtstrom-Speicherheizung mit Tarifumschaltung

Bei Nachtstrom-Speicheröfen kennt man drei Bauarten: In Bauart I ist der elektrisch beheizte Speicherkerne durch eine dünne Wärmedämmung gegenüber dem Außenmantel abgeschirmt. Die gespeicherte Wärme wird ausschließlich über die Ofenoberfläche abgegeben. Eine Steuerung der Wärmeabgabe ist nicht möglich. Bei Bauart II befinden sich zwischen dem Speicherkerne und der Wärmedämmung Luftkanäle, in denen die Luft nur durch die Wärme bewegt wird. Daher liegt die Lufteintrittsstelle unten und die Luftaustrittsstelle oben. Die gespeicherte Wärme wird über die Ofenoberfläche und über die bewegte Luft in den Luftkanälen abgegeben. Die Luftbewegung und damit ein Teil der Wärmeabgabe lässt sich über eine Klappe an der Luftaustrittsstelle steuern. Bei Bauart III ist die Wärmedämmung so dick, dass über sie fast keine Wärme abfließt. Da Einlass- und Auslassschlitze für die inneren Luftkanäle unten liegen, wird ohne Zwangsbelüftung keine Wärme abgegeben. Zur Zwangsbelüftung ist ein Tangentiallüfter vorhanden, der von einem Raumthermostaten geschaltet wird und eine exakte Regelung der Raumtemperatur ermöglicht.

Der Speicherkerne wird nachts bei günstigem Tarif „aufgeladen“. Die gespeicherte Wärme lässt sich dann am Tag bei Bedarf abgeben. Bei gleichen Abmessungen ist die Speicherfähigkeit der Bauart I am größten. In der Praxis setzt man meist Bauart III ein. Für diesen Nachtstrom-Speicherofen sind zwei voneinander unabhängige Netzanschlüsse erforderlich: ein Anschluss für die Wärmeaufladung während der Nachtstunden bei günstigem Tarif und einer für den Tangentiallüfter, um die Wärme am Tag nach Bedarf entnehmen zu können.

- Ausführungsplanung mit fertigen Symbolen und deren technische Beschreibungen aus den elektrischen, mechanischen, fluidtechnischen, pneumatischen, hydraulischen und bautechnischen Funktionseinheiten. **Bild 2.3** zeigt für die Basisplanung von Bild 2.2 die elektrische Ausführungsplanung.

Aus der Basisplanung lassen sich einzelne Funktionseinheiten für eine Geräteliste innerhalb der Ausführungsplanung zusammenstellen. Die Klemmleisten X1, X2 und X3 tragen die Anschlüsse für den Speicherkerne, das Gebläse und die Widerstände ( $R1$ ,  $R2$  und  $R3$ ) für den Heizkörper. Die Verdrahtung an Klemme X3 zeigt eine Dreieckschaltung. Zwischen den Klemmleisten X1 und X3 befinden sich der Temperaturwächter F1 (Schutz gegen Übertemperatur) und der Lastschalter Q1 für die Aufladeregelung des Speicherkerne. Mit der Kontrolllampe H1 erkennt man, ob der Speicherkerne aufgeladen wird, während die Kontrolllampe H2 den Vorgang für die Entladung anzeigt. Schalter Q2 ist ein Stufenschalter für den Lüftermotor M1. Widerstand  $R4$  wirkt als Vorwiderstand für eine niedrige Drehzahl des Lüftermotors. An die Klemmleiste X2 wird der Raumthermostat zur Steuerung des Lüftermotors angeschlossen.

- Montageplanung für die direkte Einfügung und eine entsprechende Verdrahtung der elektrischen, mechanischen, fluidtechnischen, pneumatischen, hydraulischen und bautechnischen Systeme zu einer gesamten Funktionseinheit.

**Bild 2.4** zeigt den Anschluss für die Nachtstrom-Speicherheizung an eine Zählertafel mit Speicherofenanschluss.