Sensorprinzip und Spannungsversorgung

Elektronisch gesteuerte Armaturen

Der Aufbau einer elektronisch gesteuerten Sanitärarmatur wird prinzipiell durch die Funktionsweise vorgegeben. Die drei wichtigsten Baugruppen sind – mit wenigen Ausnahmen – der Sensor, die Elektronik und das Ventil (Bild ❶). Der Sensor registriert ein physikalisches Signal (z. B. die Anwesenheit einer Person) und gibt dieses an die Elektronik weiter. Die Elektronik verarbeitet das Signal (z. B. im Rahmen eines Spülprogramms) und veranlasst das Ventil, Wasser entsprechend einer Logik abzugeben.

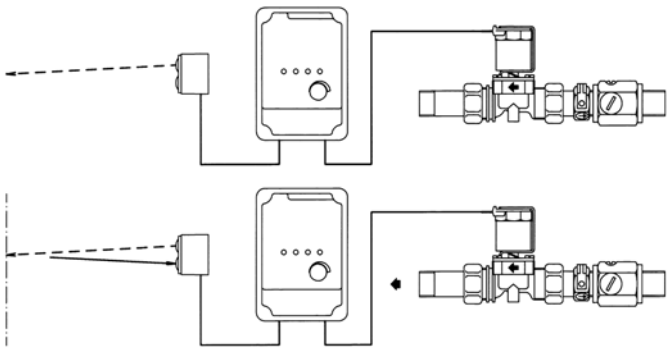
Eine Möglichkeit zur Unterscheidung von Elektronikarmaturen ist z. B. die nach der konstruktiven Lösung der drei Baugruppen. Diese können separat vorliegen und unter Umständen auch separat montiert werden oder in einer so genannten Kompaktbauweise, bei der alle Komponenten im Armaturengehäuse untergebracht sind (Bilder ❷ und ❸). Für ein besseres Verständnis des Aufbaus und der Funktionen macht es Sinn, die verschiedenen Arten von elektronisch gesteuerten Armaturen in eine vernünftige Systematisierung zu bringen. Man könnte diese nach der Bauart, Art der Auslösung/Aktivierung oder Methode der Start/Stopp-Funktion vornehmen. Im Folgenden soll aber nach den beiden Kriterien **Sensorprinzip** und **Spannungsversorgung** unterschieden werden, da beide einer Erläuterung bedürfen und wichtige Hinweise auf die Funktion vermitteln.

Systematisierung nach dem Sensorprinzip

Ein Sensor – in der Fachwelt auch als Messwerterfasser oder Messwertaufnehmer bezeichnet – ist eine mechanisch-elektronische Baugruppe, die eine erfasste oder gemessene physikalische Größe in ein analoges elektrisches Signal umwandelt. Dabei können diese physikalischen Größen sowohl Druck, Gewicht, Licht, Temperatur, magnetischer Fluss, Schall, Strahlung o. a. sein. Der Sensor misst diese physikalischen Größen und wandelt sie u. a. mit photoelektrischen, induktiven, kapazitiven oder feldstärkegesteuerten Wandlern in eine elektrische Spannung um und stellt dieses Signal zur weiteren Nutzung oder Auswertung zur Verfügung.
In der Sanitärtechnik haben sich weitestgehend die in Bild ❹ aufgeführten Sensorarten durchgesetzt. Ihre Entwicklung ist nicht nur das Ergebnis technischer Notwendigkeiten, sondern ebenso an den Einsatzbedingungen und Wünschen der Kunden orientiert. Heute gibt es Infrarot, Radar, Piezotaster oder kapazitiv gesteuerte Armaturen. Im Folgenden werden drei von ihnen erläutert, da die übrigen auf einer ähnlichen Funktionsweise basieren oder (daraus abgeleitet) leicht erklärbar sind.

Infrarotsensor

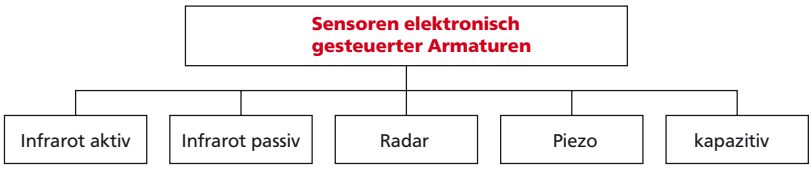
Die Infrarotsensorik unterscheidet man zusätzlich danach, ob der Sensor eigene oder fremde Strahlung zu seiner Aktivierung nutzt. Aktiv ist der Sensor dann, wenn er selbst ein infrarotes Licht ausstrahlt und dieses dann wieder empfängt. Passiv hingegen bedeutet, dass er die von einem Objekt selbst ausgestrahlten „Wärme"-Wellen verarbeitet. An dieser Stelle soll die erstgenannte Variante beschrieben werden, da sie momentan die am häufigsten verwendete ist.
Der „Infrarot"-Bereich des Lichtspektrums liegt zwischen 780 nm bis 1 mm Wellenlänge. Abhängig vom Einsatzgebiet wird das gesamte Spektrum in unterschiedlich definierte Bereiche unterteilt (z. B. technisch nach DIN in IR-A bis IR-C). In der Elektronik und Computertechnik arbeitet man vorwiegend im „nahen" Infrarot bei 880 bis 950 nm Wellenlänge, da die hier meistens verwendeten Fototransistoren oder Silicium-Fotodioden die beste Wirkung zeigen.
Auf den ersten Blick ist der opto-elektronische Sensor an zwei „Augen" zu erkennen. Hinter einem dieser „Augen" verbirgt sich ein Sender, der infrarotes Licht ausstrahlt, das allerdings durch das menschliche Auge nicht oder nur mit technischer Unterstützung wahrnehmbar ist. Trifft dieses Licht auf eine Reflexionsfläche (beispielsweise den Körper einer Person), wird es von hier zurückgeschickt



❶ *Prinzipieller Aufbau einer elektronisch gesteuerten Sanitärarmatur mit den drei Baugruppen Sensor – Elektronik – Ventil*

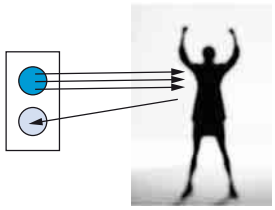


❷ *und* ❸ *Aufbau von elektronisch gesteuerten Armaturen einerseits mit separaten Baugruppen (links) und andererseits als Kompaktbauweise (rechts)*



❹ *Systematisierung der elektronisch gesteuerten Armaturen nach dem Sensorprinzip*

und vom zweiten Auge – der Sensorik – aufgefangen. Dieses zweite Auge ist (ähnlich einer Fotosensorik) in der Lage, infrarotes Licht zu erkennen und in ein elektrisch verwertbares Signal umzuwandeln (Bild ❺).
Allerdings ist ihre „Sehfähigkeit" physikalisch, aufgrund der Wirkung optischer Gesetzmäßigkeiten, begrenzt. Man erinnere sich an den Physikunterricht, als der Lehrer zu erklären versuchte, warum Pauls Pullover schwarz aussieht, aber Paulas weiß. Die Lösung fand man bekanntlich im unterschiedlichen Licht-Absorptionsverhalten der jeweiligen Materialoberflächen. Die für das menschliche Auge dunkel erscheinenden Oberflächen „schlucken" das auf sie auftreffende Licht mehr als helle Oberflächen. Die geringste Absorption und damit höchste Reflexionsfähigkeit hat demnach ein Spiegel. Er wirft nahezu das gesamte auf ihn auftreffende Licht wieder zurück. Hinzu kommt, dass die Stärke der Lichtreflexion von der allgemeinen Helligkeit der Umgebung mit bestimmt wird. Befinden wir uns in einem hellen Raum, ist auch die Reflexionsfähigkeit der in ihm befindlichen Oberflächen höher als in einem dunklen (Bild ❻).
Auch bei der Infrarotsensorik wird Licht mehr oder weniger reflektiert. Das führt zu teilweise erheblichen Konsequenzen: Aufgrund der beschriebenen Reflexionsunterschiede ist die Reichweitenabhängigkeit des Sensors einerseits von der Oberflächengestaltung und andererseits von den allgemeinen Helligkeitsbedingungen abhängig. In einem dunklen Raum ist das „Erkennen" einer Hand vor dem Waschtisch durch die Infrarotsensorik schwieriger als in einem hellen. Es fällt dem Sensor schwerer, eine dunkle Oberfläche zu erkennen als eine hell leuchtende. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, bei einer solchen Sensorik eine Reichweiteneinstellung als Justierungsmöglichkeit vorzusehen, mit deren Hilfe die Strahlungsintensität des Infrarotsenders an die jeweiligen Bedingungen anzupassen ist. Ändern sich die Rahmenbedingungen während des Betriebs, führt das allerdings zu Problemen – besonders, wenn der Sanitärraum nicht nur durch künstliches Licht, sondern auch über Fenster durch natürliches Licht erhellt wird. Nachts herrschen dann andere Bedingungen als am Tage, wenn die Sonne scheint. Ähnlich ändern sich die Bedingungen beispielsweise beim Urinal. Ein Nutzer trägt ein weißes Hemd und ein anderer einen schwarzen Pullover. Die Sensortechnik hat aus diesem Grund eine Entwicklung durchlaufen müssen, die solche Erscheinungen oder Rahmenbedingungen weitestgehend kompensiert. Extremsituationen bleiben allerdings auch heute noch Verursacher von vermeintlichen Störungen. Der Rat an den Praktiker lautet, eine Reichweite am Infrarotsensor immer unter möglichst typischen Rahmenbedingungen einzustellen und sich nicht an den Ausnahmesituationen zu orientieren. Trägt die Mehrheit aller Urinalbesucher dunkle Kleidung (unter Umständen genügt schon eine dunkle Krawatte), sollte sich der Techniker zur Reichweiteneinstellung kein weißes Hemd anziehen.



Helligkeitsänderungen im Raum oder unterschiedliche **Farben** der Reflektionsflächen bewirken unterschiedliche **Sensorreichweiten**!

❺ *Prinzip eines Infrarotsensors*

Radarsensor

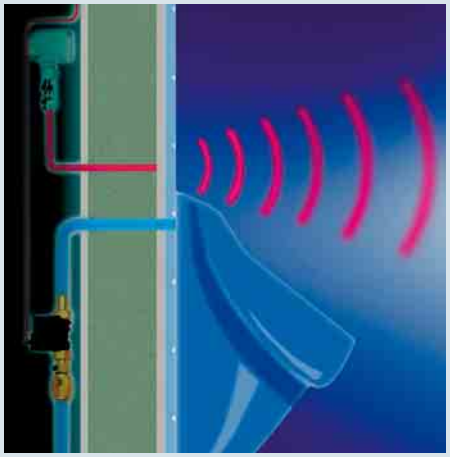
Im Gegensatz zum Infrarotsensor ist der Radarsensor meist nicht auf Anhieb zu erkennen. Spült beispielsweise ein Urinal wie „von Geisterhand" gesteuert, ohne dass vom Nutzer eine Spülarmatur betätigt wurde, ist oftmals ein Radarsensor im Spiel. Der Sensor ist in der Regel hinter der Wand installiert.

Am Anfang der Entwicklung von Radarsensoren für Sanitärarmaturen stand der Wunsch nach Unsichtbarkeit.

Gerade öffentliche und gewerbliche Sanitärbereiche sind stark vandalismusgefährdet. Hier galt es eine Technik zu entwickeln, die durch den Nutzer schwer zu beschädigen ist. Besonders gefährdet sind dabei sichtbare und zugängliche Komponenten. Des Weiteren wünschte z. B. der Innenarchitekt, dass die Technik seine Kreativität möglichst nicht beeinträchtigt. Es begann die Suche nach einer Sensor-Technik, die zumindest nichtmetallische Materialien wie Fliesen, Marmor, Holz oder Beton durchdringen konnte.
Fündig wurde man beim Österreicher Christian Andreas Doppler. Der Mathematiker



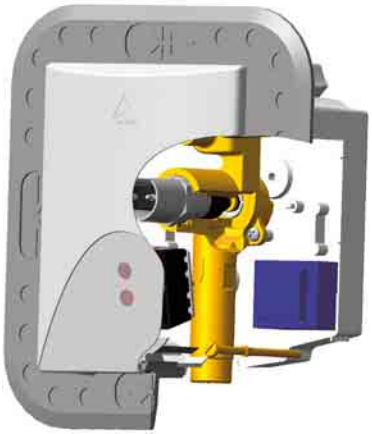
❻ *Protronic Waschtischarmatur mit Infrarotsensorik*



❼ *Radarsensorsteuerung eines Urinals: nichtmetallische Materialien können durch die Radarstrahlung durchdrungen werden.*



❽ *Duscharmatur mit Piezosensorik*



❾ *Protronic Urinalspülarmatur mit Spannungsversorgung über ein Netzteil (lila)*

und Physiker lebte von 1803 bis 1853 und sagte theoretisch den nach ihm benannten „Doppler-Effekt" voraus. Er versuchte damals nachzuweisen, dass die Farbe des Lichts eines Sterns einen Hinweis darauf gibt, ob sich der Stern von uns entfernt oder auf uns zu bewegt. Diese Annahme war und ist zwar nicht richtig, aber seine theoretischen Berechnungen bleiben im Prinzip wahr. Heute bezeichnet man die Veränderung der Frequenz von Wellen als Doppler-Effekt, wenn sich die Quelle und der Empfänger (Beobachter) relativ zueinander bewegen, also sich einander nähern oder voneinander entfernen. Als Beispiel sei ein Polizeiauto mit eingeschalteter Sirene genannt, das sich zunächst auf uns zu bewegt, dann an uns vorbei fährt und schließlich entfernt. Eine sich uns nähernde Schallquelle klingt heller, da sie den eigenen Schallwellen hinterher fährt. So erreicht uns als „Empfänger" pro Zeiteinheit öfter eine Welle als im Fall einer sich von uns entfernenden. Letztere klingt demzufolge tiefer oder dunkler.

Diesen Gesetzmäßigkeiten unterliegen auch Radarwellen. Sie haben zudem noch den Vorteil, nichtmetallische Materialien durchdringen zu können. Eine im Radarsensor befindliche Schwingdiode erzeugt eine bestimmte frequentierte Wellenfolge. Diese so genannte Radarkeule durchdringt – am Beispiel des Urinals – von hinten die geflieste Wand, an der sich das Urinal befindet. Trifft diese Welle vor der Wand auf eine reflektierende Oberfläche (z. B. den Körper einer Person), wird sie zurück zum Sensor geschickt. Dieser ist in der Lage, die Frequenzen der ausgestrahlten und der empfangenen Wellen zu vergleichen. Stimmen diese überein, besteht kein Anlass zum Handeln. Erst wenn ein Unterschied festzustellen ist, reagiert der Sensor. Ein sich innerhalb der Radarkeule bewegender Nutzer bewirkt, dass die reflektierte Welle sich gegenüber der ausgestrahlten verändert. Der Radarsensor ignoriert sich nicht bewegende Objekte, registriert aber Bewegungen in seinem Einflussbereich. Damit sind Konsequenzen hinsichtlich der „Verarbeitung" solcher Signale durch die Elektronik verbunden. Genügt dem Infrarotsensor die reine Reflexion für eine Reaktion der Elektronik, benötigt der Radarsensor zusätzlich noch die Veränderung der Signaleigenschaften für ein Aktionsmuster (Bild ❼).

Aus diesem Grund können für den Radarsensor zusätzliche Informationen definiert werden, die ihn zum „Handeln" veranlassen. Beispielsweise lassen sich die Richtungen, aus der der Nutzer auf das Urinal zugehen muss, definieren. Ebenso lässt sich das typische Nutzerverhalten programmieren, um beispielsweise ein ungewolltes Auslösen der Spülarmatur zu vermeiden. Ein typisches Fehlverhalten wäre das Spülen des Urinals beim bloßen Vorbeigehen einer Person, ohne dass diese das Urinal im bestimmungsgemäßen Sinne benutzt hätte.

Hingegen können Temperaturschwankungen oder Fremdsignale zu tatsächlichen Problemen führen. Änderungen der Umgebungstemperatur außerhalb bestimmter Toleranzgrenzen führen bei der temperaturabhängig arbeitenden Schwingdiode zu anderen Ergebnissen bei Frequenzen und Reichweiten. Daraus lässt sich ableiten, dass Radarsensoren unter bestimmten Rahmenbedingungen, wie sie beispielsweise in einer Autobahnparkplatztoilette herrschen, nicht eingesetzt werden sollten. Hier können durchaus Temperaturschwankungen zwischen Sommer und Winter von 30 K auftreten.

Piezosensor

Die bisher beschriebenen Sensoren zählen zu den so genannten berührungslosen. Sie werden immer dann eingesetzt, wenn auf eine Vermeidung von Infektionsübertragung bei der Armaturenauslösung und/oder auf Wassereinsparung Wert gelegt wird.

Für den Piezosensor ist eine Berührung notwendig.

Das Wort „piezo" stammt aus dem Griechischen und heißt „Druck". Ende des 19. Jahrhunderts entdeckten die Gebrüder Curie, dass bei Druck auf einen Quarzkristall Ladungen erzeugt werden. Umgekehrt lassen sich bei Anlegen einer Spannung solche Kristalle auch verformen. Diesen piezoelektrischen Effekt macht man sich bei den gleichnamigen Sensoren zunutze, um Sanitärarmaturen elektrisch und nicht mechanisch zu aktivieren. Für die Betätigung des Piezosensors genügt ein leichter Druck des Nutzers auf den Piezo-Taster, in der Regel mit einer Kraft von umgerechnet ungefähr 20 g. Das wichtigste Einsatzgebiet für Piezosensoren ist die Dusche, da hier kaum die Forderung nach Berührungslosigkeit erhoben wird. Nach Auslösen des Piezosensors fließt das Duschwasser für eine definierte Zeit. Aufgrund der integrierten Start/Stopp-Funktion kann der Wasserfluss beispielsweise zum Einseifen oder Shampoonieren unterbrochen werden, was ebenfalls einen Wasser sparenden Effekt mit sich bringt (Bild ❽). Der Piezosensor gilt zu recht als technisch sehr zuverlässig, äußerst robust und damit für vandalismusgefährdete Einsatzgebiete geeignet, da er keine sich mechanisch bewegenden Bauteile enthält.

Systematisierung nach dem Prinzip der Spannungsversorgung

Die Art der Spannungsversorgung einer elektronisch gesteuerten Sanitärarmatur wird im Wesentlichen durch zwei Kriterien beeinflusst: Einerseits durch die technische Lösung der Armatur sowie der in ihr verwendeten Baugruppen und andererseits durch die örtlichen oder baulichen Voraussetzungen.

Am Beispiel der technischen Lösungen des Hauses FRANKE AQUAROTTER AG erläutert, gab bzw. gibt es Armaturenvarianten, die sowohl direkt an das 230 V-Stromnetz des Gebäudes angeschlossen oder über eine Sicherheitskleinspannung versorgt werden. Letztere kann netzabhängig oder -unabhängig über Batterie bzw. Akku erfolgen.

Bei einem Direktanschluss der Armaturen an das Hausnetz sollte auf die geltenden Sicherheitsbestimmungen insbesondere des Verbands Deutscher Elektrotechniker und die von ihm herausgegebenen VDE-Vorschriften geachtet werden. Aufgrund der einzuhaltenden Maßnahmen, die sich auf den Schutz gegen gefährliche Körperströme in der Elektro-Installation beziehen, kann es unter Umständen unzulässig sein, einen direkten Netzanschluss herzustellen. Da die Sensorik und Elektronik einer Armatur in der Regel mit Schutzkleinspannung versorgt werden, spielt die Beachtung dieser Sicherheitsmaßnahmen dort kaum eine Rolle. Wichtiger ist sie bei der Wahl der Magnetventile, die es auch in einer 230 V-Ausführung gibt. Hier müssen die Schutzbereiche 0 bis 2 (also z. B. einschließlich bis 120 cm um einen Duschkopf herum) von solcher Technik „frei" gelassen werden. Bei Waschtischarmaturen ist das Problem nicht all zu groß, da diese sich in der Regel im Schutzbereich 3 befinden. Und hier ist der Einwand des Elektrikers gegen eine Steckdose unwahrscheinlich.

Hinsichtlich der Spannungsversorgung lohnt sich für einen Anwender aber durchaus der Blick in die technischen Unterlagen solcher Armaturen. Denn vor der Entscheidung pro oder kontra sollte nach den beiden Begriffen Anschluss-Spannung und Betriebs-Spannung Ausschau gehalten werden. Die Betriebs-Spannung dient mehr oder weniger nur der Information, nämlich darüber, mit welcher Spannung die Technik der Armatur „intern" funktioniert. Wichtiger ist dagegen die Information zur Anschluss-Spannung, denn sie gibt Auskunft darüber, welche Voraussetzungen am Installationsort geschaffen werden müssen, um diese Technik in Betrieb nehmen zu können. Findet der Leser beispielsweise hinter dem Begriff Anschluss-Spannung den Wert 24VDC, ist entweder vor Ort diese Voraussetzung zu schaffen oder unter der Rubrik Zubehör in

den technischen Unterlagen des Armaturenanbieters nachzuschauen, ob dieser denn auch ein entsprechendes Netzteil anbietet. Hier wäre es unklug, einen Transformator (Trafo) anzuschließen, da wir schon aus dem Physikunterricht kennen, dass die beiden Buchstaben DC (Direct Current) einen unmissverständlichen Hinweis darauf geben, dass es sich um Gleichspannung handelt und ein Trafo „nur" AC (Alternating Current), also Wechselspannung, liefert. Falls jemand mit AC und DC nicht ganz so vertraut ist, sollte er sich auf jeden Fall auf die durch den Hersteller entweder mit angebotenen oder zumindest empfohlenen Zubehöre verlassen und auf gar keinen Fall selbst eine vermeintlich billigere Lösung basteln wollen (Bild ❾).

Ob man sich für eine Batterie- bzw. Akku-Variante entscheidet, sollte unbedingt von dem zu erwartenden Wartungs- und Instandhaltungsaufwand abhängig gemacht werden. Dieser ergibt sich vorwiegend aus der Benutzungshäufigkeit der Armatur.

Handelt es sich um nur eine oder relativ wenige Zapfstellen und ist die Nutzungsfrequentierung relativ gering oder ist die Bereitstellung von 230VAC am „Ort des Geschehens" zu aufwändig, kann durchaus die Entscheidung für eine solche Variante sinnvoll sein; beispielsweise die „stand-alone"-Situation beim Hausarzt, der im Behandlungsraum nur eine einzige Waschtischarmatur installiert hat. Ansonsten sollte man sich lieber für eine Netz abhängige Lösung entscheiden, denn dann fällt das unter Umständen lästige Auswechseln der Batterien bzw. Akkus weg. Aus Gründen der Vandalismusgefährdung sollte bei der Entscheidung pro Netzabhängigkeit zusätzlich auf die Installationsvariante mittels einer Unterputzdose reflektiert werden und weniger auf die Variante mit Stecker und Dose.

Fazit

Auch wenn bereits vieles zur Notwendigkeit von elektronisch gesteuerten Armaturen gesagt und geschrieben wurde, lohnt es sich doch, hin und wieder mal über ihre eigentliche Existenzberechtigung nachzudenken. Denn diese kann sich durchaus nicht nur in Abhängigkeit des Zeitgeistes, sondern auch aus sich ändernden Erkenntnissen wandeln. Der Autor sieht momentan die mit Abstand wichtigste Begründung nämlich in den aktuellen Erkenntnissen zu den Ursachen mikrobieller Kontaminationen von Trinkwasserinstallationen und nicht im früher vorwiegend verwendeten Argument des Wassersparens. Die beiden wichtigsten Replikationsbedingungen wassergängiger Bakterien sind Stagnation und Temperatur, die beide mittels einer intelligenten Elektronik vermieden werden können, indem sie eine zeit- und temperaturabhängige Zwangsauslösung realisieren. Und wenn ein Ausblick gestattet sei, so sehe ich die Zukunft der Sanitärtechnik in Form von Wassermanagementsystemen und stimme nachfolgender Aussage eines Leiters eines Gesundheitsamtes uneingeschränkt zu: „In Zukunft wird es nicht mehr möglich sein, eine Trinkwasserinstallation hygienekonform zu planen und zu betreiben, ohne sie in die Gebäudeautomation zu integrieren." Dazu sind elektronisch kommunikationsfähige Armaturen notwendig.



Der Autor

Dipl.-Ing. Reinhard Bartz, Leiter Schulungszentrum der Franke Aquarotter AG, Ludwigsfelde