

Bericht über praktische Tätigkeit bei ASC Wassertechnik GmbH

Christian Faulhammer
Matrikel-Nummer: 233886

April 2009



AUFGABEN

3.1 AUFBAU NEUER ANLAGEN

Während der Praktikumstätigkeit erfolgte der Entwurf und Aufbau einer Vollentsalzungsanlage mit Umkehrosmosetechnik. Diese diente als Ersatz einer bereits bestehenden Anlage, die nicht mehr leistungsstark genug für die angedachte Aufgabe war. Die vorhandene Infrastruktur, bestehend aus einer Enteisung/Entmanganung und Enthärtung, wurde weiter genutzt.

3.1.1 *Planungsphase*

Am Beginn steht die Feststellung des Bedarfs und der Rahmenbedingungen, die schriftlich in einem Pflichten- und Lastenheft festgehalten wird. Im konkreten Fall gab es eine Raumbegrenzung, da nur wenig Platz vor Ort verfügbar war. Zudem muss eine gewisse Mindestleistung und -qualität von der Anlage geliefert werden, die beim Entwurf zu beachten sind. Weitere Rahmenbedingungen ist die Vorgabe der Zuflussmenge durch die bestehende Enthärtung und die existierende Prozessleittechnik (Signale von der Anlage, besonders Niveauschalter).

Auf Basis von Erfahrungswerten und grob überschlägiger Rechnungen kann eine Vorauslegung geschehen (Melin und Rautenbach 2007). Die Auslegung ist meist ein iterativer Prozess, der folgende Punkte umfasst:

1. Festlegen der Strömungsführung, Rückführung, Modulanzahl und -anordnung,
2. Berechnen der Permeat- und Konzentratströme,
3. Vergleich mit Sollvorgaben bei Permeatqualität und -menge.

Die Auslegung ergab eine Reihenschaltung von sechs Modulen, die zu zweit in jeweils einem Druckrohr untergebracht werden sollen. Eine Teilrückführung des Konzentrats soll Polarisationsseffekte verringern und die Ausbeute erhöhen.

Da die Versorgung mit VE-Wasser nur kurz unterbrochen werden darf, muss die Montage vor Ort schnell erfolgen, mehr als das Ankleben der Zu- und Ableitungen ist nicht möglich. Zu diesem Zweck wurde ein Metallgestell entworfen, das zum einen die komplette Vormontage im Werk erlaubt und gleichzeitig die beengten Platzverhältnisse berücksichtigt.

Es wird eine vorläufige Stückliste von benötigten Bauteilen erstellt, die im vorliegenden Fall folgende Einheiten umfasste:



(a)



(b)

Abbildung 3.1: Alte und neue Umkehrosmoseanlage

- Druckpumpe,
- Frequenzumrichter,
- Osmosesteuergerät,
- drei Druckrohre,
- sechs Membranmodule (Wickeltyp),
- Verrohrung (inkl. Durchflussmessern, Druckmessern, Sperr- und Probenahmehähnen).

Die Positionierung aller Bauteile und die Führung der Verrohrung wird in einem Montageplan festgehalten, so dass Bauteilkollisionen (Kreuzungen von Rohren in derselben Ebene zum Beispiel) vermieden werden. Die Rohre müssen zum einen den errechneten Druck von 15 bar aushalten, als auch fluidmechanisch eine einwandfreie Strömung garantieren (Schröder 2000).

Eine Demontage muss immer möglich sein (Reinigung, Wartung), so dass heraustrennbare Blöcke festgelegt werden, die an ihren Endstücken mit trennbaren Verbindungen (in diesem Fall also Verschraubungen) versehen sind.

Beruhend auf dieser Vorkalkulation wird eine Kostenrechnung durchgeführt, die als Angebot an den Kunden geht. Hier kommen entweder empirische Formeln aus der Literatur (Marquardt 2005, Kapitel 3) in Verbindung mit Erfahrungswerten zum Einsatz oder es werden Endkalkulationen ähnlicher Anlagen modifiziert. Zu berücksichtigen sind neben den reinen Materialkosten natürlich der zeitliche Aufwand für die Planung und Montage, aber auch der Aufwand zur Erstellung der Dokumentation, Einweisung und allgemeine Verwaltungskosten müssen berücksichtigt werden und können einen erheblichen Anteil an den Personalaufwendungen ausmachen.

Nach Erteilung des Auftrags folgt die konkrete Produktauswahl (sofern bei den teuren elektronischen Geräten noch nicht erfolgt) und Bestellung derselben. Das vorhandene Angebot, selbst bei einem einzelnen Hersteller, an Rohrelementen und anderen Standardbauteilen ist riesig, so dass eine Auswahl sehr genau entlang der Spezifikation erfolgen kann, ebenso ist aus demselben Grund eine totale Verwirrung möglich (in diesem Fall beim Praktikanten). Erfahrung beschleunigt hier den Prozess erheblich.

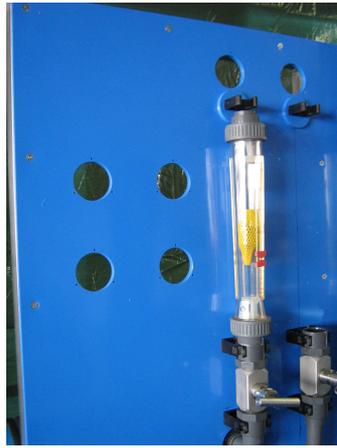
Vor allem die elektronischen Regler müssen getestet werden, damit keine böse Überraschung vor Inbetriebnahme lauert und eventuelle Reklamationen mit dem Hersteller noch abgewickelt werden können.

3.1.2 *Aufbau und Vormontage*

Das Anbringen der Bauteile erfolgt in mehreren Schritten, um eventuelle Fehler der Entwurfsphase noch ausgleichen zu können. Auf das Grundgestell wird eine Montageplatte aus Kunststoff angebracht, auf der alle Stellen markiert werden, an denen Bohrungen gesetzt oder Kunststoff-Bauteile angeschweißt werden.

Es folgt das Positionieren und lose Fixieren der Großbauteile (wie Druckrohre, Durchflussmesser und Partikelfilter), als Orientierungshilfe. Die Rohre werden lose ineinander gesteckt und so geführt wie ihre endgültige Lage laut Planung vorgesehen ist. An manchen Stellen steht die Schwerkraft der losen Montage entgegen, so dass mit mehreren Leuten abschnittsweise gearbeitet wurde, um die Rohre zu halten. Trotz sorgfältiger Planung können Vereinfachungen, Verbesserungen oder gar Fehler erst beim Aufbau offensichtlich werden, was eine Betreuung der Montage durch den verantwortlichen Konstrukteur sinnvoll macht.

Sobald die Position aller Teile im Detail geklärt wurde, erfolgt das endgültige Montieren, das im Falle der Rohre mit Kleber und Schellen (die an die Grundplatte geschraubt oder geschweißt werden) erfolgt. Das Verkleben der Kunststoff-Rohre



(a) Anbringen der Durchflussmesser als Orientierungshilfe



(b) Grobmontage der Partikelfilter und Zulauf



(c) Anschweißen eines Kabelkanal-Sattels

Abbildung 3.2: Vormontage der Umkehrosmose-Anlage

(Werkstoff Polyvinylchlorid, PVC) ist nötig, um die Druckfestigkeit zu garantieren und Leckagen zu minimieren. Diese können beispielsweise an allen Verschraubungen auftreten, so dass eine Abdichtung mit Teflonband nötig ist und recht aufwändig werden kann, was eine Minimierung der Verschraubungsanzahl erstrebenswert macht. Dem steht der Wunsch nach leichter Demontierbarkeit entgegen; es muss also ein Kompromiss gefunden werden, und zwar bereits früh in der Planungsphase.

Nachdem alle Bauteile vollständig montiert wurden, geht es an die Einrichtung der elektronischen Bauteile, deren Programmierung aufwändiger als die Montage der physischen Elemente sein kann. Die zwei primären Aufgaben der Steuerung sind

- Sicherstellung der notwendigen Betriebsparameter (Produktmenge und -qualität) und
- Schutz der Anlage vor Beschädigung (Notabschaltung bei gefährlichen Betriebszuständen).

Sie besitzt Ein- und Ausgänge, die elektrische Signale auswerten oder ausgeben. Zu übertragen sind dabei Werte aus einem definierten Spektrum oder AN/AUS-Zustände (logische Bool-Werte). Messwerte werden üblicherweise analog mit Spannun-

gen oder Strömen so umgesetzt, dass sie in eine elektronische Regelung mit einem Digital/Analog-Wandler eingespeist werden können. Wertebereiche werden durch einen Strom zwischen 4 und 20 mA dargestellt, logische Werte werden durch die Spannungen 0 und 24 V dargestellt. Frühere Systeme die auch 0 mA als gültigen Wert zuließen, waren gegen Ausfälle schlecht abgesichert, da ein nicht-anliegendes Signal keinen Fehler darstellte. Das 4...20 mA-System meldet so Verkabelungsschäden oder andere Fehler, die zu einem Ausbleiben eines Signals führen. Um einen ähnlichen Effekt bei den AN/AUS-Werten zu erreichen, wird die Spannung 0 V für den sicheren Zustand ausgewählt, beispielsweise Verriegelung oder Abschaltung des Systems (Epple 2005).

Sind alle Vorarbeiten soweit abgeschlossen, dass nur noch die Zu- und Ableitungen angeschlossen werden müssen, erfolgt der Transport zum Kunden, wo die letzten Schritte erfolgen.

3.1.3 *Endmontage und Nacharbeiten*

Am Ort der Endmontage und vor Beginn der Arbeiten wurde die Anlage noch einmal überprüft, um etwaige Transportschäden auszuschließen. Die Standzeit wird dadurch verkürzt, dass eine provisorische Verrohrung mittels schnell an- und abklemmbarer Schläuche als erstes gelegt wird. Da die Produktion von Reinstwasser intervallweise abläuft (beim Unterschreiten eines unteren Füllstandes im Vorratsbehälter bis Erreichen eines oberen Füllstandes), kann die neue Anlage produzieren während die alte abgebaut wird und Platz für die endültige Verrohrung geschaffen wird.

Parallel zur Montage erfolgte bereits das Zusammenstellen der Dokumentation für den Kunden. Diese umfasst die originalen Handbücher der verbauten Einzelelemente und allgemeine Anweisungen für den Betrieb der Gesamtanlage. Letztere erfordert Detailwissen über die konkrete Anlage aber auch über die verwendeten Prozesstechniken. Um vor Ort die Anlage schnell und sicher einrichten zu können, muss der ausführende Techniker, Monteur oder Ingenieur mit dem Gerät vertraut sein. Eine Personalüberschneidung bei der Montage und Erstellung der Dokumentation ist damit wünschenswert, um doppeltes Einarbeiten zu umgehen.

Den Abschluss bildet eine Nachkalkulation der gesamten Anlage, also ein Einpreisen aller real verbauten Teile und aller geleisteten Arbeitsstunden inklusive Nacharbeiten. Damit wird der tatsächliche Gewinn (oder auch Verlust im schlechtesten Fall) ermittelt, und dient als Grundlage und Vergleich beim Bau ähnlicher Anlagen.

ne Betriebsunterbrechung, abgesehen davon, dass eine Enthärtungsanlage sowieso diskontinuierlich betrieben wird.

Eine Wartung umfasst das Überprüfen von Dichtungen an Pumpen, Steuerköpfen, Dosierschläuchen und sonstigen Übergängen. Zudem finden Sichtproben auf Leckagen und Gesamtzustand der Verrohrung statt, um etwaige kommende Probleme zu bemerken. Alle Einzelteile werden nach erfolgter Wartung auf Funktion geprüft, da beispielsweise ein versehentliches Einbringen von Luft in einen Dosierschlauch trotz korrekter Arbeit der Pumpe eine Fehlfunktion hervorruft. Sollten Steuergeräte vorhanden sein, wird die Programmierung mit den Sollwerten aus der Dokumentation (siehe Abschnitt 3.3 auf der nächsten Seite) verglichen. Denn eine falsche Programmierung kann zu einer Fehlfunktion führen, die Wasser außerhalb der Spezifikation liefert oder gar die Anlage auf Dauer beschädigt.

Für die spätere Analyse werden Wasserproben der wichtigsten Punkte im System genommen, unter anderem sind dies:

- Stadt- oder Brunnenwasser, das den Zulauf für die Anlage bildet.
- Umlaufwasser aus einem Rückkühlwerk.
- Behandeltes Wasser aus einer Enthärtung oder Entcarbonisierung.

Um vor Ort die korrekte Funktion der Anlage überprüfen zu können, besitzt das Kundendienstfahrzeug eine mobile Messausrüstung. Neben pH- und Leitwertmessgerät, existieren fertige Testsets für ausgewählte Wasserwerte. Fertige Tropfentests für Gesamt- und Carbonathärte (Wirksamkeit der entsprechenden Anlage) werden durch selbstentwickelte Nachweise für Chlorid (Nachweis von Kochsalzresten als Rückstand der Regeneration bei Enthärtungen) und Sulfat ergänzt. Die Vorgehensweise ist bei allen vier ähnlich:

In ein Teströhrchen wird eine bestimmte Menge Probenwasser gefüllt und das Testreagenz eingetropfelt. Es werden so lange Tropfen hinzugefügt bis ein Farbumschlag eintritt (meist durch Komplexbildung), der den Verbrauch des getesteten Stoffes anzeigt. Die Anzahl der benötigten Tropfen erlaubt eine grobe Umrechnung auf eine Konzentration, ersetzt aber nicht die genau durchgeführte Laboranalyse. Einige Tests bedürfen der Zugabe von Hilfschemikalien, bevor das Testreagenz hinzugegeben werden kann, beispielsweise zur pH-Wert-Einstellung.

Die Dokumentation der Wartung erfolgt auf vorgefertigten Berichten, die ein Abhaken der durchgeführten Arbeitsschritte erlauben. Zudem werden Messwerte, die vor Ort erfolgten, ver-

merkt und verbrauchte Materialien angegeben. Der Kunde erhält so einen Nachweis über erfolgte Arbeiten, zudem verbleiben ausgetauschte Teile ebenfalls als Arbeitsnachweis an der Anlage.

3.3 SCHULUNG UND INTERNE DOKUMENTATION

Obwohl zum Betrieb von Wasseraufbereitungsanlagen wenige grundlegende Kenntnisse bereits genügen, sind tiefergehende Einsichten erforderlich, um frühzeitig Fehlfunktionen zu erkennen und selbst zu beheben. Standzeiten sind in vielen Anlagen nicht möglich und führen zu hohen Kosten, die durch entsprechend geschultes Personal minimiert werden können. Aus diesem Grund bietet die Firma ASC Schulungen an, die entweder am Stammsitz durchgeführt werden oder in abgespeckter Form beim Kunden. Die ausführliche Version bietet den Vorteil, dass an Hand konkreter Anlagen und im Labor Versuche durchführbar sind. Das theoretisch im Frontalunterricht erlernte Wissen kann direkt angewendet werden und wird dadurch leichter aufgenommen. Natürlich ersetzt die Schulung nicht die Betreuung der Anlage durch einen professionellen Wasseraufbereiter, aber sie erhöht das Verständnis wie und warum die Anlage funktioniert.

Für Wiederverkäufer des ASC Pilot gibt es zudem Schulungen und spezielle Handbücher, die das vollständige Betreiben einer entsprechenden Anlage erlauben.

Neben den bestehenden Präsentationen gibt es für den internen Gebrauch das sogenannte »Wasserbuch«, in dem Grundlagen zur Wasseraufbereitung festgehalten sind und das einen guten Überblick über die Materie gewährt.

Die gebauten Anlagen sind viele Jahre in Betrieb und werden bei Bedarf (ohne Wartungsvertrag) bei Ausfällen betreut. In vielen Fällen sind für den jeweiligen Einsatzzweck maßgeschneiderte Lösungen verbaut worden, die im Grunde alle ähnlich arbeiten, dennoch die eine oder andere Sonderlösung beinhalten. Eine lückenlose Dokumentation dieser Feinheiten und aller durchgeführten Arbeiten erleichtert das Zurechtfinden in eine Projekt, das eventuell schon viele Jahre vorher abgeschlossen oder eventuell sogar von jemand anderem durchgeführt wurde. Neben dieser Funktion als Gedächtnisstütze und Einarbeitungshilfe, dient es zudem der rechtlichen Absicherung, da der Betreiber für eventuelle Schäden den Hersteller in Regress nehmen kann, wenn dieser nicht den Stand der Technik erfüllt hat.

Üblicherweise bestehen diese Dokumentationen aus folgenden Bestandteilen:

- Alle Berechnungen und Auslegungen mit dem Namen des verantwortlichen Betreuers.
- Handbücher und Datenblätter der verbauten Teile und eingesetzten Stoffe.

- Die übergebene Bedienhandbücher für den Kunden.
- Zeichnungen und Pläne der Anlage gemäß der üblichen Zeichenstandards.
- Sollzustände des Wassers und anderer Anlagenteile, um Verschlechterungen bei der nachträglichen Analyse feststellen zu können.
- Analyseberichte späterer Wasserproben.

In das Praktikum fiel das delegierte Bearbeiten von Kundenproblemen, die sich Dank des umfangreichen Archivs zügig und zur Zufriedenheit der Kunden lösen ließen.

Um die Einarbeitung neuer Mitarbeiter zu erleichtern, existieren Arbeitsanweisungen für typische Vorgänge von der Verwaltung (Ablauf bei Kundenkontakten) über technische Abläufe (Einbau und Betrieb eines Pilot mit Ethernet-Schnittstelle) bis zum Umgang mit chemischen Stoffen (Gefahren- und Lagerhinweise).

3.4 ENTWICKLUNG VON REGELUNGSANLAGEN

Im Haus entwickelt wurde das Absalz-Steuergerät Pilot für Kühlwerke und Luftwäscher. Mittlerweile liegt Version 5 vor, die während der Praktikumszeit den letzten Feinschliff erhielt und bereits an Kunden und Wiederverkäufer ausgeliefert wurde.

Das Steuergerät besitzt verschiedene Ein- und Ausgänge, die nach den gleichen Prinzipien funktionieren wie in Abschnitt 3.1.2 auf Seite 18 beschrieben. Wichtigster Eingang ist die Leitfähigkeitsmessung, die beinahe jede Aktion des Steuergeräts bestimmt. Zudem wird der Zufluss an Wasser über einen Kontaktwasserzähler ermittelt, der im Abstand einer eingestellten Literzahl (abhängig vom Durchflussmesser) ein elektrisches Signal gibt. Die kleinste messbare Durchflussmenge ist damit das Äquivalent eines Kontakts.

Zu den Aufgaben des Pilot zählen:

- Absalzung anstoßen.
- Dosierung von Biozid.
- Dosierung von Inhibierungsprodukten.
- Überwachung der Anlage auf
 - Leckagen,
 - korrekten Betrieb und
 - allgemeine Störfälle.

Abhängig von Schwellwerten des Leitwerts wird abgesalzt oder Dosierungen durchgeführt, aber neben dieser einfachen Logik

müssen einige Randbedingungen beachtet werden. Beispielsweise ist die Biozidzugabe zeitgesteuert und eine nachfolgende Absalzung ist unbedingt zu vermeiden, weil zum einen das Biozid im System nicht wirken kann und zum anderen ein Einleitung eines aggressiven Stoffes in hoher Konzentration ins Abwasser geschieht. Die Programmierung sieht hier vor, kurz vor der Dosierung abzusalzen und im Anschluss an die Zugabe den Ablass eine einstellbare Zeit komplett und vollständig zu verriegeln. Wie in Abschnitt 2.3.1 auf Seite 10 bereits beschrieben, ist die Dosierung auch von Temperaturschwellwerten abhängig, so dass im Sommer an heißen Tagen mehr dosiert wird als an kalten, neben der geringeren Betriebskosten ist es auch ökologisch sinnvoll. Diese Weisheit hat sich noch nicht überall durchgesetzt, da im Praktikum auch Fremdanlagen gewartet wurden, die über eine simple Zeitschaltuhr aus dem Baumarkt die Dosierzeitpunkte festlegen.

Das Kennenlernen des Geräts erfolgte an Hand einer vorläufigen Version des Handbuchs, das während des Praktikums fertig gestellt wurde, und praktischem Umgang an real existierenden Anlagen und Vorführgeräten in der Firma. Trotz des eng umrissenen Einsatzgebiets ist der Pilot sehr flexibel und funktionsreich, inklusive Fernwartungsfunktionen über diverse Schnittstellen und Protokolle (Analogmodem, Ethernet, Feldbus). Die Aufzeichnungsfunktion erlaubt die Verfolgung aller gemessenen Parameter und erfolgten Aktionen. Die Fehlersuche bei Störungen wird damit erheblich vereinfacht, da der Zeitraum des Störfalls eingegrenzt werden kann und damit zeitgleiche unregelmäßige Einflüsse durch andere Störungen/Ereignisse in Zusammenarbeit mit dem Kunden bestimmt werden können. Vor allem nur zeitlich begrenzte Störungen sind dadurch einfach zu lokalisieren, da nur bekannt ist, dass das aktuell wieder einwandfrei arbeitende System irgendwann ein Problem hatte.

3.5 LABORARBEITEN

Nach erfolgten Wartungsarbeiten wurden die mitgebrachten Wasserproben im hauseigenen Labor analysiert. Aus den gewonnenen Ergebnissen werden Berichte für den Kunden erstellt, um ihm die Einhaltung der diversen Gesetze, Verordnungen und Normen zu dokumentieren. Mit Fachwissen lassen sich Probleme bereits frühzeitig aus Trends ablesen und bieten die Möglichkeit, rechtzeitig gegenzusteuern, eventuelle Maßnahmen werden dem Kunden vorgeschlagen. Neben dem eigentlichen Betriebsparametern begrenzen verschiedene Vorschriften die möglichen Wassereigenschaften. Es sind im Einzelnen:

GESETZE: Das Infektionsschutzgesetz dient der Eindämmung epidemischer Krankheiten, die unter anderem durch eine Verkeimung von Trink- oder anderer Wasser verbreitet

werden. Dazu gehört eine Meldepflicht beim Nachweis bestimmter Keime, eine Definition wie Trinkwasser beschaffen sein muss und die Rechte und Pflichten der Gesundheitsämter. Die Trinkwasserverordnung wird dann konkreter und legt Grenzwerte für die Belastung von Trinkwasser fest. Neben Keimen werden hier ebenso chemische Stoffe betrachtet, die bei Desinfektionsprozessen entstehen können und gesundheitsschädlich sind (wie zum Beispiel Chlorverbindungen). Verstöße gegen diese Gesetze sind strafbar und können empfindliche Strafen nach sich ziehen.

NORMEN: Es existieren einige internationale Normen, die auch in Deutschland und Europa Anwendung finden und die Analytik für viele Stoffe und Krankheitserreger festlegen. Eine kleine Auswahl umfasst die Bestimmung der Trübung (DIN EN ISO 7072), Chlor (DIN EN ISO 7393-1) und von coliformen Bakterien (DIN EN ISO 9308-1). Zudem gibt es einige europäische Normen, die den Umgang mit bestimmten Stoffen beschreiben, die in der Wasseraufbereitung häufig angewendet werden. Dazu zählen Salzsäure (DIN EN 939), Ozon (DIN EN 1278) und Kaliumpermanganat (DIN EN 12672). In Deutschland gibt es zudem Vorschriften für Probenentnahme an sich (DIN 38402), pH-Wert-Bestimmung (DIN 38404) und technische Regeln für Trinkwasserinstallationen (DIN 1988). Alle diese Regelwerke sind in Deutschland anerkannt und stellen den Stand der Technik dar, der mindestens einzuhalten ist.

SONSTIGE RICHTLINIEN: Vorschriften nicht-rechtlich bindender Natur sind Richtlinien von Organisationen, die sich der Förderung der technischen Sicherheit bei Wasseraufbereitung verschrieben haben. Dazu zählt beispielsweise die »Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfachs« (DVGW e. V.), die Arbeitsanweisungen und Merkblätter herausgibt. Da häufig technische Neuerungen schneller in diese Eingang finden als in offizielle Normen, sind sie ein guter Informationskanal, um auf dem aktuellen Stand zu bleiben. Vor allem, weil manche Richtlinien mit beinahe unverändertem Inhalt in die Normen aufgenommen werden.

Als Beispiele seien »Tierische Organismen in Wasserversorgungsanlagen« (W 271) und »UV-Anlagen zur Desinfektion von Trinkwasser« (W 293) genannt.

Um nicht im leeren Raum zu operieren, findet immer ein Vergleich mit einem Sollwert statt, der den Normal- oder Idealzustand des Anlagenwassers kennzeichnet. Die Analyse sollte zeitnah zur Entnahme geschehen, damit keine Zersetzungsreaktionen oder weiteres Keimwachstum in der Probe stattfindet. Dadurch würden Ergebnisse verfälscht werden. Es werden die folgenden Eigenschaften/Werte des Wasser überprüft:

- GERUCH:** Schon über den Geruch lassen sich ungewollte Bestandteile und Verunreinigungen identifizieren.
- TRÜBUNG:** Einige makroskopische Schwebeteilchen lassen auf einen Blick einen Schluss auf Kupfer- oder Eisenkonzentrationen zu. Ebenso können größere Fremdpartikel aus Beschädigungen der Anlage oder Kalkbrocken erkennbar sein.
- PH-WERT:** Veränderungen in diesem Wert haben Einfluss auf die Wirksamkeit von Bioziden oder auf Stoffgleichgewichte. Auf Grund der eindosierten Stoffe muss es eine Tendenz des pH-Werts (nach oben oder unten vom Wert des unbehandelten Wassers) geben, so dass hier eine Unter- oder Überdosierung bereits vermutet werden kann. Ist diese ausgeschlossen bedarf es der Justierung der Dosiermengen.
- LEITWERT:** Dieser Wert erlaubt Aufschluss über die Konzentration der Ionen im Wasser allgemein und muss entweder sehr niedrig sein (vollentsalztes Wasser) oder in einem bestimmten Verhältnis zu anderen Wasserproben aus demselben System stehen. Zum Beispiel darf der Leitwert nach einer Enthärtung nicht stark vom Wasser davor abweichen, da kein Entfernen von Salzionen geschieht, sondern nur ein Austausch bei gleichbleibender Ladungswertigkeit. Ein Ansteigen des Leitwerts deutet darauf hin, dass die Regenerationslösung in den Entnahmekreislauf einbricht oder ähnliche Effekte auftreten.
- GESAMTHÄRTE:** Die Kontrolle dieses Wertes dient der Überprüfung der Wirksamkeit einer Enthärtung.
- CARBONATHÄRTE:** Das gleiche gilt für die Carbonathärte, nur dass hier die Wirksamkeit einer Entcarbonisierung auf dem Prüfstand steht.
- KEIMZAHL:** Der eigentliche Kennwert sind die Kolonienbildende Einheiten (KBE) und wird mit Hilfe eines Testsets durchgeführt. Das Wasser wird auf einen Nährboden aufgebracht und wird eine definierte Zeit in einem Brutkasten bei 30 ° C gelagert. Wachsende Keime bilden farbige und farblose Erhebungen auf dem Nährboden, deren Größe und Anzahl durch Vergleich mit Referenzbildern eine grobe Einordnung in eine KBE-Klasse zulassen.
- PRODUKTMENGE:** Um zu gewährleisten, dass ein verwendetes Inhibierungsprodukt wirksam wird, muss sich eine gewisse Konzentration im Wasser befinden. Diese Konzentration wurde bei der Auslegung festgelegt und wird nun mit dem Messwert verglichen. Über- und Unterdosierungen sind so leicht feststellbar.

AOX: Die Menge an adsorbierbaren organisch gebundenen Halogenen wird bestimmt als Kennwert für die mögliche Belastung mit toxischen Halogenverbindungen (unter anderem Dioxine). Mit Hilfe von Aktivkohle werden organische Verbindungen ausgefiltert und die bei der Verbrennung entstehenden Halogenwasserstoffe gemessen. Da ebenfalls ungiftige organische Halogenverbindungen in den AOX-Wert Eingang finden, sind sie nur ein Anhaltspunkt auf mögliche toxische Stoffe.

Die Vorgehensweise bei der Analyse ist in hauseigenen Handbüchern dokumentiert, die Geschäftsgeheimnisse enthalten, da Rückschlüsse auf die Zusammensetzung der Produkte möglich sind. Das Praktikum umfasste unter Anleitung und Aufsicht die Analyse verschiedener Werte. Die Stoffmengenbestimmungen wurden meist photometrisch durchgeführt, das heißt die Färbung einer Probe gemessen, nachdem ein Indikatorstoff hinzugegeben wurde.

Komplexere Analysen werden an ein Großlabor abgetreten, das gemeinsam von mehreren mittelständischen Wasseraufbereitern unterhalten wird. Dies ist wesentlich kostengünstiger als ein vollständiges Labor selbst zu betreiben.

Für die Einsätze vor Ort beim Kunden werden im Labor die Testbestecke vorbereitet, die in den meisten Fällen im Haus entwickelt wurden.

LITERATUR

- Epple, Ulrich (2005). »Kommunikationssysteme«. In: Einführung in die Prozessleittechnik. Lehrstuhl für Prozessleittechnik, RWTH Aachen.
- Marquardt, Wolfgang (2005). *Prozessentwicklung in der Verfahrenstechnik*. 3. Aufl. Lehrstuhl für Prozesstechnik, RWTH Aachen. 265 S.
- Melin, Thomas und Robert Rautenbach (2007). *Membranverfahren*. 3. Aufl. Berlin: Springer. 584 S. ISBN: 978-3-54034-327-1.
- Modigell, Michael (2004). *Mechanische Verfahrenstechnik*. 2. Aufl. Institut für Verfahrenstechnik, RWTH Aachen. 199 S.
- Roeske, Wolfgang (2007). *Trinkwasserdesinfektion*. Hg. von Klaus Ritter. 2. Aufl. München: Oldenbourg Industrieverlag. 124 S. ISBN: 978-3835631199.
- Schröder, Wolfgang (2000). *Fluidmechanik*. Hg. von Aerodynamisches Institut, RWTH Aachen. 2. Aufl. Bd. 3. Aachener Beiträge zur Strömungsmechanik. Aachen: Wissenschaftsverlag Mainz. ISBN: 978-3-8607-3802-3.