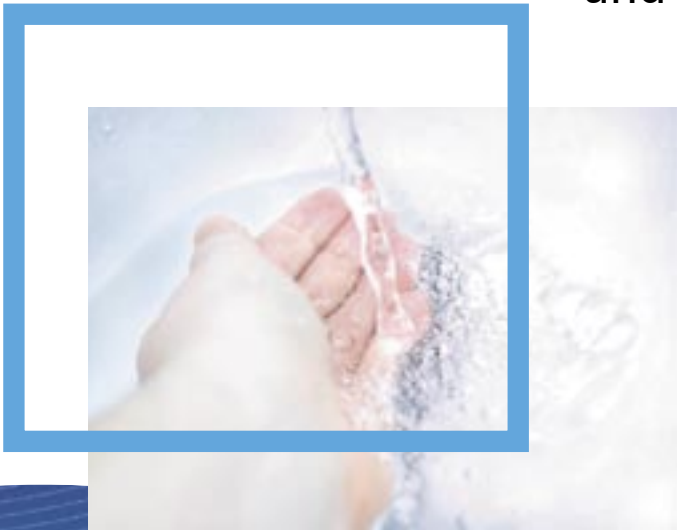

Intelligente Optimierung von Wasser- und Abwasserprozessen



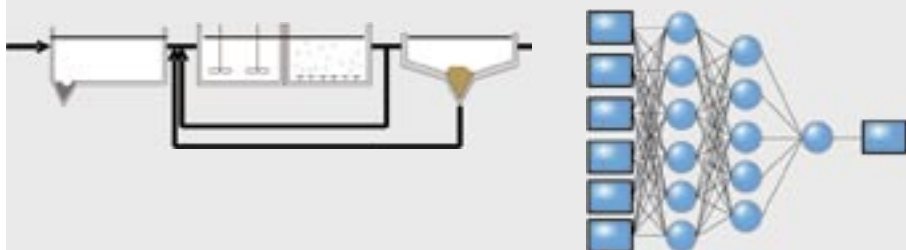
anwatune

Wo Disziplinen aufeinander treffen, kann Neues entstehen. Wir haben die Technologie der **Künstlichen Neuronalen Netze** und der **Genetischen Algorithmen** mit der Verfahrenstechnik der Wasseraufbereitung, -verteilung, Abfluss-Steuerung sowie Abwasserbehandlung kombiniert. Entstanden sind Lösungen, die die modellbasierte Optimierung von Anlagen wirtschaftlich höchst attraktiv machen. Die Reduzierung von Schadstoff-Frachten für die Umwelt, bei gleichzeitiger Einsparung von Aufwand und Kosten, haben wir uns zum Ziel gesetzt!

Unser Slogan:
Vom
Datenfriedhof...



... zur optimierten Anlage!



Wer sind wir?

Das Unternehmen aquatune wurde als GmbH gegründet und ist Teil eines leistungsstarken Netzwerks. Alle Gründer und Mitarbeiter von aquatune besitzen langjährige Erfahrungen in der Automatisierung und Optimierung von technischen und kommerziellen Prozessen. Wir sind getrieben von der Idee, durch die Anwendung der richtigen Technologien die Prozesse zu optimieren, die sich bisher einer ökonomisch sinnvollen Optimierung entzogen haben.

Unser Geschäft

Wir beschäftigen uns mit der Entwicklung und Vermarktung von Produkten und Dienstleistungen im Bereich der verfahrenstechnischen Prozessoptimierung.

Wir optimieren alle Prozesse, die mit Wasser zu tun haben, von der Quelle über die Aufbereitung und Verteilung bis zur Kläranlage.

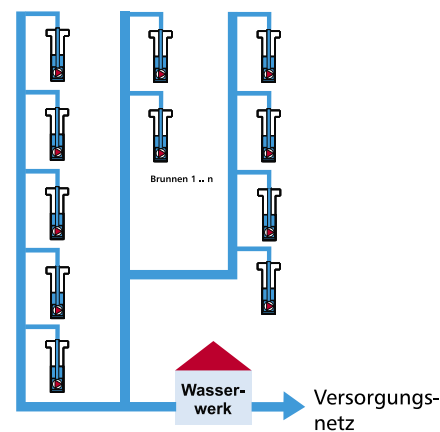
Die Situation in Deutschland ist dadurch gekennzeichnet, dass kaum noch neue Anlagen gebaut werden. Allerdings liegen im Betrieb der be-

stehenden Anlagen noch erhebliche Einsparpotentiale, die durch eine „intelligente Fahrweise“ erschlossen werden können.

Zudem haben eine Reihe von aktuellen gesetzlichen Maßnahmen zur Verschärfung von Grenzwerten eine markttreibende Wirkung. Innovative Softwaretechnologien ermöglichen eine solche „Intelligente Fahrweise“.

Wasseraufbereitung (Beispiel Brunnensteuerung)

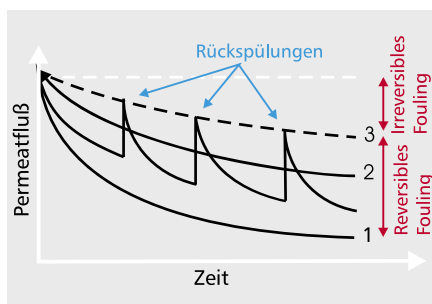
Die Steuerung eines vernetzten Systems von Brunnen unterschiedlicher Ergiebigkeit zur Deckung eines bestimmten Rohwasserbedarfs ist keine leichte Aufgabe. Ein (Neuronales) Modell des Brunnensystems kann in Verbindung mit einem Genetischen Optimierer diese Herausforderung meistern. Und dieses Modell ist wesentlich leichter zu erstellen, als ein physikalisches / hydraulisches Modell.



Wasseraufbereitung (Beispiel: Membranfiltration)

Eine Membranfilteranlage muss regelmäßig rückgespült werden, um ihre Leistungsfähigkeit zu behalten. Die Kunst liegt nun darin, die Rück-

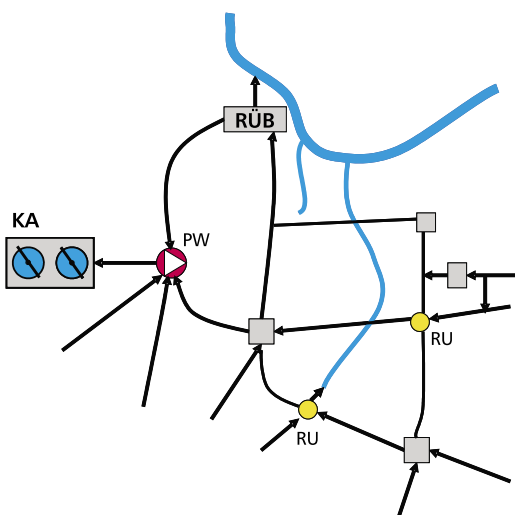
spülzeitpunkte, -häufigkeit, -intensität so zu steuern, dass die Produktivität der Anlage maximal und die Energie- und Betriebsmittelkosten minimal werden. In der Praxis meist durch feste zeitliche Abläufe gelöst, führt auch hier die Modellbildung und anschließende genetische Optimierung zu wesentlichen Verbesserungen.



- 1 : keine Rückspülung
- 2 : Mittlerer Permeatfluß mit Rückspülung
- 3 : Maximaler Permeatfluß nach Rückspülung

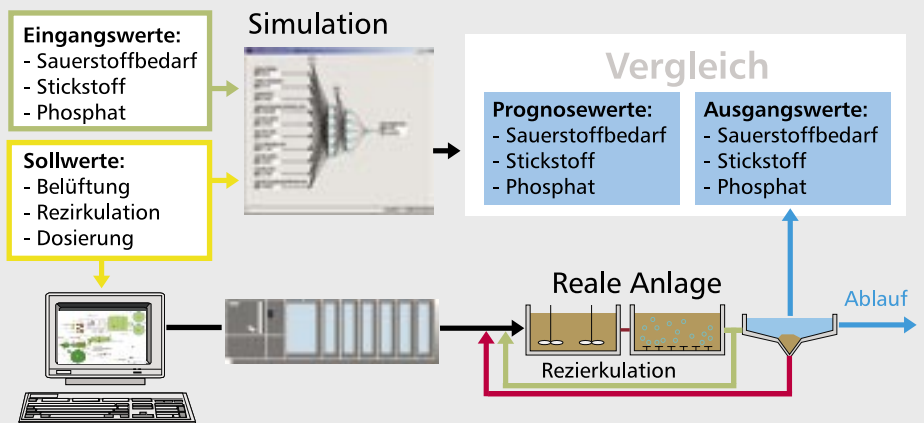
Abwasser- und Niederschlagswasserableitung

In vielen Kanalnetzen lassen sich die vorhandenen Pufferkapazitäten wesentlich besser nutzen, wenn sie nicht fest eingestellt, sondern intelligent geregelt werden. Damit lassen sich viele tausend Tonnen von schädlichen Frachten, die bei Abschlägen unbehindert in die Natur laufen, vermeiden.



Abwasserbehandlung (Kläranlagen)

Die sichere Einhaltung von Grenzwerten bei gleichzeitig wirtschaftlichem Einsatz von Energie und Betriebsmitteln (Fällmittel, Flockungsmittel, Kohlenstoffquellen...) ist für den Menschen eine große Herausforderung. Lösungen auf der Basis von physikalischen Modellen haben sich aufgrund des Aufwands und der Komplexität bisher nicht durchgesetzt. Neuronale Modelle der Belebungsanlagen und / oder der Schlammbehandlung helfen zuverlässig, den jeweils optimalen Betriebszustand zu erreichen. Die Qualität der Ergebnisse geht dabei weit über die von einfachen Redox-Reglern hinaus.



Handelt es sich sogar um eine Anlage in Festbett-Technologie, so versagen Regelungskonzepte, die auf der Messung von Sauerstoffkonzentrationen und Redoxpotentialen beruhen, völlig. Hier hilft der „datengetriebene Ansatz“ der Modellbildung durch ein Künstliches Neuronales Netz.

Technologie

Im Bereich der Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung gibt es eine ganze Reihe von Prozessen hoher Komplexität, wie beispielsweise die biochemischen Abbauprozesse in den Belebungsstufen moderner Kläranlagen.

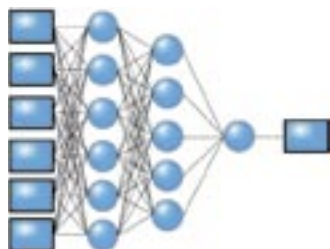
Diese Prozesse sind entweder noch nicht komplett verstanden, oder die aus dem grundlegenden Verständnis heraus entwickelten Modelle sind sehr komplex (viele Gleichungen, noch mehr Parameter). Daher werden diese Prozesse heute mit einfachen Reglern, Erfahrungswerten und Plausibilitätsregeln gesteuert. Das funktioniert teilweise so-

gar recht gut. Allerdings hängt die Qualität der Ergebnisse stark von der Erfahrung und dem Engagement der beteiligten Anlagenfahrer ab. Auch kommt es immer wieder aufgrund von besonderen Belastungssituationen (z.B. im Herbst durch Weinkampagnen) zu Ausreißern, wenn nicht sogar zu Grenzwertüberschreitungen. Da die Anlagen nicht am möglichen Optimum fahren, werden außerdem zu viel Energie und Betriebsmittel aufgewendet. Der Bedarf nach besseren Methoden der Regelung komplexer Prozesse ist also gegeben. Die Lösung liegt in der Anwendung moderner Softwaremethoden, die

genau für die Beherrschung von Komplexität entwickelt wurden: Künstliche Neuronale Netze, Genetische Algorithmen und Fuzzy-Logik. Und dies durchaus in Kombination mit konventionellen Methoden der Regelungstechnik und Statistik.

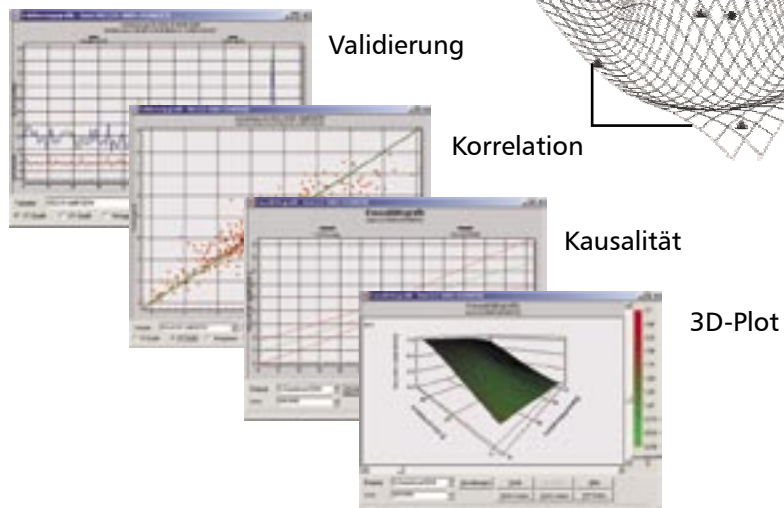
Neuronale Netze

Künstliche Neuronale Netze (kurz: KNN, engl. artificial neural networks – ANNs) haben ihren Namen aus der Analogie zur Modellvorstellung, die wir von der Funktionsweise des menschlichen Gehirns haben. Sie sind ein mathematisches Gebilde (Netz), das aus einer nahezu beliebig komplexen, nichtlinearen Funktion besteht, deren Parameter von einem „Lernverfahren“ iterativ so lange variiert werden, bis ein gewünschtes Verhalten gegeben ist. Aus anliegenden Eingangsinformationen ermittelt das KNN eine Ausgangsinformation. Ist das KNN darauf „trainiert“ worden, sich wie ein bestimmter verfahrenstechnischer Prozess zu verhalten, dann spricht man auch vom KNN als einem Modell des Prozesses. In der Regel wird ein solches Modell als Prognose-system benutzt.



Künstliche Neuronale Netze stehen in dem Ruf, undurchsichtige „Black Boxes“ zu sein. Das liegt daran, dass die Prozesszusammenhänge, die das Netz gelernt hat, in den vielen ver-

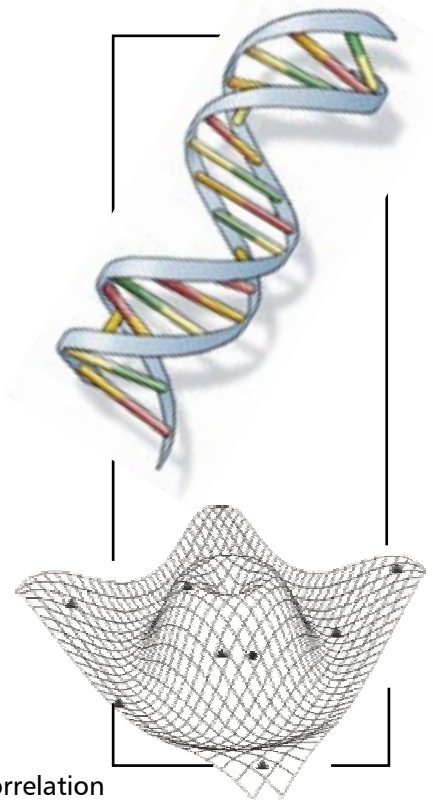
schiedenen Parametern des Netzes stecken und so für den Menschen nicht direkt interpretierbar sind. Allerdings hat unser Partner, die Firma ATLAN-tec, in den letzten Jahren mächtige Werkzeuge entwickelt, mit denen sich das erzeugte Modell von allen Seiten her durchleuchten lässt. Von der Validierung über die Korrelationsanalyse, diverse statistische Analysen, Kausalitätsgrafiken bis hin zu beliebigen 3-dimensionalen Schnitten durch den Zustandsraum stehen diese Werkzeuge auf Knopfdruck zur Verfügung, und machen das Netz bzw. Modell so transparent, wie man es sich nur wünschen kann. Schon mancher Experte hat sich gewundert und seine Meinung über bestimmte Prozesszusammenhänge revidiert, nachdem die Kausalitätsanalyse von NeuroModel seine Meinung widerlegt hatte...



Genetische Algorithmen

Die Genetischen Algorithmen (GA) haben ihren Namen ebenfalls aus der Analogie zu einer Modellvorstellung, die wir von der Funktionsweise der Natur haben. Diesmal ist es unsere Vorstellung von der Evolution. Konzepte wie Mutation und Auslese werden in mathematischen Verfahren nachgeahmt, die zur Lösungsfindung eingesetzt werden können.

Sie haben überall dort Vorteile, wo die analytische Suche aufgrund der Komplexität zu aufwändig oder gar hoffnungslos ist.



In Verbindung mit einem KNN als Modell eines technischen Prozesses kann man einen GA z.B. einsetzen, um den Satz von Einstellwerten für den Prozess zu finden, der eine definierte Zielfunktion minimiert. Diese Zielfunktion könnte beispielsweise lauten: Finde die Einstellung, die zu einer sicheren Einhaltung der Grenzwerte (z.B. Überwachungs-

werte - 15%) gewährleistet und dabei den Energieeinsatz sowie den Einsatz von Methanol und Fe(III)Cl minimiert.

Man kann die Einstellwerte, die das System findet, von Hand oder auch automatisch in das Prozessleitsystem eingeben. In jedem Fall läuft die Anlage anschließend so nah am theoretischen Optimum, wie es praktisch möglich ist.

Fuzzy-Logic

Das Ergebnis des Entwurfs eines Fuzzy-Logic-Systems ist im mathematischen Sinne identisch zum Ergebnis des Entwurfs eines Künstlichen Neuronalen Netzes (techn. gesprochen liefern beide Verfahren ein nichtlineares, statisches Kennfeld). Im Gegensatz zum KNN, das selbständig aus den gegebenen Daten „lernt“, muss ein Fuzzy-System allerdings explizit entworfen werden. Dies geschieht mittels der Formulierung von Wenn-Dann-Regeln, wobei sogenannte „linguistische Variable“, d.h. umgangssprachliche Werte benutzt werden. Dies kommt der menschlichen Denkweise entgegen.

Sinnvoll kann die Kombination der beiden Technologien KNN und Fuzzy-Logic sein, um beispielsweise mit dem KNN ein Modell des Prozesses zu bilden, das genutzt wird, um den Prozess mit Hilfe von Fuzzy-Logic-Regeln zu führen.

Konventionelle“ Technologien

Selbstverständlich beherrschen wir auch alle „konventionellen“ Technologien, wie z.B. Automatisierungstechnik, Prozessleittechnik und Datenbanktechnologien.

Stärken / Vorteile

Durch die Modellbildung mit realen Daten vor der eigentlichen Projektrealisierung besteht im Vorfeld sehr große Sicherheit bzgl. der Erreichbarkeit der vorgegebenen Ziele. Damit wird das Projektrisiko extrem minimiert.

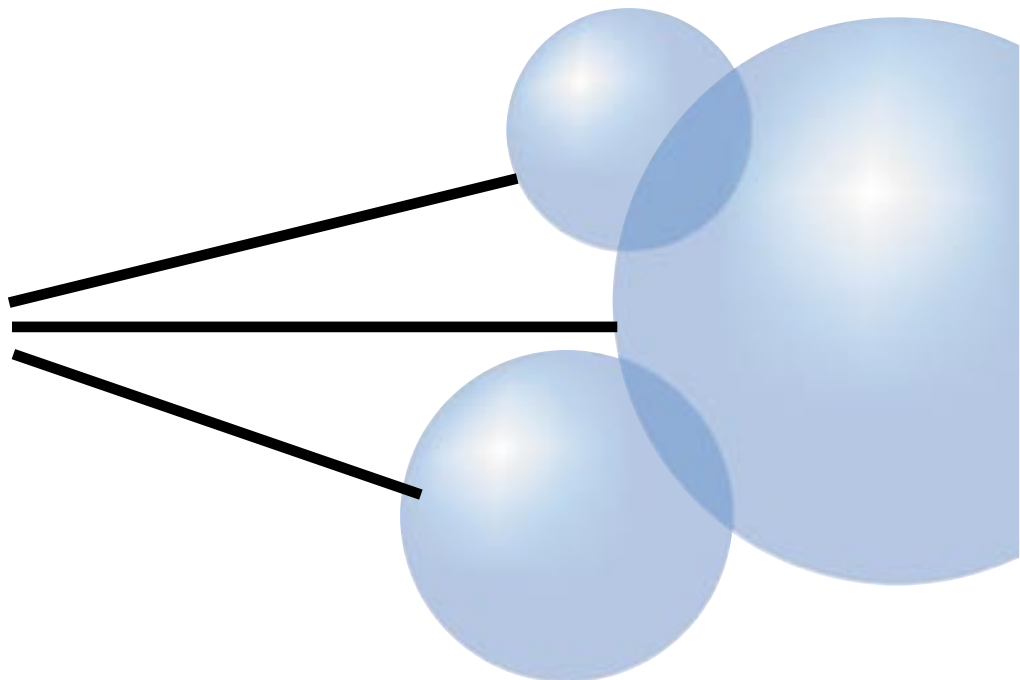
Aufgrund des datengetriebenen Ansatzes liegen die erzielten Ergebnisse deutlich näher am theoretisch erreichbaren Optimum, als bei einem empirischen Ansatz (Fuzzy-Logik). Der Gesamtaufwand für die Realisierung liegt deutlich unter dem Aufwand für eine empirische Fuzzy-Lösung und drastisch unter dem Aufwand für eine konventionelle Lösung auf der Basis von physikalischen Modellen (ASM, ...). Damit wird die Wirtschaftlichkeit der Prozessoptimierung erreicht. Das patentierte Verfahren Security-Net stellt sicher, dass Sie jederzeit eine statistisch gesicherte Aussage über die Gültigkeit der Prognosewerte des Modells erhalten.

Nutzen

Ihr Nutzen besteht in der, teilweise erheblichen, Einsparung von Energieeinsatz und Betriebsmitteln sowie der größeren Sicherheit in der Erreichung der vorgegebenen verfahrenstechnischen Grenzwerte. Durch Bearbeitung der Daten der betreffenden Anlagen kann Ihnen das erwartete wirtschaftliche Potenzial vorgerechnet werden:

- Reduzierte Ablaufwerte
- Reduzierter Betriebsmitteleinsatz
- Reduzierter Energieeinsatz
- Erhöhte Sicherheit

Bei Anwendung des § 10, AbwAG kann die Investition mit den Abwasserabgaben der vergangenen drei Jahre verrechnet werden. Die Voraussetzung dafür: Das Erreichen einer Reduzierung von mindestens 20 % eines Überwachungswertes. Dies wird von aquatune nach einer kostenlosen und unverbindlichen Analyse garantiert.



Referenzen

Die Referenzen unseres Partners ATLAN-tec in wassertechnischen, aber auch anderen verfahrenstechnischen Anlagen zeigen die weite Verbreitung und das große Potential unserer Technologien:

ABB AG, Mannheim
AEW-Plan GmbH, Köln
Akzo Nobel AG, Obernburg
Bachofen AG, Uster (CH)
Babcock Anlagenbau GmbH, Oberhausen
BASF AG, Ludwigshafen
Bayer AG, Dormagen
Bayer AG, Krefeld
Bayer AG, Leverkusen
Beiersdorf AG, Hamburg
Biochemie GmbH, Kundl (A)
Boehringer Mannheim, Penzberg
BSL Olefinverbund AG, Merseburg
Celanese GmbH, Werk Ruhrchemie, Oberhausen
Cerestar Ltd., Manchester (GB)
CIBA Spezialitätenchemie GmbH, Lampertheim (D) + Pratteln (CH)
Condea Chemie GmbH (RWE-DEA), Brunsbüttel
Daimler-Benz AG, Hamburg
Degussa AG, Hanau
Deutsche Babcock Anlagen GmbH, Oberhausen
Deutsche EXXON Chemical GmbH, Köln
Deutsche Shell AG, Köln
Dr. Karl Thomae GmbH, Biberach
EFFEM GmbH, Verden
Elektromark AG, Hagen
Elenac GmbH, Werk Wesseling
ENKA GmbH & Co.KG, Heinsberg
Erasmus Universität Rotterdam
EUDIG AG, Dillenburg
EWE AG, Oldenburg
Heidelberger Zement GmbH, Heidelberg
Heineken BV, Zoeterwoude (NL)
Henkel KGaA, Düsseldorf
Hoechst Research & Technology GmbH & Co.KG, Frankfurt
Hoffmann-La Roche AG, Grenzach-Wyhlen
Hüls Infracor GmbH, Marl
ICA GmbH, Hannover
InfraServ GmbH & Co.KG, Wiesbaden
Intersnack GmbH & Co.KG, Köln
ISW, Wädenswil (CH)
Keller GmbH, Ibbenbüren
Kerr-McGee Pigmente GmbH & Co.KG, Krefeld
KHD GmbH, Köln
Klöckner Möller GmbH, Bonn
Krupp Uhde GmbH, Dortmund
Leybold Systems GmbH, Hanau
Merck KGaA, Darmstadt
MiRO Mineralöl Raffinerie GmbH & Co.KG, Karlsruhe
Mercedes Benz AG, Bremen
NGW Niederrheinische Gas- und Wasserwerke, Duisburg
NIS GmbH, Hanau
OWA Odenwald Faserplattenwerke GmbH, Amorbach
Peroxid-Chemie GmbH, Pullach
Polymerlatex GmbH & Co.KG, Marl
Rheinische Olefinwerke GmbH, Wesseling
Raffinerieverband Vohburg Ingolstadt (RVI, BP, AGIP)
RWE Energie, Wesseling
Sachtleben Chemie GmbH, Duisburg
Sartorius AG, Göttingen
Schering AG, Bergkamen + Berlin
Solvay Deutschland GmbH, Hannover
STEAG u. VEW oHG, Bergkamen
Stockhausen Chemie GmbH & Co.KG, Krefeld
Sycon GmbH, Schwalmthal
TDE GmbH, Durmersheim
Wacker Siltronic AG, Burghausen
Waeschle Maschinenfabrik GmbH, Ravensburg
Witco GmbH, Bergkamen



aquatune

aquatune – Dr. Gebhardt & Co. GmbH
Untig Mühl
65326 Aarbergen
Tel.: +49 (0) 6120 – 9043 – 47
Fax: +49 (0) 6120 – 9043 – 48

Internet: www.aquatune.de
Email: info@aquatune.de

