

SUMMENPARAMETER BEI DER BEMESSUNG VON KLÄRANLAGEN

Peter Baumann

1. EINLEITUNG

Zur Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen (Überwachungswerte) [1,14] im Kläranlagenablauf ist eine Dimensionierung der Abwasserreinigungsanlagen unter Berücksichtigung der geforderten Ablaufwerte als auch der Belastung mit Schmutz- und Nährstoffen unabdingbar.

Nur durch eine gezielte Analytik des Abwassers ist es deshalb möglich,

- das der Kläranlage zugeführte Abwasser ausreichend zu charakterisieren
- dann das richtige Bemessungsverfahren zu wählen
- und die Dimensionierung der Reaktoren durchzuführen

Zur Charakterisierung des Abwassers und zur Durchführung der Bemessung werden vor allem die sogenannten **Summenparameter** verwendet. Zu unterscheiden sind dabei solche, die den absoluten Gehalt einer Stoffgruppe beinhalten (bspw. N_{ges}) und andere, die eine Wirkungsgröße darstellen (bspw. BSB₅ und CSB). Während bei den ersteren grundsätzlich auch unterschiedliche analytische Wege zum Ziel führen können, ist bei der zweiten Art das Ergebnis an das Analyseverfahren gebunden [8].

Zur Erhebung und Auswertung des notwendigen Datenmaterials bei der Ermittlung der Bemessungsgrundlagen wurden verschiedentlich Richtlinien aufgestellt [2]. Grundsätzlich sollten dabei möglichst viele, aktuelle und zuverlässige Datenreihen verfügbar sein.

Die Bemessung von Belebungsanlagen erfolgt dann in der Regel aufgrund des ATV-Arbeitsblattes A 131 [3] oder alternativ nach dem Ansatz der Hochschulgruppe (HSG). Die prinzipielle Vorgehensweise ist ähnlich und unterscheidet sich hauptsächlich in der Bemessung der Stickstoffelimination (Denitrifikation). Im Einzelfall können zur Dimensionierung von Kläranlagen oder zur Absicherung der

Bemessung auch Versuchsanlagen - vorzugsweise im halbtechnischen Maßstab - betrieben werden.

2. SUMMENPARAMETER ZUR BEMESSUNG VON KLÄRANLAGEN

2.1 Sonderuntersuchungen und Eigenkontrolle

Tabelle 1 zeigt eine Übersicht derjenigen Summenparameter, die zur Bemessung von kommunalen Kläranlagen aufgrund des festgelegten Bemessungsganges **unbedingt notwendig** sind. Zusätzlich sind auch die Parameter aufgeführt, welche bei der Bemessung der Kläranlage als **wünschenswert** angesehen werden. Letzgenannte dienen zur besseren Charakterisierung des Abwassers und erleichtern die Wahl und Durchführung der Bemessung. Weitere Parameter werden zur Zeit aus verschiedenstlichen Gründen propagiert, ohne daß diese jedoch bisher in den gängigen Bemessungsrichtlinien genannt sind.

| Tabelle 1: Summenparameter bei der Bemessung von Kläranlagen (Zulauf) | | | | | | |
|---|------------------------------------|----|----|-------------------------|---|------------------|
| | Parameter | EK | SU | "Faustwert" (g/EW*d) | f. Bemessung | DIN (Auswahl) |
| notwendig | fBSB ₅ , f _c | o | ++ | 60 | V _{BB} , c _B , O ₂ | 38409-H 51 |
| | fTS _o | - | ++ | 0,8 * BSB ₅ | c _B | 38409-H 2-2 |
| | fTKN, f _n | - | ++ | 11 | V _{BB} , O ₂ | EN 25663 H 11 |
| | fP _{ges} | + | + | 1,8 | c _P | 38405-D 11-4 |
| wünschens- wert | fCSB | ++ | ++ | 120 | | 38409-H 41 |
| | fNO _x -N | - | + | 0 | | |
| | fNH ₄ ⁺ -N | ++ | + | 0,75 * TKN | | 38406-E 5-1 |
| | fPO ₄ ³⁻ -P | + | + | 0,65 * P _{ges} | | |
| | K _{s4,3} | - | + | | K _{s4,3} | 38409-H 7-1-2 |
| propagiert | HAc _{aq} | - | o | | | |
| | TOC | - | - | | | 38409- H 3-1 |
| | SAK | - | - | | | |
| | BSB ₇ | - | - | | | |

- kaum durchgeführt
- o öfters durchgeführt
- + oft durchgeführt
- ++ sehr oft durchgeführt

- EK - Eigenkontrolle
- SU - Sonderuntersuchung
- f.- Fracht

Die Bestimmung der genannten Parameter erfolgt einerseits im Rahmen der

- freiwilligen und behördlich vorgeschriebenen Eigenkontrolle (EK) des Betriebspersonals und einer
- einmaligen Sonderuntersuchung (SU) zur Ergänzung der vorliegenden Daten

Leider unterscheiden sich Häufigkeit und Art der Probenahme sowie die angewandten Analyseverfahren aber oft sehr deutlich. Tabelle 1 zeigt, daß die Parameter, welche direkt in die Bemessung eingehen, durch die Messungen im Rahmen der Eigenkontrolle des Betriebspersonals überhaupt nicht alle zur Verfügung gestellt werden können. Die dabei vorhandenen Daten liegen allerdings oft in relativ großen Datensätzen (52 bis 365 Werte/Jahr) vor. Durch die Sonderuntersuchung werden diese Daten der Eigenkontrolle verifiziert und ergänzt. Da hier aus Kostengründen meist nicht mehr als 25-50 Datensätze erhoben werden können und der Zeitraum der Sonderuntersuchung begrenzt ist (3 - 6 Wochen), wird oft durch Verhältnisbildung einzelner Parameter das Abwasser charakterisiert und auf die vorhandenen, größeren Datensätze der Eigenkontrolle übertragen.

In Bundesländern, bei denen die Eigenkontrolle vorzugsweise auch im Zulauf nur mit Stichproben ausgeführt wird, ist ein direkter Bezug mit den Daten aus der Sonderuntersuchung (aus 24-h-Mischproben) kaum möglich. Hier muß die Sonderuntersuchung entsprechend erweitert werden.

Grundsätzlich problematisch ist die Wertung der Analyseergebnisse, wenn große Unterschiede zwischen Meßwerten aus der Eigenkontrolle (Betriebsanalytik) und der Sonderuntersuchung (meist durch externe Labors) auftreten. Beide Analyseverfahren sind dann zu überprüfen. Während die Übereinstimmung bei den Parametern $\text{NH}_4^+\text{-N}$, CSB und $\text{NO}_3\text{-N/NO}_2\text{-N}$ recht gut ist, können insbesondere beim BSB_5 und P_{ges} erhebliche Differenzen auftreten. Bei feststoffreichen Proben erweist sich die ausreichende Homogenisierung der Proben auch für chemische Laboratorien als nicht immer einfach.

Letztendlich obliegt es dem Planer, sich für die richtigen Bemessungswerte zu entscheiden. Ausreichende Kenntnis der Zusammenhänge und der Analyseverfahren sind dabei hilfreich. Zu beachten ist auch, daß die zur Frachtermittlung notwendige Zuflußmessung auch große Unsicherheiten aufweisen kann.

Die Abschätzung der Kläranlagenbelastung aufgrund der angeschlossenen Einwohnerwerte (EW) ist bei Anlagen über 5.000 EW trotzdem nicht mehr zeitgemäß und deshalb abzulehnen. Allerdings sind bestimmte "Faustwerte" (vgl. Tabelle 1) ebenso wie die Angaben zum Wasserbezug im Einzugsbereich der Kläranlage zur

Plausibilitätsprüfung der ermittelten Belastungswerte heranzuziehen. Bei gravierenden Abweichungen ist die Ursache zu erforschen und entsprechend zu berücksichtigen. Dabei ist auch zu prüfen, ob das gewählte Bemessungssystem für das vorliegende Abwasser überhaupt geeignet ist.

In Tabelle 2 sind beispielhaft die Meßergebnisse einer Kläranlage (Abl. Vorklärung) aus dem Jahre 1994 Meßergebnissen eines externen Labors gegenübergestellt. Tendenziell liegen die CSB-Werte bei der Eigenkontrolle zum Teil deutlich höher als bei der Analyse nach DIN. Dieser Umstand ist hier wahrscheinlich auf eine mangelnde Homogenisierung der Proben zurückzuführen.

| Datum | CSB (mg/l) | | | NH ₄ ⁺ -N (mg/l) | | |
|-------|------------|-----|--------|--|------|---------|
| | Ext. | KA | +/- | Ext. | KA | +/- |
| 21.09 | 276 | 300 | - 08 % | 35,2 | 24,4 | + 44 % |
| 22.09 | 301 | | | 38,1 | | |
| 23.09 | 184 | 310 | - 41 % | 32,4 | 16,0 | + 103 % |
| 24.09 | 236 | | | 35,1 | | |
| 25.09 | 172 | | | 37,1 | | |
| 26.09 | 114 | 270 | - 58 % | 21,2 | 16,8 | + 38 % |
| 27.09 | 106 | | | 21,2 | | |
| 28.09 | 166 | 170 | - 02 % | 33,1 | 24,0 | + 38 % |
| 29.09 | 181 | | | 36,5 | | |
| 30.09 | 137 | 260 | - 47 % | 37,1 | 22,6 | + 64 % |
| 01.10 | 184 | | | 29,6 | | |
| 02.10 | 124 | | | 24,2 | | |
| 03.10 | 139 | | | 19,3 | | |
| 04.10 | 117 | 130 | - 10 % | 24,1 | 12,4 | + 94 % |
| 05.10 | 135 | | | 27,6 | | |
| 06.10 | 112 | 190 | - 41 % | 23,5 | 17,3 | + 36 % |
| 07.10 | 245 | | | 29,9 | | |
| 08.10 | 220 | | | 34,6 | | |
| 09.10 | 198 | | | 36,0 | | |
| 10.10 | 283 | 280 | + 01 % | 28,8 | 31,3 | - 08 % |
| 11.10 | 242 | | | 28,9 | 31,8 | - 09 % |
| 12.10 | 250 | 250 | + 00 % | 36,3 | 31,2 | + 16 % |

Bei der Bestimmung des NH₄⁺-N ergab sich nach einer Kontrolle des Analysenvorganges auf der Kläranlage, daß ein gerätespezifischer Faktor falsch gewählt war. Die Analysen wurden erst ab dem 10.10. korrekt ausgeführt, eine Übereinstim-

mung mit der Referenzanalyse ist dann bis auf +/- 10 Prozent gegeben.

Es ist unbedingt zu empfehlen, Plausibilitätsbetrachtungen durchzuführen und im Einzelfall unplausible Meßwerte auch nicht in die Auswertungen miteinzubeziehen. Dies gilt auch für BSB_5 -Werte im Kläranlagenzulauf, die über dem entsprechenden CSB aus der gleichen Probe liegen.

2.2 Organische Belastung des Abwassers

Die organische Belastung des Abwassers wird über die Summenparameter BSB_5 (Biochemischer Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen) und CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf) abgeschätzt. Für die standardisierte Bemessung von Belebungsanlagen in Deutschland und Österreich ist der BSB_5 maßgebend, obwohl andere Länder den CSB bevorzugen. Beide Parameter stellen eine sogenannte "Wirkungsgröße" dar, dessen Ergebnis an das verwendete Verfahren gebunden ist [8].

Der BSB_5 ist besonders für die Beurteilung des Sauerstoffhaushaltes eines Vorfluters oder des erforderlichen O_2 -Bedarfes bei der biologischen Abwasserreinigung geeignet, liefert aber keine Aussage über die Gesamtmenge der organischen Substanz [12].

Als CSB wird der Sauerstoffbedarf gemessen, der unter genormten Bedingungen für eine weitestgehende chemische Oxidation der organischen Substanz zu CO_2 benötigt wird. Der CSB kann dabei nicht in die Menge organischer Substanz umgerechnet werden, da im allgemeinen die Bruttozusammensetzung der organischen Substanz nicht bekannt ist [12].

Beide Summenparameter befinden sich aus unterschiedlichen Gründen für die Bemessung von Kläranlagen in der Diskussion.

Obwohl der BSB_5 den zentralen Parameter für die Bemessung nach dem ATV-Arbeitsblatt A 131 oder dem HSG-Ansatz darstellt, ist seine Reproduzierbarkeit deutlich geringer als die des CSB. Das verwendete Analysenverfahren hat bei der BSB_5 -Bestimmung einen großen Einfluß auf das Ergebnis (vgl. [15]). Die Probenaufbewahrung sowie der Zeitablauf der Bestimmung (5 Tage) erschweren zusätzlich den organisatorischen Ablauf des jeweiligen Untersuchungslabors.

Aus diesen genannten Gründen werden in der Regel im Rahmen der freiwilligen Eigenkontrolle deutlich weniger BSB_5 -Bestimmungen als CSB-Bestimmungen durchgeführt. Damit ist die vorhandene Datendichte natürlich auch geringer als

beim CSB. Deshalb wird zur Datenermittlung bei der Bemessung (analog zu NH_4^+ -N/TKN) in der Praxis der Weg gewählt, in einer Sonderuntersuchung den BSB_5 und CSB zu bestimmen und mit Hilfe des mittleren BSB_5 -/CSB-Verhältnisses auf den BSB_5 im Zulauf zurückzurechnen (vgl. [11]).

Auch die CSB-Bestimmung nach DIN 38409 T 41 ist umstritten. Durch die Verwendung der hochquecksilber-, -silber- und chromathaltigen Chemikalien und dem aufwendigen Entsorgungsverfahren [9,10] wird verschiedentlich vorgeschlagen, den CSB durch die Bestimmung des TOC zu ersetzen [9,10]. Die TOC-Bestimmung ist zwar empfindlich, automatisierbar und nahezu chemikalienfrei, weist aber das Problem auf, daß die Feststoffe bei Messungen im Kläranlagenzulauf berücksichtigt werden müssen (homogenisierte Proben!). Weiterhin ist eine Betriebsanalytik durch den erforderlichen, instrumentellen Aufwand kaum möglich [13].

Insgesamt besteht in Deutschland die Tendenz, auch bei der Bemessung von Kläranlagen, den BSB_5 durch den CSB abzulösen. Inwieweit dieser Gedanke in die Neugestaltung des maßgeblichen ATV-Arbeitsblattes A 131 (ab 1997) eingehen wird, ist jedoch noch offen. Ein Ersatz des BSB_5 bzw. des CSB durch den TOC ist bei Messungen im Zulauf infolge der unsicheren Analytik unter Einbeziehung der Feststoffe, der fehlenden Betriebsanalytik sowie (trotz gegenteiliger Ansicht anderer Autoren [9,10]) des Mangels der Vergleichbarkeit von BSB_5 /TOC, CSB/TOC abzulehnen.

Im Falle einer Umstellung auf den TOC ist der letztgenannte Nachteil nur durch eine entsprechend erhöhte Probenanzahl auszugleichen.

Für die Parameter BSB und CSB stehen auch on-line-Meßgeräte zur Verfügung. Allerdings erfolgt die Messung aufgrund anderer Prinzipien als in den DEV vorgegeben. Die Analyseergebnisse von beispielsweise BSB-M3 -Meßgeräten oder des ARAS-Gerätes ist wie auch die UV-Extinktion für die Bemessung von Kläranlagen deshalb nicht heranzuziehen.

2.3 Stickstoffverbindungen

Die Bestimmung der Stickstoffverbindungen im Zulauf zur biologischen Stufe ist für die Auslegung der Kläranlage unabdingbar. Im Rahmen der Eigenkontrolle werden üblicherweise nur die Stickstoffverbindungen aus der gelösten Phase als

Ammonium-N ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) erfaßt. Da auch der organische Stickstoffanteil in der Belebung weitgehend zu Ammonium hydrolysiert wird, ist aber die Bestimmung des TKN ($\text{N}_{\text{org}} + \text{NH}_4^+\text{-N}$) notwendig. Der TKN (Total-Kjedahl-Nitrogen) wird üblicherweise während der Sonderuntersuchung erfaßt und dabei auch das $\text{NH}_4^+\text{-N/TKN}$ -Verhältnis ermittelt. Damit ist eine Rückrechnung auf den TKN-Gehalt der Eigenkontrollmessungen möglich.

Eine Alternative zu dieser Vorgehensweise stellen Küvettentests zur Bestimmung von N_{ges} dar, die aber erst seit wenigen Jahren auf dem Markt sind. Allerdings ist die Anwendung im Rahmen der freiwilligen Eigenkontrolle auf Kläranlagen eher noch die Ausnahme.

Weiterhin ist zur Bemessung von Kläranlagen unbedingt die Bestimmung des Gehaltes von oxidierten Stickstoffverbindungen ($\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$) im Zulauf zu empfehlen. Industrielle oder landwirtschaftliche Einflüsse können hier zu kontinuierlichen oder stoßweisen Nitratinleitungen führen, die bei der Bemessung der Kläranlagen zu berücksichtigen bzw. zu beseitigen sind. Zur Abschätzung der Problematik können auch Teststäbchen verwendet werden.

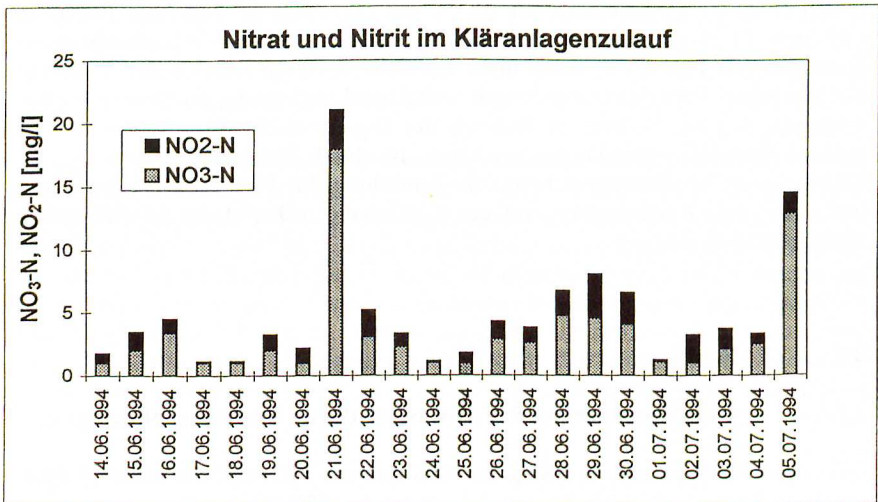


Bild 1: $\text{NO}_3\text{-N}$ und $\text{NO}_2\text{-N}$ im Zulauf einer kommunalen Kläranlage (24-h-Mischprobe)

Bild 1 zeigt den Gehalt an NO_x -N-Verbindungen im Zulauf einer kommunalen Kläranlage im Zeitraum einer Sonderuntersuchung. Die hohen Nitratwerte sind auf industrielle Einleitungen zurückzuführen. Der Einleiter wurde zwischenzeitlich identifiziert, Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratfrachten wurden eingeleitet.

Zur Bestimmung von N_{ox} -N ist noch anzumerken, daß die Bestimmung mittels UV-Absorption (auch mit entsprechender on-line-Analysentechnik) infolge des relativ hohen CSB im Zulauf in der Regel zu Mehrbefunden führen kann [6]. Die Bestimmung von Nitrat mittels einer nitratsensitiven Elektrode ist infolge von Querempfindlichkeiten anderer Ionen (insbes. Cl^-) ebenfalls problematisch [5,6].

2.4 Phosphorverbindungen

Zur Bemessung von Kläranlagen ist die Bestimmung von P_{ges} im Zulauf zur Ermittlung der spezifischen Überschussschlammproduktion aufgrund der geforderten chemischen bzw. biologischen Phosphatelimination notwendig. Der Gesamtphosphor setzt sich dabei aus gelöstem organischen Phosphor (oP_{ges}), Poly-Phosphaten (Poly-P), Orthophosphaten (PO_4^{3-}) und organisch gebundenem Phosphor (org. geb. P) zusammen. Die Bestimmung nur der gelösten Orthophosphatverbindungen (als $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$) ist daher nicht ausreichend, da im Bereich der Belebung die ungelösten Phosphorverbindungen weitgehend vollständig zu Orthophosphat umgesetzt werden. Sollten im Rahmen der Eigenkontrolle hier Werte für die gelösten Phosphatverbindungen vorliegen, ist durch Bestimmung von P_{ges} im Rahmen einer Sonderuntersuchung, die Ermittlung des $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}/\text{P}_{\text{ges}}$ -Verhältnisses und damit eine Rückrechnung auf die P_{ges} -Gehalte während der Eigenkontrolluntersuchungen möglich.

2.5 Sonstiges

2.5.1 Charakterisierung des Abwassers durch Verhältnisbildung

Neben der Bestimmung des BSB_5 , des CSB und des TKN und der daraus folgenden Berechnungen der vorhandenen Zulauffrachten (85%-Wert = Bemessungswert) ist auch für die Bemessung von Kläranlagen das Verhältnis der Summenparameter untereinander von großer Bedeutung.

Das BSB_5/CSB -Verhältnis wird als Maß für die biologische Abbaubarkeit des Abwassers herangezogen. Der Geltungsbereich des ATV-A 131 ist dabei bspw. so

weit eingeschränkt, daß ein BSB_5/CSB -Verhältnis von rund 0,50 vorausgesetzt wird. Dabei kann von einem BSB_5/CSB -Verhältnis von 0,60 bis 0,7 von einem vollständigen Abbau der gelösten Substanzen ausgegangen werden [11]. Bei deutlich ungünstigeren Verhältnissen als hier genannt ($BSB_5/CSB < 0,40$), müssen andere Bemessungskriterien oder Verfahrenstechniken (bspw. Durchführung von halbtechnischen Versuchen) herangezogen werden. In [7] finden sich zu dieser Thematik interessante Ansätze. Insgesamt wird diesem Umstand, daß die Abwassercharakteristik auch Auswirkungen auf das Bemessungsverfahren hat, leider bei den planenden Ingenieurbüros oft zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet.

Je nach N/BSB_5 -Verhältnis werden die Reaktoren zur Denitrifikation ausgelegt. Dabei ist zu beachten, daß bei einem N/BSB_5 -Verhältnis $> 0,25$ das ATV-Arbeitsblatt A 131 nur begrenzt anwendbar ist.

Da die genannte Verhältnisse neben der Charakterisierung des Abwassers auch für die Bemessung (Verfahren und Dimensionierung) an sich von Bedeutung sind (bspw. auch TS_0/BSB_5 -Verhältnis), führen Unsicherheiten oder Fehler bei der Bestimmung der einzelnen Parameter auch hier zu erheblichen Konsequenzen bei der Auslegung der Kläranlagen.

2.5.2 Biologische Abbaubarkeit

Aufgrund der standardisierten Bemessungsverfahren haben andere propagierte Summenparameter wie Organische Säuren (HAC_{iq}), Total Organic Carbon (TOC) und die UV-Extinktion bei der Grundlagenermittlung für die Erweiterung/Neubau von Kläranlagen kaum Platz. Zwar kann durch eine entsprechende Analytik das Abwassers besser charakterisiert werden, ein direkter Eingang in die Bemessung erfolgt jedoch nicht. Eine Ausnahme ist hierbei die Bestimmung der organischen Säuren (HAC_{iq}), mit denen ein Hinweis auf den Gehalt an biologisch leicht abbaubaren Wasserinhaltsstoffen gegeben werden kann. Bei relativ hohen Gehalten an organischen Säuren (≥ 40 mg/l) liegen günstige Voraussetzungen für eine erhöhte biologische Phosphatelimination vor (vgl. ATV-Arbeitsblatt M 208 [4]).

2.5.3 Feststoffe (TS_0)

Der Anteil der Feststoffe im Zulauf zur biologischen Stufe hat einen Einfluß auf die spezifische Überschussschlammproduktion und findet deshalb Eingang in die Bemessung von Belebungsanlagen. Der TS_0 wird durch Membranfiltration mittels

eines 0,45 µm-Filterers ermittelt. Da nur die wenigsten Kläranlagen über eine Einrichtung zur Druckfiltration besitzen, muß der TS_0 -Bemessungswert in der Regel im Rahmen der Sonderuntersuchung ermittelt werden.

2.5.4 Säurekapazität

Die Säurekapazität $K_{s4,3}$ ist ein Maß für das Puffervermögen des Abwassers gegen organischen und anorganische Säuren. Je höher die Säurekapazität des Abwassers ist, desto geringer ist die pH-Wert-Absenkung in Folge des Einwirkens von Säuren. Die Säurekapazität gibt den Verbrauch an Hydroniumionen bis zu einem pH-Wert von 4,3 in mmol/l an [14].

Die Säurekapazität während der Abwasserreinigung wird durch die Vorgänge der Nitrifikation, Denitrifikation und chemischen Phosphatelimination beeinflusst. Bei Kenntnis der Säurekapazität im Kläranlagenzulauf kann dann mit vorgegebener Reinigungsleistung die Säurekapazität im Kläranlagenablauf nachgewiesen werden. Sinkt die Säurekapazität unter 1,5 mmol/l im Kläranlagenablauf, ist eine Abnahme des pH-Wertes die unmittelbare Folge. In extremen Fällen wird die Säurekapazität nahezu vollständig verbraucht, so daß der pH-Wert im Belebungsbecken auf Werte zwischen pH 5 und pH 6 absinkt. Unter diesen Bedingungen kann es zu einem Zerfall des belebten Schlammes und damit zu einer maßgeblichen Verschlechterung der Reinigungsleistung kommen. Als Gegenmaßnahme sind dem Abwasser durch die Zuführung von Alkalien wieder Säurekapazität extern zuzuführen.

Bei der Bemessung von Kläranlagen ist der Nachweis bezüglich der Säurekapazität zu führen. Die Titration des Abwassers mit verdünnter Salzsäure ist relativ einfach und kann auch auf den Kläranlagen selbst durchgeführt werden.

3. AUSBLICK

Zusammenfassend bleibt festzustellen, daß bei der Ermittlung von chemischen/biologischen Parametern zur Bemessung von Kläranlagen auf

- eine sorgfältige Analytik (incl. Probennahme)
- eine sinnvolle Probennahme (mengenproportionale 24-h-Mischprobe)
- Plausibilitätsbetrachtungen und
- einen ausreichenden Datensatz

zu achten ist. Messungen im Rahmen der betrieblichen Eigenkontrolle, welche vorzugsweise wegen der einfacheren Analytik bei den Nährstoffen nur gelöste Verbindungen (PO_4^{3-} -P, NH_4^+ -N, NO_3^- -N, NO_2^- -N) erfassen, werden durch Sonderuntersuchungen sinnvoll ergänzt. Dabei sind insbesondere die Summenparameter von Bedeutung, welche auch die Feststoffe berücksichtigen (TKN, P_{ges} , CSB, BSB_5).

Ausgehend von den Analyseergebnissen kann dann das Abwasser charakterisiert, das Bemessungsverfahren gewählt und die Dimensionierung der Reaktoren durchgeführt werden.

Die zur Zeit verwendeten Summenparameter (BSB_5 , CSB, P_{ges} , TKN und NO_x -N) können trotz der beschriebenen Nachteile als geeignet und praktikabel bezeichnet werden. Ein Ersatz des zentralen Parameters BSB_5 durch den CSB wird in Deutschland bis zum Jahre 2000 beabsichtigt. Dabei wird der BSB_5 aber zur Charakterisierung der biologischen Abbaubarkeit eine gewisse Bedeutung erhalten.

4. LITERATUR

- [1] ANONYM [1994]
Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Änderung der Allgemeinen Rahmenverwaltungsvorschrift über Mindestanforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer, GMBL. 1994, S.545
- [2] ANONYM [1991]
Kriterien-Katalog zur Prüfung von Entwürfen bei der Erweiterung/Sanierung von kommunalen Klärwerken mit den Zielen der Stickstoff- und Phosphorentfernung
Wasserwirtschaftsverwaltung Baden-Württemberg, Heft 24, Hrsg: UM Baden-Württemberg
- [3] ATV [1991]
ATV-Arbeitsblatt A 131 "Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen ab 5000 Einwohnerwerten"
Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V., St. Augustin
- [4] ATV [1995]
ATV-Merkblatt M 208 "Biologische Phosphorelimination"
Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V., St. Augustin
- [5] ATV [1995]
Anforderungen an kontinuierliche Meßgeräte zur Bestimmung von Stickstoff- und Phosphorverbindungen (ATV-Merkblatt M 269, erstellt von der ATV-AG. 2.13.3, in Vorbereitung für 1995)

- [6] BAUMANN, P. [1994]
 Meßwertfälschungen durch gelöste Abwasserinhaltsstoffe beim Betrieb von kontinuierlichen Analysegeräten zur Bestimmung von N- und P-Verbindungen
 Seminar der Firma Dr. Bruno Lange GmbH am 07.09.1994 in Konstanz, in: Angewandte Prozess-Meßtechnik, Band 11, Dr. Bruno Lange GmbH (Eigenverlag)
- [7] BEVER, J. / DAHLEM, H-W. [1993]
 Pragmatische Ansätze zur Berücksichtigung eines ungünstigen CSB/BSB₅-Verhältnisses bei der Bemessung von Belebungsanlagen
 AWT-Abwassertechnik, 1/93, S.17-19
- [8] BORTLISZ, J. [1989]
 Der "Chemische Sauerstoffbedarf" CSB
 AWT-Abwassertechnik, 2/89, S.20-24
- [9] HEIN, D. / HÄDICKE, A. [1991]
 Können sich Umweltschutzlabor den CSB noch leisten ?
 Vom Wasser, 77, S.183-193
- [10] HEIN, D. [1991]
 Kann der TOC den CSB in der Abwasserüberwachung ersetzen ?
 Korrespondenz Abwasser, 10/91, S.1358-1361
- [11] KERPEN, H.-U. [1989]
 Abschätzung des BSB₅ in industriellem biologisch gut abbaubarem Abwasser aus der Messung von TOC und CSB
 Korrespondenz Abwasser, 9/89, S.1011-1014
- [12] MALZ, F. [1980]
 Begriffserklärung von BSB₅, CSB, TOC und Veränderung des CSB/BSB₅-Verhältnisses bei der Abwasserreinigung
 Gewässerschutz-Wasser-Abwasser, Band 42, S.111-117
- [13] MALZ, R. [1993]
 Der Chemische Sauerstoffbedarf
 Vortrag während der 4. Magdeburger Abwassertage 16-17.09.93 in Magdeburg, in: "4. Magdeburger Abwassertage, Dr. Bruno Lange GmbH (Eigenverlag)
- [14] NOLTING, B. [1989]
 Untersuchungen zur Bedeutung der Säurekapazität bei Belebungsanlagen mit Nitrifikation und Simultanfällung
 GWF-Wasser-Abwasser, 5/89, S.229-234
- [15] SCHMIDT, A. [1995]
 Qualitätsziele bei leistungsschwachen Gewässern aus Sicht des Vollzuges
 Vortrag auf der 28. Essener Tagung, Aachen am 30.03.1995

- [16] SCHÖNEBORN, C. [1989]
Die Praxis der BSB₅-Bestimmung nach DIN 38409 - Teil 51
Korrespondenz Abwasser, 4/89, S.424-431

Verfasser:

Dr.-Ing. Peter Baumann (Akad. Rat)
c/o Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft der Universität
Stuttgart - Abt. Abwassertechnik
Bandtäle 2
D-70569 Stuttgart