

Entlastungsflockung mit Eisensalzen

Durch gezielten Einsatz von primären Flockungsmitteln kann die Reinigungsleistung von mechanischen Klärstufen mehr als verdoppelt werden.

1. Begriffsbestimmung

Die Entlastungsflockung ist ein chemisch-mechanisches Klärverfahren zur Abscheidung von sauerstoffzehrenden Substanzen durch gezielten Einsatz von Fällungs- und Flockungsmitteln.

Der Reinigungseffekt basiert auf der Ausflockung und Abtrennung von feinverteilten, suspendierten und kolloidal gelösten Abwasserinhaltsstoffen.

Wird die Entlastungsflockung zur Steigerung der Reinigungsleistung der Vorklärung eingesetzt, ergibt sich eine **Entlastung** der nachgeschalteten **biologischen Stufe**. Besteht die Abwasserreinigungsanlage nur aus einer mechanischen Stufe, so wird durch die Flockungsreinigung der **Vorfluter** wesentlich **entlastet**. In jedem Fall ergibt sich eine Verbesserung der Qualität des Kläranlagenablaufes mit positiven Effekten im Hinblick auf die Einhaltung von Überwachungswerten und die Einsparung von Abwasserabgabe.

Die Entlastungsflockung läuft bei Verwendung von Eisensalzen gemeinsam mit der Phosphatfällung ab. Gibt man das Fällungs- und Flockungsmittel in den Zulauf der Vorklärung einer mechanisch-biologischen Kläranlage, so spricht man von **Vorfällung** bzw. **Vorflockung** (Abb. 1). Ist nur ein Absetzbecken vorhanden, so handelt es sich um eine **Direktfällung** bzw. **Direktflockung** (Abb. 2).

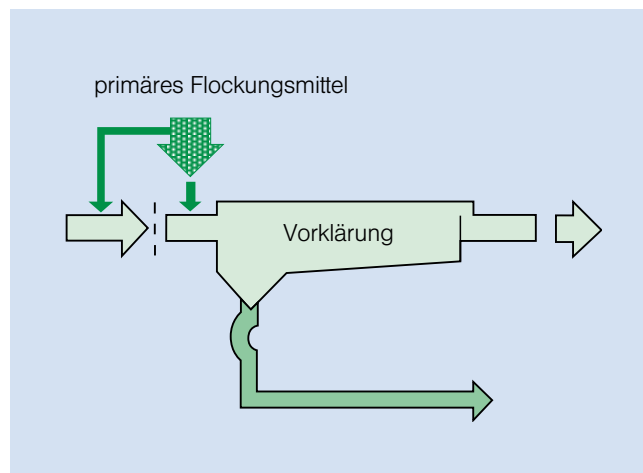


Abb. 2: Direktfällung

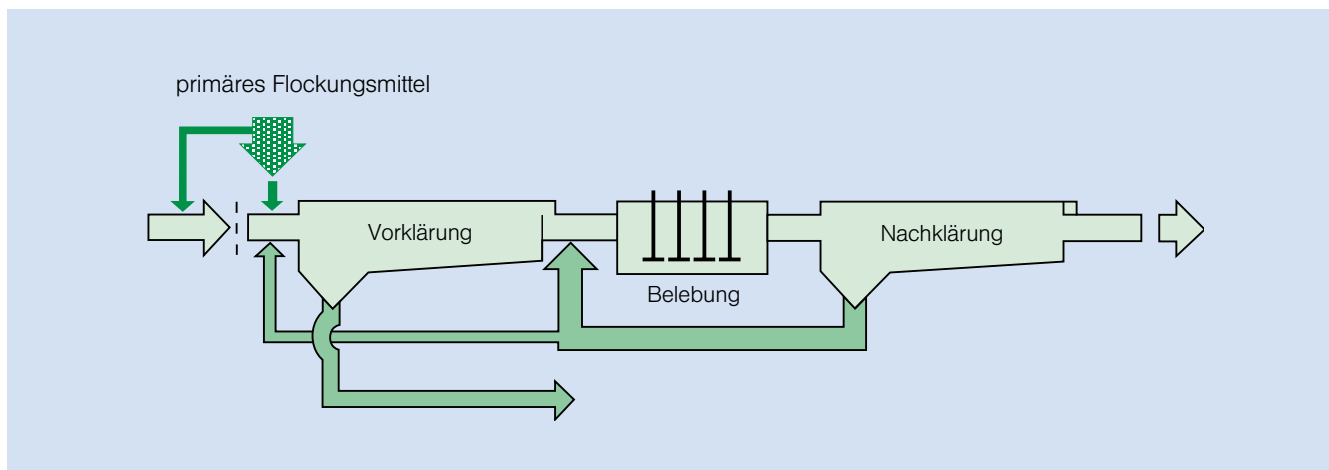


Abb. 1: Vorfällung

Abläufe von überlasteten Tropfkörperanlagen enthalten oftmals gut flockbare Schwebstoffe. Auch bei dieser sog. **Tropfkörpernachfällung** handelt es sich um eine Entlastungsflockung mit dem Ergebnis von verbesserten Ablaufwerten.

2. Wirkmechanismus

Die sauerstoffzehrenden Inhaltsstoffe eines Abwassers bestehen aus gelösten und partikulären Substanzen. Während man die gelösten Verbindungen nur durch biologische Verfahren abbauen kann, können die ungelösten Schwebstoffe auch durch Flockung eliminiert werden.

Die Trübstoffe des Abwassers sind negativ geladen und halten sich durch gegenseitige Abstoßungskräfte in Schwebelage. Gibt man dem Abwasser Eisensalze (primäre Flockungsmittel) zu, so werden die negativen Teilchen durch die stark positiv geladenen Eisenionen entladen (Abb. 3). Dadurch wird das System destabilisiert, und es erfolgt eine Koagulation und Agglomeration der Abwasserinhaltsstoffe: Die Trübstoffe des Abwassers werden ausgeflockt und können mechanisch, vorzugsweise sedimentativ, abgetrennt werden.

Die Ausflockung von Schwebstoffen ist optisch gut zu beobachten und zu beurteilen. Es müssen sichtbare, gut **absetzbare Flocken** und ein **klarerer Ablauf** resultieren. Als Folge davon nehmen die Messwerte für CSB, BSB₅, Trübung und abfiltrierbare Stoffe ab, und die Sichttiefe sowie die Schlammmenge nehmen zu.

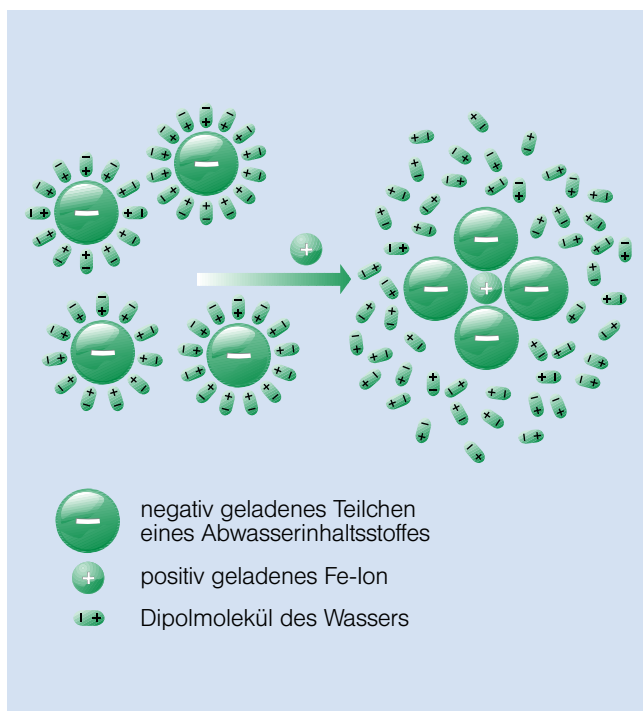


Abb. 3: Vereinfachte Darstellung des Flockungsmechanismus

3. Flockungsmittel

Für die Entlastungsflockung kommen in erster Linie **dreiwertige** Fällungs- und Flockungsmittel in Frage. Aus der KRONOS Palette empfiehlt sich die dosierfertige

FERRIFLOC
Eisen-III-chloridsulfat-Lösung mit 12,3% Fe.

Zweiwertige Fällungs- und Flockungsmittel wie QUICKFLOC Eisen-II-sulfat, KRONOFLOC Eisen-II-chlorid-Lösung und FERROFLOC Eisen-II-chlorid-Lösung sind nur bedingt zur Entlastungsflockung geeignet.

Im Sandfang dosiert ergibt der Eisen-II-Zusatz eine partielle Flockung im Vorklärbecken mit interessanten Ergebnissen im Preis-Leistungs-Verhältnis. Ein Teil des zweiwertigen Eisens geht dabei in die biologische Stufe über und nimmt an der simultanen P-Fällung teil. Dies hat den positiven Effekt einer Zwei-Punkt-Fällung.

Der Abtrieb von zweiwertigem Eisen aus dem Absetzbecken, der erst bei pH-Werten von über 8 aufhört, verbietet den Einsatz von zweiwertigen Eisensalzen bei der Direktflockung und in Tropfkörperanlagen.

Natriumaluminat sind zur Entlastungsflockung nicht geeignet.

4. Anwendung

4.1 Anwendungsgebiete

4.1.1 Sanierung überlasteter biologischer Kläranlagen

Der Ausbau von Kläranlagen, die die Zulaufkraft nicht mehr bewältigen können, kostet Zeit und Geld. Als Übergangslösung bis zur Anlagenerweiterung bietet sich die Entlastungsflockung an.

Abbildung 4 dokumentiert den Effekt einer Entlastungsmaßnahme der Vorflockung in einer überlasteten Tropfkörperanlage. Zum Einsatz kommt FERRIFLOC, welches mit 120 ml/m³ Ablauf des Sandfangs zugegeben wird.

4.1.2 Unterstützung saisonal überlasteter Kläranlagen

Kläranlagen in Gebieten mit Obst- und Gemüseverarbeitung sowie Anlagen in Touristenzentren sind nur saisonal überlastet. Da in diesen Fällen eine Vergrößerung der biologischen Stufe nicht sinnvoll ist, kann die Flockung zur Entlastung im Saisonbetrieb gute Dienste leisten.

4.1.3 Vorreinigung hochbelasteter Abwässer

Abwässer aus Industrie und Gewerbe sind oftmals so stark verschmutzt, dass es zweckmäßig ist, der biologischen Reinigung eine chemisch-mechanische Klärstufe vorwegzuschalten.

Insbesondere bei den fett- und eiweißhaltigen Abwässern aus der Nahrungsmittelbranche ist die gezielte Entlastungsflockung in Anwendung. Dabei bietet es sich an, die mechanische Klärstufe als Flotation auszulagern.

4.1.4 Verbesserung der Reinigungsleistung von mechanischen Kläranlagen

Kläranlagen, die nur aus einem Absetzbecken bestehen, haben nur eine CSB/BSB₅-Reinigungsleistung von 20 – 30%. Durch Einführung einer Direktflockung kann die Reinigungsleistung auf 50 – 70% gesteigert werden. In Bezug auf abfiltrierbare Stoffe und Phosphat beträgt das Reinigungsergebnis einer chemisch-mechanischen Anlage sogar 70 – 90%.

Abbildung 5 zeigt, dass durch die Direktflockung mit FERRIFLOC der CSB im Ablauf von über 500 mg/l auf unter 300 mg/l gesenkt werden kann. Es handelt sich dabei um eine Großkläranlage mit 250.000 EW und hohem Industrieabwasseranteil, deren biologische Stufe sich in Planung befindet.

Die CSB-senkende Wirkung einer Direktflockung verdeutlicht Abbildung 6. Die hohen und stark

schwankenden Ablauf-Werte einer Molkereikläranlage können vergleichmäßig und drastisch gesenkt werden.

4.1.5 Unterstützung der Nitrifikation

Kläranlagen, deren Schlammbelastung im Grenzbereich für eine Nitrifikation liegt, haben insbesondere im Winter Probleme, eine ausreichende Nitrifikation zu gewährleisten.

Eine Vorflockung führt zu geringeren Zulauffrachten im Aerobbecken, senkt damit die Schlammbelastung und ermöglicht einen gesteigerten Ammoniumabbau. Da gleichzeitig eine Phosphatfällung mit Austrag des Fällschlammes als Primärschlamm erfolgt, wird der Belebtschlamm „entlastet“ und das Schlammalter steigt.

Durch die Entlastungsflockung werden kohlenstoffhaltige Abwasserinhaltsstoffe im Vorklärbecken abgeschieden. In Bezug auf den „Kohlenstoffbedarf“ der Denitrifikation ist die Entlastungsflockung eher kritisch zu bewerten. Doch kann die Versorgung der Denitrifikation mit leicht abbaubaren Kohlenstoffverbindungen wiederum durch Rückführung des versäuerten Primärschlammes sichergestellt werden.

Die Kombination von Flockung/Fällung und Schlammversäuerung kann auch als alternatives Verfahren zur N-Elimination eingesetzt werden. Es ist durch geringen Raum- und Energiebedarf gekennzeichnet.

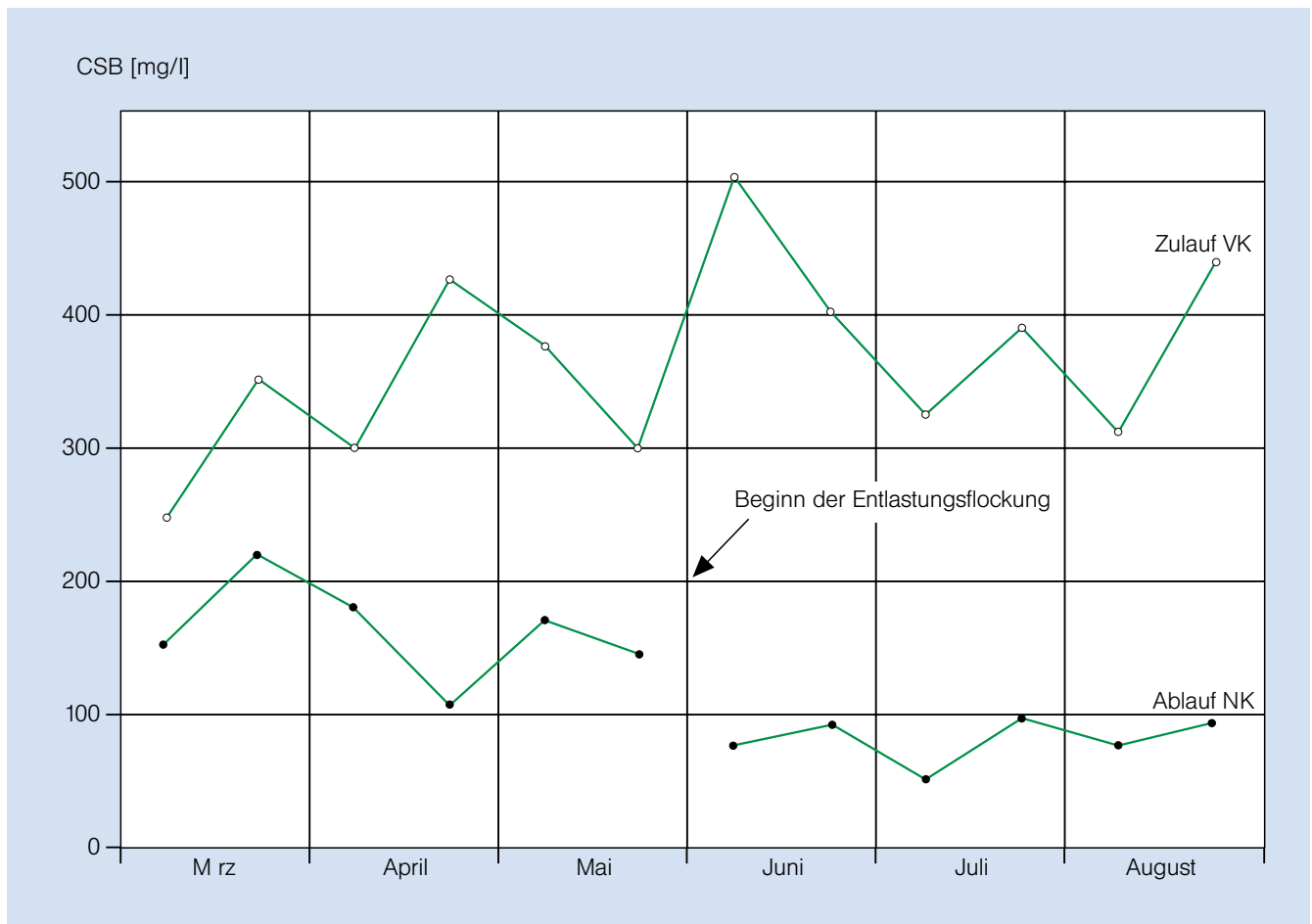


Abb. 4: Steigerung der Reinigungsleistung einer Tropfkörperanlage

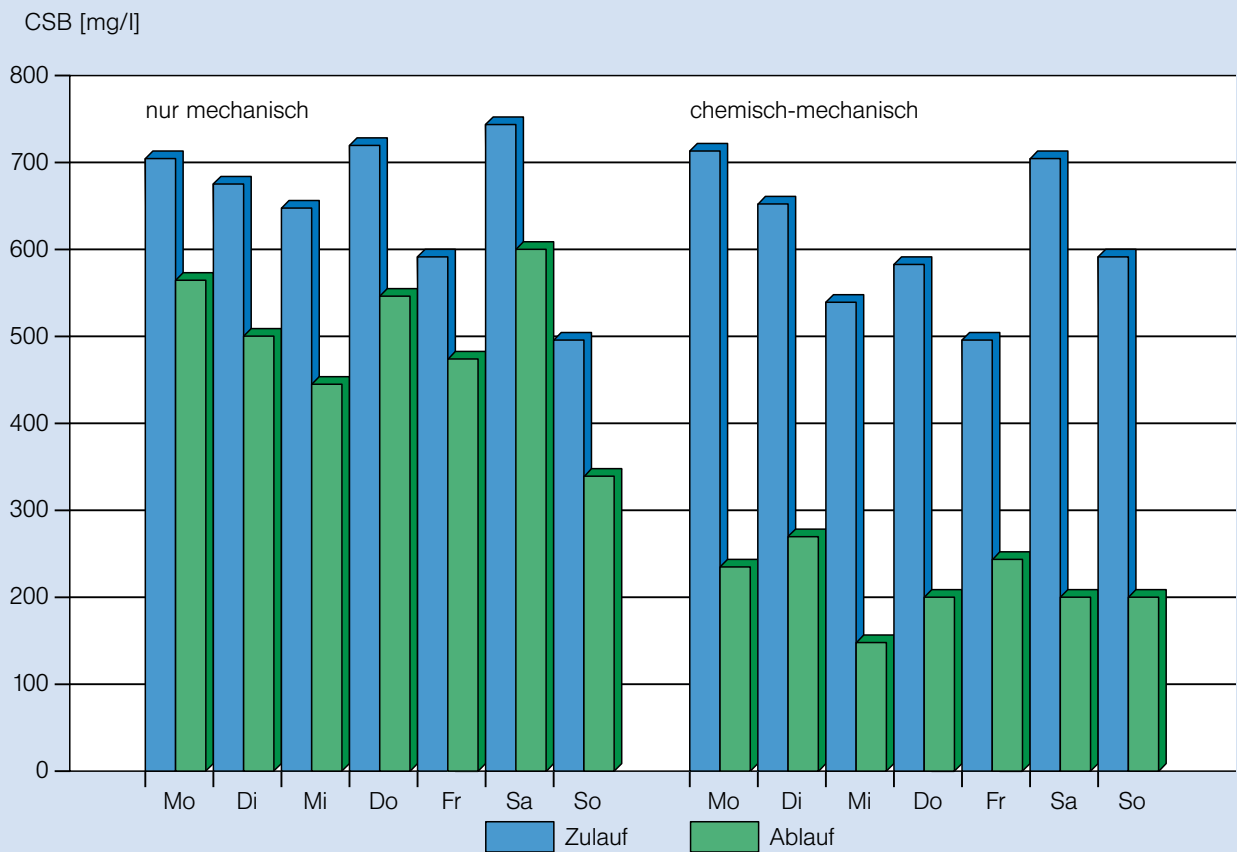


Abb. 5: Verbesserung des CSB-Abbaues durch Umstellung einer mechanischen Kläranlage auf chemisch-mechanischen Betrieb

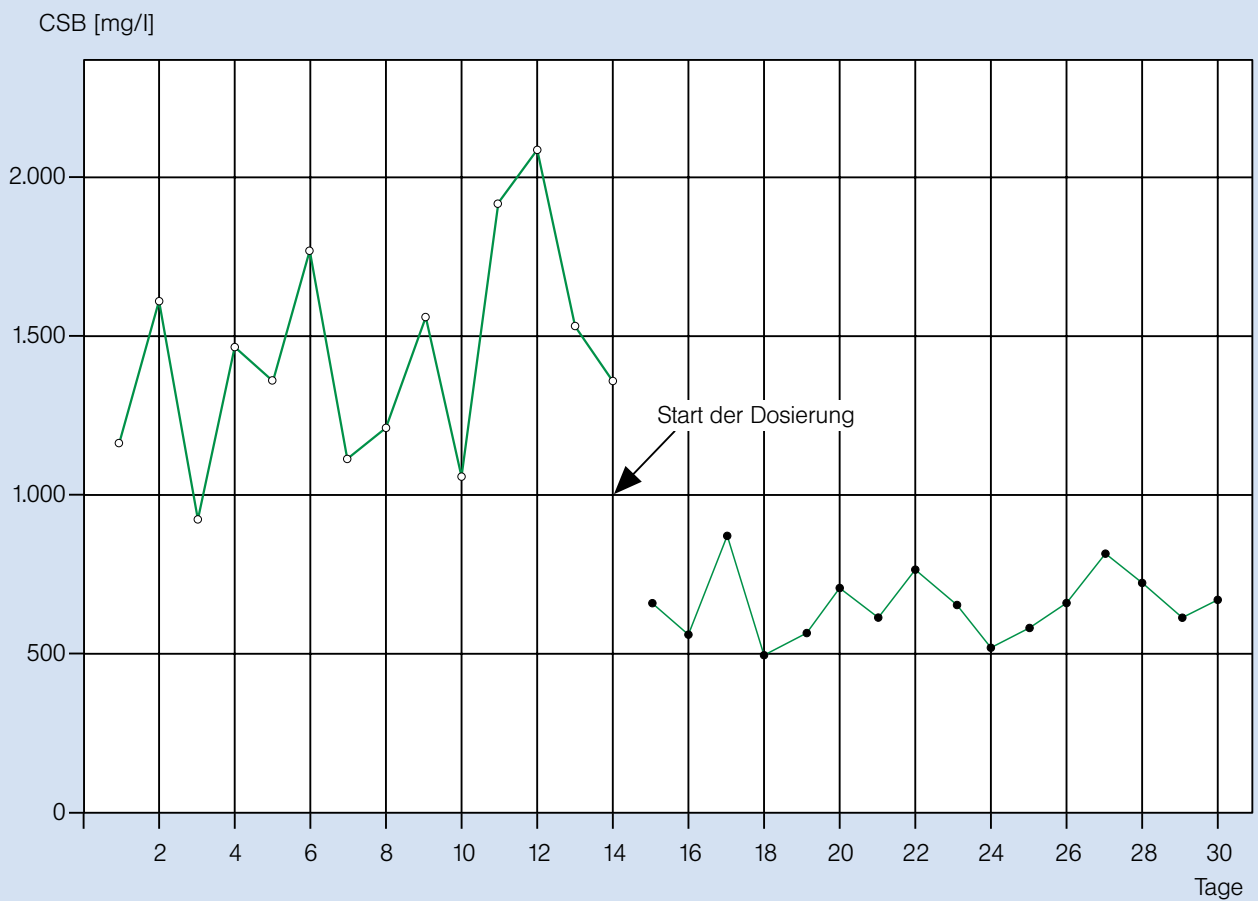


Abb. 6: Verbesserung der Ablaufwerte einer mechanischen Kläranlage eines Gewerbebetriebes

4.2 Durchführung

4.2.1 Anlagentechnik

Zur betrieblichen Realisierung einer Entlastungsflockungsmaßnahme ist im Prinzip nicht mehr erforderlich als eine geeignete Lager- und Dosier- vorrichtung für das Flockungsmittel.

Da überwiegend flüssige Flockungsmittel zum Einsatz kommen, besteht die Lager- und Dosier- vorrichtung (Abbildung 7) aus folgenden Teilen:

- a) Kunststofftank
- b) Säurefeste Dosierpumpe
- c) Schlauch- und Rohrmaterial, vorzugsweise aus PVC
- d) Armaturen
- e) Gegebenenfalls Regel- und Steuereinrichtungen

Bei der Aufstellung der Lager- und Dosier- vorrichtungen sind die Auflagen des WHG § 19 zu beach- ten. Einzelheiten hierzu und zu weiteren Details der Handhabungstechnik sind in der Technischen Information 2.03 zu finden.

4.2.2 Dosierstelle

Der Erfolg der Entlastungsflockung hängt wesent- lich von den Einmischbedingungen ab. Das Flockungsmittel muss am Dosierpunkt in kürzester Zeit vollständig mit dem gesamten Abwasserstrom vermischt werden. Dazu ist eine Dosierstelle mit möglichst hoher Turbulenz, d. h. hohem Energie- eintrag, notwendig.

4.2.3 Dosiermenge

Die Zugabemenge an Flockungsmittel richtet sich in erster Linie nach dem Verschmutzungsgrad des Abwassers und dem gewünschten Reinigungs- ziel. Weiter spielen der Flockungsmitteltyp und der Wirkstoffgehalt des Flockungsmittels eine wesentliche Rolle.

Bei flüssigen Fällungs- und Flockungsmitteln mit 2 – 2,5 mol Fe im Kilogramm der Lieferform sind Dosiermengen von 150 – 250 g/m³ Abwasser gebräuchlich.

4.2.4 Flockenabscheidung

Die Ausflockung der Abwasserinhaltsstoffe wird nur dann zur effektiven Entlastung, wenn die ent- standenen Flocken mechanisch abgeschieden werden können. Hierzu ist in erster Linie eine aus- reichende hydraulische Kapazität des Klärbeckens notwendig.

Zur Verbesserung der Flockensedimentation kann die zusätzliche Dosierung von ca. 1 – 3 ppm anio- nischem Polyacrylamid (Flockungshilfsmittel) sehr sinnvoll sein. Mit dem Zusatz von Kalkmilch kann nicht nur der pH-Wert angehoben, sondern auch der Flockenabscheideeffekt verbessert werden.

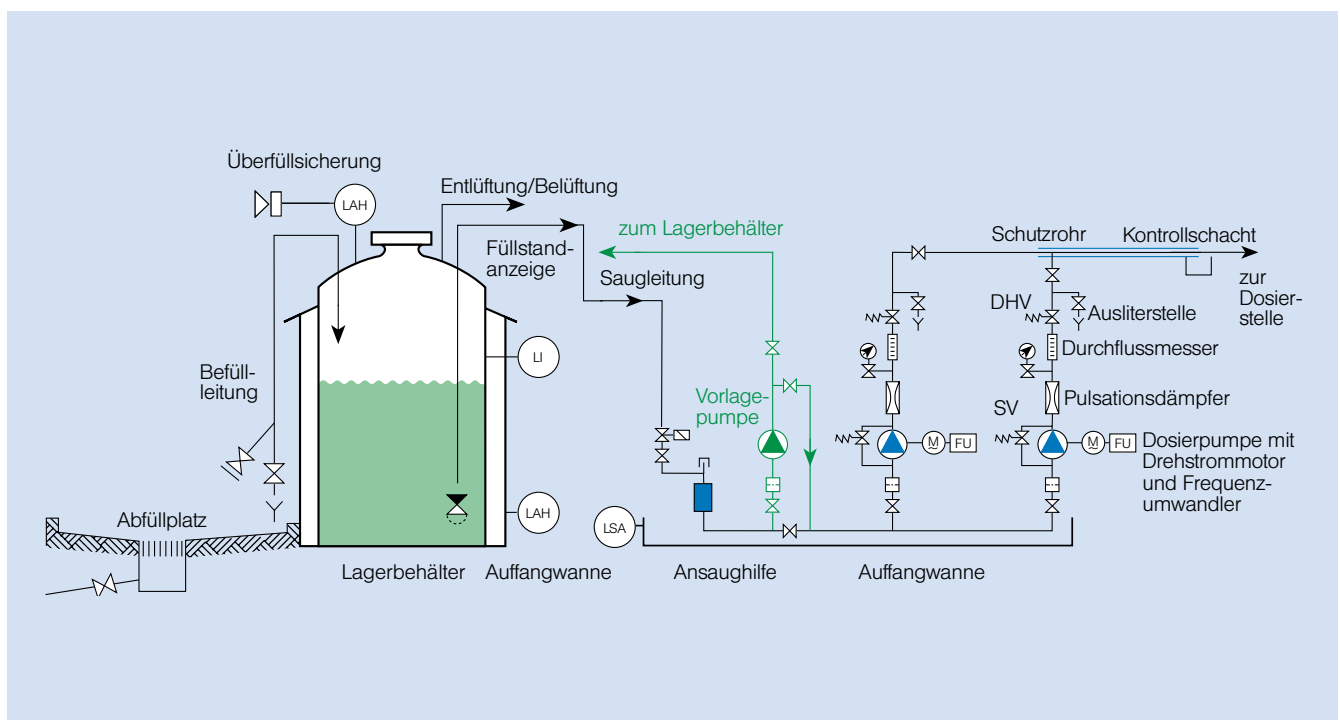


Abb. 7: Lager- und Dosierstation für flüssige Fällungs- und Flockungsmittel

4.2.5 Schlammfall

Durch die Entlastungsflockung wird der Reinigungseffekt der mechanischen Abwasserreinigung deutlich gesteigert. Dementsprechend ist mit einem vermehrten Schlammfall zu rechnen. Dies gilt vor allem für die Direktflockung. Bei der Vorflockung, d. h. Entlastung der biologischen Stufe, gibt es nur eine Verschiebung: Es fällt mehr Primär-, aber weniger Überschussschlamm an.

Der anfallende Primärschlamm enthält relativ viel Flockungsschlamm. Dadurch verändern sich auch die Schlammeigenschaften. Die Auswahl der Entwässerungshilfsmittel ist den veränderten Verhältnissen anzupassen.

Vor Beginn einer Entlastungsflockungsmaßnahme muss geklärt werden, ob der vermehrte Schlammfall anlagen- und entsorgungstechnisch bewältigt werden kann.

4.2.6 Laborversuche

Die Effekte der Entlastungsflockung können im Becherglas relativ gut simuliert und demonstriert werden. Dabei lassen sich Typ und Dosiermenge des Flockungsmittels und der erzielbare Reinigungseffekt ermitteln.

Die tatsächliche Anlagenentlastungswirkung ist im Laborversuch nicht zu ermitteln, da sie von hydraulischen und biologischen Vorgängen abhängt.

4.2.7 Betriebsversuch

Die unter Punkt 4.2.1 beschriebenen Einrichtungen zur Lagerung und Dosierung des Flockungsmittels können von KRONOS ecochem als mobile Mietanlagen bereitgestellt werden. Doch der KRONOS Service umfasst nicht nur die Bereitstellung, sondern auch die Mithilfe bei Aufstellung und Inbetriebnahme der Anlagen. Zur Anpassung der Flockungsmitteldosiermenge an die Schmutzfracht des Abwassers stehen speicherprogrammierbare Steuergeräte zur Verfügung. Diese Geräte können auch von externen Messimpulsen, z. B. vom Zulaufmengenmessgerät der Kläranlage, angesteuert werden.

Vor Beginn eines Betriebsversuches sollte in einem gemeinsamen Vor-Ort-Gespräch folgendes festgelegt werden: Ziel des Versuches, Versuchsüberwachung, Versuchsbedingungen bei den gegebenen anlagentechnischen Möglichkeiten und Standorte der mobilen Lager- und Dosiervorrichtung. Die Versuchsdauer sollte nicht weniger als vier Wochen betragen.

Bei Anschaffung einer eigenen Lager- und Dosiervorrichtung zur Entlastungsflockung ist folgendes zu bedenken: Die anfallenden Investitionskosten beziehen sich nicht nur auf eine zeitlich begrenzte Entlastungsmaßnahme, sondern auch auf die ständig durchzuführende Phosphatfällung. Zur Entlastungsflockung und Phosphatfällung ist praktisch die gleiche Lager- und Dosiertechnik erforderlich.

Diese Ausführungen sollen dem Verbraucher Hinweise und Anregungen geben; sie erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit und sind unverbindlich. Gesetzliche Bestimmungen, auch hinsichtlich etwaiger Schutzrechte Dritter, müssen in jedem Fall beachtet werden.

Vor Gebrauch unserer Produkte bitte die Hinweise in den Sicherheitsdatenblättern beachten.

KRONOS INTERNATIONAL, Inc.

KRONOS ecochem

Peschstr. 5 · D-51373 Leverkusen

Telefon (+49 214) 356-0 · Telefax (+49 214) 44117

E-Mail: kronos.ecochem@kronosww.com

www.kronosecochem.com

© KRONOS 2002

DS2070D/9023D