

GARANTIENACHWEISE FÜR DIE MASCHINELLE AUSTRÜSTUNG

Erste Ergebnisse des von der KAN geförderten Projektes

- ⇒ **Aufgabenstellung** des Forschungsprojektes
- ⇒ Istzustand bei Garantiemessungen an **Belüftungssystemen** – Ergänzungsvorschläge – praktische Beispiele
- ⇒ Istzustand bei Garantiemessungen an **Rührwerken** – Ergänzungsvorschläge – praktische Beispiele

Aufgabenstellung und Ziele

- ⇒ Hilfestellung bei der **Planung, Vorbereitung** und **Durchführung** von Abnahmemessungen durch
 - Feststellung des **Istzustandes** (gängige Formulierungen in Ausschreibungen)
 - Aufzeigen von **missverständlichen** und/oder **unzureichenden Festlegungen**
 - Erfahrungen und **Ergänzungsempfehlungen** auf Basis durchgeführter Sauerstoffzufuhrmessungen und Abnahmemessungen an Rührwerken

Allgemeines

- ⇒ Zum **Belüftungssystem** gehören:
 - **Gebläse** mit Antriebsmotor und Frequenzumrichter
 - **Rohrleitungen** mit Armaturen und Regeleinrichtungen
 - **Rührwerke** (in Umlaufbecken)
 - **Belüfterelemente**
- ⇒ Praktisch nie kommen alle Komponenten von einem Hersteller. Der Anlagenbauer kauft die **Einzelteile** ein und montiert diese.
- ⇒ **Schnittstellenproblematik** und Probleme durch gegenseitiges Unverständnis der Zusammenhänge!
- ⇒ Wenn Garantiewerte nicht erreicht werden, oft **gegenseitige Schuldzuweisungen**.

Garantiewerte für Belüftungssysteme Erhebung des Istzustandes (1)

- ⇒ Zur Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit und Wirtschaftlichkeit werden Garantiewerte gefordert.
- ⇒ Grundlage der Messungen
 - **ÖNORM EN 12255-15** „Messung der Sauerstoffzufuhr in Reinwasser in Belüftungsbecken von Belebungsanlagen“ (bis Mai 2005 galt die ÖNORM M 5888)
 - ☞ Sauerstoffzufuhr, Sauerstoffertrag
 - ☞ Für Messungen in belebtem Schlamm erscheint noch 2008 die ÖNORM M5889 „Messung der Sauerstoffzufuhr von Belüftungseinrichtungen in Belebungsanlagen in belebtem Schlamm“
 - Ergänzungen findet man im in Deutschland gültigen DWA-M209 „Messung der Sauerstoffzufuhr von Belüftungseinrichtungen in Belebungsanlagen in Reinwasser und in belebtem Schlamm“

Sauerstoffzufuhrmessung

- ⇒ Für die **Messung der Sauerstoffzufuhr** in Reinwasser gibt es zwei Methoden
 - **Absenkung** des Sauerstoffgehaltes durch Zugabe von Natriumsulfid und einem Kobaltkatalysator.
 - **Anhebung** des Sauerstoffgehaltes durch Einblasen von Reinsauerstoff
- ⇒ Nach Veränderung des Sauerstoffgehaltes wird die Belüftung auf den garantierten Betriebszustand gebracht und die **Veränderung des Gelöstsauerstoffgehaltes** mit mindestens drei Sauerstoffsonden registriert.
- ⇒ Während der Messung sind die Versuchsbedingungen (**Leistungsaufnahme** des Gebläses, Wassertiefe, Wassertemperatur, etc.) mehrfach zu messen.
- ⇒ Aus den Messwerten des Sauerstoffgehaltes über der Zeit kann die **Sauerstoffzufuhr** in kg/h berechnet werden. Durch Division der Sauerstoffzufuhr durch die Leistungsaufnahme des Gebläses wird die Wirtschaftlichkeitskennzahl, der **Sauerstoffertrag** in kg/kWh, berechnet.

Garantiewerte für Belüftungssysteme Erhebung des Istzustandes (2)

- ⇒ In der ÖNORM EN 12255-15 sind eine Vielzahl von Angaben der Versuchsvorbereitung und Versuchsdurchführung enthalten. Für den Kläranlagenbetreiber sind insbesondere von Bedeutung:
 - **Beckenfüllung** mit Versuchswasser
 - Angaben zum **Versuchswasser** (z.B. Algen, Inhaltsstoffe Abdampfrückstand)
 - **Abdichten** des Versuchsbeckens (Wasserverlust, Wasseraustausch, etc.)
 - Betrieb der **Gebläse** (z.B. Luftvolumenstrombestimmung, Leistungsmessung)
 - Zugabe der **Chemikalien** (Zugänglichkeit der Becken, Anschlussmöglichkeit für Sauerstoff, etc.)
 - Einbau der **Sauerstoffsonden**

Versuchswasser



KAN Sprechertag 2008
Garantienachweise für die maschinelle Ausrüstung

Abdichtung



KAN Sprechertag 2008
Garantienachweise für die maschinelle Ausrüstung

Einbringen der Chemikalien Sauerstoff gasförmig



KAN Sprechertag 2008
Garantienachweise für die maschinelle Ausrüstung

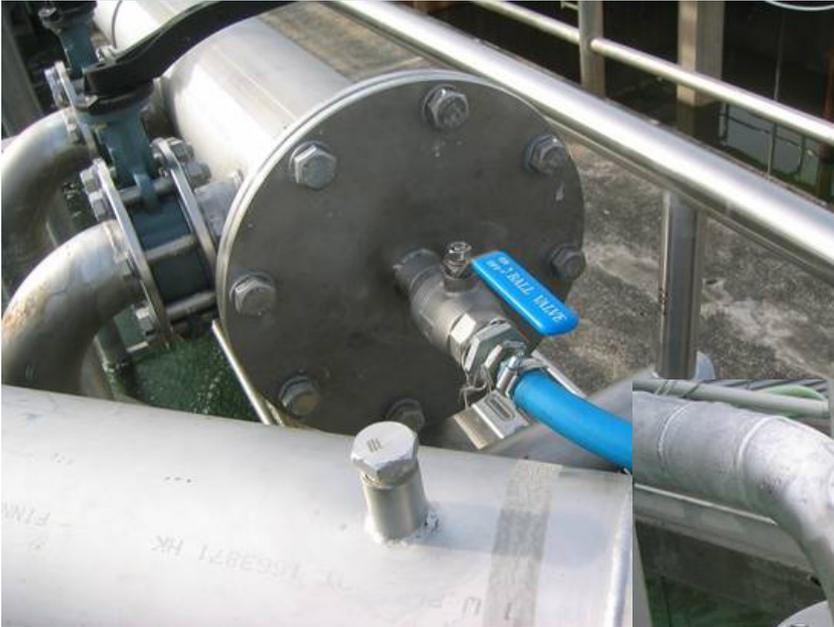
Einbringen der Chemikalien Sauerstoff flüssig



KAN Sprechertag 2008
Garantienachweise für die maschinelle Ausrüstung



Einbringen der Chemikalien Sauerstoffeinspeisung



KAN Sprechertag 2008
Garantienachweise für die maschinelle Ausrüstung

Zugänglichkeit der Becken Einbringen der Sauerstoffsonden



KAN Sprechertag 2008
Garantienachweise für die maschinelle Ausrüstung

Garantiewerte für Belüftungssysteme Erhebung des Istzustandes (3)

- ⇒ In den Ausschreibungstexten findet man in der Regel folgende Angaben:
 - garantierte **Sauerstoffzufuhr**
 - garantierter **Sauerstoffertrag** (die Messvorschrift enthält Angaben zur Umrechnung auf Standardbedingungen, dadurch wird der Einfluss der Meereshöhe, der Wassertemperatur und des Wetters während der Messung weitgehend eliminiert)
 - **Luftvolumenstrom** während der Messung
 - **Leistungsaufnahme** während der Messung

Garantiewerte für Belüftungssysteme unzureichende Festlegungen - Ergänzungen (1)

- ⇒ **Wer beauftragt die Messung?**
 - Bauherr (Verband, Stadt, etc.) oder Lieferant?
- ⇒ **Welche Stellung hat der Prüfer?**
 - Mitarbeiter der Lieferfirma, unabhängiger Dritter?
- ⇒ **Welchen Status hat der Prüfer?**
 - Technisches Büro, Ziviltechniker, staatlich akkreditierte Prüf- und Überwachungsstelle (gibt es für Sauerstoffzufuhrmessungen NICHT!)?

Garantiewerte für Belüftungssysteme unzureichende Festlegungen - Ergänzungen (2)

- ⇒ Anlagen nach dem Stand der Technik haben
 - zwei oder mehr **Belebungsbecken**.
 - zwei oder mehr **Gebläse**.
 - mehrere schaltbare **Belüfterfelder**.
- ⇒ Folgende Angaben sind für die Durchführung der Messungen daher erforderlich, aber in den Ausschreibungstexten oft nicht enthalten:
 - Soll in einem oder mehreren Becken gemessen werden?
 - Vorgangsweise für die Bereitstellung des erforderlichen Luftvolumenstromes. (Problem auf großen Anlagen – Regelbereich der Gebläse, schlechter Wirkungsgrad im Teillastbetrieb, etc.)
 - Wie soll/kann der Luftvolumenstrom ermittelt werden?

Garantiewerte für Belüftungssysteme unzureichende Festlegungen - Ergänzungen (3)

- Wie wird sicher gestellt, dass die erforderliche Luftmenge in das zu messende Becken gelangt? Eine **Gleichverteilung** der Luft auf mehrere Becken, auch bei vollständig symmetrischer Luftleitung, ist NICHT gegeben.
- Messung des **Luftdruckes** im Luftsystem an verschiedenen Stellen. So können die Druckverluste der Rohrleitungsabschnitte und allfälliger Einbauten (Armaturen, Messeinrichtungen, etc.) sowie der Belüfterelemente erfasst werden.
- Berücksichtigung des **Luftdruckes** in der Luftleitung während der Messung. (Wird ein Becken über eine Sammelleitung nur mit einem Teilstrom der Luft beschickt, so tritt ein niedrigerer Systemdruck auf als bei Vollbetrieb aller Becken. Dadurch ergibt sich bei der Sauerstoffzufuhrmessung ein größerer Sauerstofftrag.)

Luftvolumenstrom Druckmessung



**In der Rohrleitung
vergessen!**

KAN Sprechertag 2008
Garantienachweise für die maschinelle Ausrüstung

Leistungsmessung Motorklemmenleistung



Leistungsmessung

Garantiewerte für Belüftungssysteme unzureichende Festlegungen - Ergänzungen (4)

- Wie sind **Verluste** die nicht vom Lieferanten des Belüftungssystems zu verantworten sind zu behandeln (z.B. Verlust des Frequenzumformers)?
- Ist eine Umrechnung der Reinwasserergebnisse auf einen definierten **Abdampfdruckstand** zulässig oder nicht? Diese Umrechnung ist in der ÖNORM EN 12255-15 nicht vorgesehen.
 - ☞ Die Sauerstoffzufuhr wird mit steigendem Abdampfdruckstand des Versuchswassers größer (bis zu 10%!).
- Jede Messung ist mit einer **Messunsicherheit** behaftet. Die Messunsicherheit für die Ermittlung der Sauerstoffzufuhr beträgt ca. 5% und für den Sauerstofftrag ca. 8%. Es stellt sich somit die Frage, ob der Garantiewert als eingehalten gilt, wenn der Messwert zuzüglich der Messunsicherheit gleich dem Garantiewert ist?

Garantiewerte für Rührwerke Allgemeines (1)

- ⇒ Die **Aufgaben** von Rührwerken in Belebungsbecken sind im Wesentlichen:
 - **Mischung** von Abwasser und Mikroorganismen (z.B. bei der Denitrifikation)
 - Vermeidung von **Toträumen** und **Kurzschlussströmungen** (z.B. gerichtete Strömung in Umlaufbecken)
 - **Ablagerungen** zu vermeiden
- ⇒ In Umlaufbecken **beeinflusst** die eingebrachte **Umlaufströmung** auch die **Sauerstoffzufuhr**.

Garantiewerte für Rührwerke

Allgemeines (2)

- ⇒ Im Regelwerk der DWA wird empfohlen:
 - Sohlgeschwindigkeit größer 0,15 m/s für „leichten Schlamm“
 - Sohlgeschwindigkeit größer 0,30 m/s für „schweren Schlamm“
 - Leistungseintrag je nach Beckengröße und -form von 1 bis 5 W/m³.
- ⇒ Die Hersteller von Rührwerken bieten mit diversen Auslegungswerkzeugen auf Basis der Schubkraft eines Rührwerkes eine Hilfestellung bei der Auswahl von Rührwerken an.
- ⇒ Darüber hinaus gibt es derzeit keine allgemein gültigen Vorschriften oder Empfehlungen für die Auslegung und Überprüfung von Rührwerken in Belebungsbecken.

Garantiewerte für Rührwerke

Erhebung des Istzustandes (1)

- ⇒ In Ausschreibungen findet man daher die Forderung nach einer **Mindestströmungsgeschwindigkeit**.
 - Leider oft ohne Angabe der Richtung und/oder des Messortes.
- ⇒ Manchmal findet man im Leistungsverzeichnis auch nur die **Nennleistung** des Rührwerksantriebes.
- ⇒ In einer Ausschreibung habe ich folgenden Wortlaut gefunden: „...die Strömungsgeschwindigkeit ist in allen auftretenden Betriebszuständen, zu jeder Zeit an jedem Ort des Beckens einzuhalten“. Diese Forderung ist nicht einzuhalten und auch nicht überprüfbar, sie ist daher wertlos!

Garantiewerte für Rührwerke

Erhebung des Istzustandes (2)

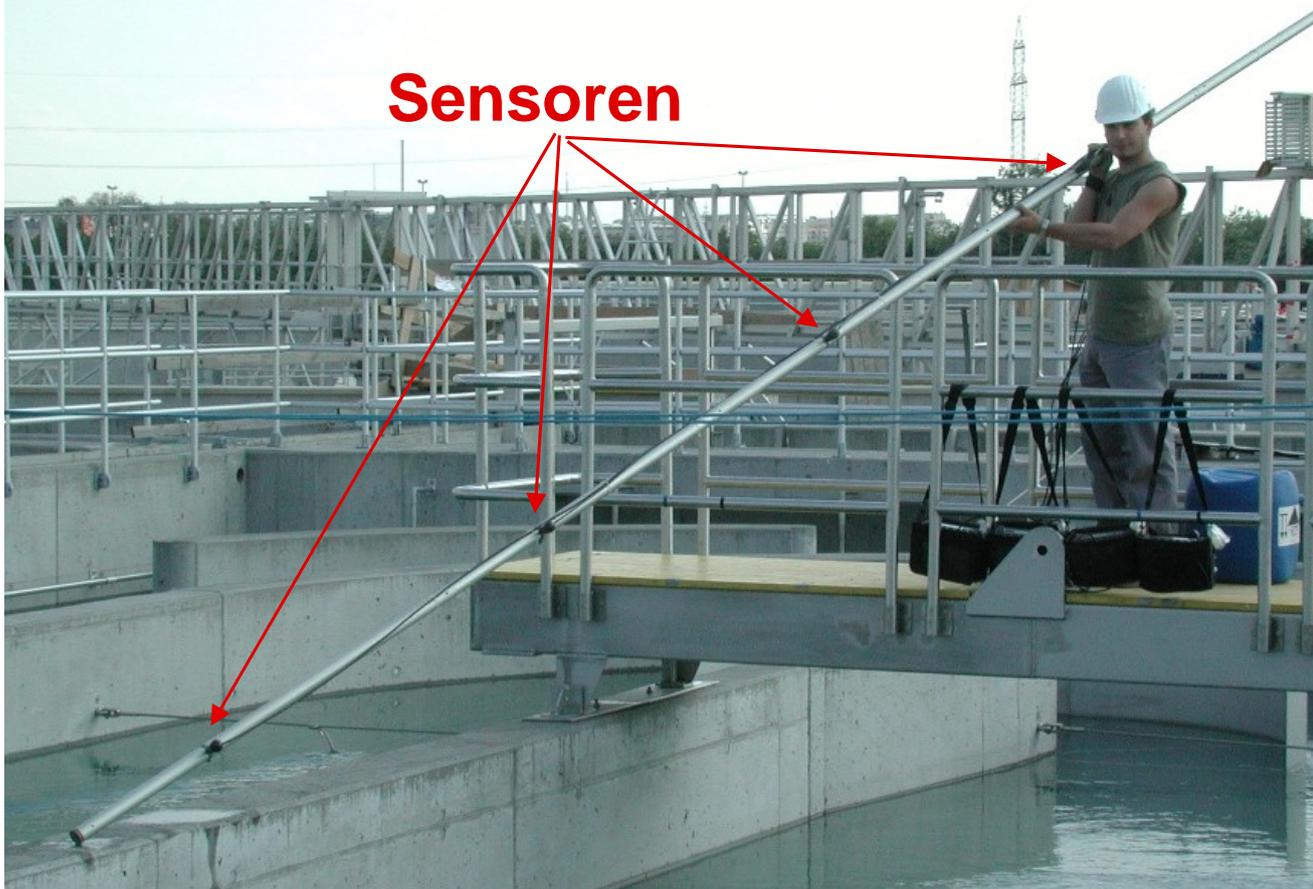
⇒ Zur Überprüfung der Rührwerksleistungen auf der Hauptkläranlage Wien wurde folgende Vorgangsweise gewählt:

- Messung der Strömungsgeschwindigkeit (in Umlaufrichtung) verteilt über den Querschnitt und an der Beckensohle.
 - ☞ Nachzuweisen waren Mindestgeschwindigkeiten und Medianwerte (50% der Messwerte mussten größer als der geforderte Garantiewert sein)
- Messung der Leistungsaufnahme
- Messung der Verteilung der Trockensubstanz

Messung der Strömungsgeschwindigkeit



Messung der Strömungsgeschwindigkeit



Kontrolle des Lufteintrages während der Strömungsmessung



Simulation der Beckendurchströmung



KAN Sprechertag 2008
Garantienachweise für die maschinelle Ausrüstung

Messung der Feststoffverteilung



Messung der Feststoffverteilung

Insgesamt 360
Trockensubstanzmessungen!



KAN Sprechertag 2008
Garantienachweise für die maschinelle Ausrüstung



Registrierung der
Leistungs-
aufnahme der
Rührwerke

**Danke für Ihre
Aufmerksamkeit!**

