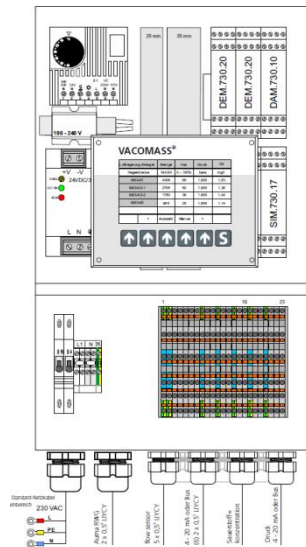


# VACOMASS®

## Technische Information VACOMASS® flexcontrol mit master & econtrol Funktion



## REGELN MIT VACOMASS® flexcontrol

Herkömmliche Regelsysteme basieren typischerweise auf der Messung und direkten Regelung nach der Sauerstoffkonzentration, bei größeren Kläranlagen häufig überlagert von weiteren Prozessparametern wie der Ammonium- und/oder Nitratkonzentration. Bedingt durch die Beckengröße, Systemträgheit aber auch ungünstige Dimensionierung von Gebläsen und Regelarmaturen sowie Verwendung von Klappen und Schiebern mit unzureichender oder stark eingeschränkter Regelfunktion (Details s. DWA M 229-1, Ausgabe September 2017) kommt es zu Verzögerungen in der Regelantwort. Diese können im Bereich von 1-5 Minuten liegen und führen somit zu Abweichungen der tatsächlichen Konzentration im Vergleich zum SOLL-Wert von bis zu 1,5 mg/l.

Diese Abweichung kann im negativen Fall zur Sauerstoffunterversorgung des Belebtschlammes mit negativen Auswirkungen auf die Schlammigenschaften und die Ablaufwerte hinsichtlich Ammonium-Stickstoff führen.

Im positiven Fall führt dies zu einer Überlüftung der biologischen Stufe verbunden mit einem unnötigen Energieverbrauch. Eine Überlüftung kann jedoch wesentliche negative verfahrenstechnische Auswirkungen wie Verschleppung von Sauerstoff in Denitrifikationszonen (Verminderung der Denitrifikationsleistung, Anstieg des Nitratstickstoffes im Ablauf) oder Mineralisierung des Belebtschlammes führen. Diese negativen Auswirkungen treten besonders schnell bei unterlasteten Kläranlagen auf.

Das **VACOMASS® System** der lokalen Lufteintragsregelung überwacht kontinuierlich die zugeführte Luftmenge und erkennt dadurch bereits kleinste Verschiebungen der Druckverhältnisse. Die lokale Regelung greift sofort ein und schaltet somit den Einfluss externer Störungen auf die Luftverteilung aus. VACOMASS® flexcontrol ist ein SPS-basierender Schaltschrank mit Hard- & Softwaremodulen master und econtrol mit Datenübertragung über Analogsignale/ Bussysteme, Ferneinwahl zur Parameterüberwachung/ -anpassung und weiteren Funktionen (F).

### WELCHE PARAMETER HABEN EINFLUSS?

Die Software der Luftregelkreise beinhaltet neben einem adaptierten PID-Regler einen Satz weiterer Parameter bzw. Variablen, um folgenden anlagenspezifischen Bedingungen gerecht zu werden:

- Unterschiedliche Wassertiefe (tiefe Becken reagieren in der Regel träger als flache Becken)
- Beckengeometrie – Art der Belegung der Beckenfläche mit Belüfter wie z.B. voll belegt / partiell belegt (partiell belegte Becken wie z.B. Umlaufbecken reagieren in der Regel träger als vollbelegte Rechteckbecken)
- Anzahl der O<sub>2</sub>-Sonden im Regelkreis (z.B. Mittelwertbildung aus mehreren O<sub>2</sub>-Signalen für den IST-Wert – auch gewichtet)
- Soll der O<sub>2</sub>-SOLL-Wert aus NH<sub>4</sub>-N und ggf. NO<sub>3</sub>-N berechnet werden oder wird er vom PLS vorgegeben?
- Ist mit besonderen Stoßfrachten zu rechnen?
- Ist in Starkregenfällen präventiv bereits mehr Biomasse im System enthalten (überlagerter prädiktiver Regler)?
- Gibt es ein Misch- und Ausgleichsbecken, welches Lastschwankungen vermindert?
- Ist die Wasseraufteilung auf alle Straßen annähernd gleich?

- Haben alle Becken dieselbe Wassertiefe? Sind alle Belüfter gleicher Bauart, gleichen Typs, mit identischen Materialien und gleichen Alters?
- Ist mit Druckschwankungen im System zu rechnen (Art der Gebläse im Zusammenspiel, werden einzelne Regelkreis zu-/ abgeschaltet, die kurzzeitig zu Druckschwankungen führen können, Parametrierung der Gebläsesteuerung/ des Gebläsemanagements – wie schnell/ langsam fahren die Gebläse einem steigenden/ sinkenden Luftbedarf nach, ...)

Diese Parameter werden vor Inbetriebnahme soweit möglich erfragt, die Startvariablen für den Regelkreis ermittelt und hinterlegt. Im Rahmen des „fine-tunings“ der Regelparameter werden diese überprüft und ggf. noch angepasst (häufig merkt man erst während der Optimierphase wie sensibel/ träge das Gebläsemanagement programmiert ist).

### WARUM NICHT NUR EIN PID-REGLER?

Ein PID-Regler mit nur einem Satz an P-, I- und D-Variablen kann nicht prozessoptimal arbeiten, da das System (das Belebungsbecken/ der Regelkreis) in Hochlastphasen anders reagiert als in Schwachlastphasen: Eine Änderung der Luftmenge in einer Hochlastphase um den Betrag **xx** führt zu einem geringeren Anstieg der O<sub>2</sub>-Konzentration als in einer Schwachlastphase (bedingt durch höhere Zehrung bei höherer Fracht).

Eine „Überlüftung“ bei Hochlast um den Betrag **yy** wird schneller verziehen. Eine Überlüftung um denselben Betrag **yy** in der Schwachlastphase führt zu einem wesentlich höheren Anstieg der O<sub>2</sub>-Konzentration mit wesentlich längerer zeitlicher Auswirkung und ggf. unerwünschter Sauerstoffverschleppung in Deni-Becken.

### WARUM EIN LUFTREGELKREIS UND KEINE SAUERSTOFFREGELUNG?

Auf dem Weg zum Belebungsbecken muss die Luft mehrere statische und dynamische Gegendrücke überwinden, welche zueinander im Gleichgewicht stehen. Diese variieren mit der Strömungsgeschwindigkeit oder schwanken in Abhängigkeit externer Störfaktoren, welche nur schwer zu kontrollieren sind. Beispiele hierfür sind Veränderungen des Abwasserniveaus in den Becken oder des Zustands der Belüfter. Schon minimale Änderungen dieser Druckverhältnisse können daher einen signifikanten Einfluss auf die Luftverteilung haben.

Verzögerungen im Regelkreis, bedingt durch das Abwarten bis sich die Änderung der Einstellung des neuen Hubs in der O<sub>2</sub>-Gelöstkonzentration stabil und stationär zeigt, treten bei luftmengenbasierten Reglern nicht auf. Die Luftzufuhr (Luftmenge SOLL zu IST) wie auch die aktuelle zeitliche Änderung der O<sub>2</sub>-Konzentration IST (Trend) werden kontinuierlich überwacht und Abweichungen nach Ablauf der Regelzykluszeit kompensiert. Die lokale Regelung greift direkt ein und schaltet somit den Einfluss externer Störungen auf die Luftverteilung aus.

### PLAUSIBILITÄTSKONTROLLEN/ SICHERHEITSEINSTELLUNGEN

Werden Anschlüsse nicht belegt oder liegt ein Leitungsbruch vor, ersetzt die Software den fehlenden Wert durch einen programmierbaren Ersatzwert. Fällt die Luftmengenmessung/ O<sub>2</sub>-SOLL / IST vom PLS oder NH<sub>4</sub>-N IST aus oder fehlt der Messwert wegen Leitungsbruch, errechnet die Software aus der aktuellen Armaturenöffnung einen Ersatzwert (projektspezifische Szenarien können zusätzlich hinterlegt werden). Die empirisch ermittelten Zeitschritte für neue Regelkreisvorgaben werden linear auf alle Parametersätze angewendet.

Wird irgendein Alarmwert in Richtung Sauerstoffunterversorgung erreicht, verlässt die Software die Normalbearbeitung der jeweiligen Priorität und leitet (projektspezifisch) eine Problembearbeitung ein. Beispiel: Wird der O<sub>2</sub>-Alarmparameter erreicht, verlässt die Software sofort den Regelalgorithmus und steuert die Armatur in die dem Fehler zugeordnete Position.

Wird die hinterlegte maximale Luftmenge für den Regelbetrieb erreicht, schließt die Armatur so lange, bis dieser Wert stabil unterschritten wird.

Wenn keine Alarmparameter mehr verletzt werden, übernimmt die Software automatisch wieder die Regelfunktion.

### AUTOMATISIERTE REINIGUNGSZYKLEN

Zu einer programmierbaren Uhrzeit fährt die Armatur aus aktueller Stellung für eine bestimmte Zeit auf eine beliebig einstellbare Luftmenge (projektspezifisch nach Herstellervorgabe). Nach dem Reinigen fährt die Armatur in die gespeicherte ursprüngliche Position zurück. Dies ist eine Option und kann in der Software aktiviert werden.

### BEDIENUNG ÜBER DAS GRAFIKDISPLAY

Alle aktuellen Prozessparameter sind in einer Tabelle übersichtlich dargestellt.

Mit Passwortschutz können in der ersten Ebene alle Standardparameter im Regelkreis angesehen und geändert werden.

Mit Passwortschutz können in der zweiten Ebene alle zusätzliche Verstärkungs-, Dämpfungs- und Korrekturparameter angesehen und geändert werden. (s. Parameterübersicht).

Alle Menüs können über eine direkte Ethernet-Verbindung auch in der Leitwarte am Bildschirm eingesehen und Parameter angepasst werden.

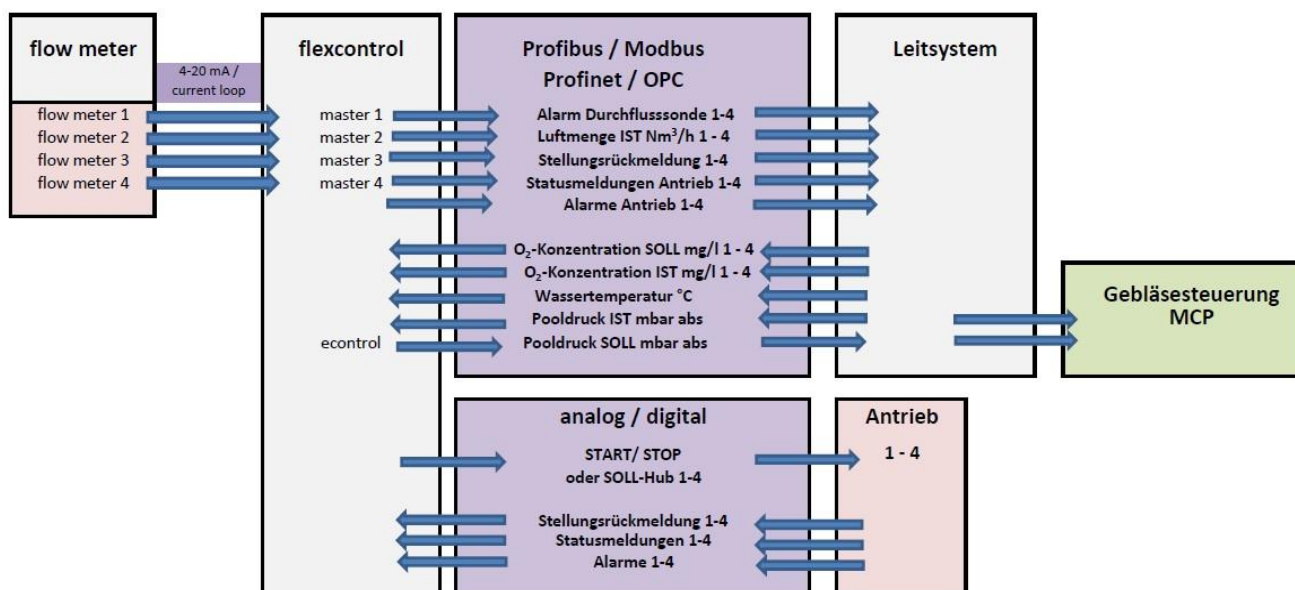
### BETRIEBSARTEN

VACOMASS® master ist der Regelbaustein für die komplette Regelung der Luftzufuhr und -verteilung in die unterschiedlichen Becken / Zonen.

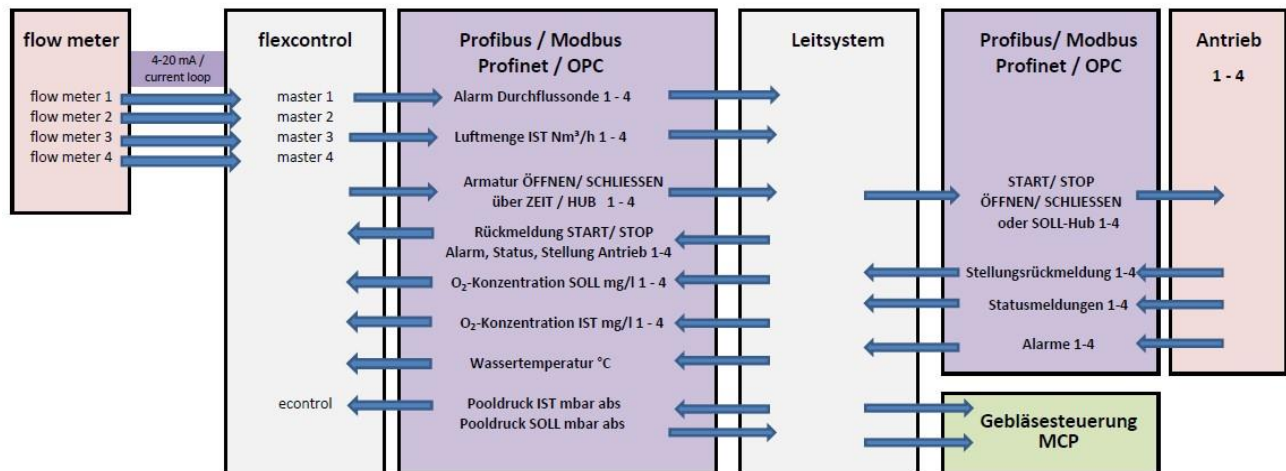
VACOMASS® econtrol ist der Regelbaustein für die Ermittlung und Übertragung des aktuell sinnvollen Druckes in der Sammelleitung.

Je nach Ansteuerung der Antriebe werden zwei Möglichkeiten unterschieden:

1. Beispiel **direkte Ansteuerung** der Antriebe über Zeit oder Position aus dem flexcontrol (wenn Ansteuerung der Antriebe analog/ digital realisiert wird)



2. Beispiel **externe Ansteuerung** der Antriebe über Zeit oder Position über das Leitsystem (wenn Ansteuerung der Antriebe über Profibus, Modbus, Profinet ... realisiert wird)



## FUNKTIONEN VACOMASS® master & econtrol

### VACOMASS® master

F1 Korrektur des Luftmengensignals rohrlenungsbedingt und/oder durch sich öffnende/ schließende Regelarmatur (simultane Strömungsprofilkorrektur) – Ermittlung Luftmenge IST

F2 basierend auf einem empirischen Berechnungsansatz, den eingestellten Parametern im Regelkreis (s. Parameterübersicht Regelkreis Ebene 1 und 2), der Armaturencharakteristik, den O<sub>2</sub>-Konzentrationen SOLL & IST, dem aktuellen Hub der Armatur und der Luftmenge IST wird unabhängig von statischen und dynamischen Druckveränderungen im System nach Ablauf der eingestellten Regelzykluszeit

1. die neue SOLL-Luftmenge berechnet,
2. geprüft, ob die eingestellte Hysterese überschritten wird (bei Unterschreiten wird nicht reagiert),
3. eine Entscheidung gefällt öffnen oder schließen,
4. die Zeit öffnen/ schließen der Regelarmatur (optional der Hub SOLL) berechnet und
5. die Armatur geöffnet/ geschlossen

F3 Plausibilitätsprüfung: es werden nur Signale funktionstüchtiger Sonden berücksichtigt

F4 Alarmverwaltung: bei Auftreten von massiven Störungen wird automatisch eine Sicherheitsstellung für die Armatur oder eine definierte Luftmenge angefahren, automatische Rücksetzung in den Normalbetrieb nach Wegfall des Alarms F5 optional: redundante Überwachung weiterer Prozessparameter möglich

F6 optional: basierend auf der NH<sub>4</sub>-N Konzentration (überlagert NO<sub>3</sub>-N falls vorhanden) wird ein O<sub>2</sub>-SOLL-Wert rechnerisch ermittelt

F7 optional: Programmierbarer Reinigungszyklus für die Belüfter mit Luftmengenbegrenzung

**VACOMASS® econtrol** F1 Die Öffnungssituation aller Armaturen Hub IST 1-i wird kontinuierlich überwacht. Der Hub der am meisten geöffneten Armatur MOV („most open valve“) bestimmt den erforderlichen Druck in der Sammelleitung. Druck min und Druck max sowie Hub min und Hub max müssen als Grenzwerte hinterlegt sein.

F2 Unterschreitet die MOV-Armatur den eingestellten Wert Hub max, berechnet econtrol basierend auf dem Druck IST den neuen sinnvollen Druck SOLL und flexcontrol überträgt diesen Wert an das Leitsystem. Das Gebläsemanagement (nicht im VACOMASS® System enthalten) setzt dann den neuen kleineren Druck um, bis schlussendlich Druck min erreicht und gehalten wird.

F3 Überschreitet die MOV-Armatur den eingestellten Wert von Hub min, ist die aktuelle Luftmenge zu klein, die O<sub>2</sub>-Konzentration SOLL zu halten. Dann berechnet econtrol basierend auf dem Druck IST den neuen erforderlichen Druck SOLL in der Sammelleitung und überträgt diesen Wert an das Leitsystem. Das Gebläsemanagement (nicht im VACOMASS® System enthalten) setzt dann den neuen höheren Druck um, bis entweder Druck max oder die O<sub>2</sub>-Konzentration SOLL erreicht werden oder bis schlussendlich die Armatur bei Druck max vollständig geöffnet ist.

F4 Zur Optimierung des Pooldruckes und Reduzierung des Energieverbrauches kann der Anstieg des Pooldruckes bereits früher gestoppt werden, wenn die hinterlegte akzeptable Abweichung von der O<sub>2</sub>-Konzentration SOLL erreicht ist (kann aber auch 0 mg/l betragen).

## PARAMETERÜBERSICHT REGELKREIS master

Folgende Prozessdaten und Konfigurationen werden für jeden Regelkreis / jedes Becken / jede belüftete Zone berücksichtigt:

Variable on-line IN	O <sub>2</sub> -Konzentration IST, O <sub>2</sub> -Konzentration SOLL, Luftmenge IST, Armaturenöffnung IST, Druck IST Sammelleitung, Wassertemperatur, Salzgehalt etc.
Regelparameter IN Ebene 1	master: Regelzykluszeit, Hysterese Luftmenge, Laufzeit Antrieb 0 – 100% Hub, P-Wert, I-Wert, Dämpfungszeiten für Eingangssignale O <sub>2</sub> -IST und p IST, Wichtungsfaktoren ÖFFNEN/ SCHLIESSEN, Alarme (z.B. min flow, max flow,..)  econtrol: Hub min, Hub max, Druck min, Druck max., Verstärkung (bestimmt die Geschwindigkeit der Druckänderung), Dämpfung (bedämpft das Eingangssignal Pooldruck)
Parameter IN Ebene 2	Dämpfungsfunktionen für Antrieb/ Hub 0-100%, Druckniveau p min bis p max, Wassertemperatur, Salzgehalt, Begrenzung Hub/ Regelzyklus, Verstärkungsfaktoren Abweichung O <sub>2</sub> -IST vom O <sub>2</sub> -SOLL, Dämpfung Q über Q-MBEW, Korrekturfaktoren flow meter, Verstärkungsfaktor Druck
Regelparameter OUT	Luftmenge SOLL, Öffnungszeit/ Schließzeit der Armatur SOLL oder Hub Armatur SOLL
Alarme OUT	z.B. flow meter Error, Antrieb Error, Luftmenge max usw.

## IMPRESSUM

---

BINDER GmbH  
Buchbrunnenweg 18  
89081 Ulm, Germany  
Tel. +49 731 18998-0  
Fax +49 731 18998-88

[info@bindergroup.info](mailto:info@bindergroup.info)  
[www.bindergroup.info](http://www.bindergroup.info)

BIDE-M-D-VACOMASS-DE-R01 Datenblatt  
VACOMASS Information Regelkreis