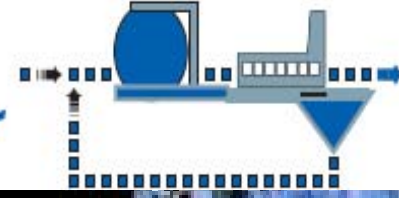


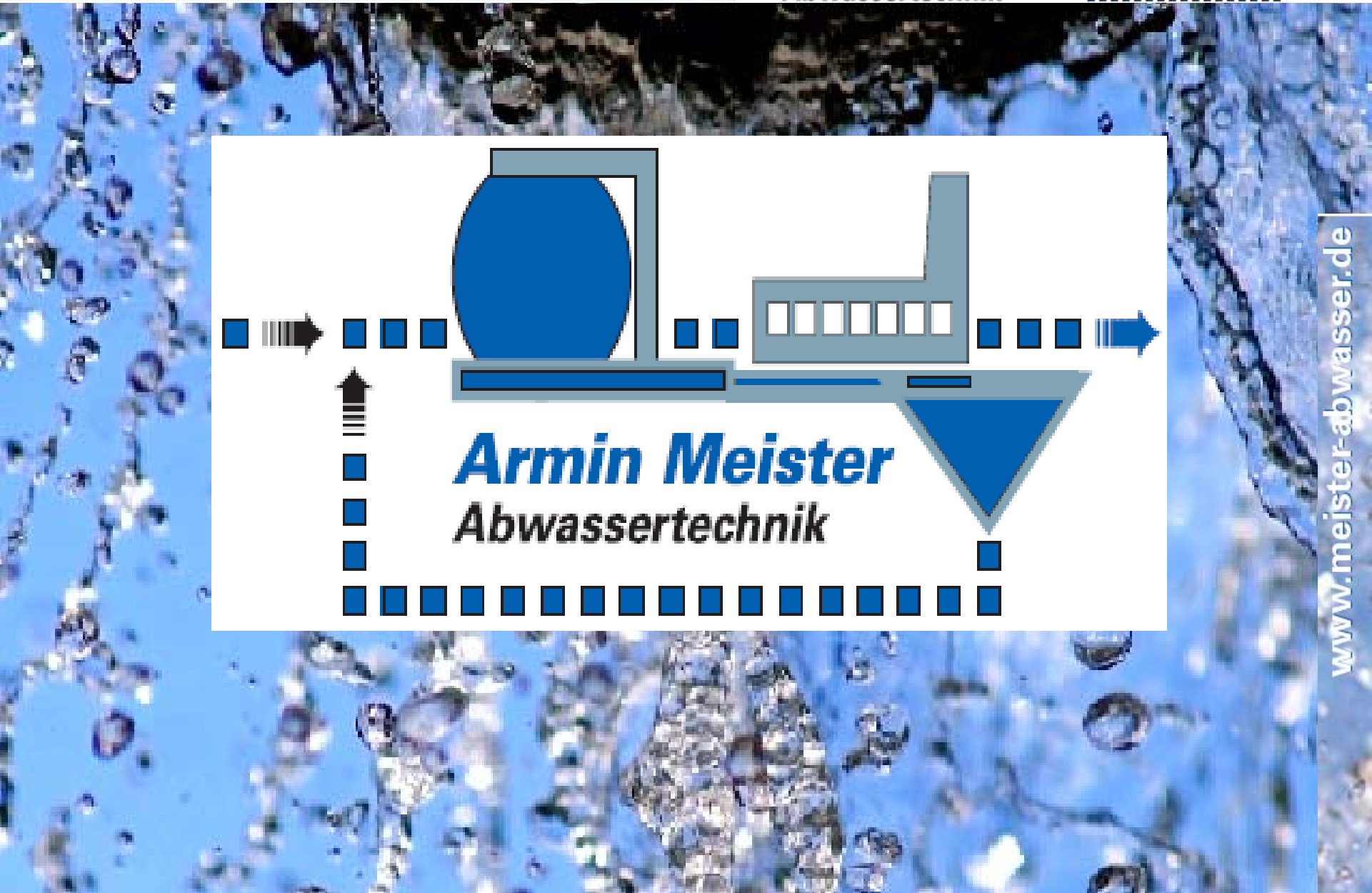


**Armin Meister**  
Abwassertechnik



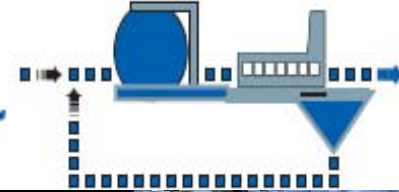
**Armin Meister**  
Abwassertechnik

[www.meister-abwasser.de](http://www.meister-abwasser.de)





**Armin Meister**  
Abwassertechnik



Applikations- und  
Betriebsberatung

Für eine saubere  
>>> Umwelt <<<

[www.meister-abwasser.de](http://www.meister-abwasser.de)





## Situation in Deutschland



Die Aufrüstung der Kläranlagen zur weitergehenden Abwasserreinigung ist seit 2000 abgeschlossen.

Seither gibt es kaum mehr Neu- oder Umbauten.



## Situation in Deutschland

### Nutzungsdauer

Maschinentechnik	15 – 20 Jahre
Pumpwerke	8 – 12 Jahre
Belüftungselemente	4 – 10 Jahre
Messeinrichtungen	8 – 12 Jahre
Schaltanlagen	8 – 10 Jahre
Prozessleitsysteme	4 – 8 Jahre





## Situation in Deutschland

**Kläranlagen sind seither  
gealtert und haben heute  
einen Erneuerungsstau in  
den Bereichen der  
EMSR-Technik!**



# Studie in Rheinland-Pfalz



Eine Studie der  
Fachhochschule Mannheim,  
durchgeführt im Dez. 2008,  
bestätigt dies für  
Rheinland-Pfalz

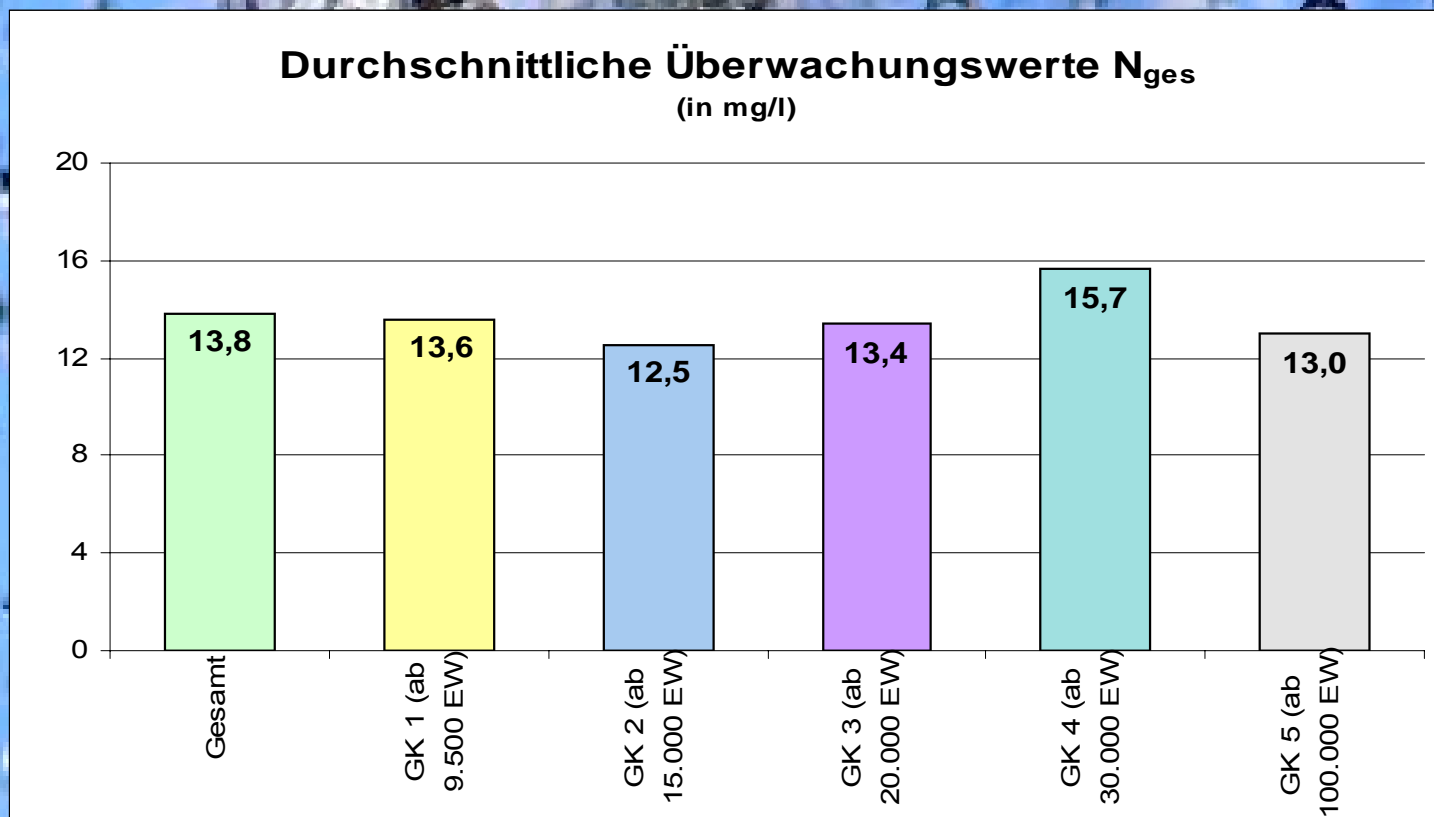
Quelle: ATV-Handbuch

[www.meister-abwasser.de](http://www.meister-abwasser.de)

# Studie in Rheinland-Pfalz



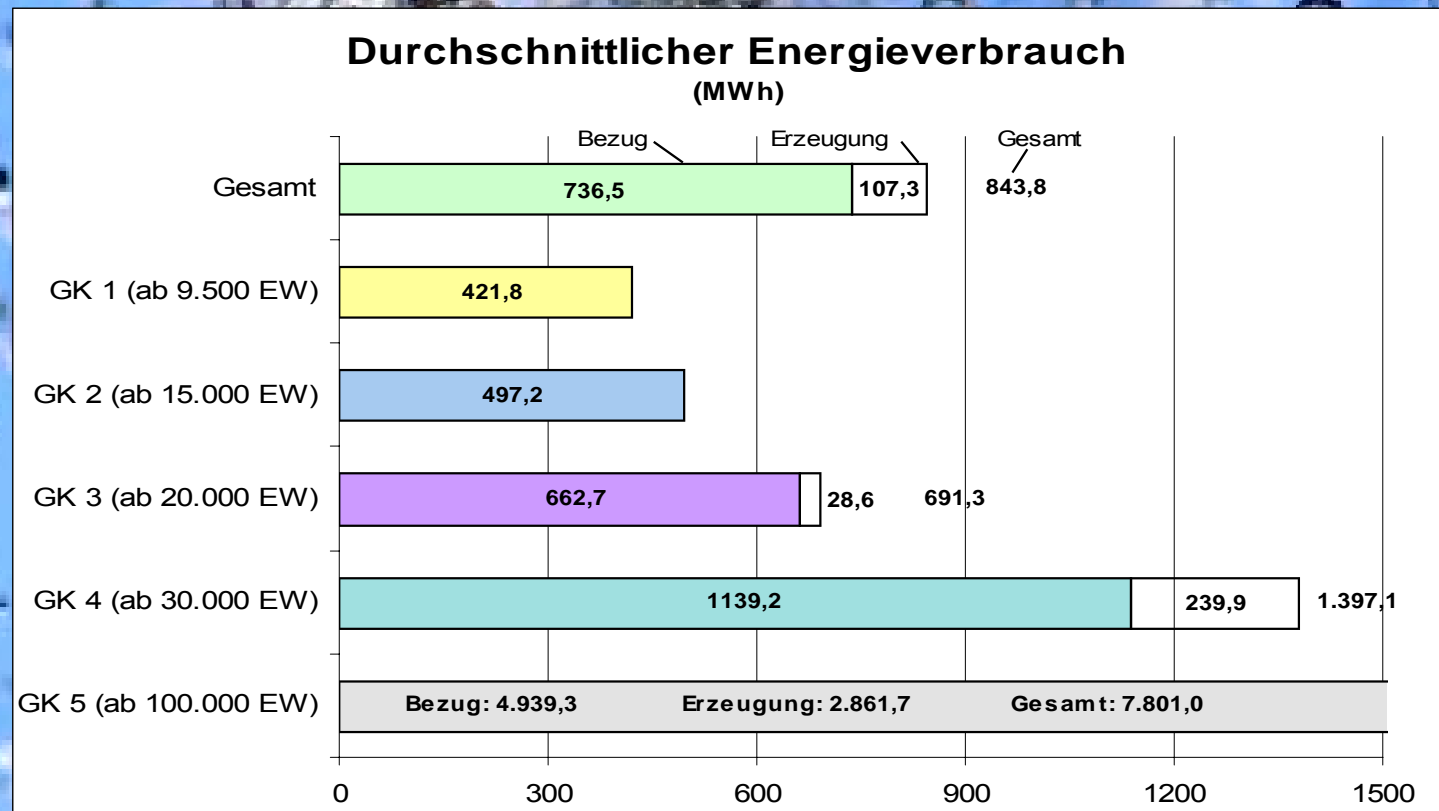
Die Überwachungswerte sind hoch



# Studie in Rheinland-Pfalz



Der Energieverbrauch ist erhöht\*



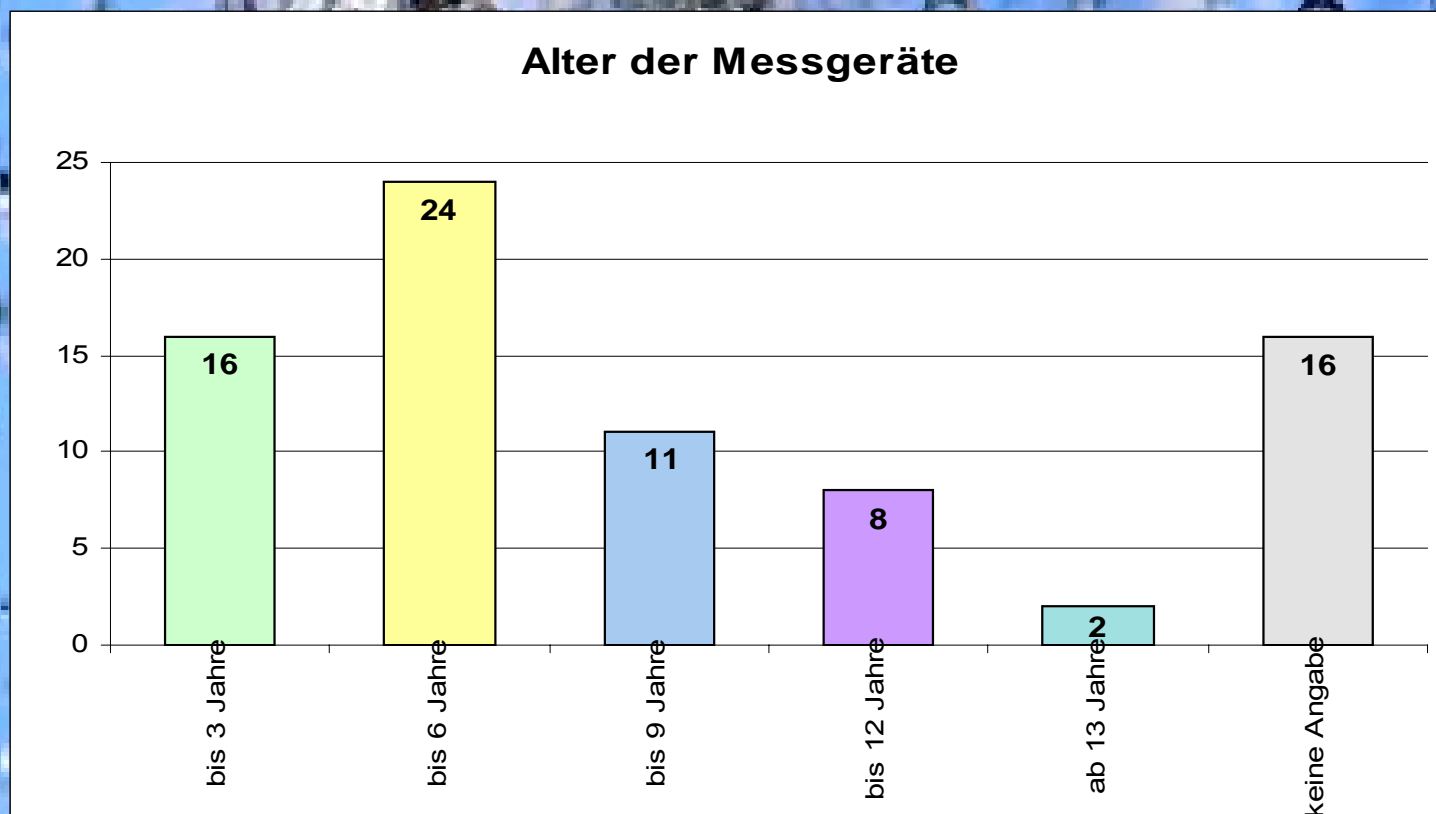
\* vgl. Energiehandbuch für Kläranlagen



# Studie in Rheinland-Pfalz



Ca. 70% der Messgeräte sind 6 Jahre und älter



# Studie in Rheinland-Pfalz



## Ergebnisse:

- Es besteht Erneuerungsbedarf  
(EMSR- / Maschinenteknik / PLS)
- Optimierungspotential liegt vor  
(Elimination / Energie)



Quelle: Arty Handbuch



# Optimierungspotentiale



Im Ersatzfall bestehen 2 Möglichkeiten

entweder

1:1 ersetzen



Nachteil:

Gleich hohe Betriebskosten

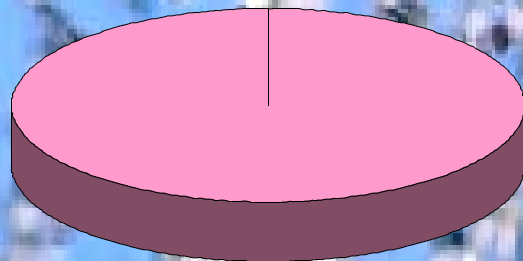
oder

Nach Stand der Technik modernisieren

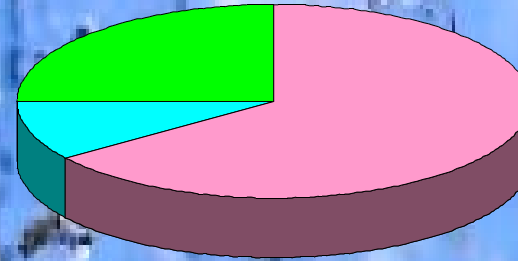


Vorteil:

Nutzung der Einsparpotentiale

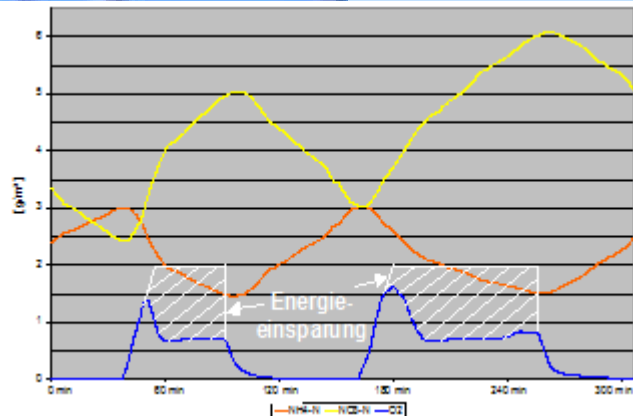


■ Energieverbrauch vorher



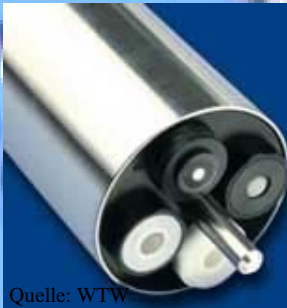
■ Energieverbrauch nachher  
■ Effiziente Technologien  
■ Prozessoptimierung

# Optimierung durch einzelne Maßnahmen



## Beispiel: Belüftung

- Erneuerung der Belüftungselemente
- Erneuerung der Gebläse bzw. Antriebe
- Erneuerung von Umwälzeinrichtungen
- Einsatz neuer Online-Messtechnik
- Optimierung der Belüftungssteuerung
- Anpassung der Prozessstrategie



Quelle: WTW

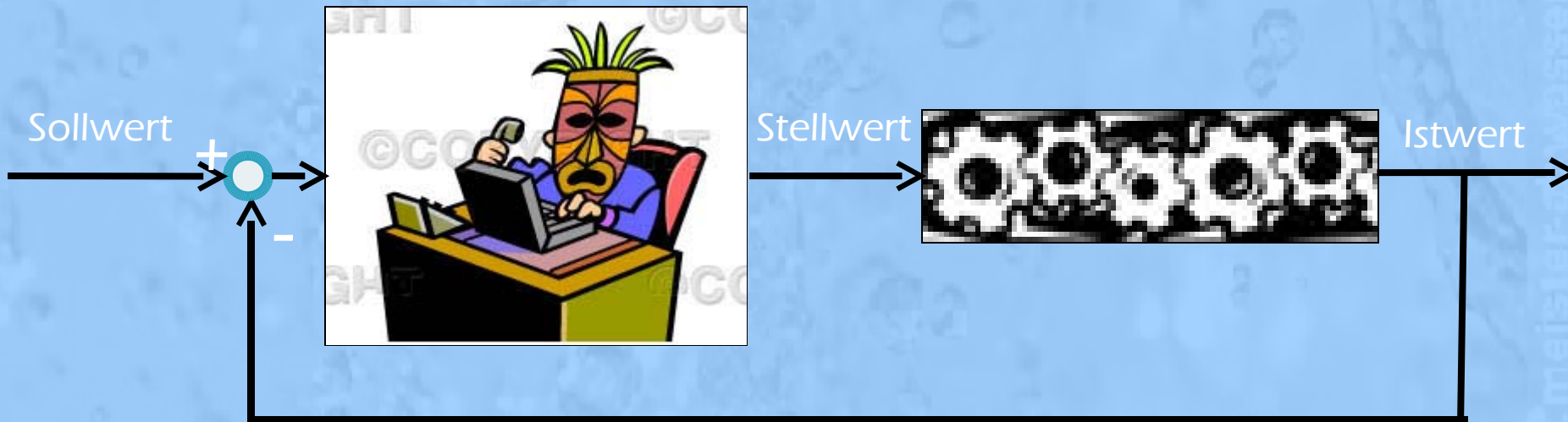


# Regelverfahren für Belebungen



Regler

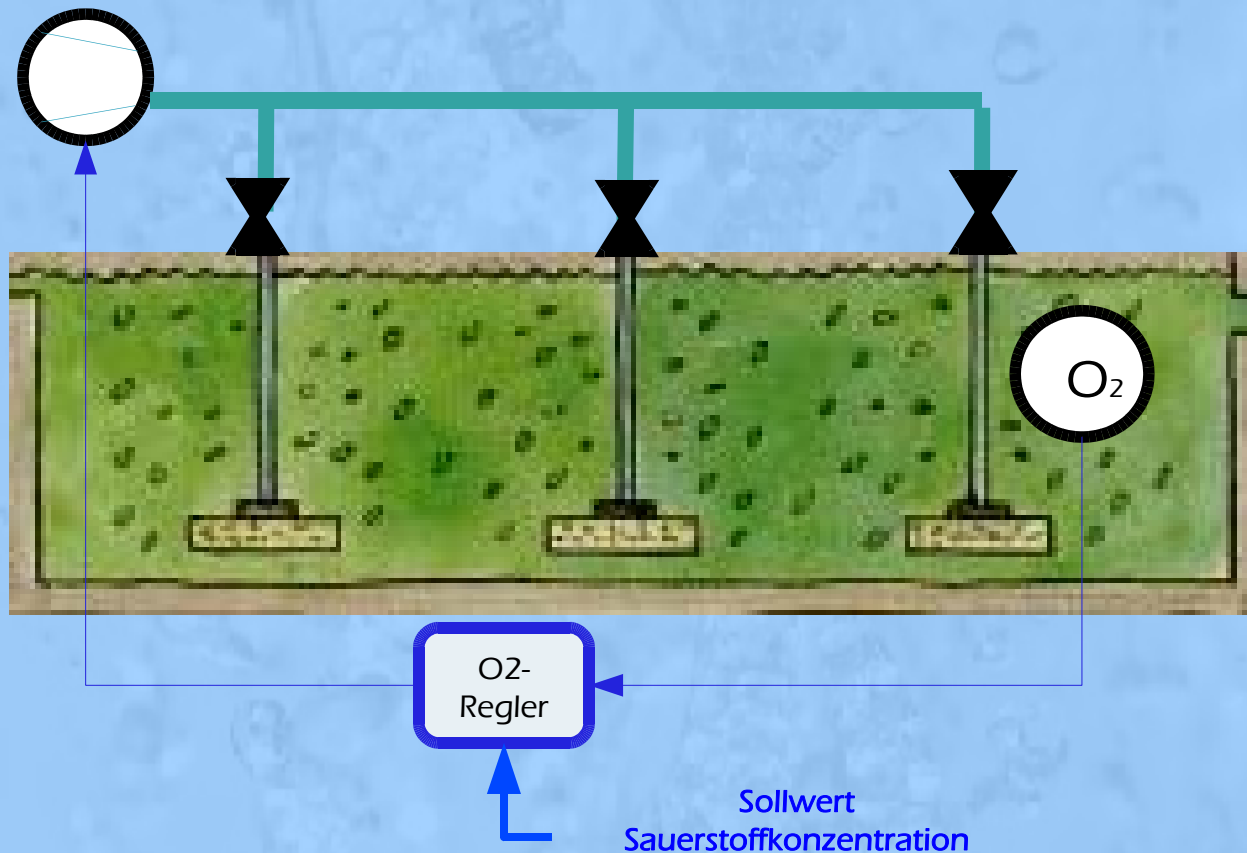
Regelstrecke



www.meister-abwasser.de

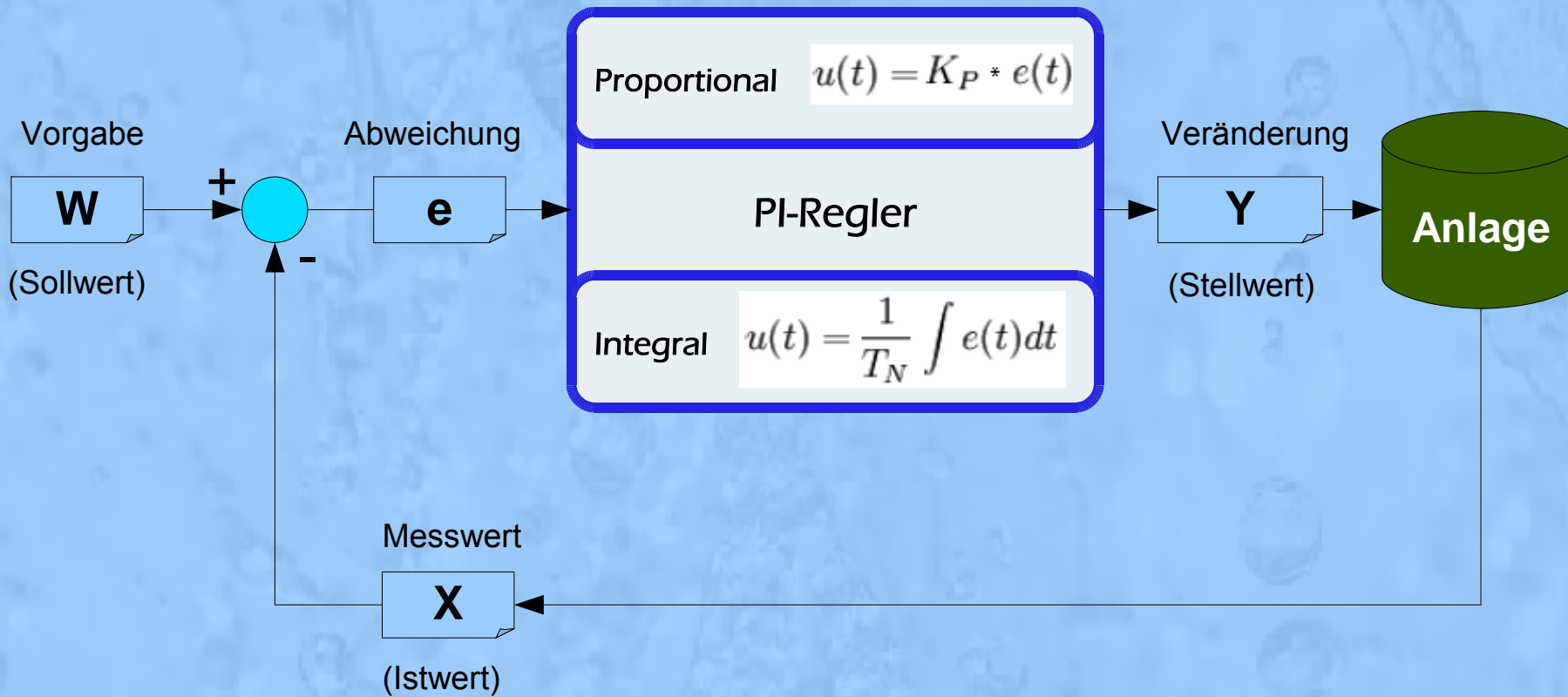
# Der konventionelle Regler

## „Einfache“ Sauerstoffregelung

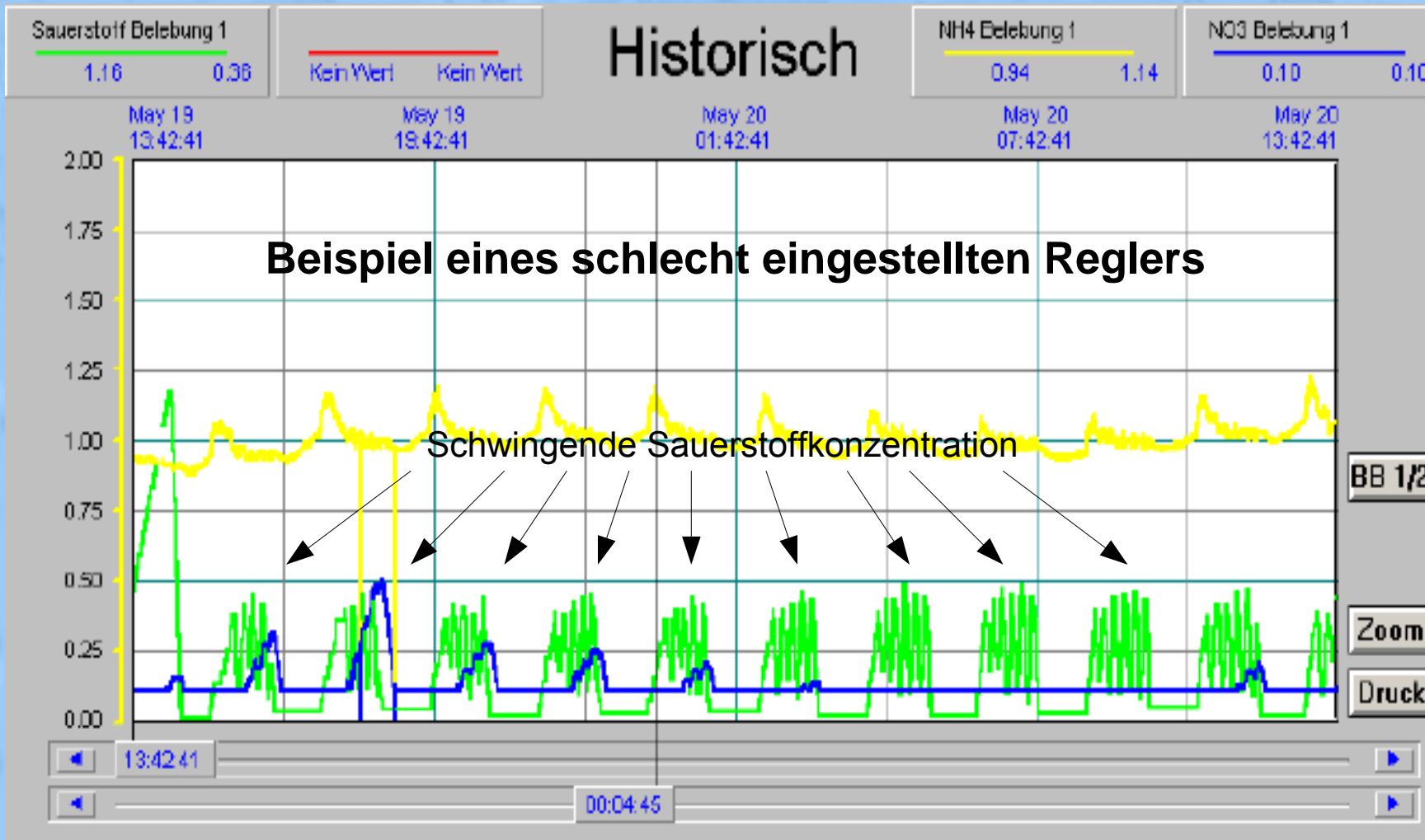




# Der konventionelle Regler

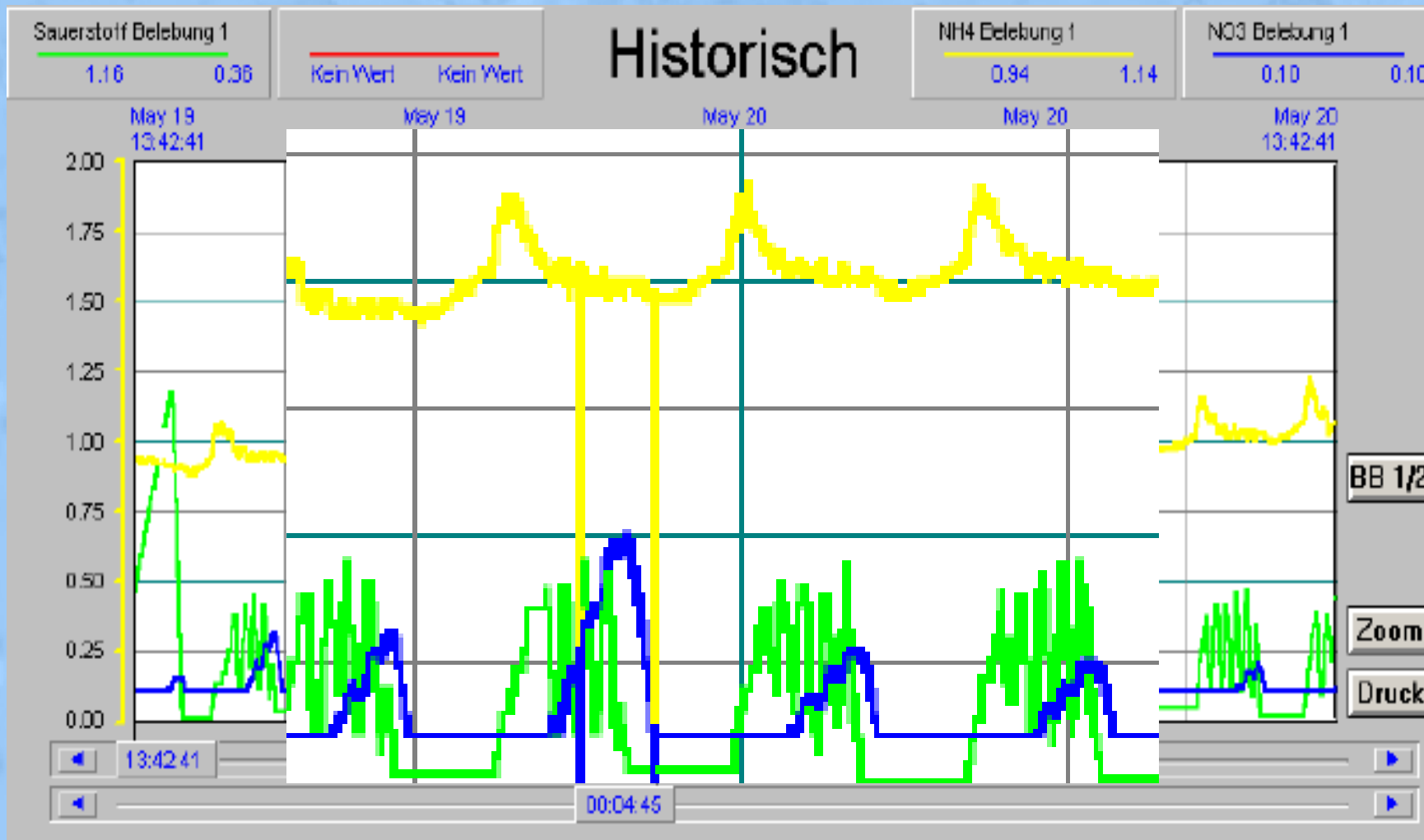


# Der konventionelle Regler



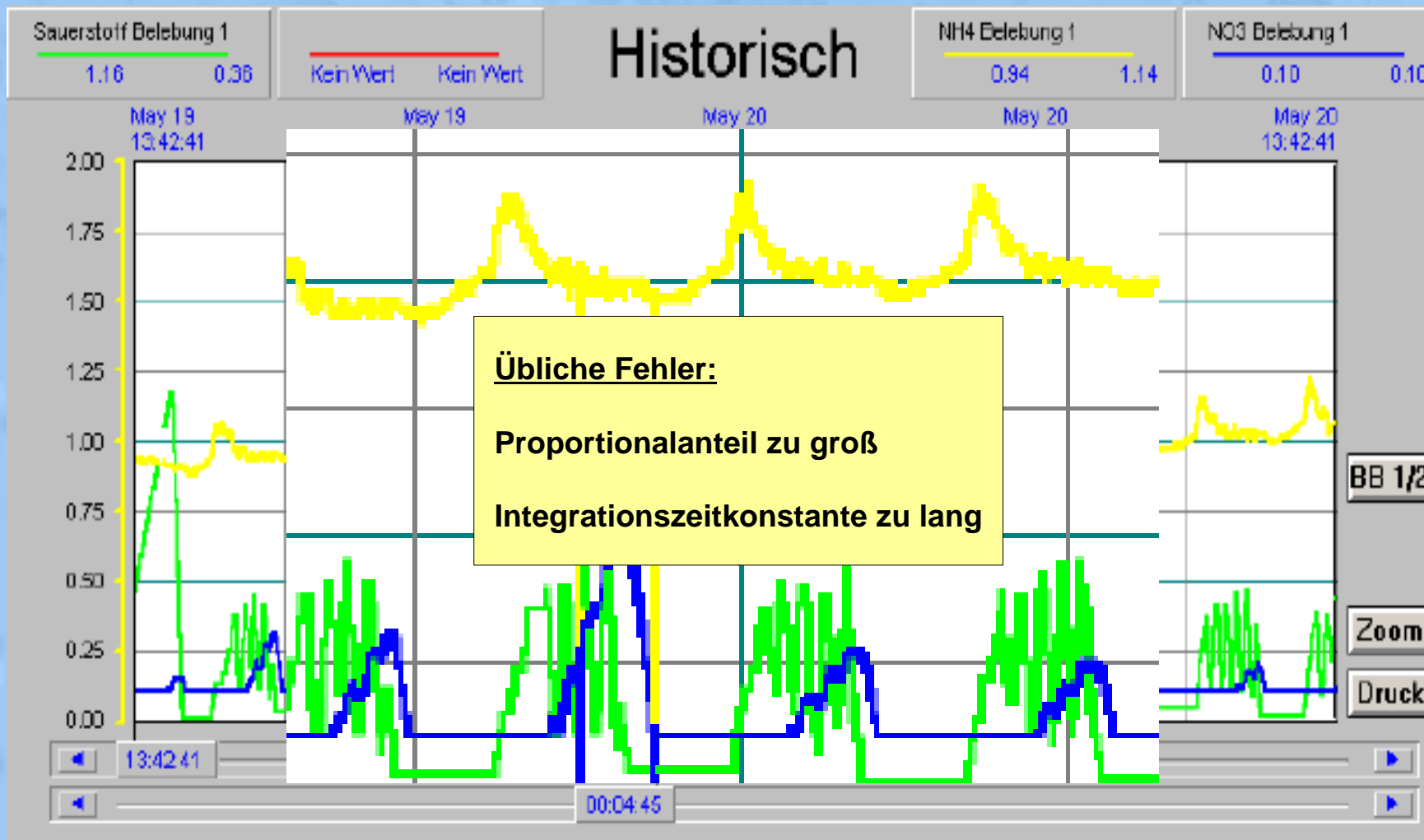


# Der konventionelle Regler



ATV-DVWK Merkblatt M265

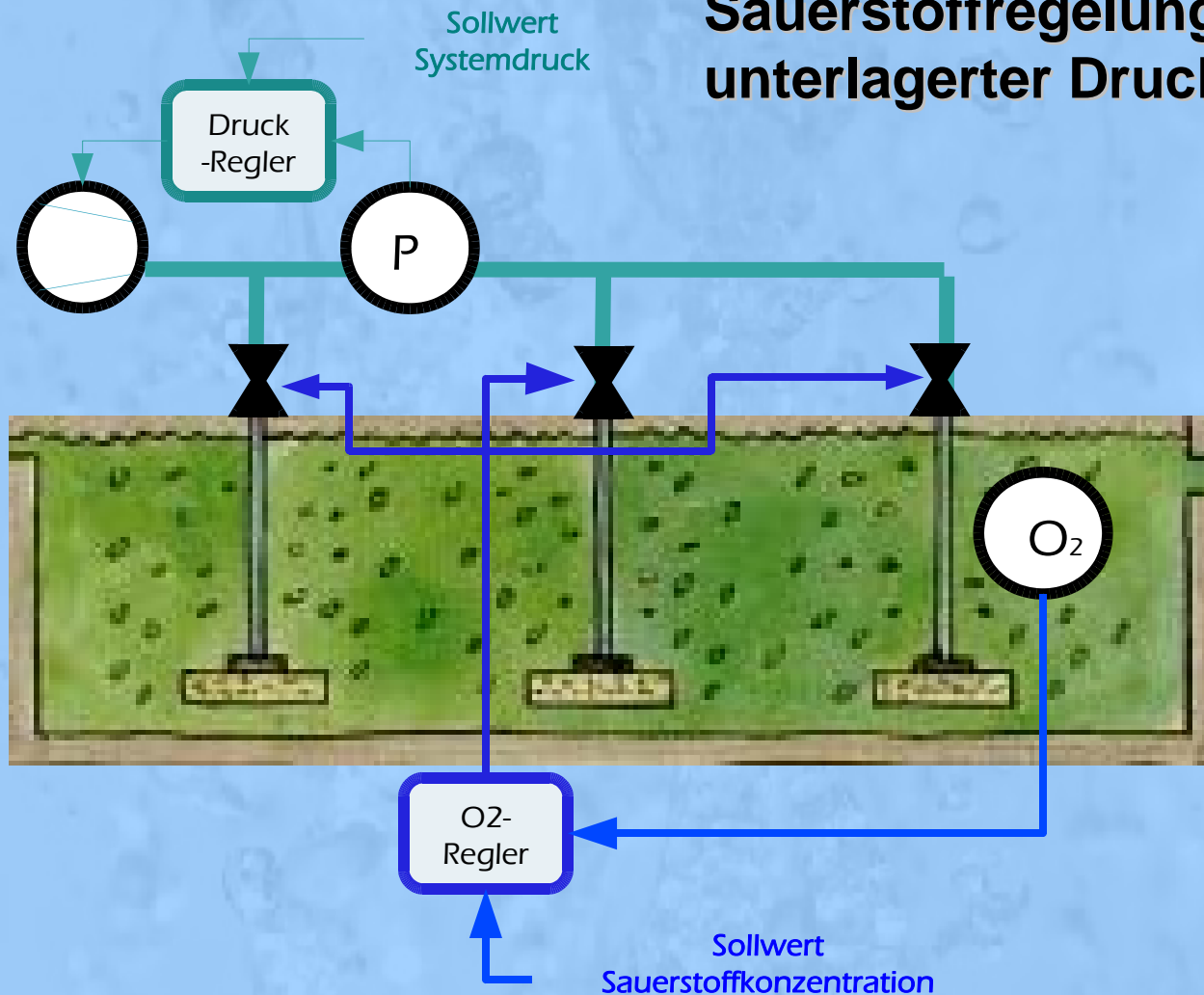
# Der konventionelle Regler



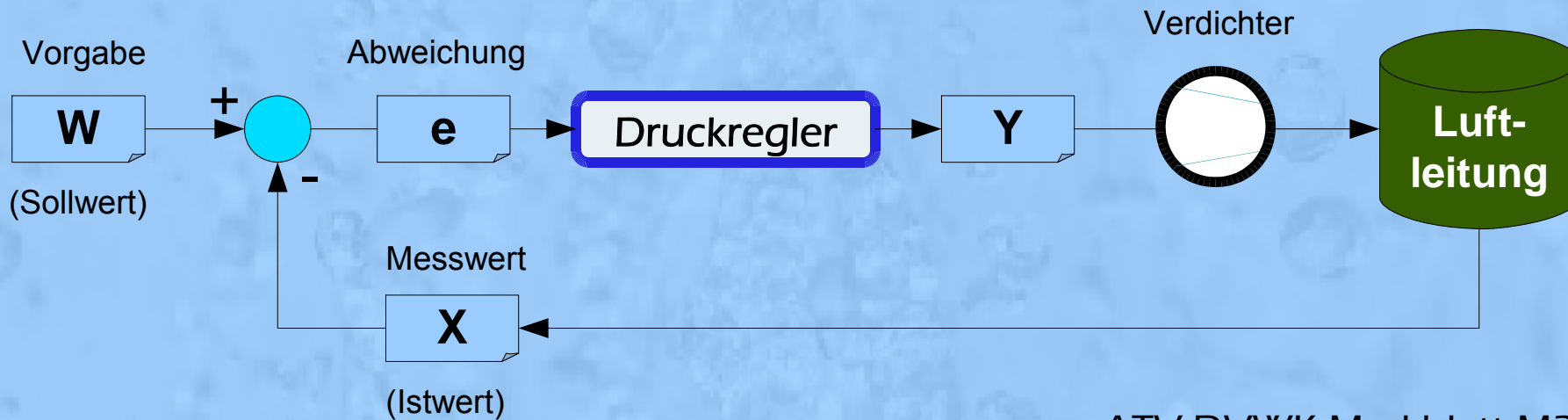
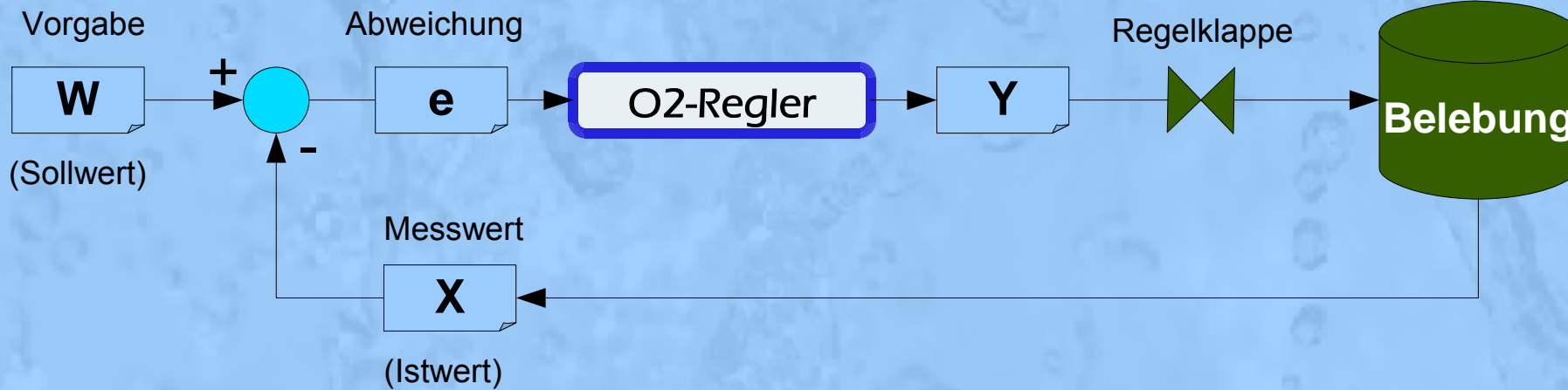


# Der konventionelle Regler

## Sauerstoffregelung mit unterlagerter Druckregelung

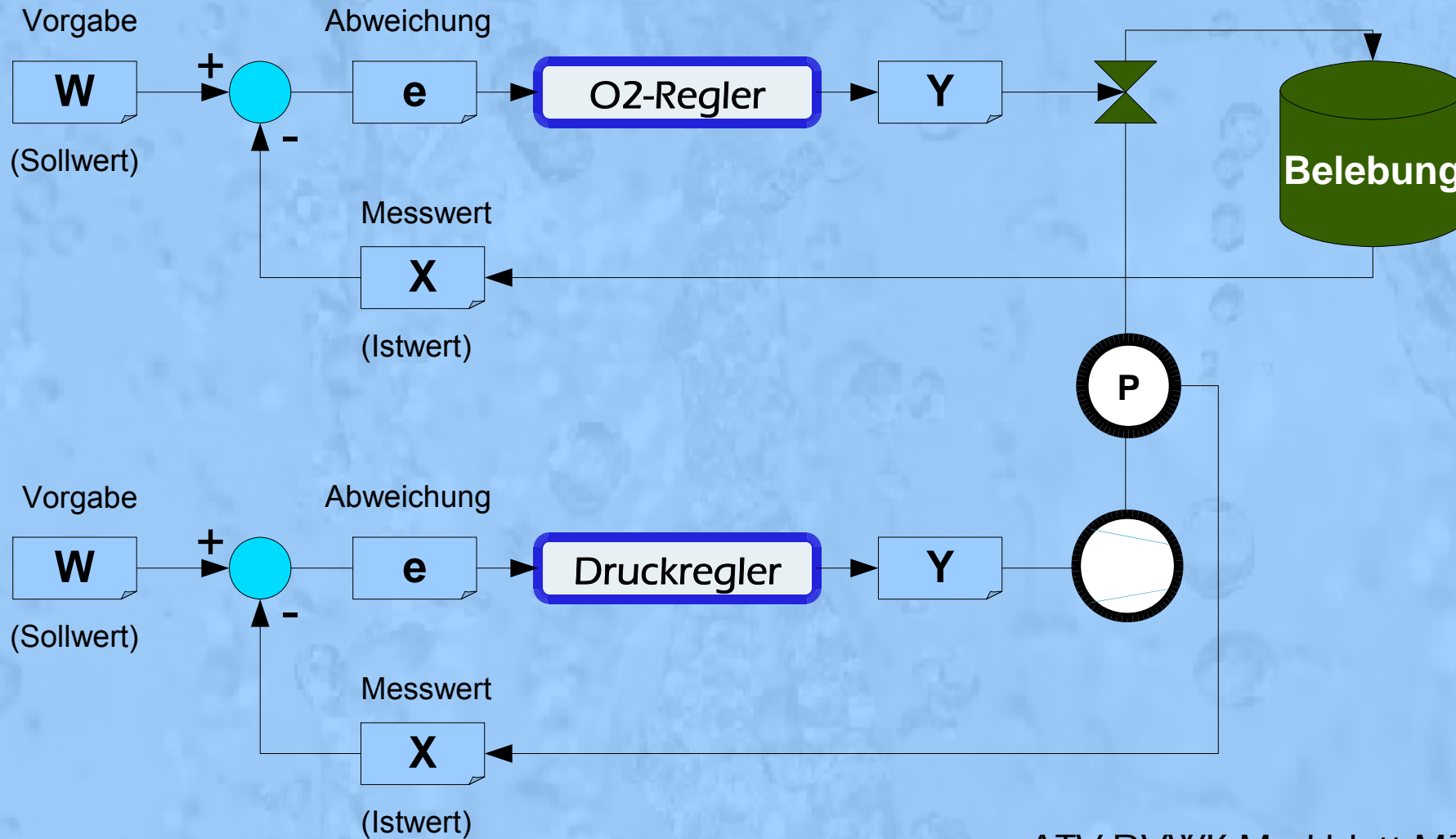


# Der konventionelle Regler

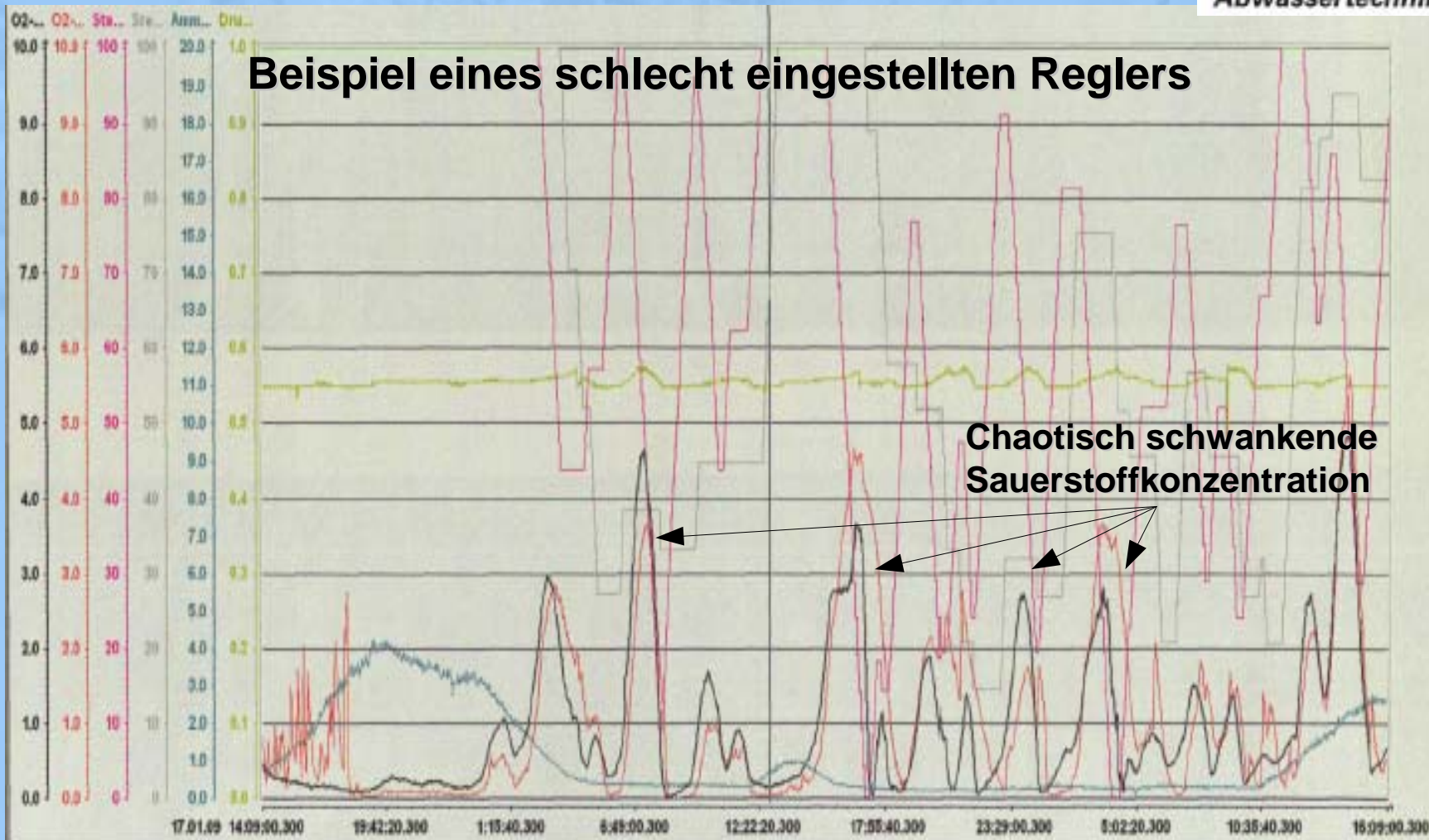




# Der konventionelle Regler

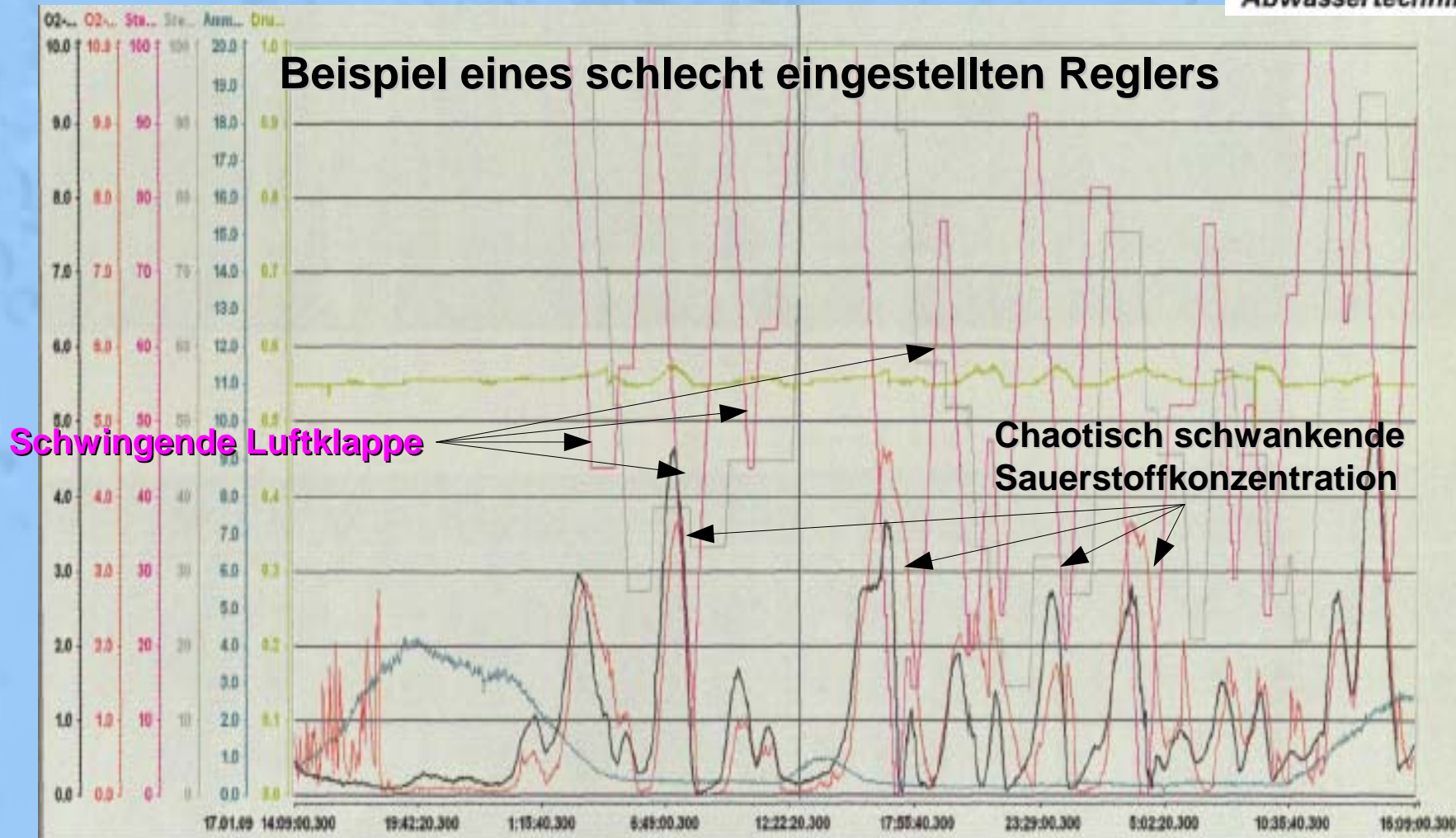


# Der konventionelle Regler



# Der konventionelle Regler

## Beispiel eines schlecht eingestellten Reglers





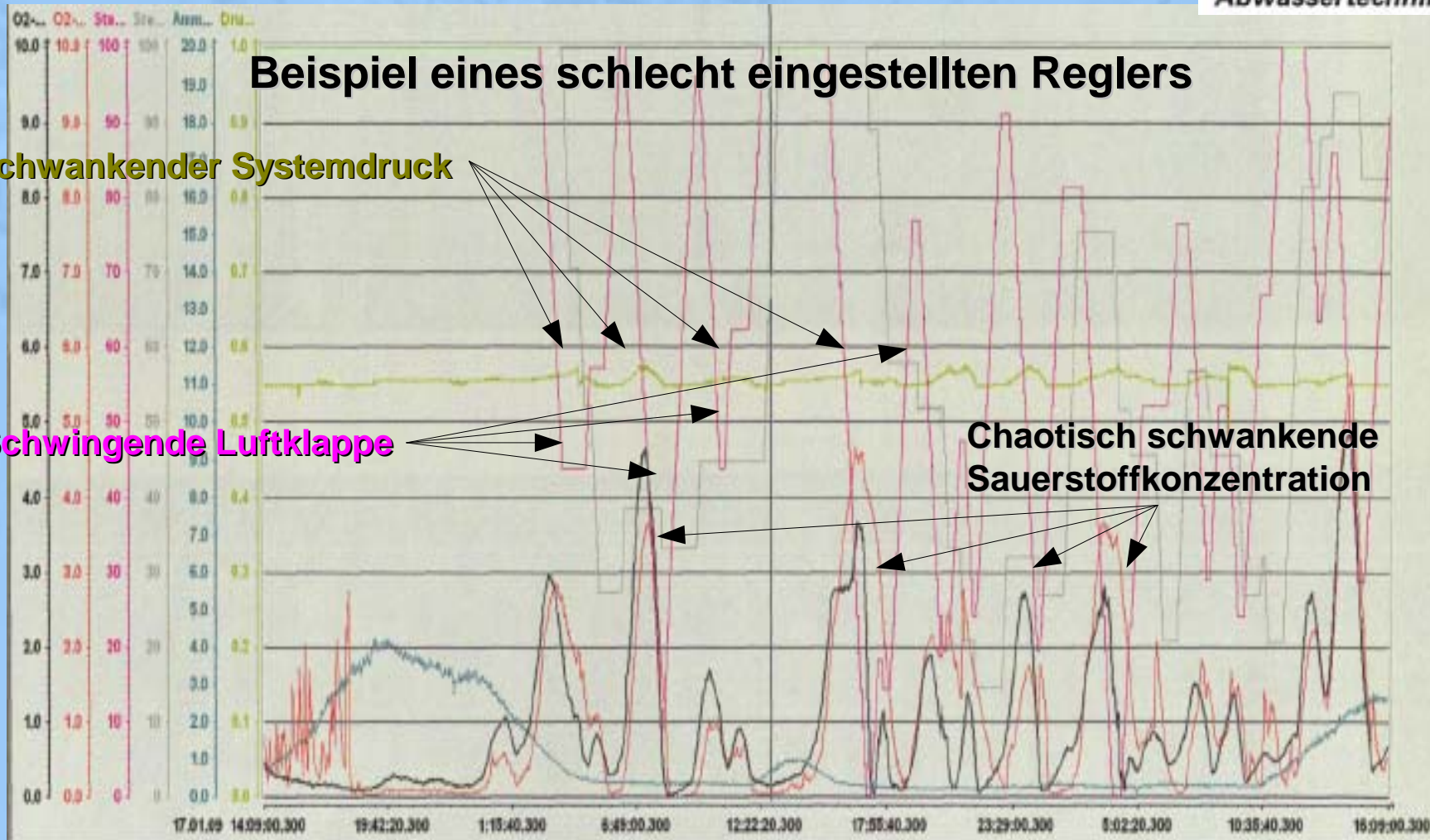
# Der konventionelle Regler

## Beispiel eines schlecht eingestellten Reglers

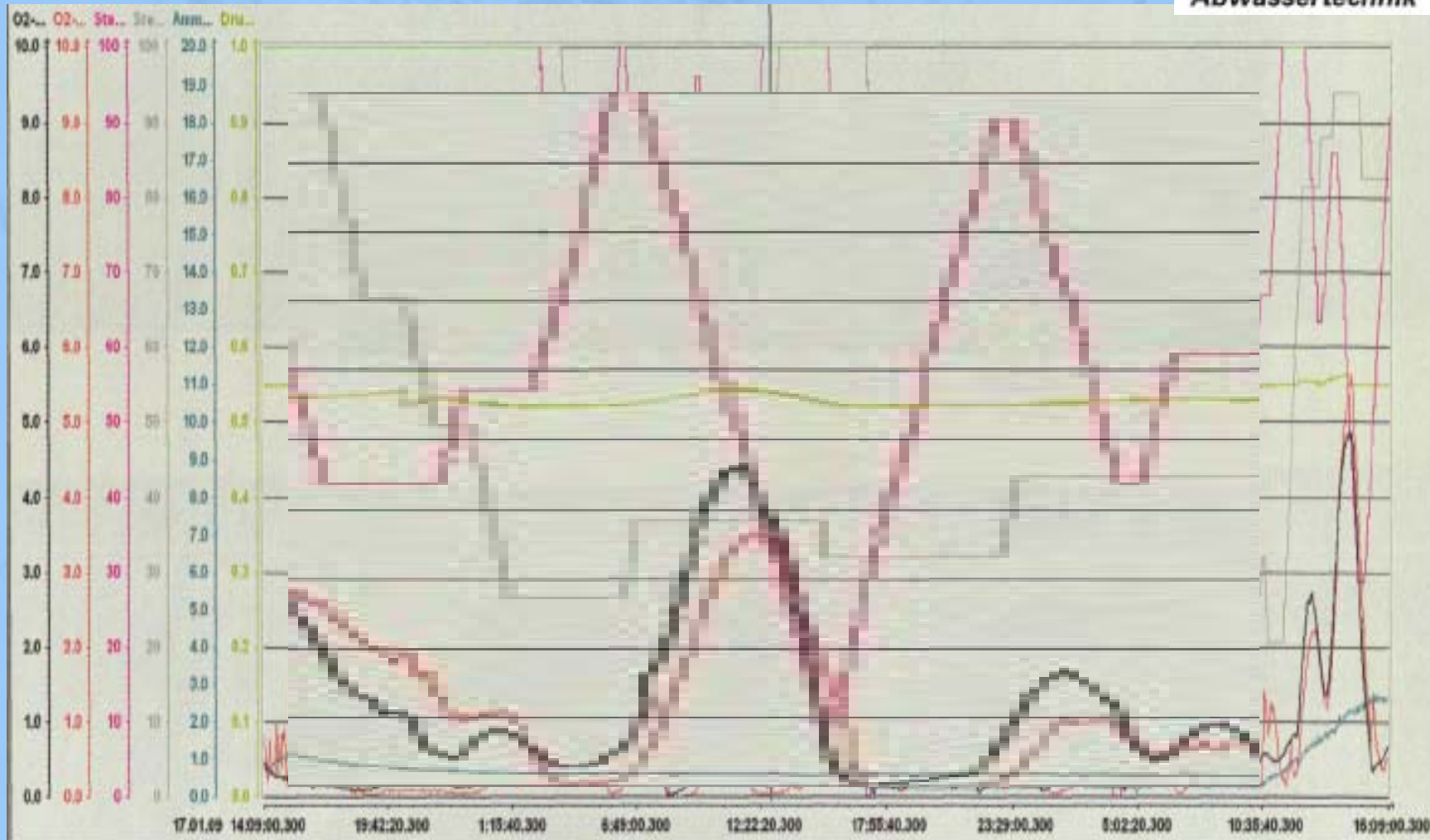
Schwankender Systemdruck

Schwingende Luftklappe

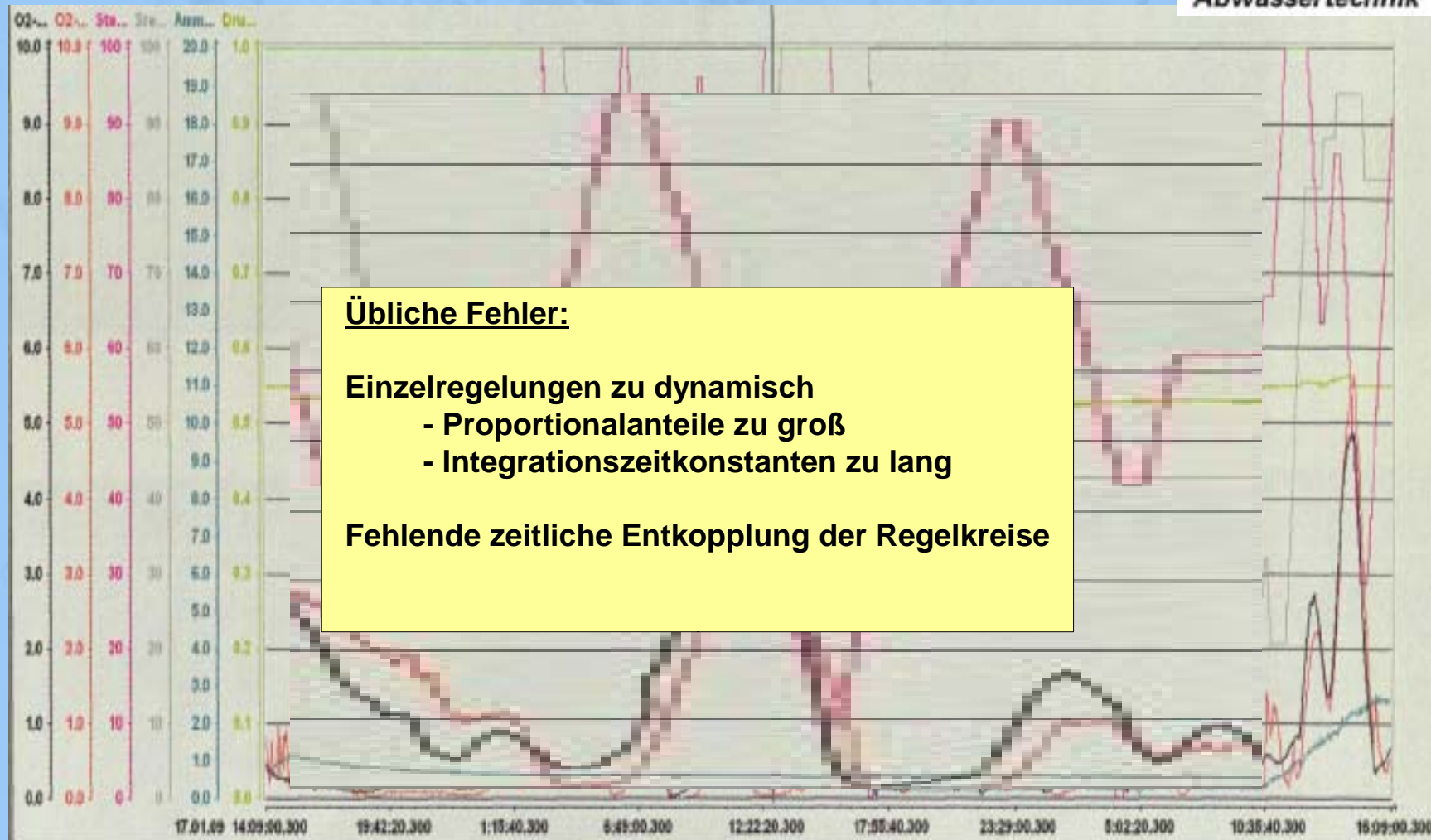
Chaotisch schwankende Sauerstoffkonzentration



# Der konventionelle Regler

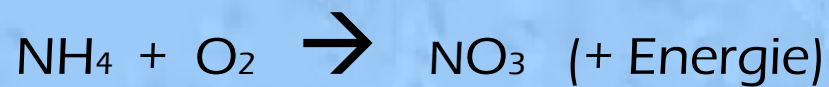
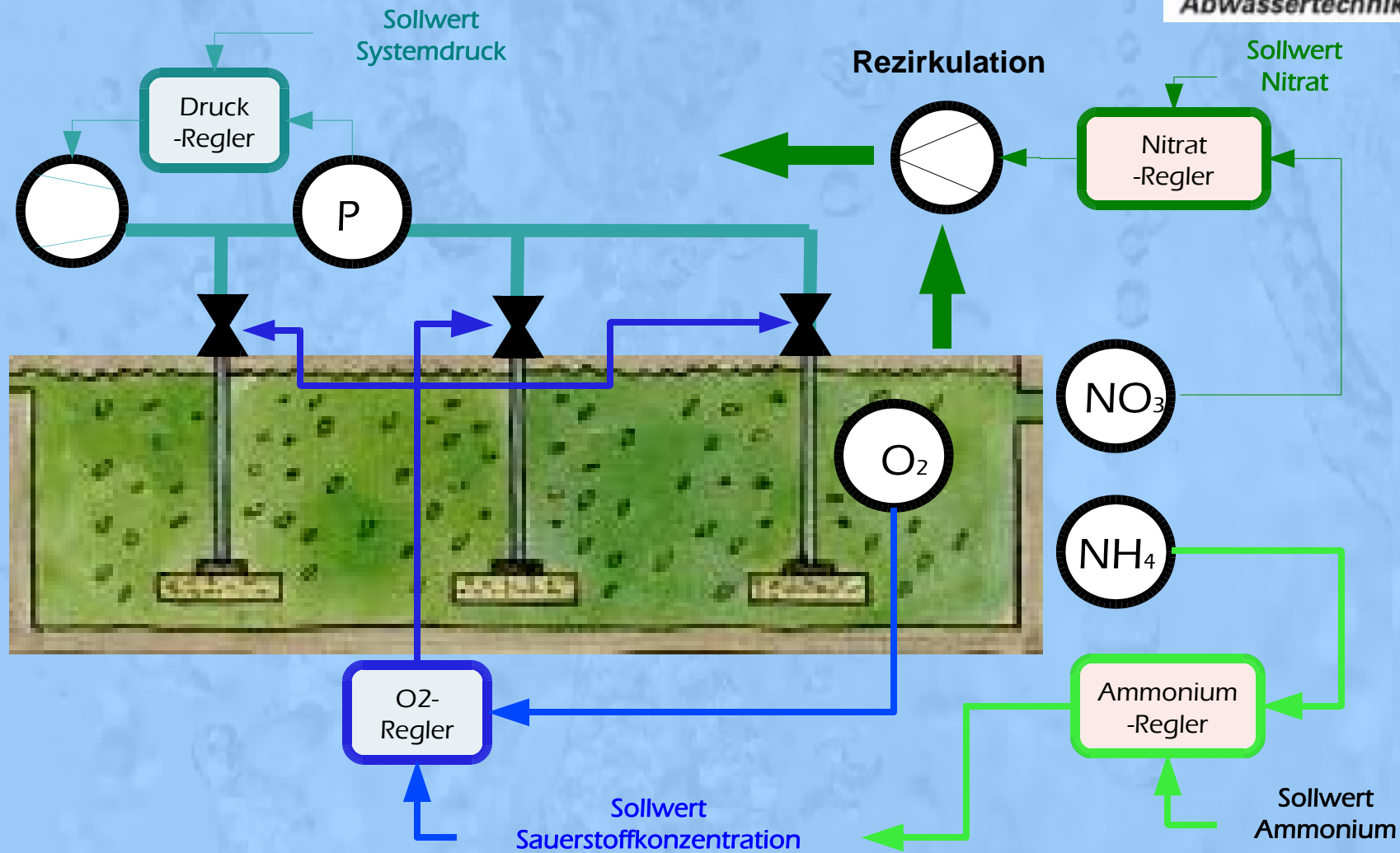


# Der konventionelle Regler



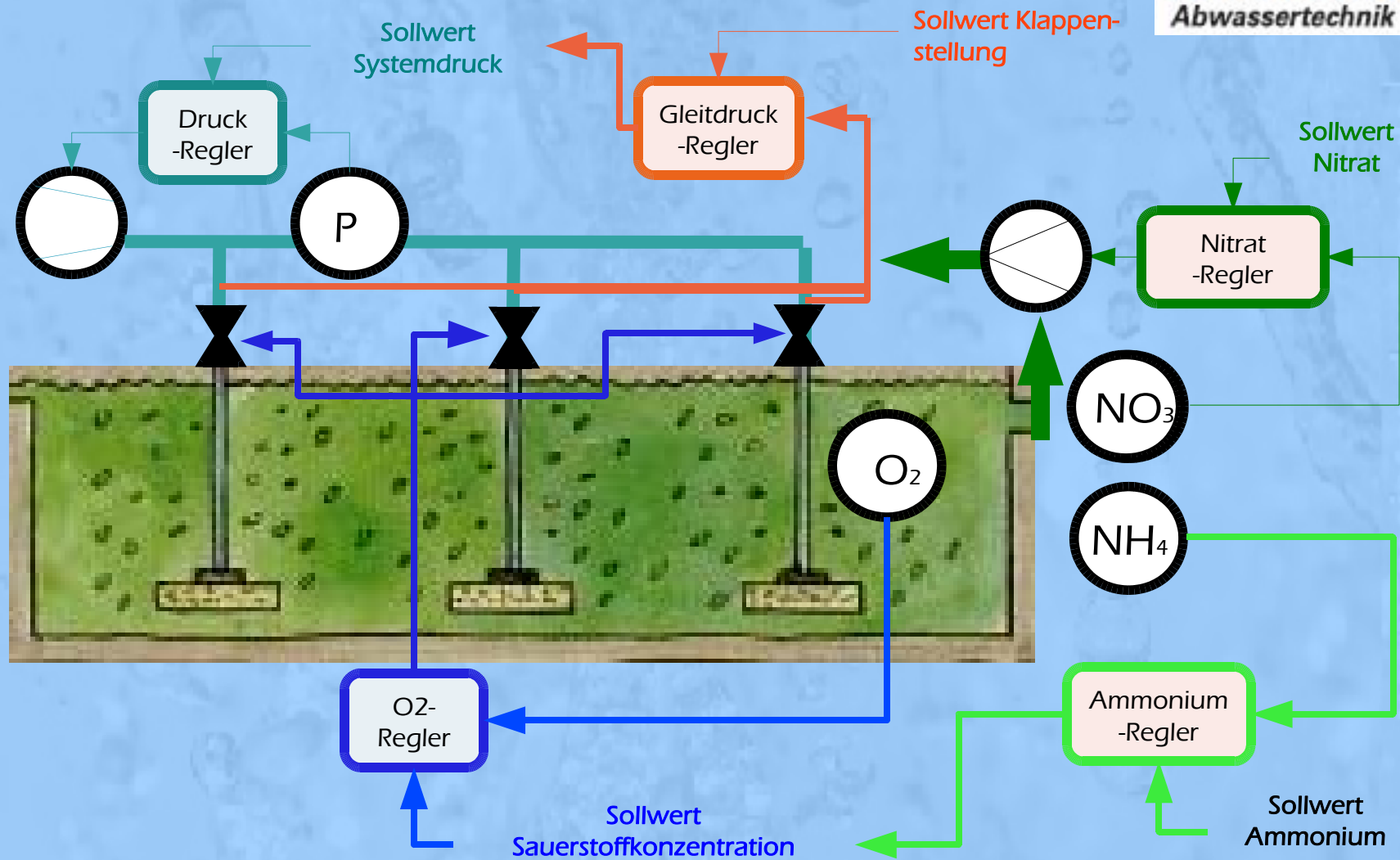


# Der konventionelle Regler



ATV-DVWK Merkblätter M265 und M268

# Der konventionelle Regler



ATV-DVWK Merkblätter M265 und M268

# Der konventionelle Regler



## Vorteil:

Transparentes Verfahren mit hoher Regelgüte

## Problematik:

Die Kopplung von bis zu 5 Regelkreisen ist ohne spezifisches Know-How schwer zu beherrschen.

Die Einstellung der Regelparameter durch Probieren gelingt meist nicht, da das Anlagenverhalten sehr schnell chaotisch wird.

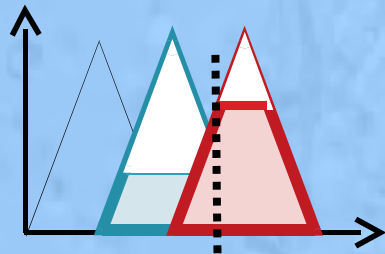
## Praxis:

In der Praxis schwingt die Mehrzahl derartiger Regelungen.

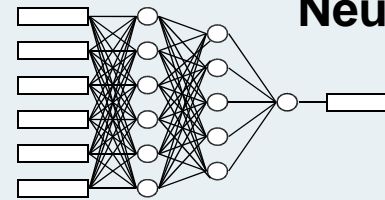


# Gehobene Regelverfahren

## Fuzzy-Logic



## Neuronales Netz



## Modellgestützte Regelung

IAWQ model parameters	symbol	unit	20 °C	10 °C	literature
<i>Stoichiometric parameters</i>					
Heterotrophic yield	$Y_H$	g cell COD formed (g COD oxidized) <sup>-1</sup>	0.67	0.67	0.38-0.75
Autotrophic yield	$Y_A$	g cell COD formed (g N oxidized) <sup>-1</sup>	0.24	0.24	0.07-0.28
Fraction of biomass yielding particulate products	$f_P$	dimensionless	0.08	0.08	-
Mass N/mass COD in biomass	$i_{XB}$	g N (g COD) <sup>-1</sup> in biomass	0.086	0.086	-
Mass N/mass COD in products from biomass	$i_{XP}$	g N (gCOD) <sup>-1</sup> in endogenous mass	0.06	0.06	-
<i>Kinetic parameters</i>					
Heterotrophic max. specific growth rate	$\mu_H$	day <sup>-1</sup>	0.6	0.4	0.6-13.2
Heterotrophic decay rate	$b_H$	day <sup>-1</sup>	0.02	0.02	0.05-1.6
Half-saturation coefficient (hsc) for heterotrophs	$K_S$	g COD m <sup>-3</sup>	20	20	5-225
Oxygen hsc for heterotrophs	$K_{O,H}$	g O <sub>2</sub> m <sup>-3</sup>	0.20	0.20	0.01-0.20
Nitrate hsc for denitrifying heterotrophs	$K_{NO}$	g NO <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup>	0.50	0.50	0.1-0.5
Autotrophic max. specific growth rate	$\mu_A$	day <sup>-1</sup>	0.80	0.30	0.2-1.0
Autotrophic decay rate	$b_A$	day <sup>-1</sup>	0.20	0.10	0.05-0.2
Oxygen hsc for autotrophs	$K_{O,A}$	g O <sub>2</sub> m <sup>-3</sup>	0.4	0.4	0.4-2.0
Ammonia hsc for autotrophs	$K_{NH}$	g NH <sub>3</sub> -N m <sup>-3</sup>	1.0	1.0	-
Correction factor for anoxic growth of heterotrophs	$\eta_g$	dimensionless	0.8	0.8	0.6-1.0
Ammonification rate	$k_a$	m <sup>3</sup> (g COD day) <sup>-1</sup>	0.08	0.04	-
Max. specific hydrolysis rate	$k_h$	g slowly biodeg. COD (g cell COD day) <sup>-1</sup>	3.0	1.0	-
Hsc for hydrolysis of slowly biodeg. substrate	$K_X$	g slowly biodeg. COD (g cell COD) <sup>-1</sup>	0.03	0.01	-
Correction factor for anoxic hydrolysis	$\eta_h$	dimensionless	0.4	0.4	-

www.meister-abwasser.de

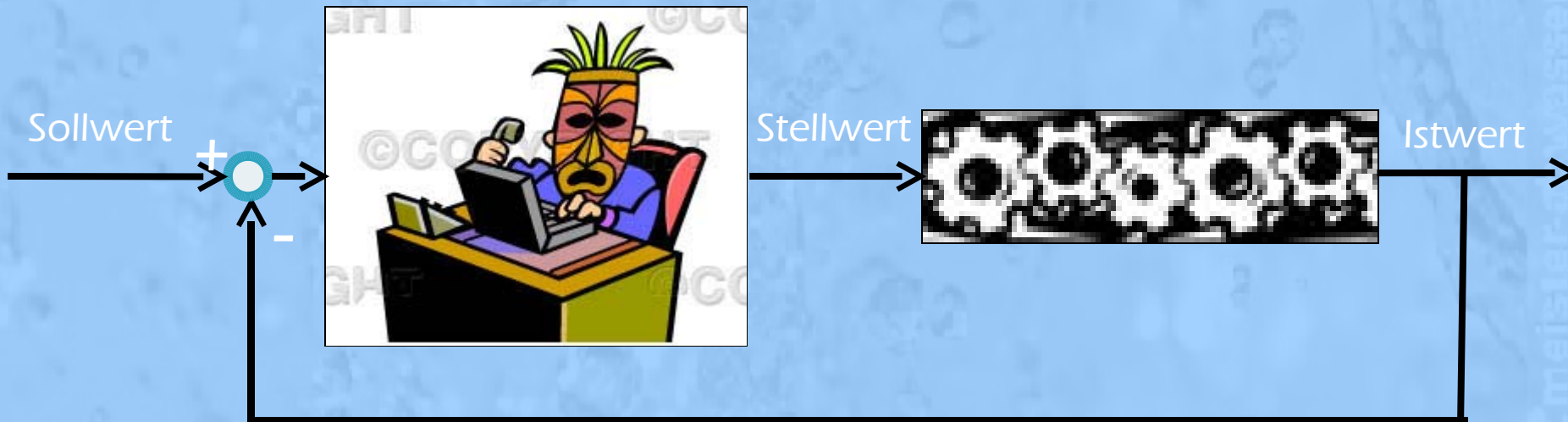
# Fuzzy-Logic

= unscharfe Logik



Regler

Regelstrecke



## Prinzip:

Prozessgrößen werden in bewertende (unscharfe) Aussagen umgewandelt über ein verbal formuliertes Regelwerk verknüpft und zur Anwendung auf „scharfe“ Stellgrößen zurückgewandelt.

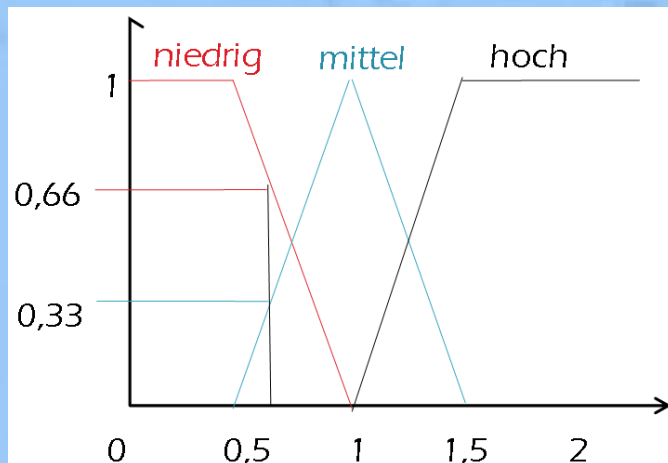
# Fuzzy-Logic

= unscharfe Logik



1. Schritt: Abstraktion exakter Größen  
Definition des Status einer Prozessgröße

## Fuzzyfizierung



O<sub>2</sub>-Konzentration unter 0,5 mg/l

niedrig

O<sub>2</sub>-Konzentration zw. 0,5 und 1,5 mg/l

mittel

O<sub>2</sub>-Konzentration über 1,5 mg/l

hoch



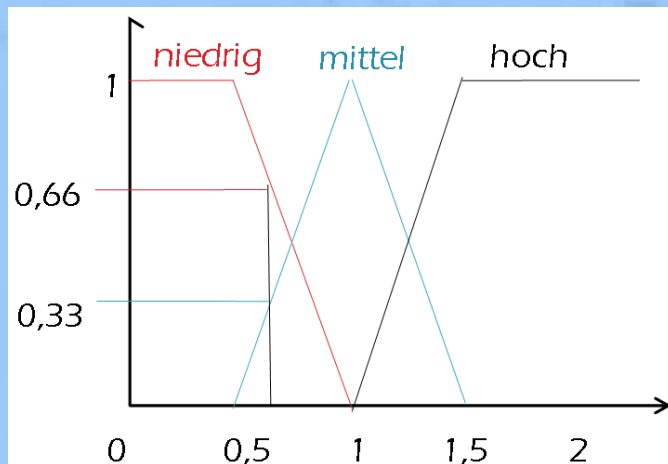
# Fuzzy-Logic

= unscharfe Logik



1. Schritt: Abstraktion exakter Größen  
Definition des Status einer Prozessgröße

## Fuzzyfizierung



O<sub>2</sub>-Konzentration niedrig = 0,66

O<sub>2</sub>-Konzentration mittel = 0,33

O<sub>2</sub>-Konzentration hoch = 0

# Fuzzy-Logic

= unscharfe Logik



2.Schritt: Verknüpfung der Statusinformationen durch ein Regelwerk

## Inferenz

O <sub>2</sub> -Konzentration niedrig = 0,66	→	Belüftung steigern = 0,66
O <sub>2</sub> -Konzentration mittel = 0,33	→	Belüftung belassen = 0,33
O <sub>2</sub> -Konzentration hoch = 0	→	Belüftung senken = 0
NH <sub>4</sub> -Konzentration hoch = 0,88	→	Belüftung steigern = 0,88

# Fuzzy-Logic

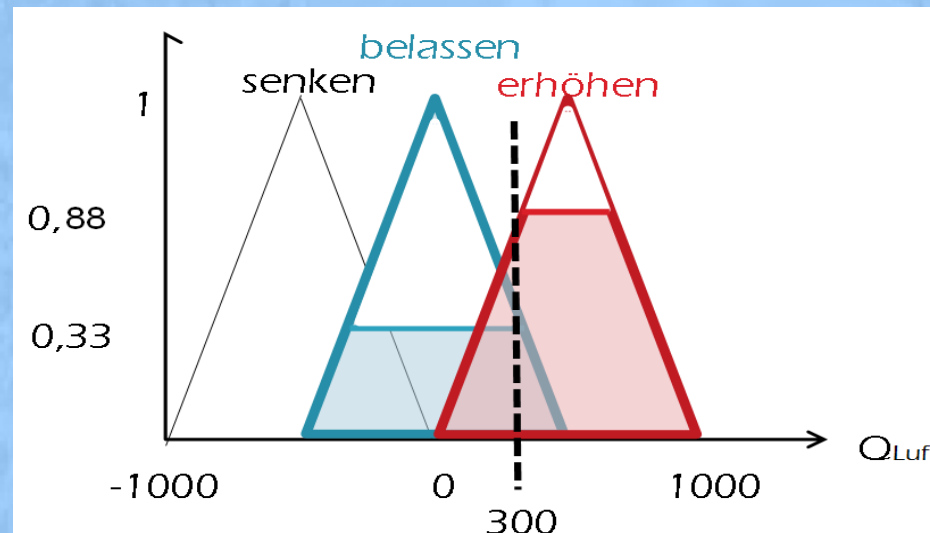
= unscharfe Logik



3. Schritt: Berechnung von Stellgrößen aus den Verknüpfungen der virtuellen Größen

## Defuzzifizierung

Belüftung steigern = 0,66  
Belüftung belassen = 0,33  
Belüftung senken = 0  
Belüftung steigern = 0,88





# Fuzzy-Logic

## Parametrierung



**AquaLogic - Optionen Ammonium-Nitrat Regler**

Einstellungen

Belüftete Phase      Unbelüftete Phase

Einstellungen

Aktiv       Watch Me

Ammonium Min Becken C2	1,00 mg/l	<input type="text"/>
Ammonium Max Becken C2	12,00 mg/l	<input type="text"/>
Ammonium Abl.Min Becken C2	-3,3	<input type="text"/>
Ammonium Abl.Max Becken C2	2,5	<input type="text"/>
Nitrat Min Becken C2	0,00 mg/l	<input type="text"/>
Nitrat Max Becken C2	14,00 mg/l	<input type="text"/>
Nitrat Abl.Min Becken C2	-2,2	<input type="text"/>
Nitrat Abl.Max Becken C2	2,4	<input type="text"/>
Schwellenwert	0,80	<input type="text"/>
Arbeitstakt	00:03:00 (hh:mm:ss)	<input type="text"/>

Min/Max Parameter  
Ableitung NH4 Becken C2: Min = -3,3; Max = 2,5; Ableitung NO3 Becken C2: Min = -2,2; Max = 2,4;

Übernehmen    Abbrechen    Schließen

**AQUALOGIC - Einstellungen für die Sauerstoffregelung - Redoxregler**

Einstellung in der belüfteten Phase für...

Start Belüftungsstärke (%)	60	<input type="text"/>
Minimale Dauer (hh:mm)	01:00	<input type="text"/>
Maximale Dauer (hh:mm)	04:00	<input type="text"/>
O2-Sollwert (mg/l)	2,00	<input type="text"/>

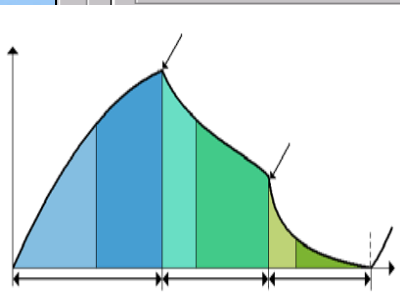
Einstellung in der unbelüfteten Phase für...

Minimale Denitrifikationsdauer (hh:mm)	01:30	<input type="text"/>
Maximale Denitrifikationsdauer (hh:mm)	02:00	<input type="text"/>
Minimale Bio-P-Dauer (hh:mm)	00:10	<input type="text"/>
Maximale Bio-P-Dauer (hh:mm)	00:20	<input type="text"/>

Einstellung für Belüftungsstöße

Belüftet (mm:ss)	01:30	<input type="text"/>
Unbelüftet (hh:mm)	00:30	<input type="text"/>
Belüftungsstärke (%)	40	<input type="text"/>
Abstand zum Ende der min. Deni (hh:mm)	01:00	<input type="text"/>

Sichern unter...    Öffnen...    Übernehmen    Abbrechen    Schließen



Quelle: Aqualogic Passavant Intech

# Fuzzy-Logic

= unscharfe Logik



## Vorteile:

Einfache Reglerentwicklung auch bei komplexen Systemen.  
Die Anlagenfunktionen werden in einzelne Aussagen und Prozesszusammenhängen formuliert.

Verarbeitung auch widersprüchlicher Regeln bei Mehrgrößenregelungen  
(Eine Stellgröße beeinflusst mehrere Prozessgrößen z.B. Luftmenge  $\rightarrow$   $O_2$ ;  $NH_4$ )

## Nachteile:

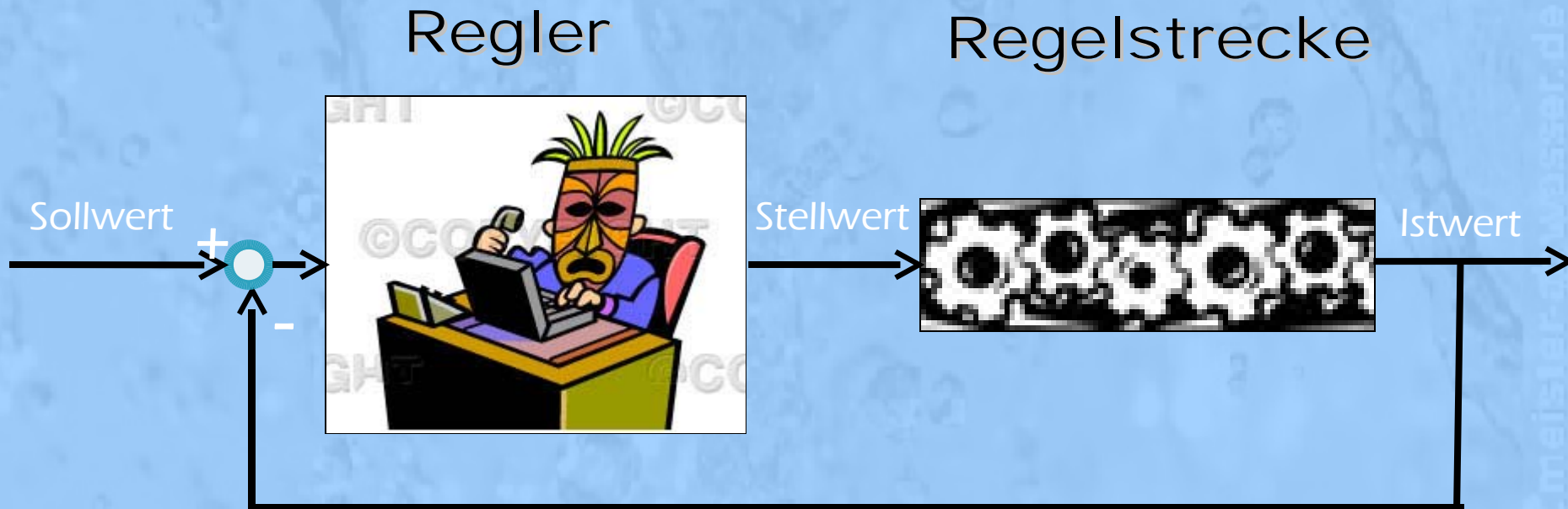
Bei komplexen Regelwerken ist die Anlagenfunktion oft undurchsichtig.

Das Regelwerk ist nach der Implementierung starr.

## Praxis:

Für den Betrieb ist in der Regel die premanente Betreuung durch den Systemlieferanten notwendig

# Künstliches neuronales Netz



## Prinzip:

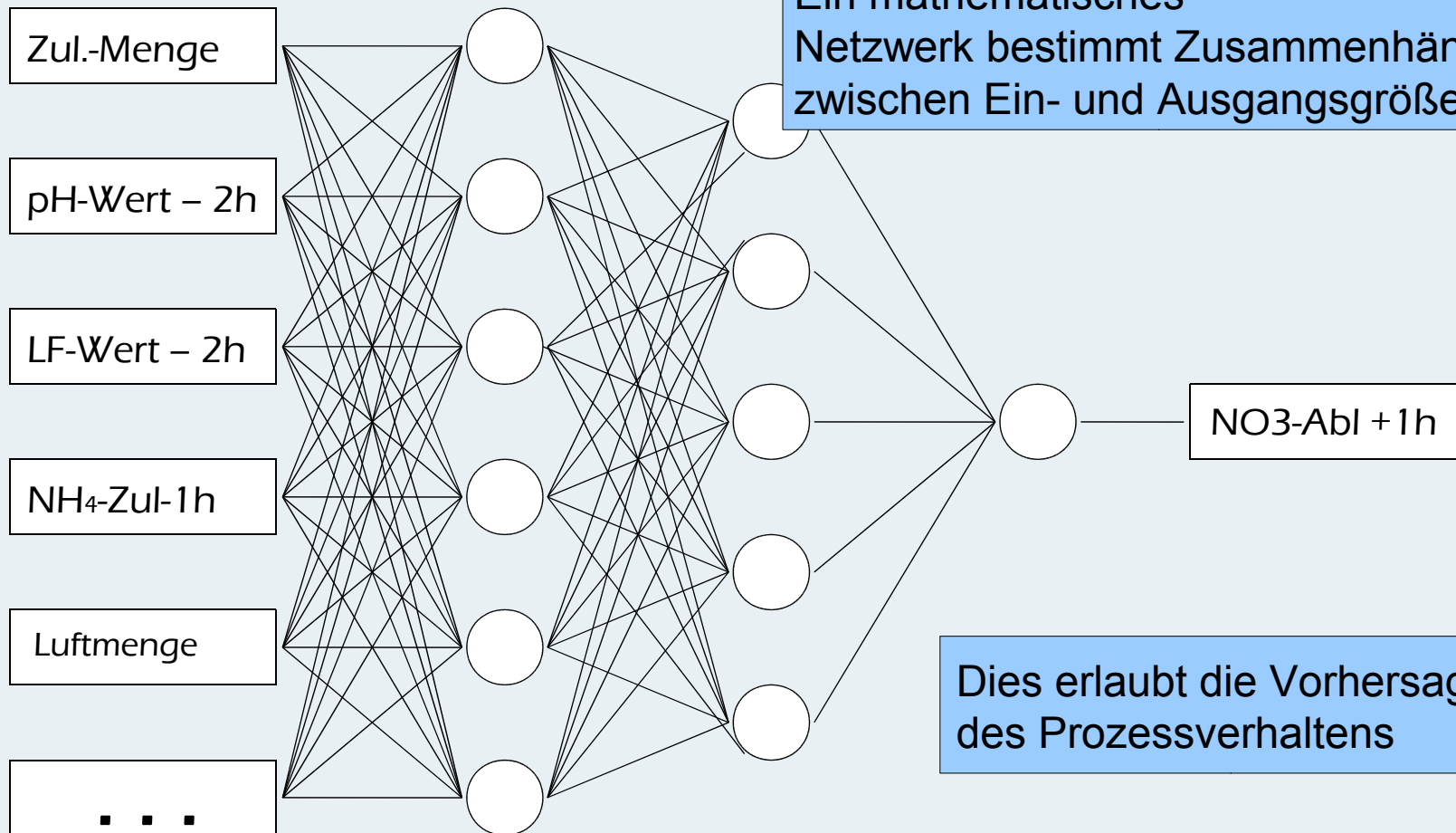
Ein mathematisches Netzwerk bestimmt Zusammenhänge zwischen Ein- und Ausgangsgrößen.

Dies erlaubt die Vorhersage des Prozessverhaltens.

Durch systematische Variation von Stellgrößen wird die optimale Einstellung bestimmt.



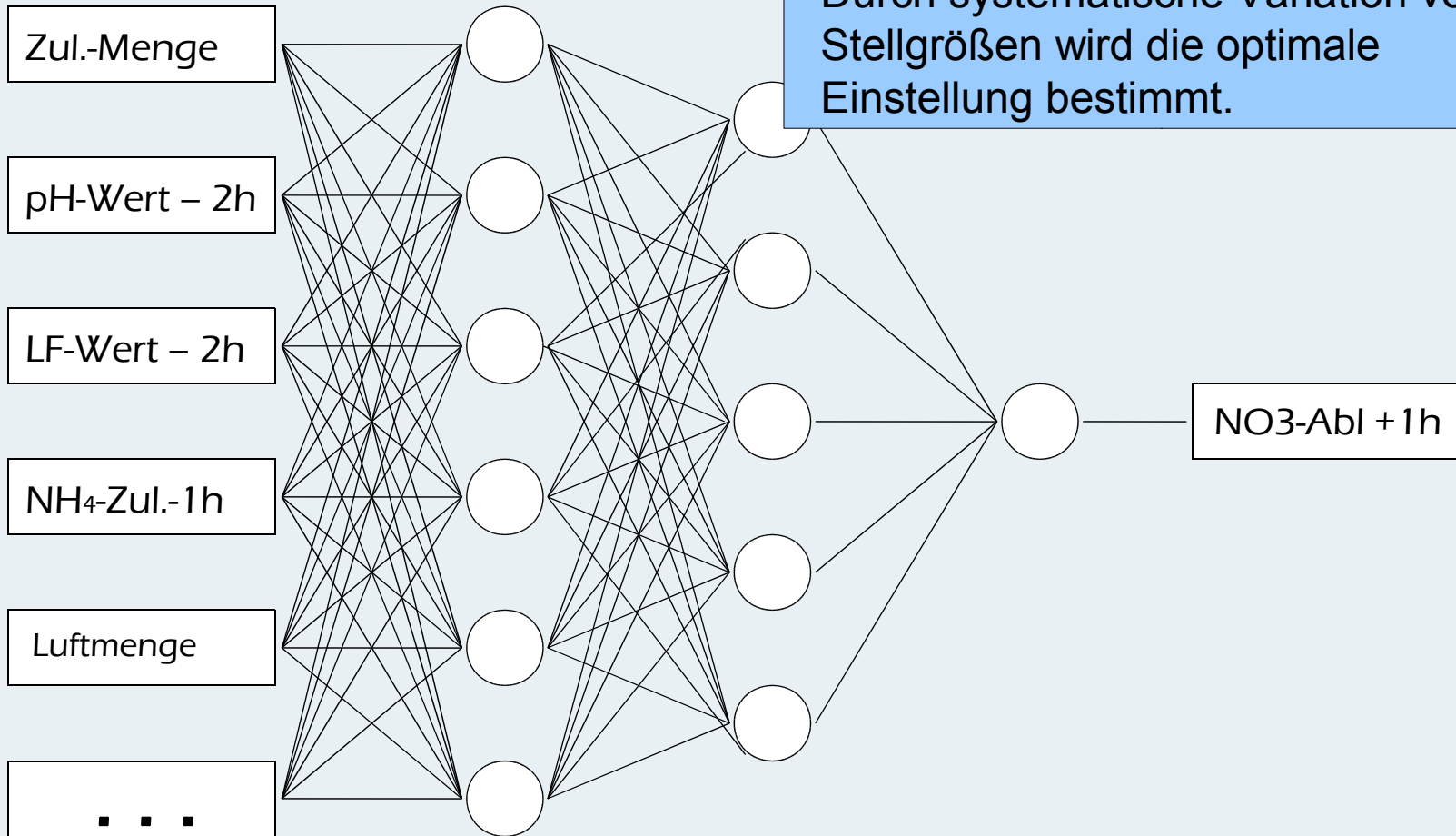
# Künstliches neuronales Netz



Ein mathematisches  
Netzwerk bestimmt Zusammenhänge  
zwischen Ein- und Ausgangsgrößen

Dies erlaubt die Vorhersage  
des Prozessverhaltens

# Künstliches neuronales Netz



Durch systematische Variation von Stellgrößen wird die optimale Einstellung bestimmt.

# Künstliches neuronales Netz



## Vorteile:

Präzise Modellierung der Prozessvorgänge unter Berücksichtigung aller messbaren Größen.

Auch indirekte Prozesszusammenhänge werden berücksichtigt.

Prädiktives Regelverhalten.

## Nachteile:

Für ein sicheres und präzises Modell wird eine breite Datenbasis benötigt.

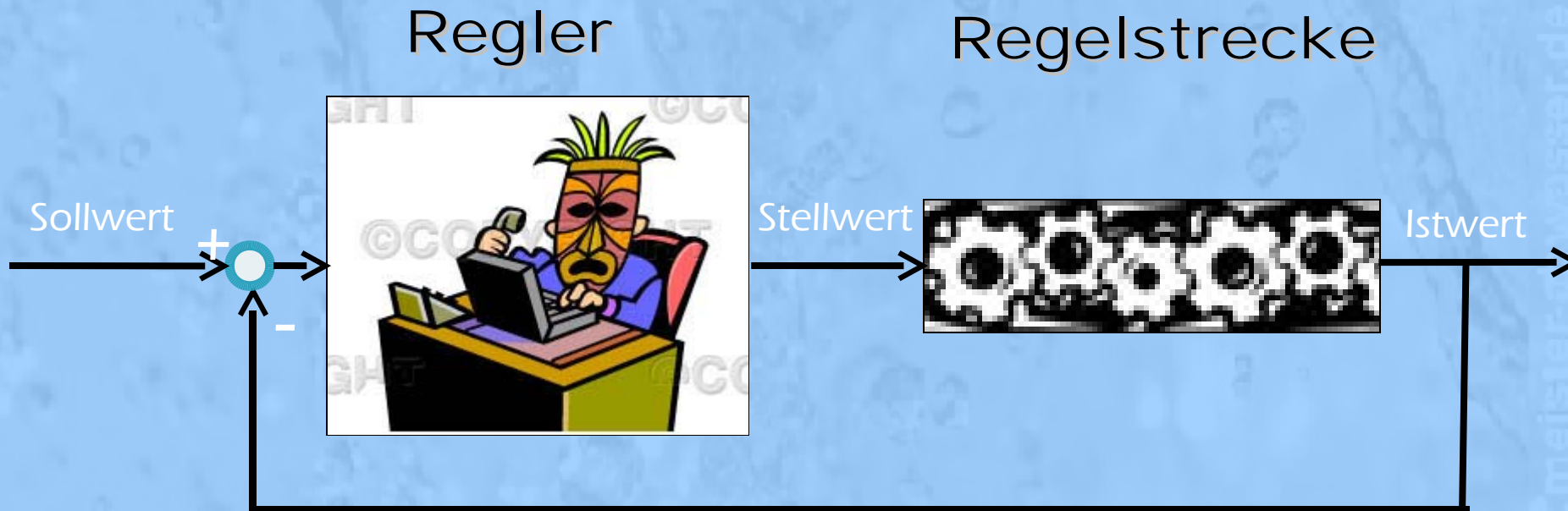
Die Aufbereitung der Messdaten ist aufwendig (Elimination von Ausreißern).

Das Prozessverhalten ist nicht transparent.

Das neuronale Netz muss bei technologischen Veränderungen neu trainiert werden.



# Modellgestützte Regelung



## Prinzip:

Eine Mathematische Abbildung der Prozesse ermöglicht die Vorausberechnung des Prozessverhaltens und der optimalen Prozesseinstellungen.

# Modellgestützte Regelung



Eine Mathematische Abbildung der Prozesse ermöglicht die Vorausberechnung des Prozessverhaltens und der optimalen Prozesseinstellungen.

Stellgrößen

Belüftung,  
Rezirkulation.

$$\frac{dX_{B,H}}{dt} = \left[ \hat{\mu}_H \left( \frac{S_S}{K_S + S_S} \right) \left( \frac{S_O}{K_{O,H} + S_O} \right) + \eta_g \left( \frac{K_{O,H}}{K_{O,H} + S_O} \right) \left( \frac{S_{NO}}{K_{NO} + S_{NO}} \right) \right] - b_H \Big] X_{B,H}$$

Messgrößen

Q, O<sub>2</sub>, Temp, NH<sub>4</sub>,  
NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, rH....

www.meister-abwassertechnik.de

# Modellgestützte Regelung



Basis bilden theoretische mathematische Modellierungen aus der Biokenetik von Belbtschlammprozessen (ASM1, ASM2, ASM3, Sigrist etc.).

## **Vorteile:**

Präzise Modellierung der Prozessvorgänge auch ohne vorherige Datenbasis

Klarer Zusammenhang zwischen Ein- und Ausgangsgrößen

## **Nachteile:**

Aufwendige Definition und Kalibrierung.

Modell muss bei Prozessveränderungen angepasst werden.

Weitreichendes mathematische und regelungstechnisches Wissen erforderlich



# Modellgestützte Regelung



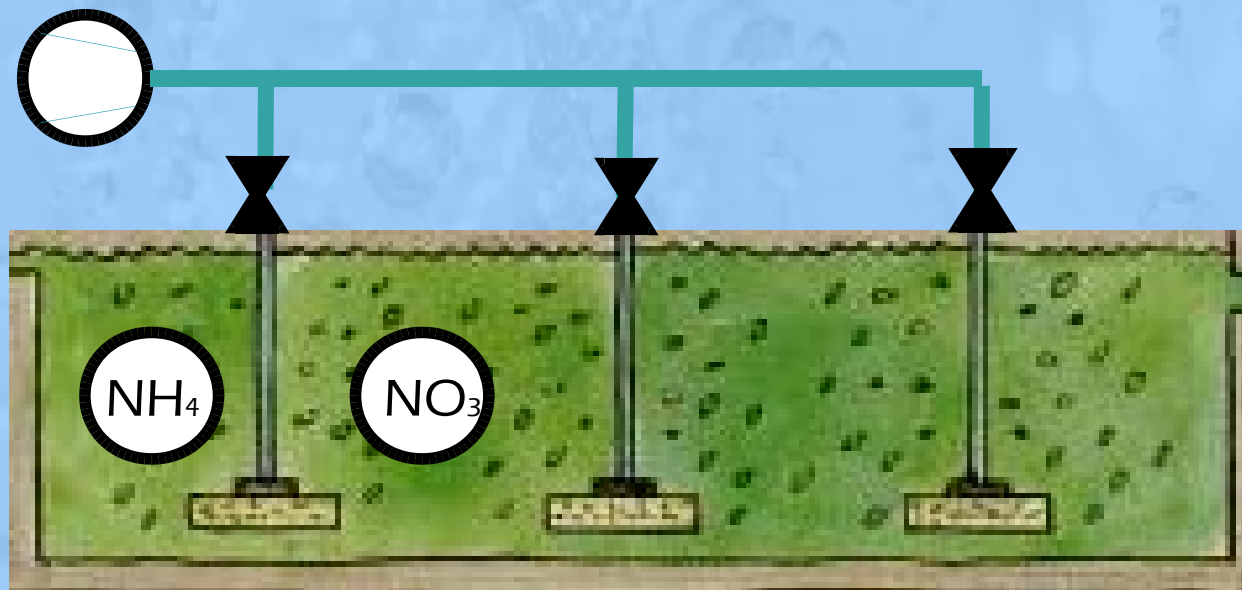
Durch Vereinfachung der Modelle können Prozesszusammenhänge hinlänglich genau wiedergegeben werden.

Beispiel: Regelung der Stickstoffelimination

# Beleuchtungsregelung mit vereinfachtem Modell

Durch Vereinfachung der Modelle können Prozesszusammenhänge hinlänglich genau wiedergegeben werden.

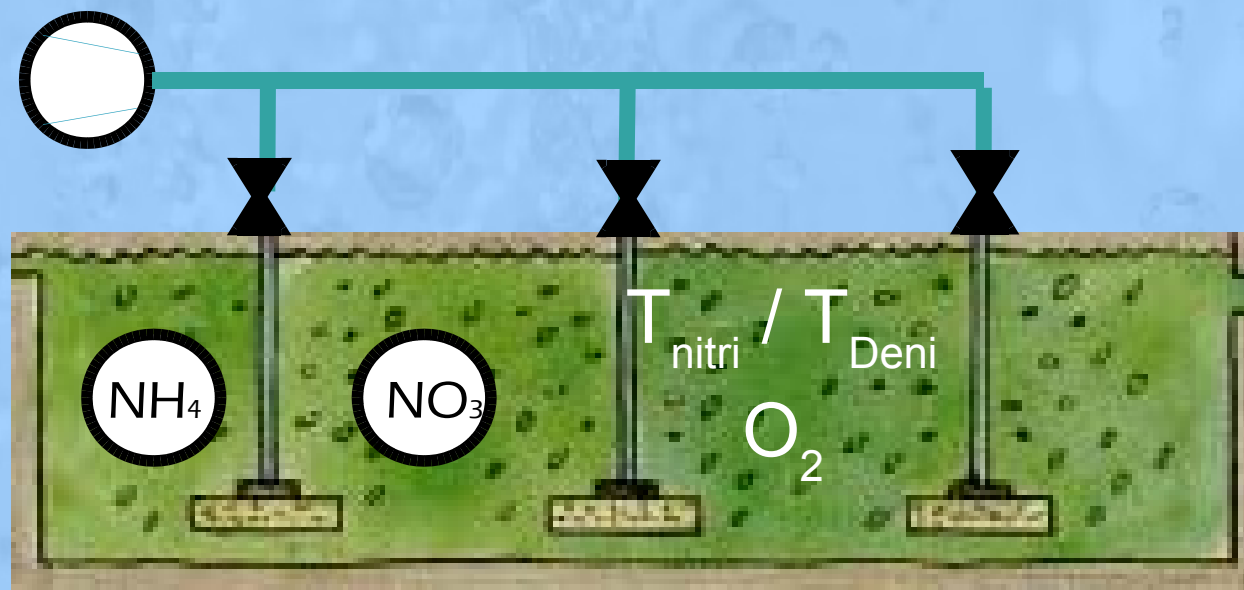
Beispiel: Regelung der Stickstoffelimination



# Beleuchtungsregelung mit vereinfachtem Modell

## Beispiel: Regelung der Stickstoffelimination

Anhand der Abbaugeschwindigkeiten für  $\text{NH}_4$  und  $\text{NO}_3$  sowie der Aufenthaltszeiten können die optimalen Schaltschwellen für die Nitri/Deni-Umschaltung sowie die notwendige Sauerstoffkonzentration eingestellt werden.

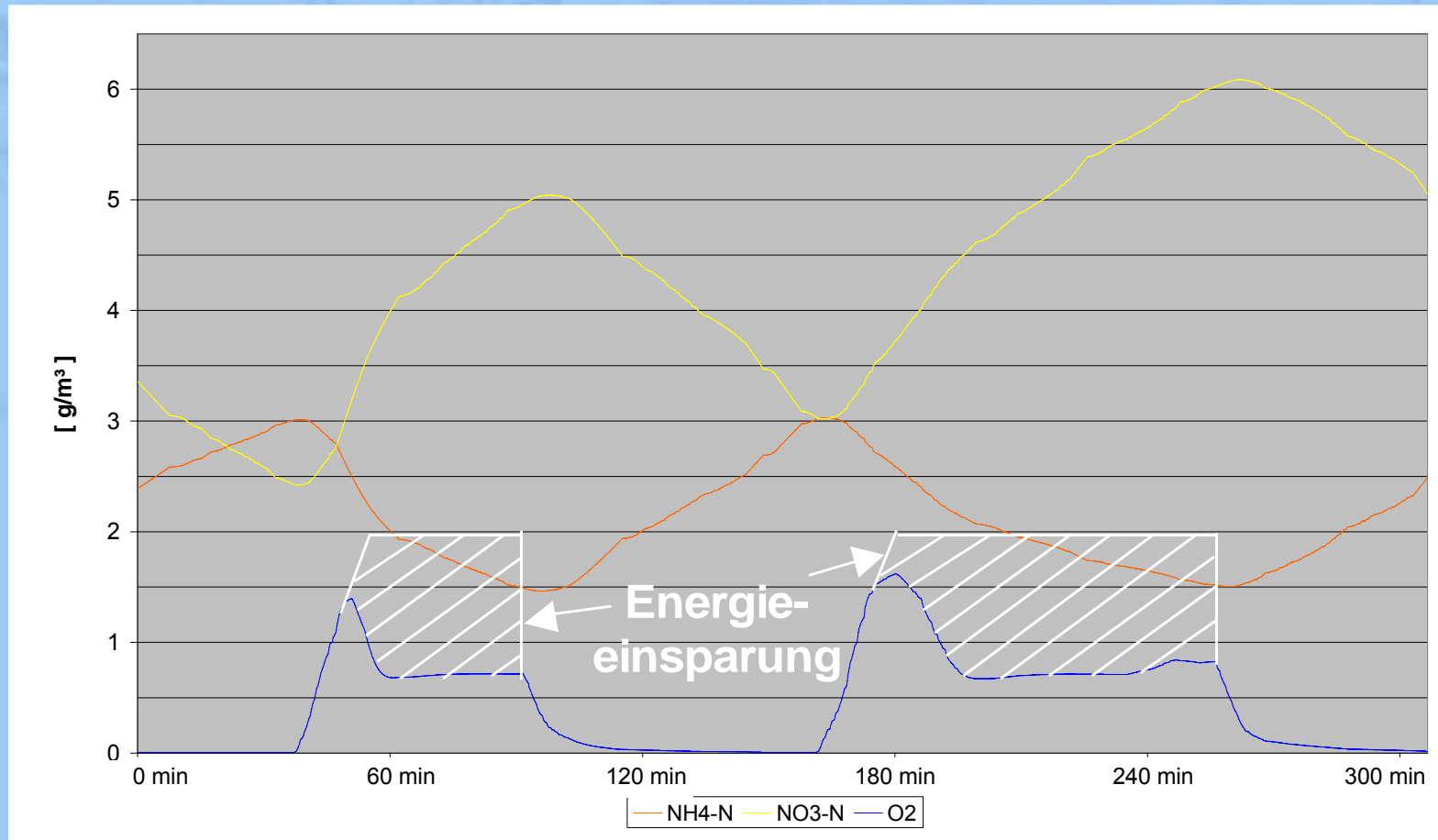


# Beleuchtungsregelung mit vereinfachtem Modell

Beleuchtungsregelung mit vereinfachtem Modell (Kern) - Belüftungszyklus



## Beispiel: Regelung der Stickstoffelimination



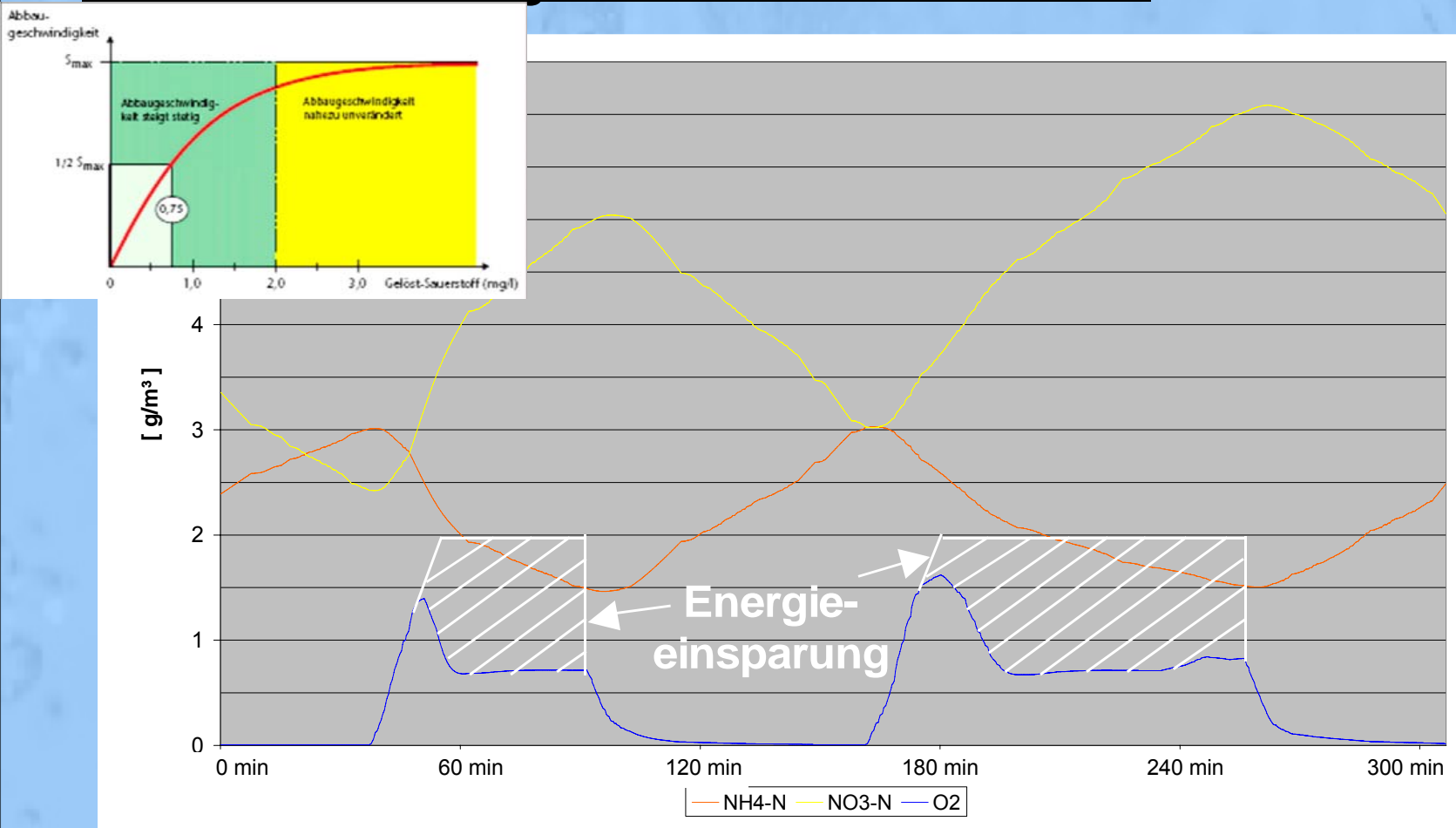


# Beleuchtungsregelung mit vereinfachtem Modell

Beleuchtungsregelung mit vereinfachtem Modell (ein Prozess im Kern) - Belüftungszyklus



## Beispiel: Regelung der Stickstoffelimination



www.meister-abwasser.de

# Belebungsregelung mit vereinfachtem Modell



## Beispiel: Regelung der Stickstoffelimination

### Belebungsbecken 1

**Nitrifikation**  
Zeit: 62 min  
Abbau: 0.00000 mg/l

**Denitrifikation**  
Zeit: 18 min  
Abbau: 0.00010 mg/l

**Bio-P-Phase**  
Zeit: 15 min

NO3-Nmax     NO3-Nmin     NH4-Nmaxmax

NH4-Nmin     NH4-Nmax     rHmin

rHmax     tNmin/NDmax     tDNmin/NDNmax     tBIO-Pmax

**Autom.**

**Redox**

**NO3**    0.30    **0.44**    0.50

**NH4**    1.25    **1.30**    2.00

**rH**    -126.4    **3.3**    3.3

**Zeit**    15    62    120

2 h

8 h

24 h

HIST

### Parameter für Belebungsbecken 1 ändern

NH4 Max:	2.00mg/l
N Max:	5.00mg/l

NH4 Min:	1.25mg/l	TN Min:	15 min
NH4 Max:	2.00mg/l	TN Max:	120 min
NH4 MaxMax:	2.20mg/l	TD Min:	15 min
NO3 Min:	0.30mg/l	TD Max:	240 min
NO3 Max:	0.50mg/l	TP Max:	15 min
rH Min:	-126.4 mV	Plausi-Tot:	60 %
rH Max:	3.3 mV	Plausi-IST:	88 %

Alarm (City-Ruf)

Phoshat Max: 2.00mg/l

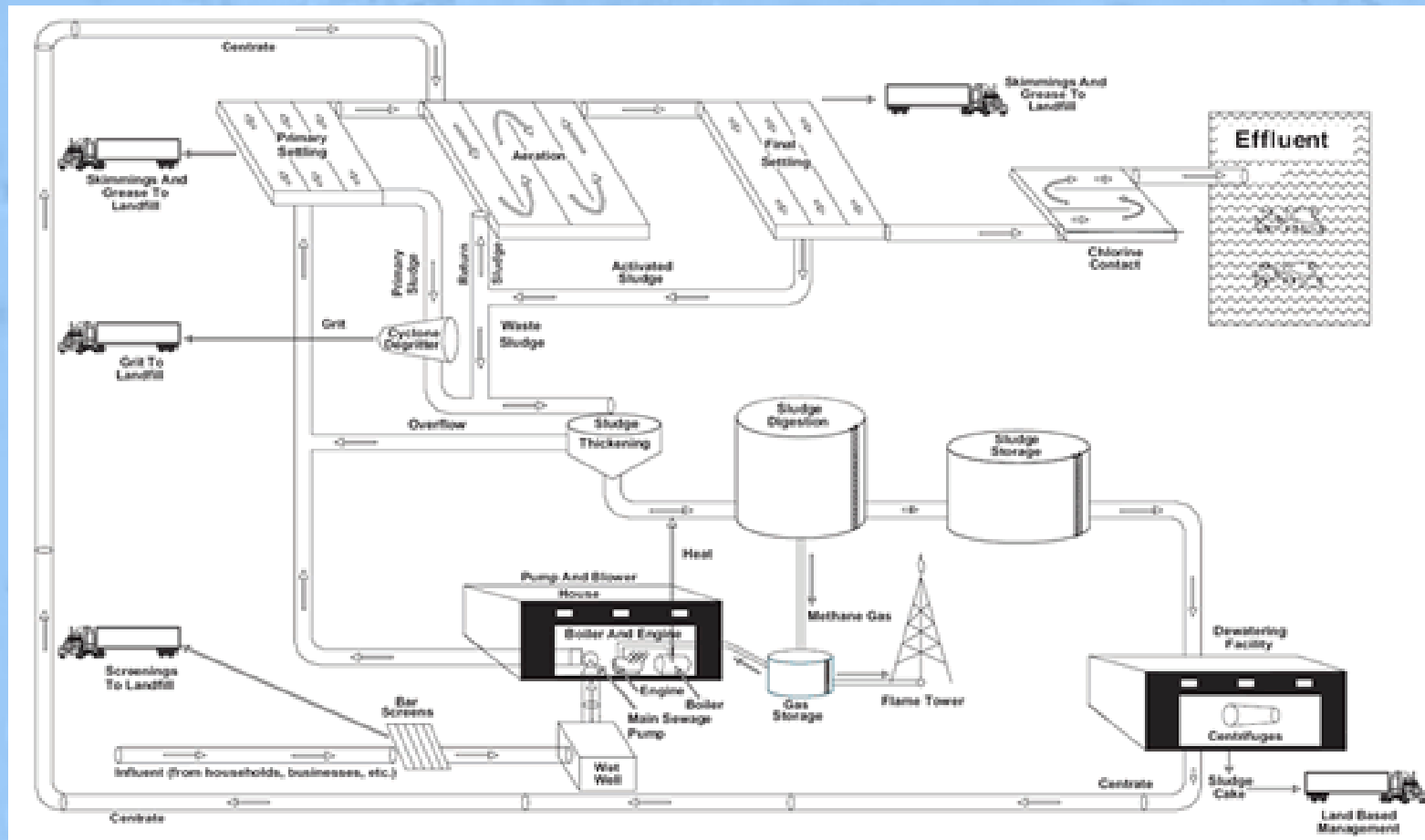
Sauerstoff Max: 4.00mg/l

NH4 Max: 3.00mg/l

Ok

# Systematisch optimieren

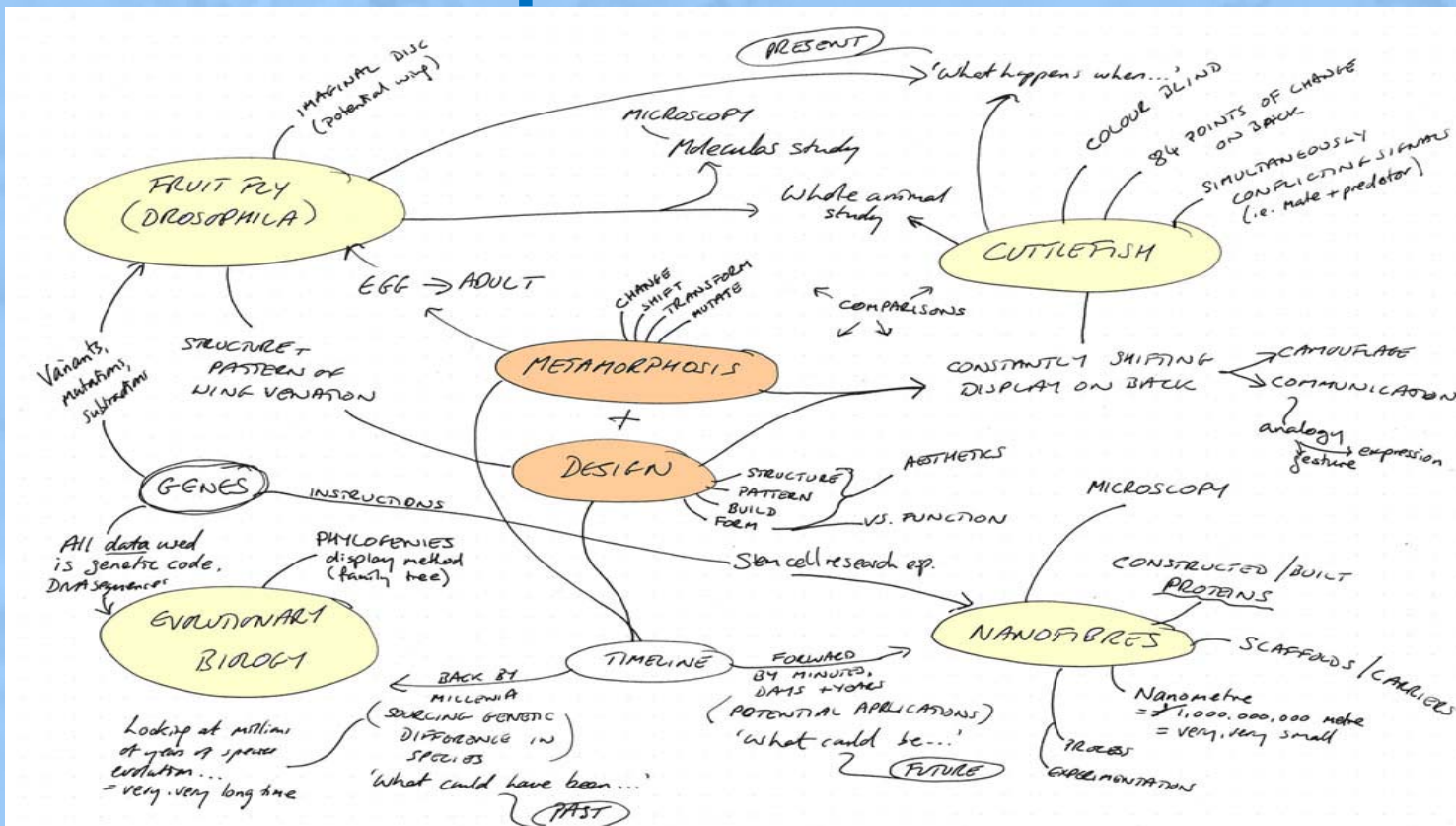
## Optimierungspotentiale sind vielfältig



www.meister-abwasser.de

# Systematisch optimieren

## Optimierungspotentiale konsequent nutzen heißt...

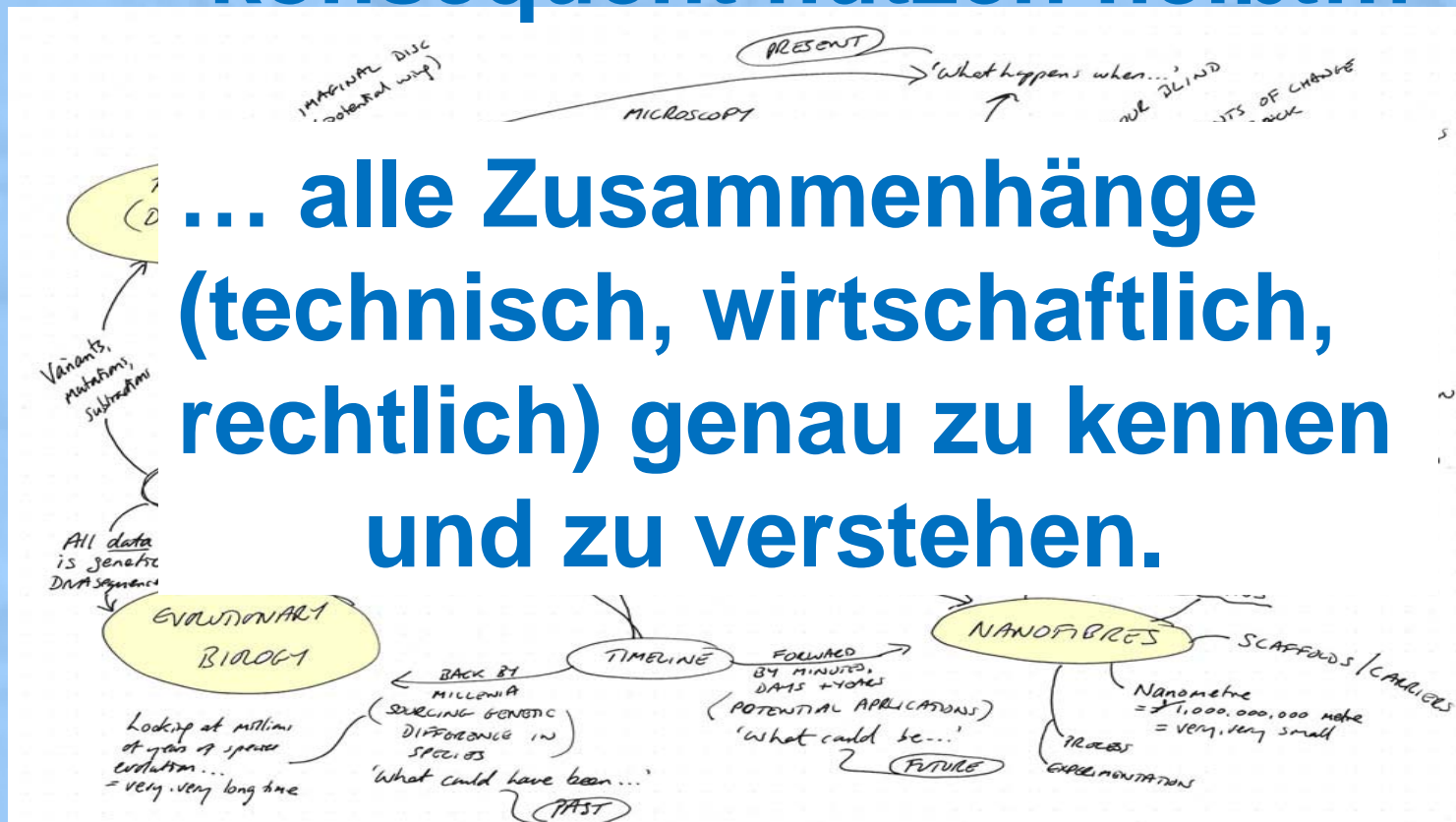




# Systematisch optimieren



## Optimierungspotentiale konsequent nutzen heißt...

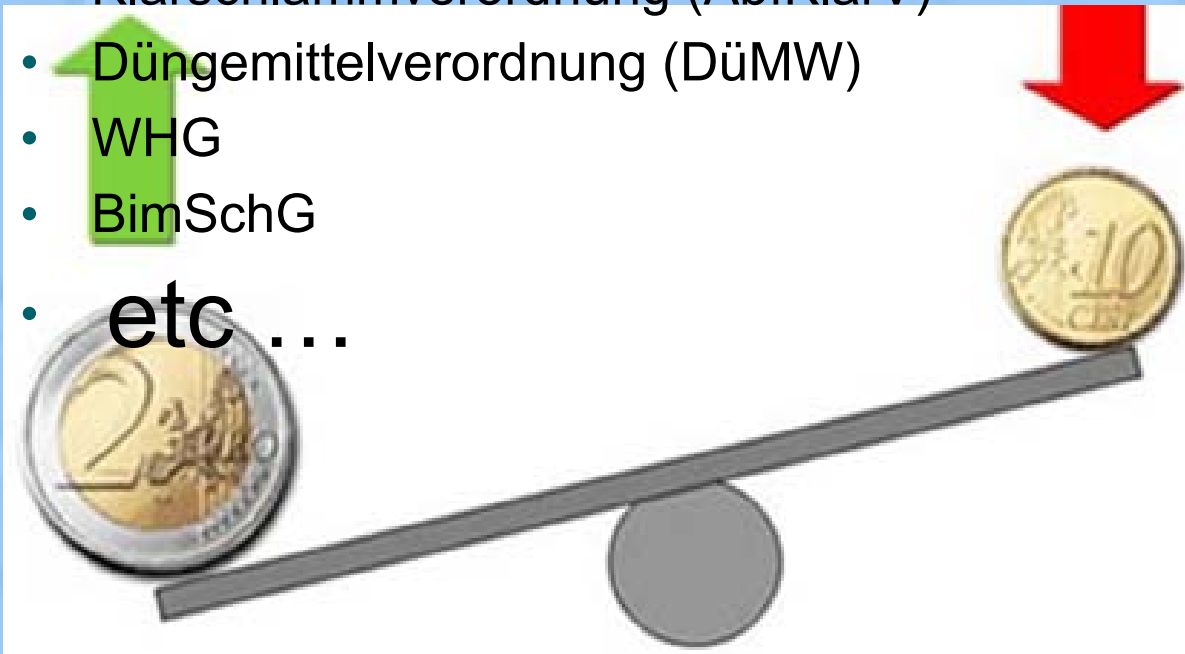


# Systematisch optimieren



## Rahmenbedingungen

- Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG)
- Hygieneverordnung (EG Nr. 1774/2002)
- Bioabfallverordnung (BioAbfV)
- Klärschlammverordnung (AbfKlärV)
- Düngemittelverordnung (DüMW)
- WHG
- BimSchG
- etc ...



Armin Meister  
Abwassertechnik  
Applikations- und  
Betriebsberatung

Elbestraße, 42  
D- 65428 Rüsselsheim  
TELEFON: +49 6142 62514  
TELEFAX: +49 6142 62514  
[www.meister-abwasser.eu](http://www.meister-abwasser.eu)



# Systematisch optimieren



## Strukturiertes Vorgehen

- Genaue Untersuchung der Kläranlage
- Herausfinden möglicher Maßnahmen
- Erstellung eines Maßnahmenkataloges
- Technisch- wirtschaftliche Bewertung
- Priorisierung der Maßnahmen
- Haushaltsplanung (ggf. über mehrere Jahre)



Armin Meister  
Abwassertechnik  
Applikations- und  
Betriebsberatung

Elbestraße, 42  
D- 65428 Rüsselsheim  
TELEFON: +49 6142 62514  
TELEFAX: +49 6142 62514  
[www.meister-abwasser.eu](http://www.meister-abwasser.eu)



# Systematisch optimieren



## Besonders zu beachten...

- Bei der Systemanalyse bedarf es genauer Kenntnis der komplexen Zusammenhänge auf Kläranlagen,
- ...und bei der Umsetzung der Maßnahmen ist Praxiserfahrung gefragt.
- Nicht immer ist High-Tech das Mittel der Wahl, ...  
... letztlich müssen die Lösungen auch zum Bediener passen.



Armin Meister  
Abwassertechnik  
Applikations- und  
Betriebsberatung

Elbestraße. 42  
D- 65428 Rüsselsheim  
TELEFON: +49 6142 62514  
TELEFAX: +49 6142 62514  
[www.meister-abwasser.eu](http://www.meister-abwasser.eu)





# Systematisch optimieren



Armin Meister

Abwassertechnik

Applikations- und

Betriebsberatung

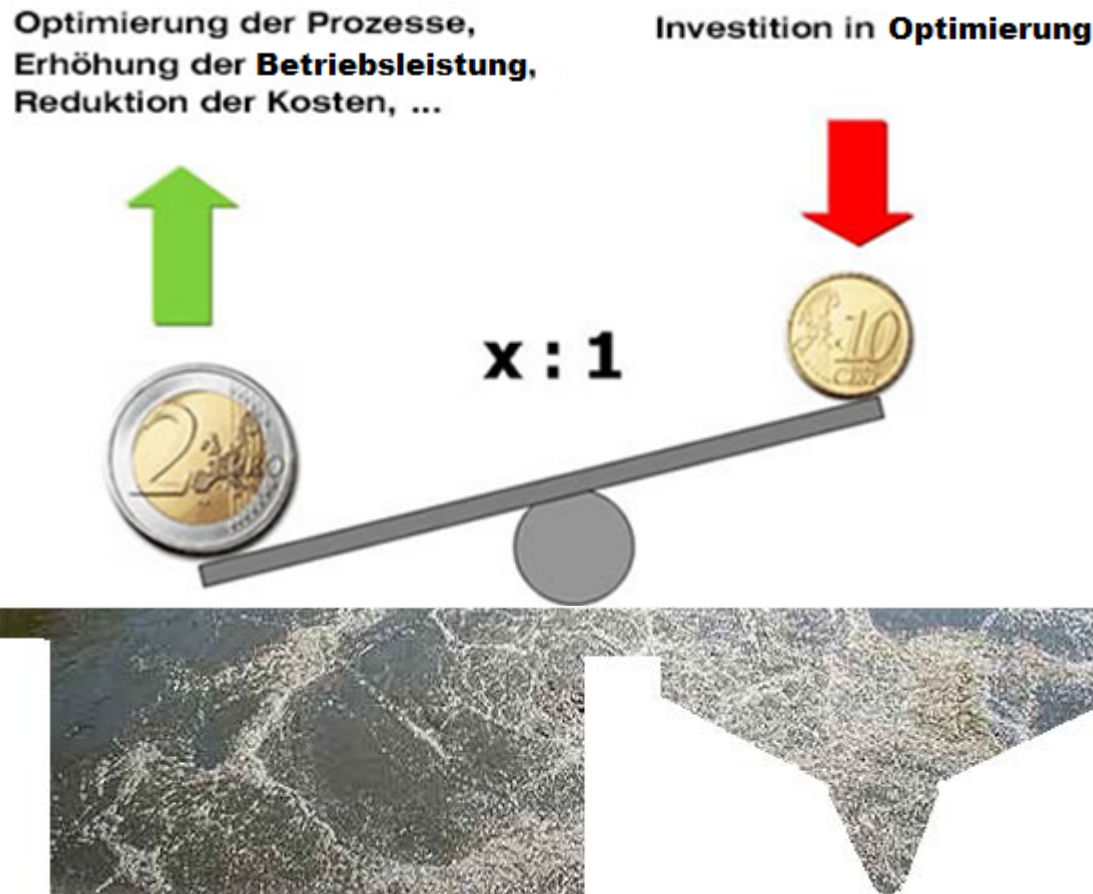
Elbestraße, 42

D- 65428 Rüsselsheim

TELEFON: +49 6142 62514

TELEFAX: +49 6142 62514

[www.meister-abwasser.eu](http://www.meister-abwasser.eu)

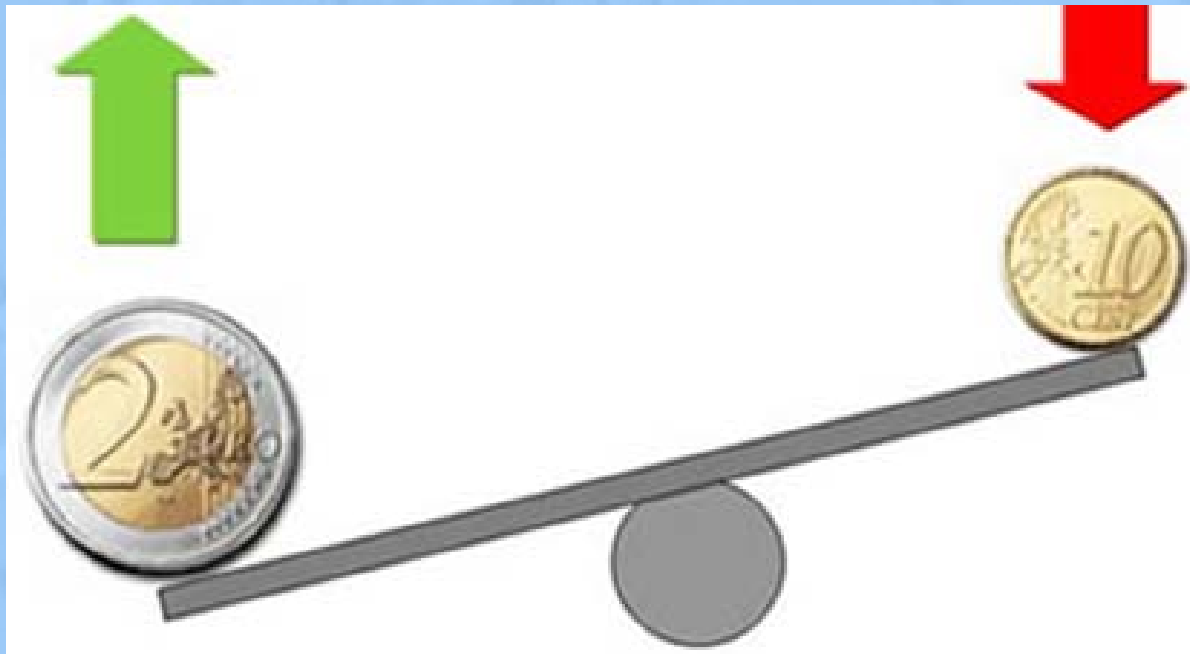


# Finanzierung



## Studien

Energiestudien werden unter bestimmten Voraussetzungen mit bis zu 50% bezuschusst.



Armin Meister  
Abwassertechnik  
Applikations- und  
Betriebsberatung

Elbestraße, 42  
D- 65428 Rüsselsheim  
TELEFON: +49 6142 62514  
TELEFAX: +49 6142 62514  
[www.meister-abwasser.eu](http://www.meister-abwasser.eu)



# Finanzierung



## Optimierungsmaßnahmen

**Gem. § 10 Abs. 3 AbwAG können Investitionen, die zur Senkung mindestens eines Einleitwertes (C, N, P) um 20% führen, mit der 3 Jahre zuvor gezahlten Abwasserabgabe verrechnet werden.**

Armin Meister  
Abwassertechnik  
Applikations- und  
Betriebsberatung

Elbestraße. 42  
D- 65428 Rüsselsheim  
TELEFON: +49 6142 62514  
TELEFAX: +49 6142 62514  
[www.meister-abwasser.eu](http://www.meister-abwasser.eu)



# Finanzierung



## Verrechnungspotential nach §10 Abs. 3 AbwAG

Armin Meister  
Abwassertechnik  
Applikations- und  
Betriebsberatung

Elbestraße. 42  
D- 65428 Rüsselsheim  
TELEFON: +49 6142 62514  
TELEFAX: +49 6142 62514  
www.meister-abwasser.eu



Anlagengröße EW	Abwassermenge m³/a	CSB Fracht kg/a	N-Fracht kg/a	P-Fracht kg/a	SE CSB	SE N	SE P	Summe SE	Abw. Abgabe	reduzierte Abgabe	Verrechnungsbudg
100	5.475	821	99	11	16	4	4	24	859,57 €	429,78 €	1.289,35 €
200	10.950	1643	197	22	33	8	7	48	1.719,14 €	859,57 €	2.578,71 €
500	27.375	4106	493	55	82	20	18	120	4.297,84 €	2.148,92 €	6.446,76 €
1.000	54.750	8213	986	110	164	39	37	240	8.595,68 €	4.297,84 €	12.893,53 €
1.001	54.805	6029	986	110	121	39	37	197	7.035,11 €	3.517,56 €	10.552,67 €
2.000	109.500	12045	1.971	219	241	79	73	393	14.056,16 €	7.028,08 €	21.084,25 €
3.000	164.250	18068	2.957	329	361	118	110	589	21.084,25 €	10.542,12 €	31.626,37 €
5.000	273.750	24638	4.928	548	493	197	183	872	31.221,41 €	15.610,70 €	46.832,11 €
6.000	328.500	29565	5.913	657	591	237	219	1.047	37.465,69 €	18.732,84 €	56.198,53 €
7.400	405.150	36463	7.293	810	729	292	270	1.291	46.207,68 €	23.103,84 €	69.311,52 €
8.000	438.000	39420	7.884	876	788	315	292	1.396	49.954,25 €	24.977,13 €	74.931,38 €
10.000	547.500	49275	9.855	1.095	986	394	365	1.745	62.442,81 €	31.221,41 €	93.664,22 €
10.001	547.555	49280	9.856	1.095	986	394	365	1.745	62.449,06 €	31.224,53 €	93.673,59 €
20.000	1.095.000	98550	19.710	2.190	1.971	788	730	3.489	124.885,63 €	62.442,81 €	187.328,44 €
30.000	1.642.500	147825	29.565	3.285	2.957	1.183	1.095	5.234	187.328,44 €	93.664,22 €	280.992,66 €
31.500	1.724.625	155218	31.043	3.449	3.104	1.242	1.150	5.496	196.694,86 €	98.347,43 €	295.042,29 €
40.000	2.190.000	197100	39.420	4.380	3.942	1.577	1.460	6.979	249.771,25 €	124.885,63 €	374.656,88 €
50.000	2.737.500	246375	49.275	5.475	4.928	1.971	1.825	8.724	312.214,07 €	156.107,03 €	468.321,10 €
100.000	5.475.000	492750	98.550	10.950	9.855	3.942	3.650	17.447	624.428,13 €	312.214,07 €	936.642,20 €
100.001	5.475.055	410629	71.176	5.475	8.213	2.847	1.825	12.885	461.140,87 €	230.570,43 €	691.711,30 €
200.000	10.950.000	821250	142.350	10.950	16.425	5.694	3.650	25.769	922.272,51 €	461.136,26 €	1.383.408,77 €
260.000	14.235.000	1067625	185.055	14.235	21.353	7.402	4.745	33.500	1.198.954,26 €	599.477,13 €	1.798.431,39 €
300.000	16.425.000	1231875	213.525	16.425	24.638	8.541	5.475	38.654	1.383.408,77 €	691.704,38 €	2.075.113,15 €
400.000	21.900.000	1642500	284.700	21.900	32.850	11.388	7.300	51.538	1.844.545,02 €	922.272,51 €	2.766.817,53 €
500.000	27.375.000	2053125	355.875	27.375	41.063	14.235	9.125	64.423	2.305.681,28 €	1.152.840,64 €	3.458.521,91 €
1.000.000	54.750.000	4106250	711.750	54.750	82.125	28.470	18.250	128.845	4.611.362,56 €	2.305.681,28 €	6.917.043,83 €

	GK1 < 1000 EW	GK2 1000 - 5000EW	GK3 5000 - 10000 EW	GK4 10000 - 100000 EW	GK5 > 100000 EW
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Chemischer Sauerstoffbed	150	110	90	90	75
Stickstoff	18	18	18	18	13
Phosphor	2	2	2	2	1



# Finanzierung



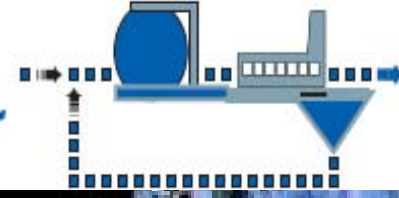
## Verrechnungspotential

Anlagengröße EW	Abwassermenge m³/a	CSB Fracht kg/a	N-Fracht kg/a	P-Fracht kg/a	SE CSB	SE N	SE P	Summe SE	Abw. Abgabe	reduzierte Abgabe	Verrechnungsbudg
100	5.475	821	99	11	16	4	4	24	859,57 €	429,78 €	1.289,35 €
200	10.950	1643	197	22	33	8	7	48	1.719,14 €	859,57 €	2.578,71 €
500	27.375	4106	493	55	82	20	18	120	4.297,84 €	2.148,92 €	6.446,76 €
1.000	54.750	8213	986	110	164	39	37	240	8.595,68 €	4.297,84 €	12.893,53 €
1.001	54.805	6029	986	110	121	39	37	197	7.035,11 €	3.517,56 €	10.552,67 €
2.000	109.500	12045	1.971	219	241	79	73	393	14.056,16 €	7.028,08 €	21.084,25 €
3.000	164.250	18068	2.957	329	361	118	110	589	21.084,25 €	10.542,12 €	31.626,37 €
5.000	273.750	24638	4.928	548	493	197	183	872	31.221,41 €	15.610,70 €	46.832,11 €
6.000	328.500	29565	5.913	657	591	237	219	1.047	37.465,69 €	18.732,84 €	56.198,53 €
<b>7.400</b>	<b>405.150</b>	<b>36464</b>	<b>7.293</b>	<b>810</b>	<b>729</b>	<b>292</b>	<b>270</b>	<b>1.291</b>	<b>46.207,68 €</b>	<b>23.103,84 €</b>	<b>69.311,52 €</b>
8.000	438.000	39420	7.884	876	788	315	292	1.396	49.954,25 €	24.977,13 €	74.931,38 €
10.000	547.500	49275	9.855	1.095	986	394	365	1.745	62.442,81 €	31.221,41 €	93.664,22 €
10.001	547.555	49280	9.856	1.095	986	394	365	1.745	62.449,06 €	31.224,53 €	93.673,59 €
20.000	1.095.000	98550	19.710	2.190	1.971	788	730	3.489	124.885,63 €	62.442,81 €	187.328,44 €
30.000	1.642.500	147825	29.565	3.285	2.957	1.183	1.095	5.234	187.328,44 €	93.664,22 €	280.992,66 €
<b>31.500</b>	<b>1.724.625</b>	<b>155216</b>	<b>31.043</b>	<b>3.449</b>	<b>3.104</b>	<b>1.242</b>	<b>1.150</b>	<b>5.496</b>	<b>196.694,86 €</b>	<b>98.347,43 €</b>	<b>295.042,29 €</b>
40.000	2.190.000	197100	39.420	4.380	3.942	1.577	1.460	6.979	249.771,25 €	124.885,63 €	374.656,88 €
50.000	2.737.500	246375	49.275	5.475	4.928	1.971	1.825	8.724	312.214,07 €	156.107,03 €	468.321,10 €
100.000	5.475.000	492750	98.550	10.950	9.855	3.942	3.650	17.447	624.428,13 €	312.214,07 €	936.642,20 €
100.001	5.475.055	410629	71.176	5.475	8.213	2.847	1.825	12.885	461.140,87 €	230.570,43 €	691.711,30 €
200.000	10.950.000	821250	142.350	10.950	16.425	5.694	3.650	25.769	922.272,51 €	461.136,26 €	1.383.408,77 €
<b>260.000</b>	<b>14.235.000</b>	<b>1067625</b>	<b>185.055</b>	<b>14.235</b>	<b>21.353</b>	<b>7.402</b>	<b>4.745</b>	<b>33.500</b>	<b>1.198.954,26 €</b>	<b>599.477,13 €</b>	<b>1.798.431,39 €</b>
300.000	16.425.000	1231875	213.525	16.425	24.638	8.541	5.475	38.654	1.383.408,77 €	691.704,38 €	2.075.113,15 €
400.000	21.900.000	1642500	284.700	21.900	32.850	11.388	7.300	51.538	1.844.545,02 €	922.272,51 €	2.766.817,53 €
500.000	27.375.000	2053125	355.875	27.375	41.063	14.235	9.125	64.423	2.305.681,28 €	1.152.840,64 €	3.458.521,91 €
1.000.000	54.750.000	4106250	711.750	54.750	82.125	28.470	18.250	128.845	4.611.362,55 €	2.305.681,28 €	6.917.043,83 €

	GK1 < 1000 EW	GK2 1000 - 5000EW	GK3 5000 - 10000 EW	GK4 10000 - 100000 EW	GK5 > 100000 EW
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Chemischer Sauerstoffbed	150	110	90	90	75
Stickstoff	18	18	18	18	13
Phosphor	2	2	2	2	1



**Armin Meister**  
Abwassertechnik



**Armin Meister**  
Abwassertechnik

[www.meister-abwasser.de](http://www.meister-abwasser.de)

**Vielen Dank**

# Fachgebiete



Armin Meister  
Abwassertechnik  
Applikations- und  
Betriebsberatung

Elbestraße, 42  
D- 65428 Rüsselsheim  
TELEFON: +49 6142 62514  
TELEFAX: +49 6142 62514  
[www.meister-abwasser.eu](http://www.meister-abwasser.eu)



**Verfahrenstechnik**

**Messtechnik**

**Regelungstechnik**

**Hydrometrie**

**SiGeKo/Proj.manager**

**Dokumentation (DBA)**



Applikations- und  
Betriebsberatung

Für eine saubere  
>>> Umwelt <<<

Um eine unbefugte Verwendung auszuschließen ist die Datei gegen Ausdrucken oder Kopieren geschützt.

Möchten Sie Folien des Vortrages Ausdrucken oder anderweitig verwenden ?

Kein Problem

Setzen Sie sich einfach mit mir in Verbindung.



Armin Meister  
Abwassertechnik  
Applikations- und  
Betriebsberatung

Elbestraße. 42  
D- 65428 Rüsselsheim  
TELEFON: +49 6142 62514  
TELEFAX: +49 6142 62514  
[www.meister-abwasser.eu](http://www.meister-abwasser.eu)

