

Anhänge

Anhang A: Methoden für die experimentelle Bestimmung der maximalen Wachstumsrate

Anhang A1: Bestimmung von μ_{\max} über einen Batch-Versuch mit hoher Organismenkonzentration (> 100 mg/l)

Verwendete Geräte:

- Weithalsglasgefäße (braun, Nennvolumen 2,5 l)
- Aquarienpumpen
- Belüftersteine
- Membranfiltrationseinheiten
- Cellulosenitratfilter (\varnothing 45 μm)
- Bechergläser (Nennvolumen 50 ml)
- Meßkolben (Nennvolumen 25 ml)
- Vollpipetten (2 ml, 5 ml, 10 ml)
- Meßzylinder (Nennvolumen 100 ml, 1000 ml)

Verwendete Chemikalien:

- NH_4Cl -Lösung
- synthetisches Abwasser
- Nitrifikantensuspension aus einer Laborkläranlage

Zunächst erfolgten die Versuche mit Nitrifikanten aus der Laborkläranlage.

Ein Braunglasgefäß mit 2,5 l Nennvolumen wurde mit 100 ml frisch der Laborkläranlage entnommenen Bakteriensuspension, 900 ml synthetischem Abwasser, welches Phosphatpuffer (0,27 mol/l) enthielt, und ca. 70 mg $\text{NH}_4\text{-N}$ befüllt. Die Gefäße wurden belüftet, mit Parafilm abgedeckt, um Verdunstungsverluste zu minimieren und bei Raumtemperatur stehengelassen. Das verdunstete Wasser wurde regelmäßig ergänzt. Zu Versuchsbeginn erfolgte eine Bestimmung der Konzentrationen von $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ und $\text{NO}_3\text{-N}$ mit Hilfe von Küvettentests.

Regelmäßige Messungen des pH-Wertes ergaben Werte zwischen 7,62 zu Versuchsbeginn und 6,66 zu Versuchsende. Dieser Bereich liegt im Optimum für die Nitrifikation, so daß pH-Einflüsse weitestgehend ausgeschlossen werden konnten.

War ein Abfallen der Substratkonzentration unterhalb von 20 mg/l zu befürchten, so wurde Substrat hinzugefügt, um eine Limitierung zu verhindern.

Da die Gefäße nicht temperiert waren, mußte auch die Temperatur regelmäßig gemessen werden. Der Temperaturbereich bewegte sich zwischen 20,4 und 24,7 °C.

Weil diese Messungen nur einmal täglich erfolgten, konnten tageszeitliche Schwankungen nicht erfaßt werden.

Die Produktbildungsrate in (mg/d), die aus den gemessenen Konzentrationen unter Einbeziehung des Volumens errechnet wurden, sind in Abbildung 34 aufgetragen worden. Trägt man diese Raten halblogarithmisch gegen die Zeit auf, so gibt die ermittelte Steigung der Geraden den Wert der maximalen Wachstumsrate wieder.

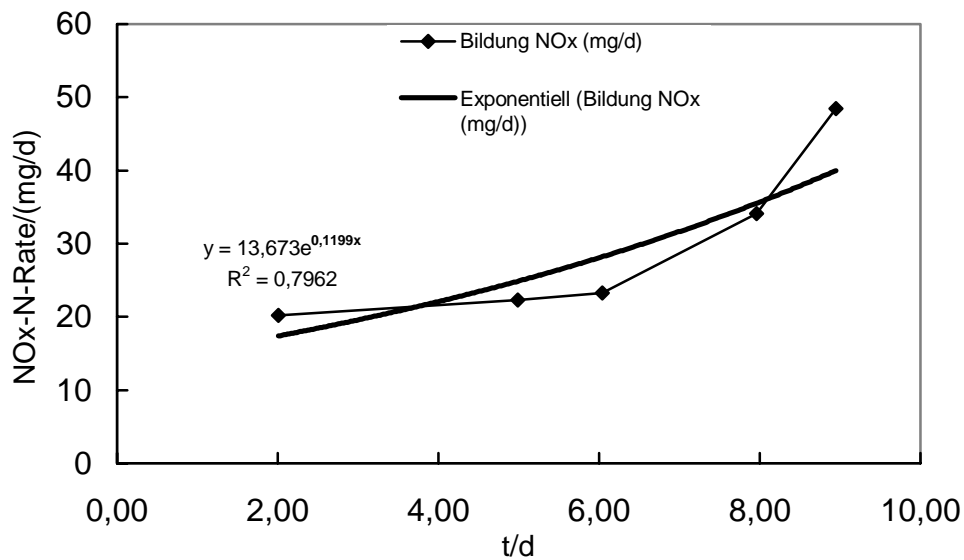


Abbildung 34: Ermittlung der maximalen Wachstumsrate einer Nitrifikantenkultur.

Als maximale Wachstumsrate für die Nitrifikantenkultur ergab sich ein Wert von $0,20 \text{ d}^{-1}$.

Anhang A2: Bestimmung von μ_{\max} mit der Sequencing-Batch-Methode

Verwendete Geräte:

- Weithalsglasgefäße (Nennvolumen 2,5 l)
- Aquarienpumpen
- Belüftersteine
- Absetztrichter (Nennvolumen 1 l)
- Erlenmeyerkolben (Nennvolumen 1 l)
- Bechergläser (Nennvolumen 30 ml)
- Meßkolben (Nennvolumen 25 ml)
- Membranfiltrationseinheiten
- Cellulosenitratfilter (\varnothing 45 μm)
- Zentrifuge
- Druckfiltrationsgerät
- Membran-Druckpumpe
- Vollpipetten (5 ml, 10 ml)
- Meßzylinder (100 ml, 1000 ml)

Verwendete Chemikalien:

- Nitrifikantensuspension aus einer Laborkläranlage
- synthetisches Abwasser
- NH_4Cl -Lösung
- Spurenelementlösung
- CaCl_2 -Lösung
- Phosphatpuffer

Die erste Versuchsreihe erfolgte mit Nitrifikanten aus der Laborkläranlage. In einem Weithalsgefäß wurde Bakteriensuspension in einer Verdünnung von 1 : 10 mit synthetischem Abwasser (Phosphatpufferkonzentration 0,27 mol/l) und ca. 70 mg $\text{NH}_4\text{-N}$ gerührt und belüftet. Auch hier war die Überprüfung von pH-Wert und Temperatur notwendig. Anschließend wurde eine Probe entnommen und die Anfangskonzentrationen von $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ und $\text{NO}_2\text{-N}$ bestimmt. Der Ansatz blieb über Nacht stehen. Da reine Nitrifikanten keine Flocken bilden und sich somit auch nicht quantitativ absetzen, mußte der Versuch dahingehend modifiziert werden, daß die Suspension nach einem Tag nicht in einen Absetztrichter überführt wurde, sondern bei 20 °C und einer Umdrehungsgeschwindigkeit von 5000 Upm 5 Minuten lang abzentrifugiert wurde. Das Zentrifugat wurde wieder in das Weithalsgefäß überführt, mit frischem synthetischem Abwasser und Substrat versetzt und der Zyklus wiederholt. Aus dem Überstand wurde der Nitrit- und Nitratgehalt bestimmt.

Es zeigte sich, daß eine quantitative Abtrennung der Mikroorganismen durch Zentrifugation nicht möglich war. Die erhaltenen Wachstumsraten waren wesentlich geringer als im Batch-Versuch und zeigten z. T. negative Werte.

Daher war eine Modifizierung des Experimentes notwendig. In einer weiteren Versuchsreihe wurden die Organismen durch eine Druckmembranfiltration mit 4 bar abfiltriert. Die Ergebnisse zeigten eine abnehmende Wachstumskurve. Die Organismen hielten wahrscheinlich dem Druck der Filtration nicht stand und wurden z. T. zerstört. Deshalb erwies sich auch diese Versuchsreihe als nicht durchführbar.

Für die nächste Versuchsreihe wurde Belebtschlamm der Kläranlage Schwelm im Verhältnis 1 : 10 mit Nachklärwasser, 10 ml Phosphatpuffer (0,27 mol/l), 25 ml Spurenelementlösung, 5 ml CaCl_2 -Lösung und ca. 80 mg $\text{NH}_4\text{-N}$ versetzt. Der Ansatz wurde belüftet, gerührt und auf 20 °C temperiert. Es wurde eine Probe entnommen und die Anfangskonzentrationen an $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ und $\text{NO}_3\text{-N}$ bestimmt. Nach einem Tag wurde die Lösung in einen Absetztrichter mit Ablasshahn überführt und eine Stunde lang abgesetzt. Aus dem Überstand wurden die Nitrit- und Nitratkonzentrationen bestimmt. Der abgesetzte Schlamm wurde wieder in das Weithalsgefäß überführt und mit Nachklärwasser, Nährlösungen und Puffer versetzt und der Zyklus über mehrere Tage wiederholt. Der Überstand blieb über Nacht im Absetztrichter, damit sich noch geringe Mengen an Schlamm absetzen konnten, um am nächsten Morgen dem Versuchsgefäß wieder zugefügt zu werden.

Die $\text{NO}_x\text{-N}$ -Bildungsrate ergab sich aus den addierten und gegen die Zeit aufgetragenen Werten von Nitrit und Nitrat. Diese Darstellung ergibt aufgrund der exponentiellen Vermehrung der Bakterien unter nichtlimitierenden Bedingungen eine Exponentialfunktion. Bei halblogarithmischer Auftragung erhält man eine Gerade, deren Steigung der maximalen Wachstumsrate entspricht.

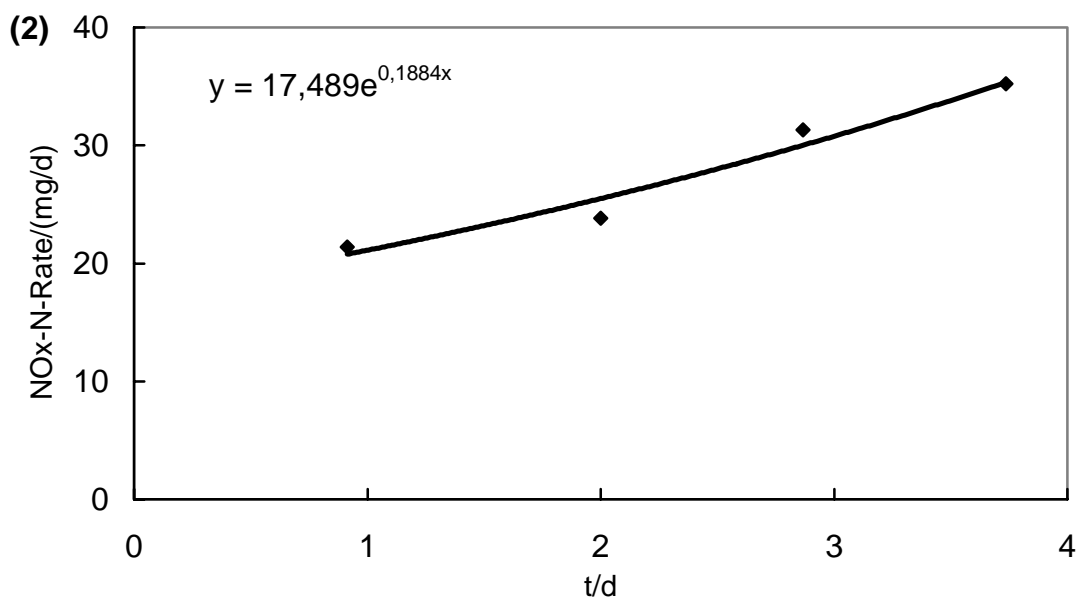
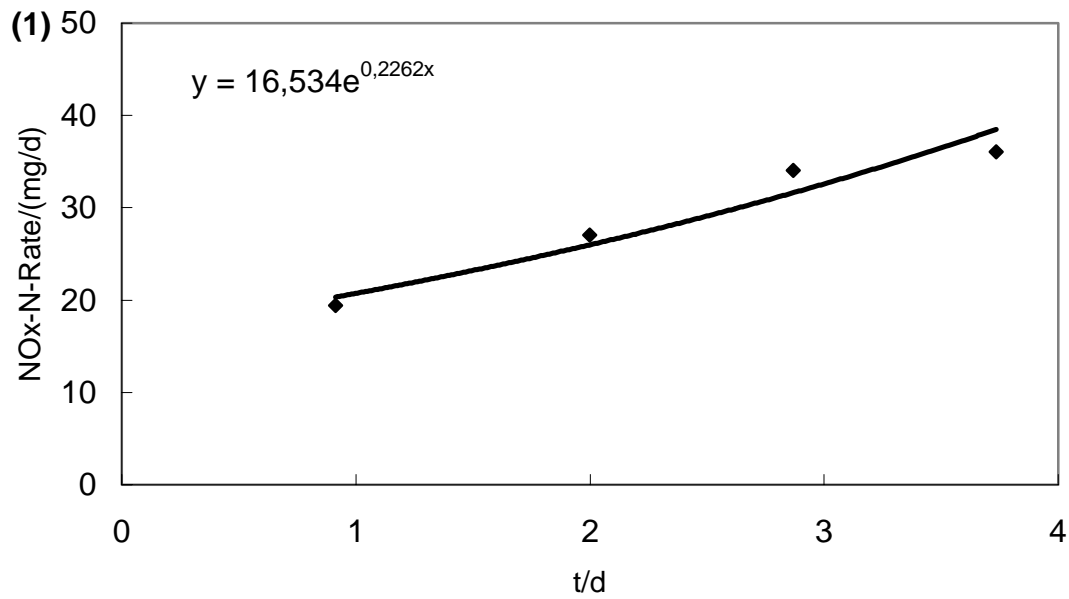


Abbildung 35: NOx-N-Bildungsraten in zwei Versuchsansätzen mit Schlamm der Kläranlage Schwelm. Es sind die jeweils ermittelten Raten (Punkte) und die errechneten Regressionskurven dargestellt.

Die über diese Methode ermittelte Wachstumsrate beträgt $0,21 \text{ d}^{-1}$.

Anhang A3: Versuche mit der Methode nach Lesouef et al.

Verwendete Geräte:

- Weithalsglasgefäße (Nennvolumen 2,5 l)
- Aquarienpumpen
- Belüftersteine
- Magnetrührer und Rührfische
- Thermostat
- Wasserbad
- Meßzylinder (100 ml, 1000 ml)
- Vollpipetten (1 ml, 5 ml, 25 ml)
- Membranfiltrationseinheiten
- Cellulosenitratfilter (\varnothing 45 μ m)
- Dosierpipetten
- Bechergläser (Nennvolumen 30 ml)
- Meßkolben (Nennvolumen 25 ml)

Verwendete Chemikalien:

- NH_4Cl -Lösung
- synthetisches Abwasser
- Nitrifikanten aus der Laborkläranlage

Nitrifikantensuspension aus der Laborkläranlage wurde mit synthetischem Abwasser (Phosphatpufferkonzentration 0,27 mol/l) im Verhältnis 1 : 1 gemischt und ca. 50 mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$ zugefügt. Der Ansatz wurde gerührt, belüftet und auf 20 °C temperiert. Für diese Methode war ein doppelter Ansatz notwendig. Der erste Ansatz diente zur Bestimmung der Referenznitrifikationsrate und der zweite Ansatz zur Bestimmung der Nitrifikationsrate nach einer bestimmten Wachstumszeit. Beim ersten Ansatz erfolgte die Konzentrationsbestimmung von $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ und $\text{NO}_3\text{-N}$ in stündlichen Abständen. Sowohl die $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentrationen als auch die $\text{NO}_3\text{-N}$ -Konzentrationen wurden gegen die Zeit aufgetragen und aus der Steigung der erhaltenen Geraden die Referenznitrifikationsrate bestimmt. Der zweite Ansatz blieb stehen, um Wachstum hervorzurufen. Nach einem Tag wurden erneut stündlich die Konzentrationen von $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ und $\text{NO}_3\text{-N}$ gemessen und die Nitrifikationsrate ermittelt. Bei beiden Ansätzen wurde regelmäßig der pH-Wert überprüft, der sich zu keiner Zeit innerhalb des hemmenden Bereiches befand.

Die Wachstumsrate ergab sich aus Gleichung (94):

$$\mu_{\max} = \frac{\ln \frac{R_g}{R_0}}{t_g} + b_A \quad (94)$$

Die Ergebnisse dieser Testreihe führten zu negativen Wachstumsraten, da die Referenznitrifikationsrate höher war als die Nitrifikationsrate nach erfolgtem Wachstum.

Die Methode wurde in der folgenden Testreihe dahingehend modifiziert, daß die Organismen sich zunächst an das synthetische Abwasser und die veränderte Substratkonzentration adaptieren konnten. Diese Adaptionsphase dauerte zwei Tage. Am dritten Tag begann der Versuch mit der Bestimmung der Referenznitrifikationsrate. Die Verhältnisse waren bei diesem Versuch gleich denen in der ersten Testreihe.

Auch hier ergab sich eine negative Wachstumsrate, obwohl die Bestimmung der Nitrifikationsraten über mehrere Tage erfolgte.

In der nächsten Testreihe wurden die Versuche mit Belebtschlamm durchgeführt. Zum einen wurde frischer Belebtschlamm verwendet und zum anderen Belebtschlamm, der eine Zeitlang stehen blieb. Der klare Überstand wurde abdekantiert und mit synthetischem Abwasser (Phosphatpufferkonzentration 0,27 mol/l) aufgefüllt, so daß die Feststoffkonzentration vergleichbar hoch war. Die Messung der Raten erfolgte ohne Adaptionszeit, aber über mehrere Tage. Hier zeigten die Ergebnisse ebenfalls negative Raten, wobei der pH-Wert bei frischem Belebtschlamm innerhalb eines Tages in den hemmenden Bereich abfiel.

In der nächsten Versuchsreihe variierte die Konzentration an Phosphatpuffer, um einen eventuellen Einfluß des Puffers auszuschließen. Die verwendeten Pufferkonzentrationen betragen 0,07 mol/l; 0,13 mol/l und 0,27 mol/l. Der Belebtschlamm wurde wieder abgesetzt und der Überstand abdekantiert und mit synthetischem Abwasser aufgefüllt, das den Puffer in den drei Konzentrationen enthielt. Die Raten wurden wieder über mehrere Tage bestimmt, um eine eventuelle Adaption festzustellen. Auch bei dieser Versuchsreihe waren die Referenznitrifikationsraten höher als die Raten nach erfolgtem Wachstum, so daß auch hier negative Wachstumsraten ermittelt wurden. Der Einfluß der unterschiedlichen Pufferkonzentrationen zeigte sich nur in der unterschiedlichen Zeitdauer, während der sich der pH-Wert im Versuchsgefäß im nicht hemmenden Bereich befand.

Aufgrund der erhaltenen Ergebnisse wurde diese Methode als ungeeignet befunden und nicht weiter modifiziert.

Anhang A4: Bestimmung von μ_{\max} mit einer kontinuierlichen Methode im Chemostaten

Verwendete Geräte:

- Doppelmantel-Glasfermenter (Nutzvolumen 2,5 l)
- Thermostat
- Aquarienpumpen
- Belüftersteine
- Schlauchpumpen
- Doppelmantel-Vorlagebehälter aus Glas (Nutzvolumen 4 l)
- Glasfritten
- Membranfiltrationseinheiten
- Cellulosenitratfilter (\varnothing 45 μm)
- Bechergläser

Verwendete Chemikalien:

- NH_4Cl -Lösung
- synthetisches Abwasser

Dieses Experiment wurde in Anlehnung an die Versuche der Essener Arbeitsgruppe von Prof. Geiger konzipiert, wobei als entscheidende Modifizierung eine massive Verkürzung der Versuchsdauer angestrebt wurde.

Die verwendeten Glasreaktoren wurden von der Universität Essen zur Verfügung gestellt. Sie wurden mit Kryostaten auf 20 °C temperiert und mit Aquarienpumpen belüftet. Die Aquarienpumpen waren sowohl an die auf dem Reaktorboden befindlichen Glasfritten angeschlossen, als auch an Belüftersteine, die sich oberhalb der Glasfritten befanden. Dadurch wurde eine ausreichende Belüftung und Durchmischung gewährleistet. Die Reaktoren wurden mit Belebtschlamm der Kläranlage Buchenhofen beschickt. Um nun ein Fließgleichgewicht herzustellen, wurde mittels Schlauchpumpen synthetisches Abwasser (Phosphatpufferkonzentration 0,07 mol/l) mit 20 ml/h zugepumpt und gleichzeitig Kulturmedium mit der selben Pumprate abgepumpt. Das zugeführte synthetische Abwasser hatte ebenfalls eine Temperatur von 20 °C, um Temperaturschwankungen zu vermeiden. Es war für diesen Versuch sinnvoll synthetisches Abwasser zu verwenden, um eine gleichmäßige Zusammensetzung zu gewährleisten. Der pH-Wert wurde regelmäßig kontrolliert. Durch die regelmäßige Zugabe an Pufferlösung im Zulauf traten keine nennenswerten Schwankungen auf. Um Verdunstungseffekte zu vermeiden, wurde regelmäßig Wasser bis

zur angegebenen Markierung nachgefüllt. Im Ablauf wurden regelmäßig Proben genommen und auf $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ und $\text{NO}_3\text{-N}$ untersucht.

Während der Versuchsdauer mußten die Reaktoren zur Vermeidung von Algenwachstum mit Folie abgedunkelt werden.

Außerdem war es notwendig die Reaktoren in regelmäßigen Abständen vollständig zu entleeren und zu reinigen, um den Einfluß sessiler Organismen zu minimieren. Der negative Einfluß dieser Organismen wurde bereits in [72] beschrieben. Auch die Zu- und Abflussschläuche mußten regelmäßig gereinigt werden.

Die Reaktoren wurden bis zum fünffachen Volumenwechsel (25 Tage) bei dieser Verdünnungsrate gefahren. Damit konnte sichergestellt werden, daß ein Fließgleichgewicht erreicht wurde.

Die Verdünnungsrate wurde dann sprunghaft von $D = 0,19 \text{ d}^{-1}$ auf $D = 0,90 \text{ d}^{-1}$ im ersten Reaktor und auf $D = 0,76 \text{ d}^{-1}$ im zweiten Reaktor gesteigert. Sie wurde weit über die wahrscheinliche maximale Wachstumsrate angehoben, um ein Auswaschen der Organismen zu erreichen. Der erwartete Verlauf der Konzentrationskurve sollte zunächst ein Ansteigen der Substratkonzentration zeigen und dann, mit Erreichen der maximalen Wachstumsrate ein komplettes Auswaschen der Organismen.

Das Ergebnis der Steigerung der Verdünnungsrate zeigen die folgenden Grafiken:

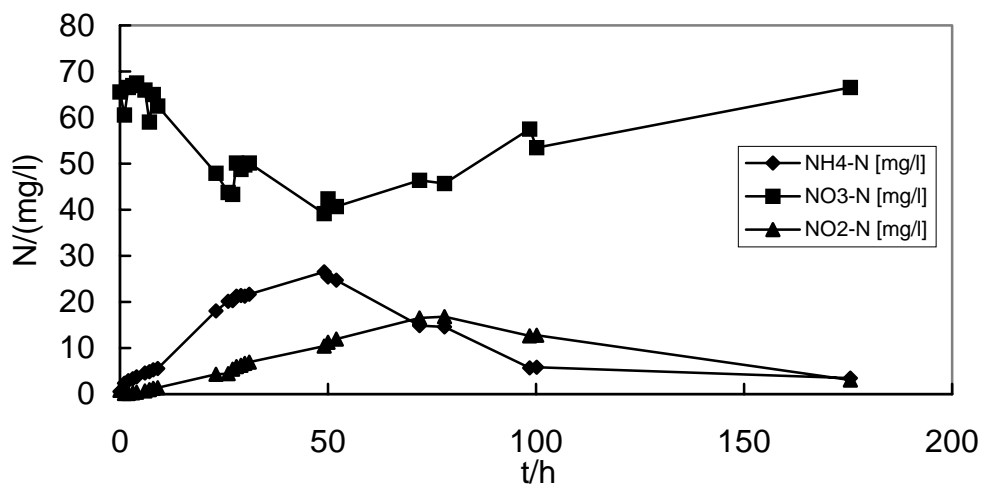


Abbildung 36: Verlauf der Konzentrationen von $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ und $\text{NO}_3\text{-N}$ nach Steigerung der Verdünnungsrate auf $0,90 \text{ d}^{-1}$ im Reaktor 1.

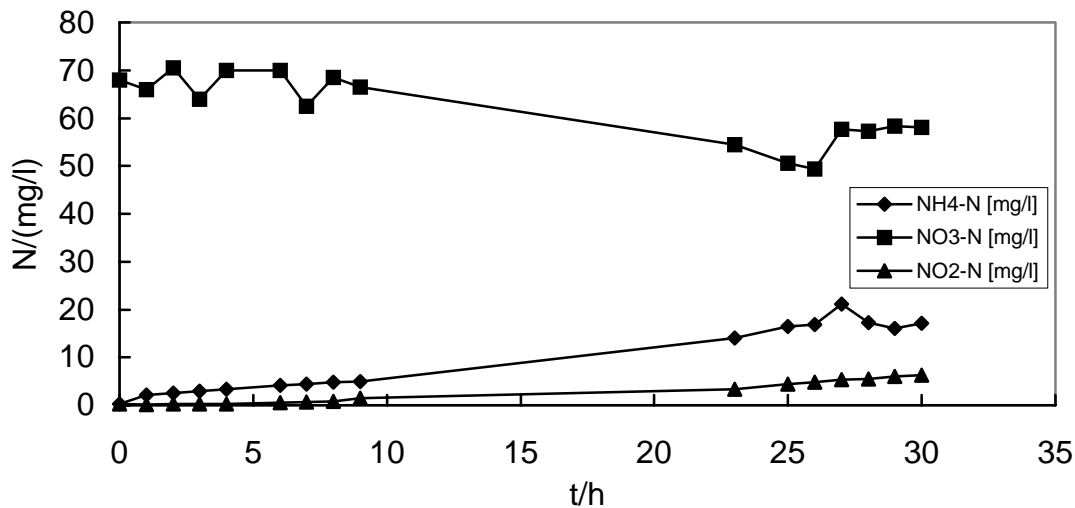


Abbildung 37: Verlauf der Konzentrationen von NH₄-N, NO₂-N und NO₃-N nach Steigerung der Verdünnungsrate auf 0,76 d⁻¹ im Reaktor 2.

Bei Reaktor 1 ist deutlich zu erkennen, daß die Konzentration an NH₄-N zunächst ansteigt, dann aber wieder abnimmt. Bei Reaktor 2 ist dieselbe Tendenz erkennbar. Nur ist der Abfall nicht so deutlich sichtbar, da der Versuch aufgrund einer Verengung bzw. Verstopfung durch Wandwachstum in den Ablaufschläuchen mit einer dadurch verbundenen Volumenzunahme im Reaktor frühzeitig abgebrochen werden mußte. Dieses Zusetzen der Schläuche könnte eine Erklärung dafür sein, daß plötzlich die Konzentration an NH₄-N wieder abnahm. Dadurch, daß sich die Organismen an den Schlauchwandungen festgesetzt hatten, könnte eine weitere Nitrifikation in den Schläuchen stattgefunden haben. Dies würde eine Erklärung für den Abfall der NH₄-N-Konzentration liefern.

Um die Versuche dennoch auszuwerten, wurden die Konzentrationen nur bis zum maximalen Anstieg betrachtet.

Bei diesem Versuch war es möglich, sowohl die Wachstumsrate über den NO₃-N-Verlauf (Nitrobacter) als auch über den NH₄-N-Verlauf (Nitrosomonas) zu ermitteln. Beide Auswertungen wurden vorgenommen.

Zur Bestimmung der Wachstumsrate über den NO₃-N-Verlauf wurde die Konzentration an NO₃-N halblogarithmisch aufgetragen und die maximale Wachstumsrate nach folgender Gleichung berechnet:

$$\mu_{\max} - D = \frac{\ln X_2 - \ln X_1}{t_2 - t_1} \quad (95)$$

Die maximale Wachstumsrate über $\text{NH}_4\text{-N}$ wurde auf ähnliche Weise ermittelt. Nur mußte hier die bereits erwähnte Proportionalität zwischen Substrat und Biomasse eingesetzt werden, da für die verwendete Gleichung ein abnehmender Konzentrationsverlauf erforderlich ist. Die Substratkonzentration wurde in % Biomasse umgerechnet und deren abnehmender Verlauf halblogarithmisch aufgetragen. Um daraus die maximale Wachstumsrate zu berechnen, wurde wieder Gl. (95) verwendet.

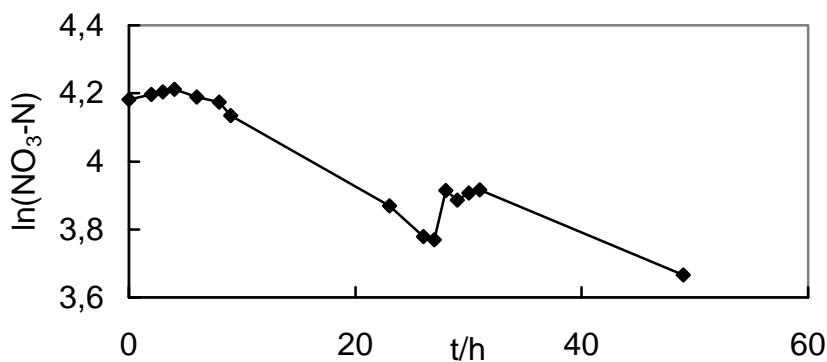


Abbildung 38: Verlauf der $\text{NO}_3\text{-N}$ -Konzentration im Reaktor 1.

Für die berechnete maximale Wachstumsrate der Nitratation ergab sich ein Mittelwert von $0,47 \text{ d}^{-1}$, wobei nur der Bereich von 0 bis 27 h betrachtet wurde.

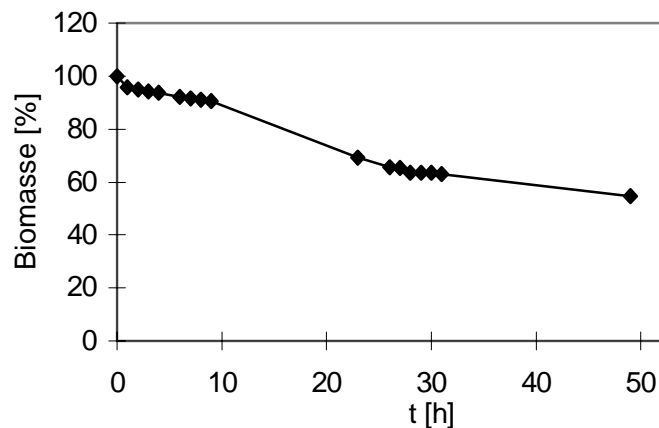


Abbildung 39: Verlauf der berechneten Biomassenkonzentration im Reaktor 1.

Über den Verlauf der Biomassenkonzentration berechnete sich für die maximale Wachstumsrate ein Mittelwert von $0,60 \text{ d}^{-1}$.

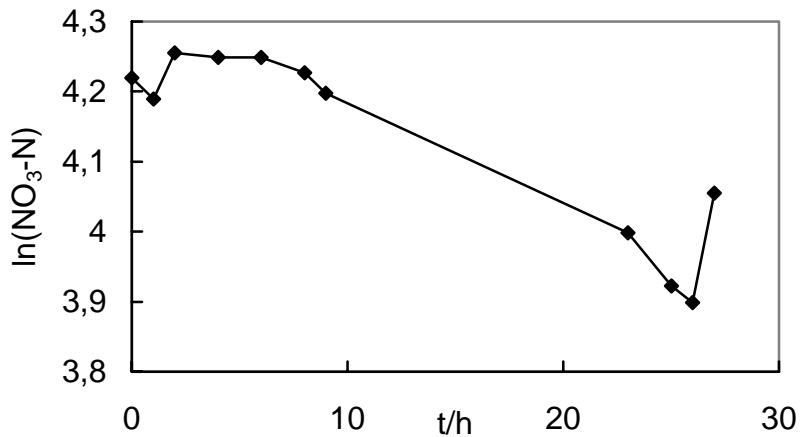


Abbildung 40: Verlauf der NO₃-N Konzentration in Reaktor 2.

Für Reaktor 2 betrug die berechnete maximale Wachstumsrate im Mittel $0,44 \text{ d}^{-1}$, wobei nur der Zeitraum von 0 bis 26 h betrachtet wurde.

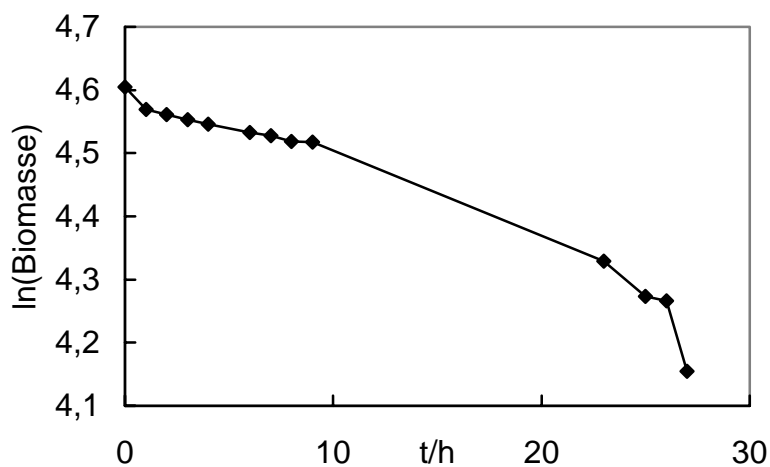


Abbildung 41: Verlauf der berechneten Biomassenkonzentration im Reaktor 2.

Für die maximale Wachstumsrate berechnete sich im Mittel ein Wert von $0,52 \text{ d}^{-1}$.

Für den Gesamtversuch ergibt sich eine mittlere Wachstumsrate von $0,56 \text{ d}^{-1}$ für Nitrosomonas und $0,46 \text{ d}^{-1}$ für Nitrobacter. Durch Addition der beiden Werte ergibt sich eine Gesamtwachstumsrate von $0,51 \text{ d}^{-1}$.

Anhang B: Batch-Methode mit hoher Organismenkonzentration zur Bestimmung des K_{NH} -Wertes

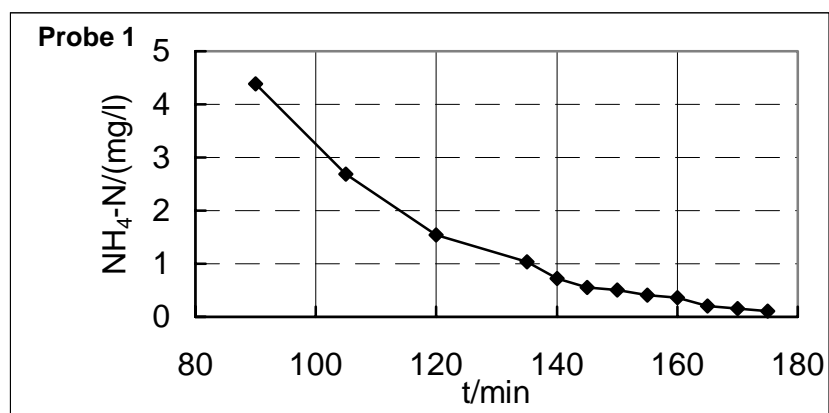
Verwendete Geräte:

- Weithalsglasgefäß (Nennvolumen 2,5 l)
- Meßzylinder (Nennvolumen 1 l)
- Membranfiltrationseinheiten
- Cellulosenitratfilter (\varnothing 45 μ m)
- Aquarienpumpen
- Belüftersteine
- Dosierpipetten
- Magnetrührer mit Rührfischen
- Thermostat

Verwendete Chemikalien:

- NH_4Cl -Lösung

Für diesen Versuch wurde frisch entnommener Belebtschlamm gerührt, belüftet und auf 20 °C temperiert. Substrat in einer Konzentration von ca. 15 mg/l NH_4 -N wurde hinzugefügt und die Abnahme der Substratkonzentration bis zum Erreichen des Nullwertes gemessen. Eine regelmäßige Kontrolle des pH-Wertes ergab nur eine geringfügige Veränderung während der Versuchsdauer (Änderung von pH 7,97 auf 7,75). Die erhaltene Substratabnahme wurde gegen die Zeit aufgetragen. Der Berührungspunkt einer Tangente mit halbmaximaler Steigung mit der Konzentrationskurve ergab den Halbwertskoeffizienten K_{NH} .



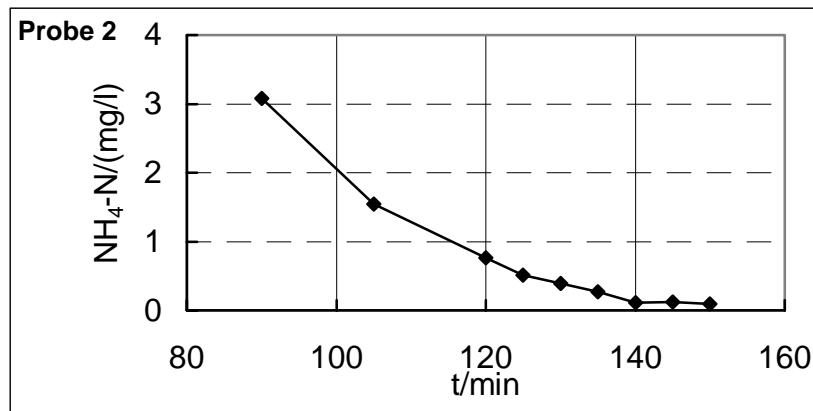


Abbildung 42: Darstellung des Verlaufes der Substratkonzentrationskurve gegen die Zeit zur Bestimmung des K_{NH} -Wertes für Belebtschlamm der Kläranlage Schwelm.

Für den K_{NH} -Wert ergab sich als Mittelwert aus beiden Versuchsansätzen 0,53 mg/l NH_4 -N.

Probleme gab es bei dieser Methode während der Messung im niedrigen Konzentrationsbereich, da die Änderungen so schnell vonstatten gingen, daß die Zeit zum Probenziehen teilweise zu knapp bemessen war. Trotzdem ist der Übergang vom nicht limitierenden in den limitierenden Bereich in den Grafiken gut zu erkennen und auch die Übereinstimmung der beiden Meßwerte (0,56 mg/l NH_4 -N für den ersten Ansatz und 0,50 mg/l NH_4 -N für den zweiten Ansatz) zeigt, daß die Häufigkeit der Probenahme wohl ausreichend war.

Anhang C: MATLAB-Programm für die Berechnung der CSB-Fraktion S_s aus den Sauerstoffverbrauchskurven

m-file **ss.m**:

```
% Programm für die Auswertung der Sapromatversuche (Berechnung von  $S_s$ ).
```

```
% Laden der Parameter
```

```
faktor;
```

```
% Eingabe der Größen für die Berechnung der zu subtrahierenden Fläche
```

```
Tend=input('Endwert (Zeit in [min]) eingeben:')
```

```
Gr=input('Wert für Grundatmung eingeben:')
```

```
Fgr=Tend*Gr
```

```
% Berechnung der Fraktion  $S_s$ 
```

```
area=trapz(X,Y)
```

```
 $S_s = ((1/(1-fcv*Y_h)) * ((area - Fgr)/60) * (V_{bs} + V_{aw}) / V_{aw})$ 
```

```
% Graphische Darstellung
```

```
figh=figure('Position',[150 200 850 550]);
```

```
set(figh,'NumberTitle','off')
```

```
set(figh,'Name','Bestimmung der Fraktion  $S_s$ ')
```

```
plot(X,Y,'b')
```

```
title('Messung der Sauerstoffverbrauchsrate')
```

```
set(gca,'ylabel',text(0,0,' O2 [mg/l*min] '))
```

```
set(gca,'xlabel',text(0,0,' Zeit [min] '))
```

```
cinvert
```

m-file **o8a1.m** (Beispiel):

```
% Meßwerte, Ansatz 1 (ourtest 8)
```

```
X=[0
```

```
15
```

30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
180]

Y=[0
25
25
20
20
25
25
20
20
20
20
30
10]

m-file **faktor.m**:

% Parameter für die Berechnung der Fraktion Ss.

f_{cv}=0.97

Y_h=0.45

V_{aw}=150

V_{bs}=50

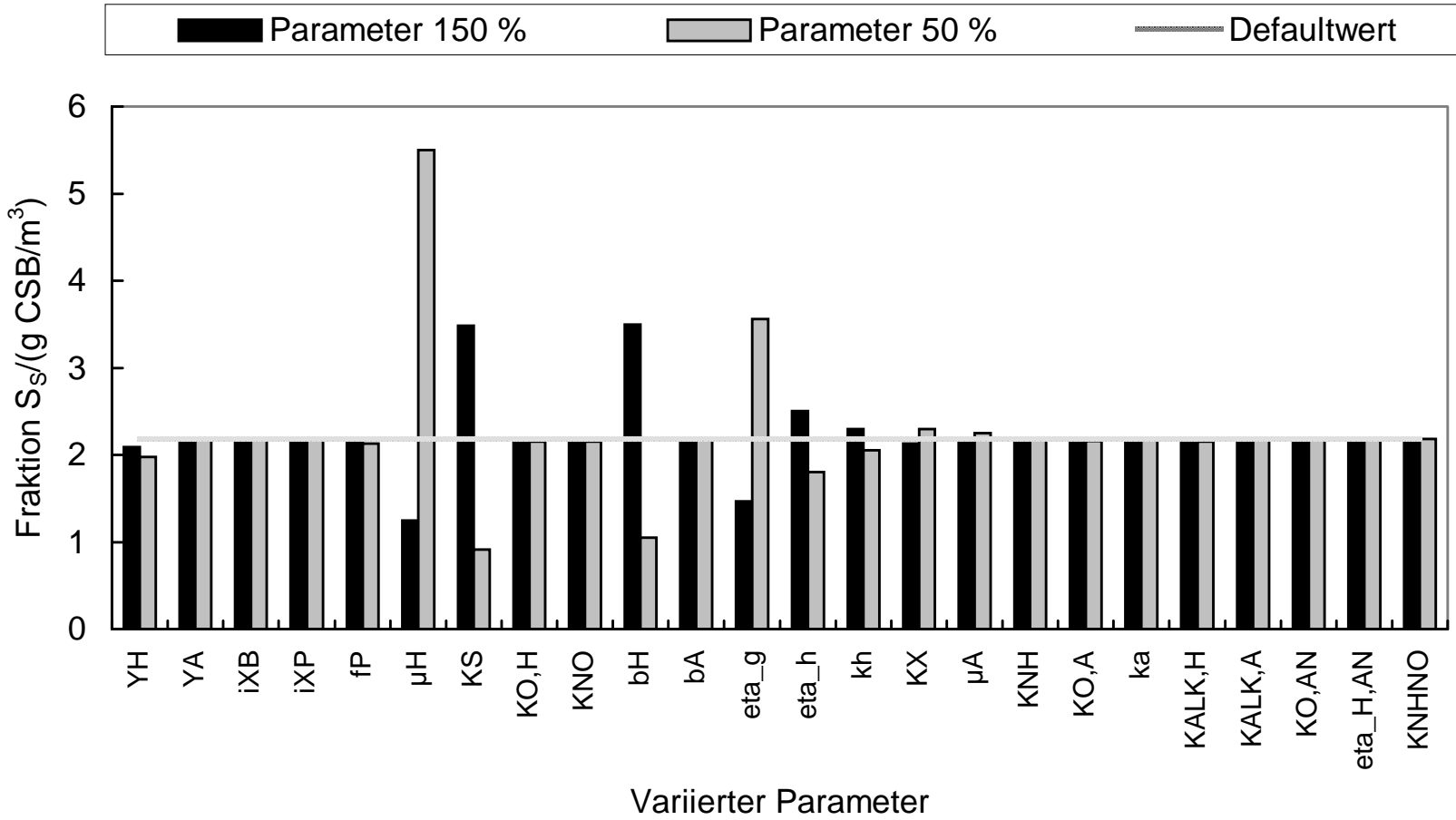


Abbildung 43: Einfluß einer Änderung der stofflichen Parameter des m-files „setpbio“ (siehe Tab. 21) auf die Stoffgruppe S_s im Ablauf der Kläranlage.

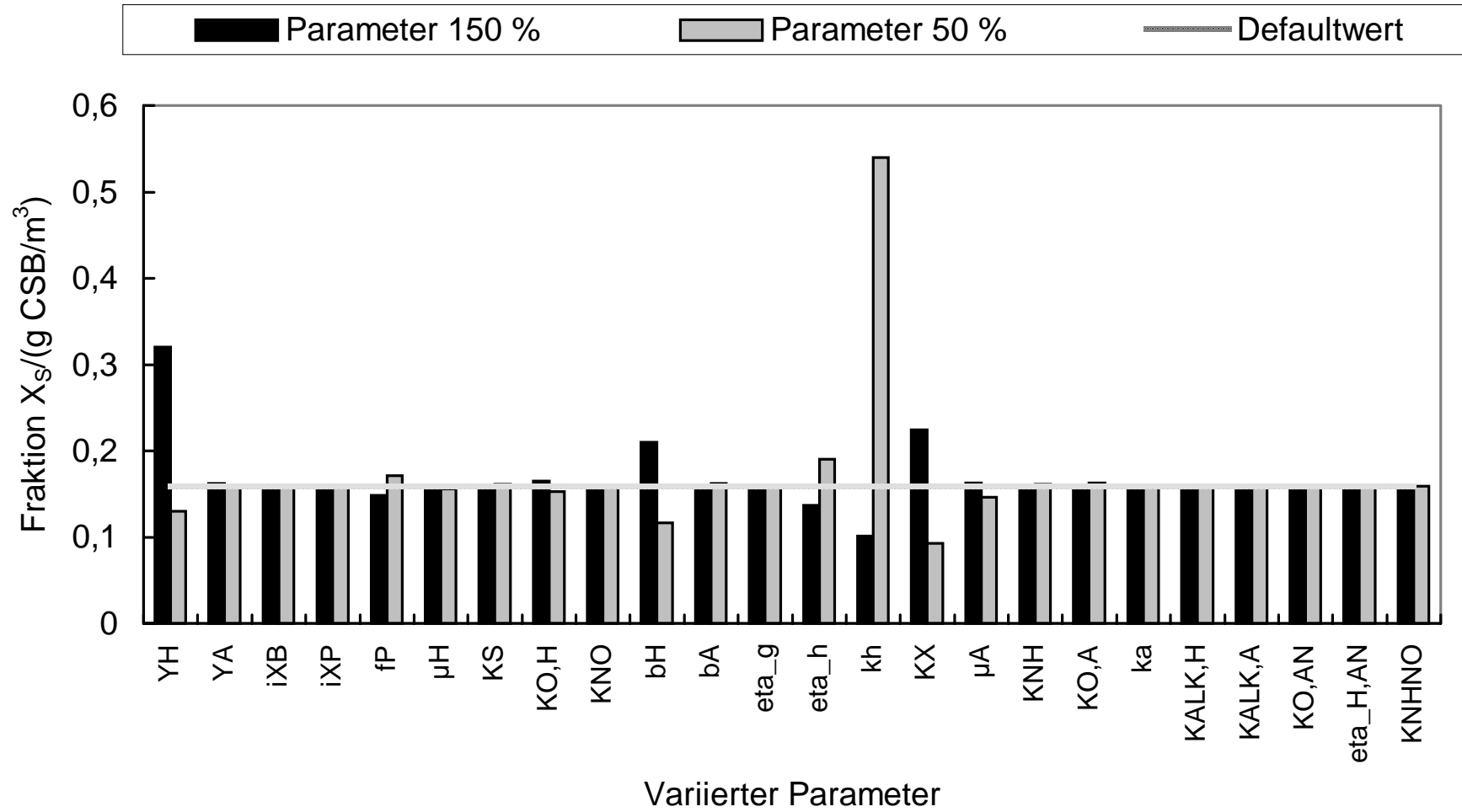


Abbildung 44: Einfluß einer Änderung der stofflichen Parameter des m-files „setpbio“ (siehe Tab. 21) auf die Stoffgruppe X_s im Ablauf der Kläranlage.

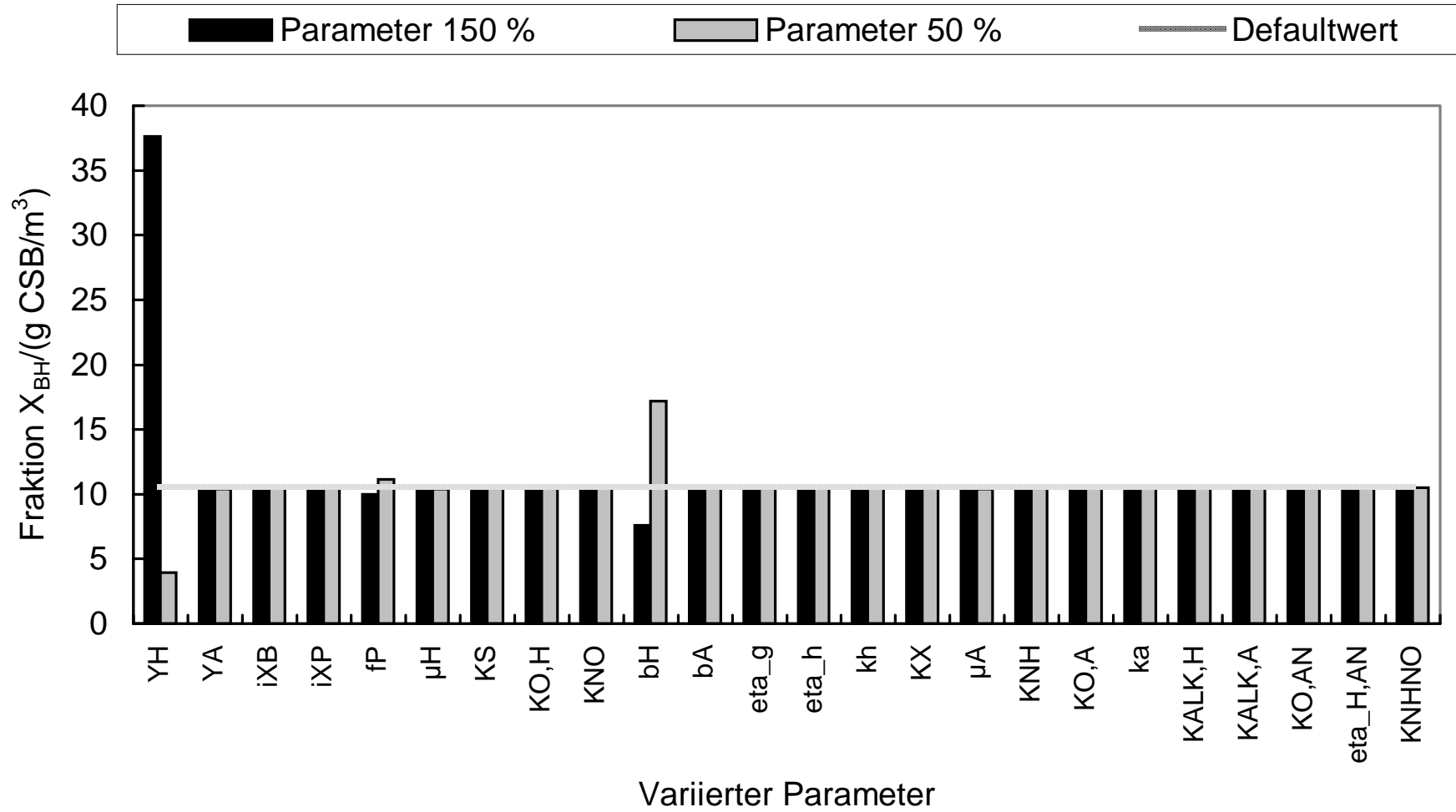


Abbildung 45: Einfluß einer Änderung der stofflichen Parameter des m-files „setpbio“ (siehe Tab. 21) auf die Stoffgruppe X_{BH} im Ablauf der Kläranlage.

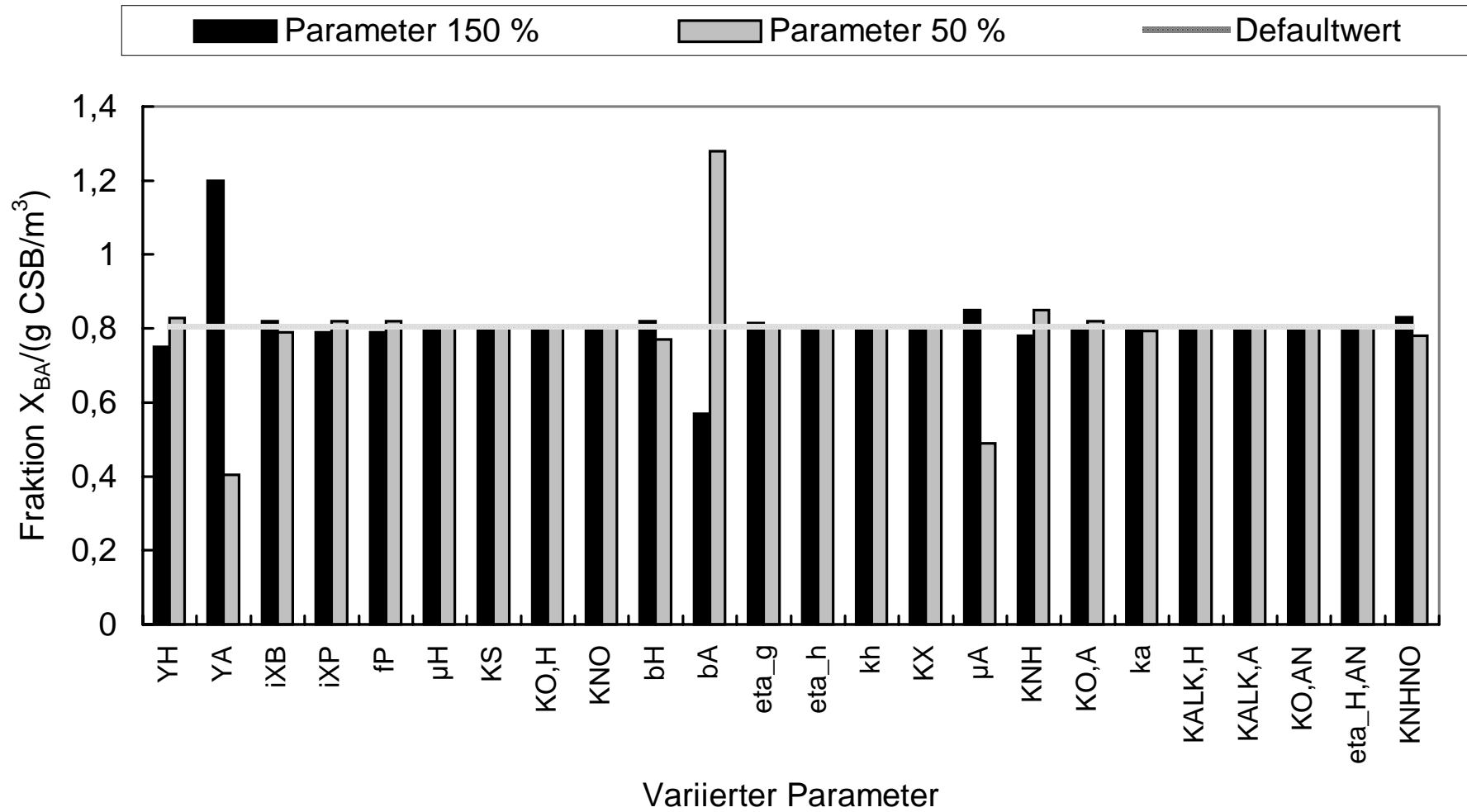


Abbildung 46: Einfluß einer Änderung der stofflichen Parameter des m-files „setpbio“ (siehe Tab. 21) auf die Stoffgruppe X_{BA} im Ablauf der Kläranlage.

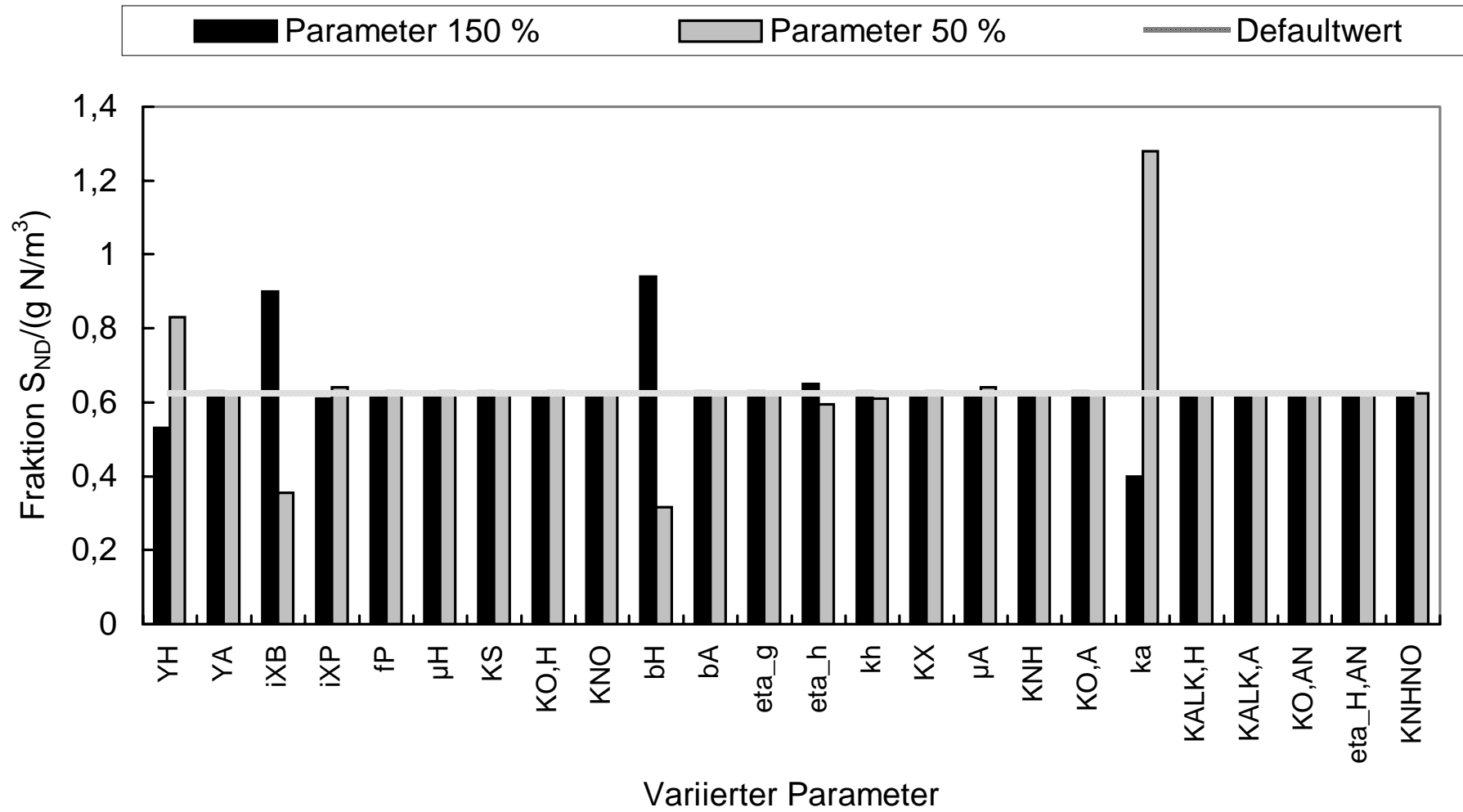


Abbildung 47: Einfluß einer Änderung der stofflichen Parameter des m-files „setpbio“ (siehe Tab. 21) auf die Stoffgruppe S_{ND} im Ablauf der Kläranlage.

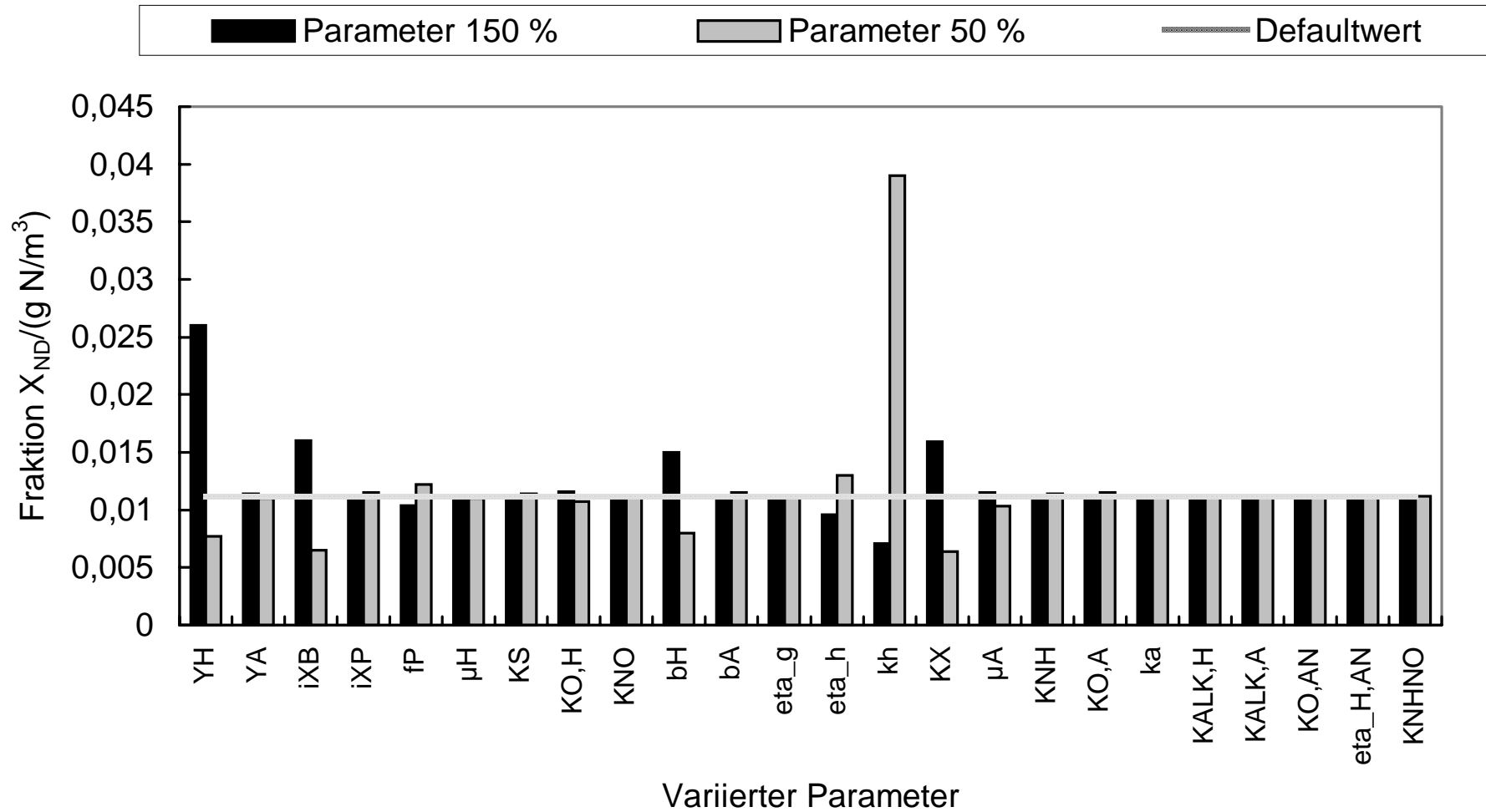


Abbildung 48: Einfluß einer Änderung der stofflichen Parameter des m-files „setpbio“ (siehe Tab. 21) auf die Stoffgruppe X_{ND} im Ablauf der Kläranlage.

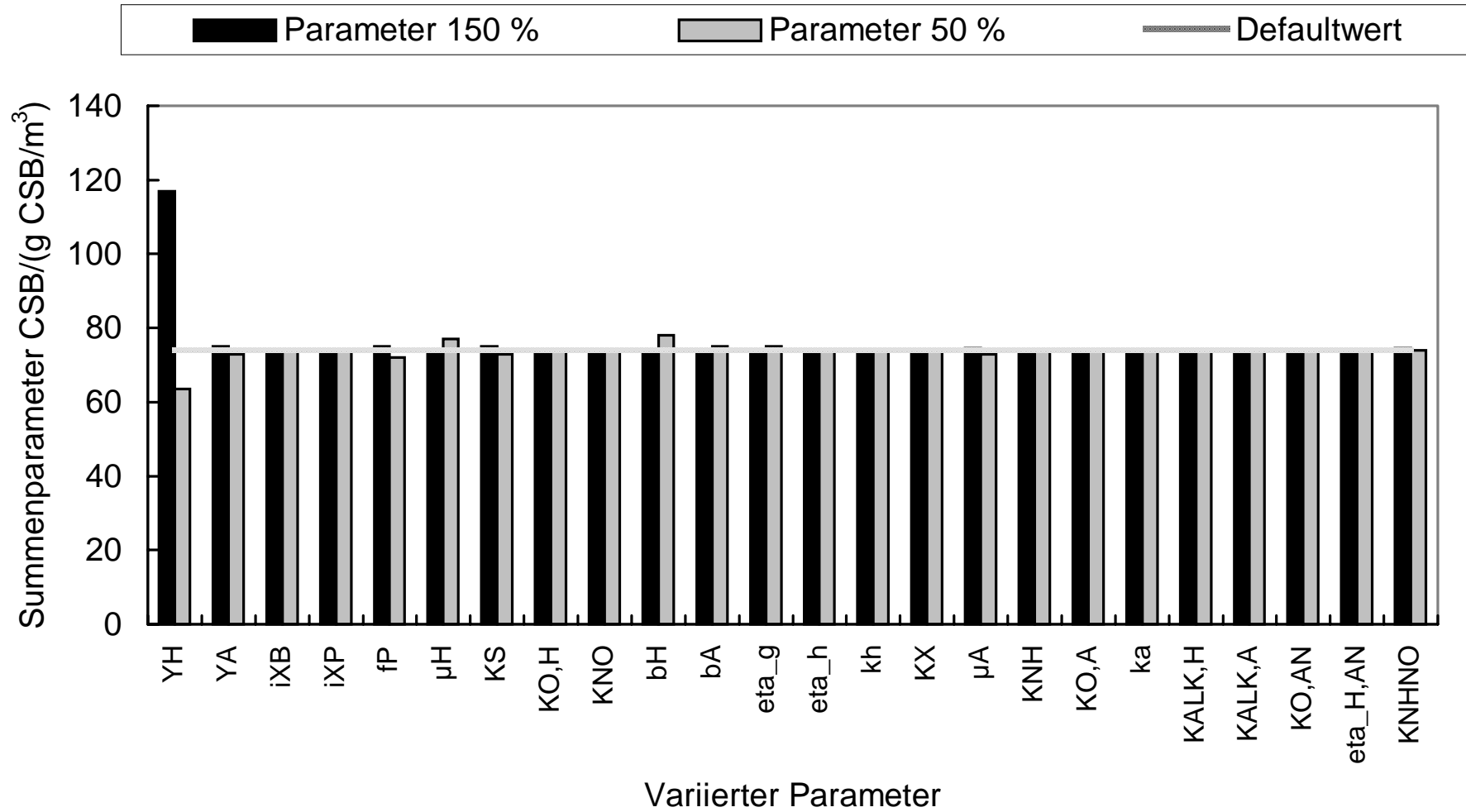


Abbildung 49: Einfluß einer Änderung der stofflichen Parameter des m-files „setpbio“ (siehe Tab. 21) auf den Summenparameter CSB im Ablauf der Kläranlage.

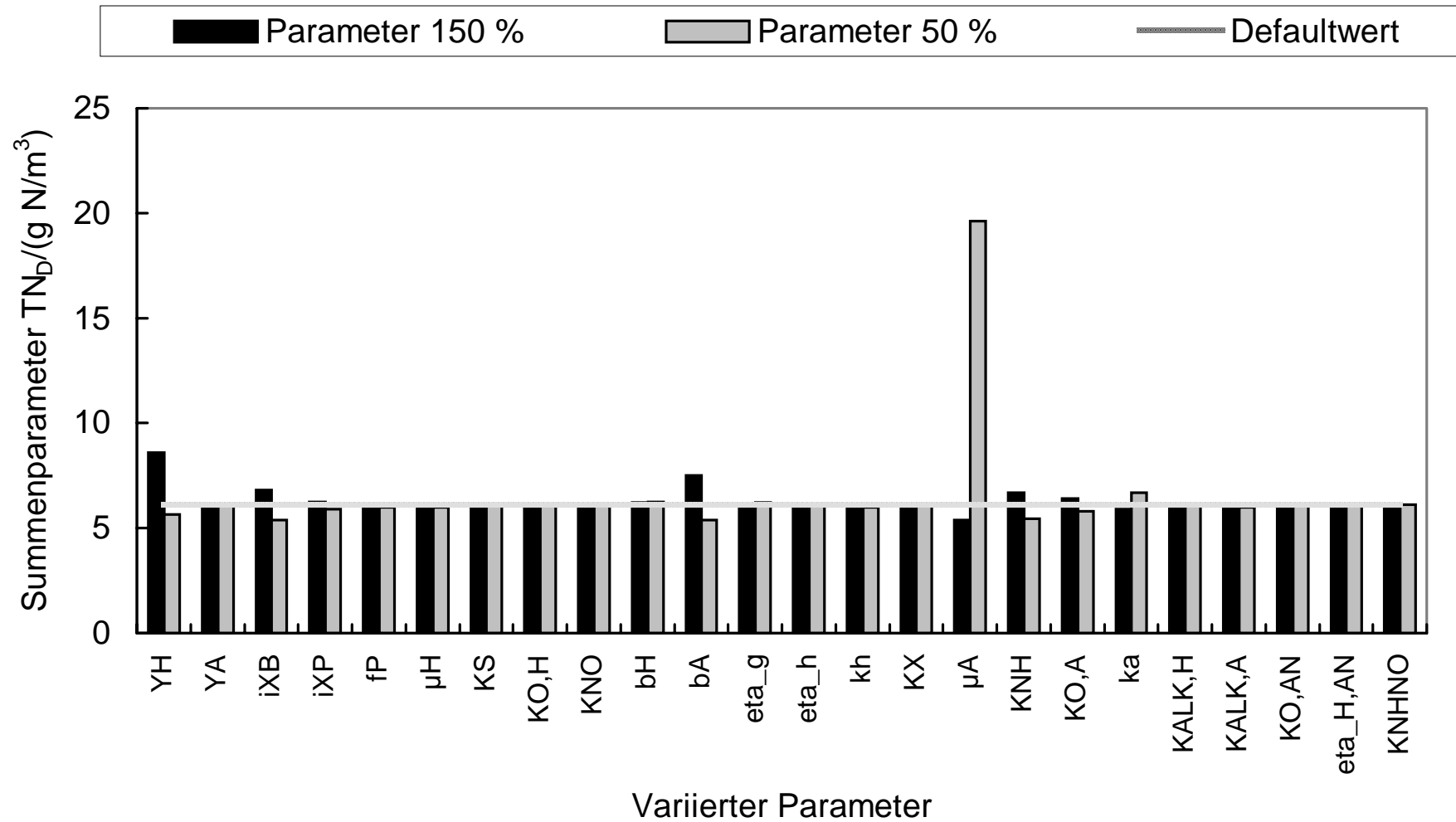


Abbildung 50: Einfluß einer Änderung der stofflichen Parameter des m-files „setpbio“ (siehe Tab. 21) auf den Summenparameter TN_D im Ablauf der Kläranlage.

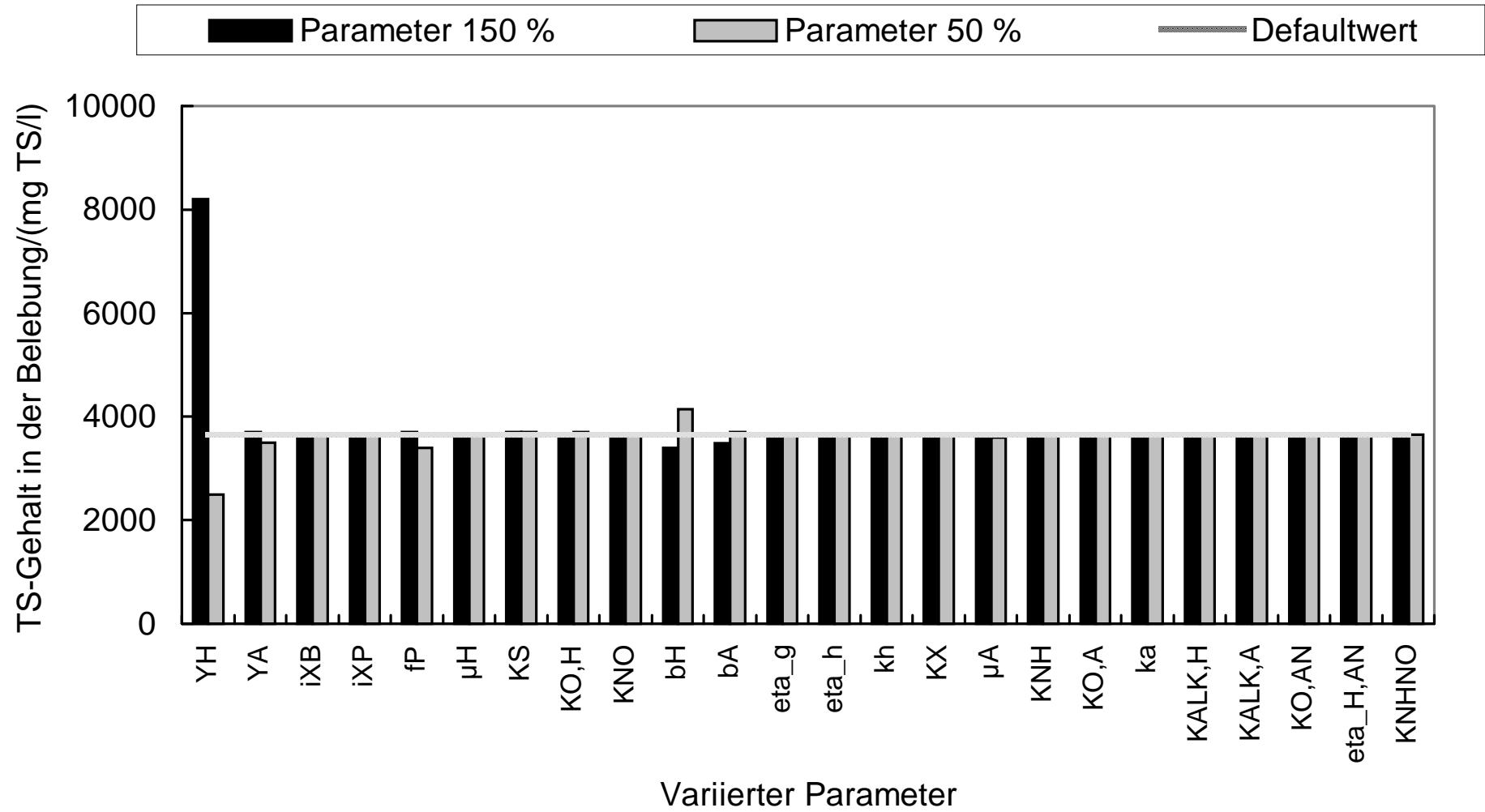


Abbildung 51: Einfluß einer Änderung der stofflichen Parameter des m-files „setpbio“ (siehe Tab. 21) auf den Trockensubstanzgehalt im Belebungsbecken der Kläranlage.

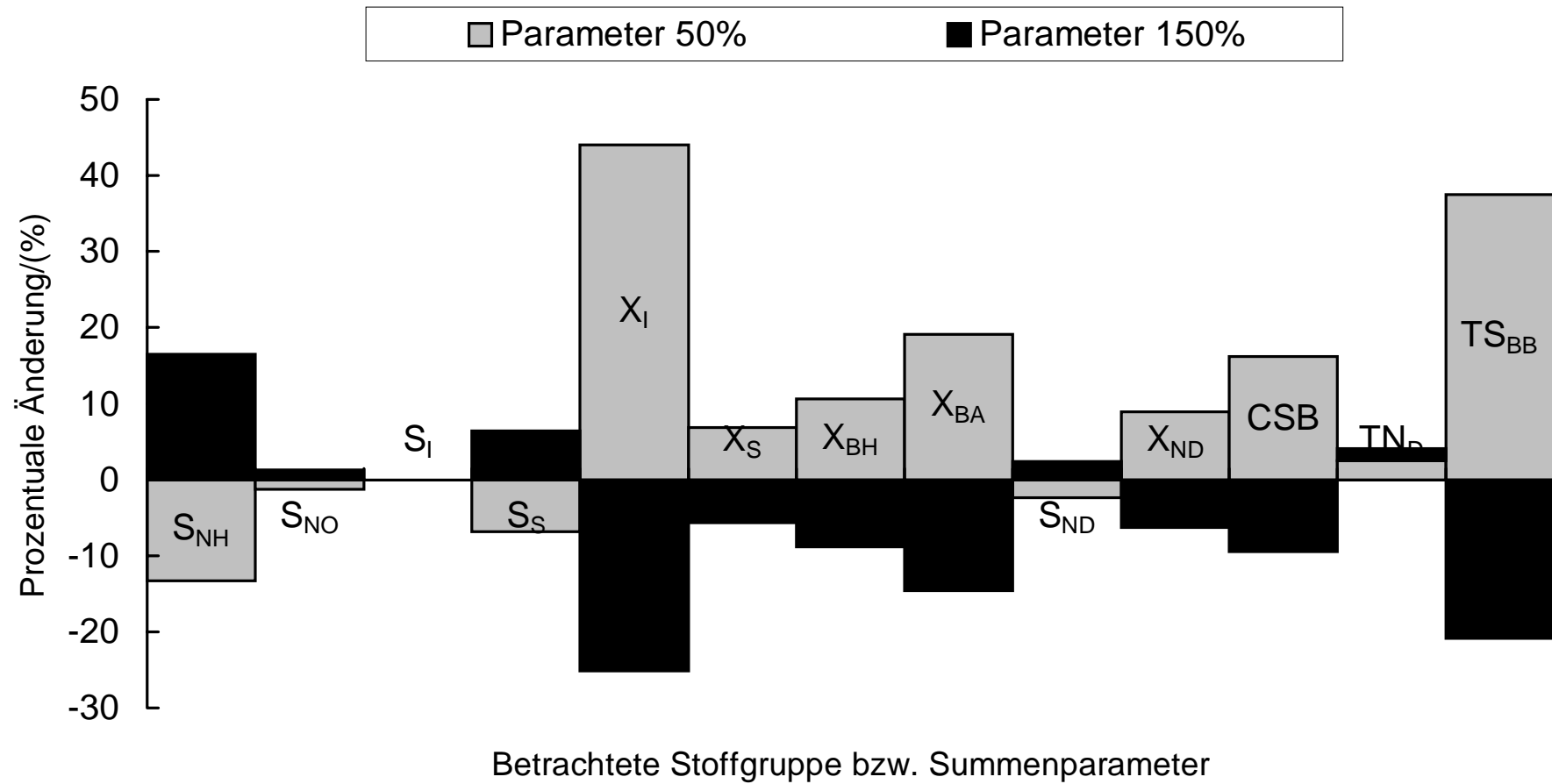


Abbildung 52: Einfluß der Variation des Überschussschlammabzugs auf die betrachteten Stoffgruppen bzw. Summenparameter (siehe Tab. 24).

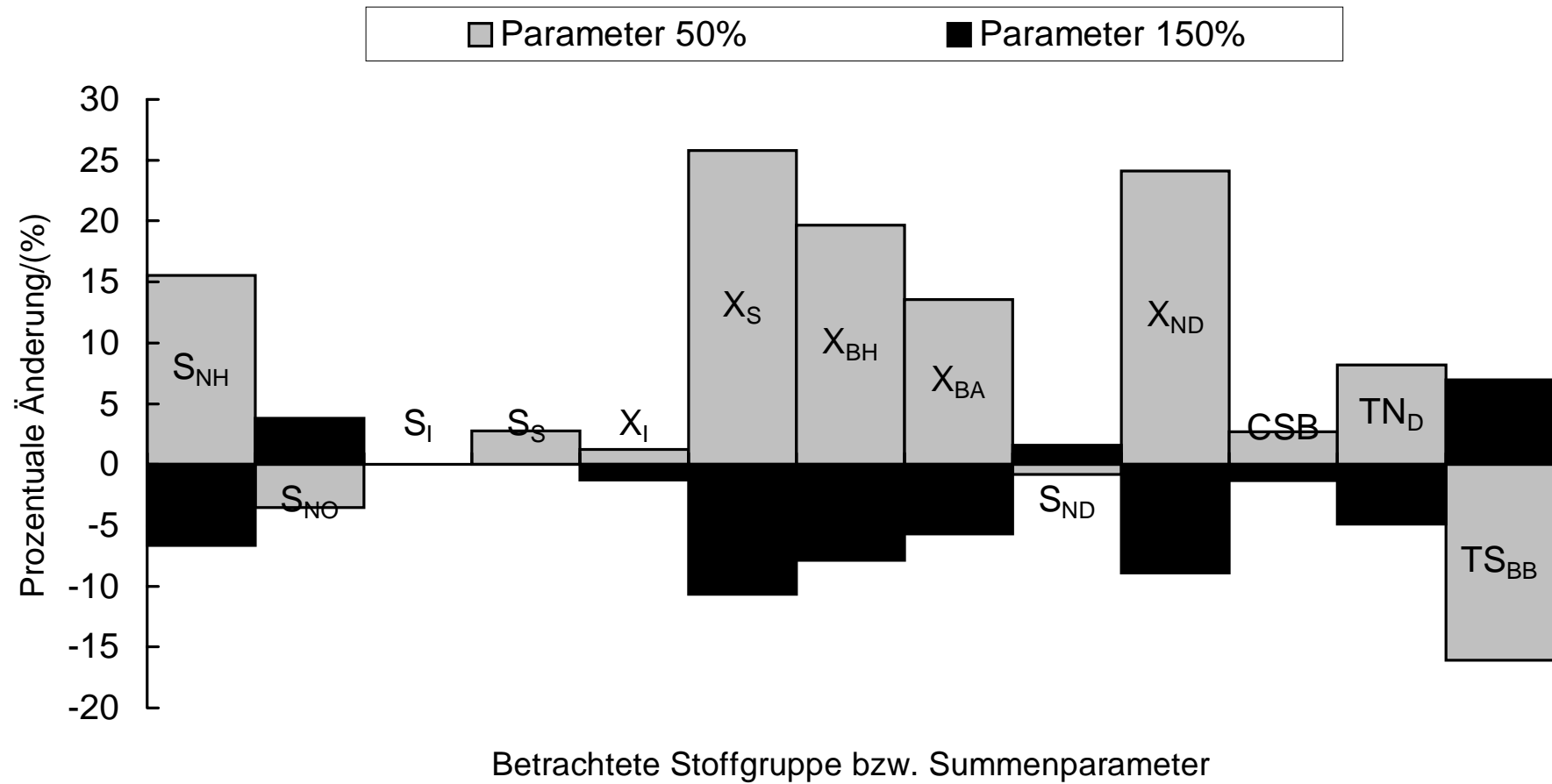


Abbildung 53: Einfluß der Variation der Rücklaufschlammmenge auf die betrachteten Stoffgruppen bzw. Summenparameter (siehe Tab. 24).

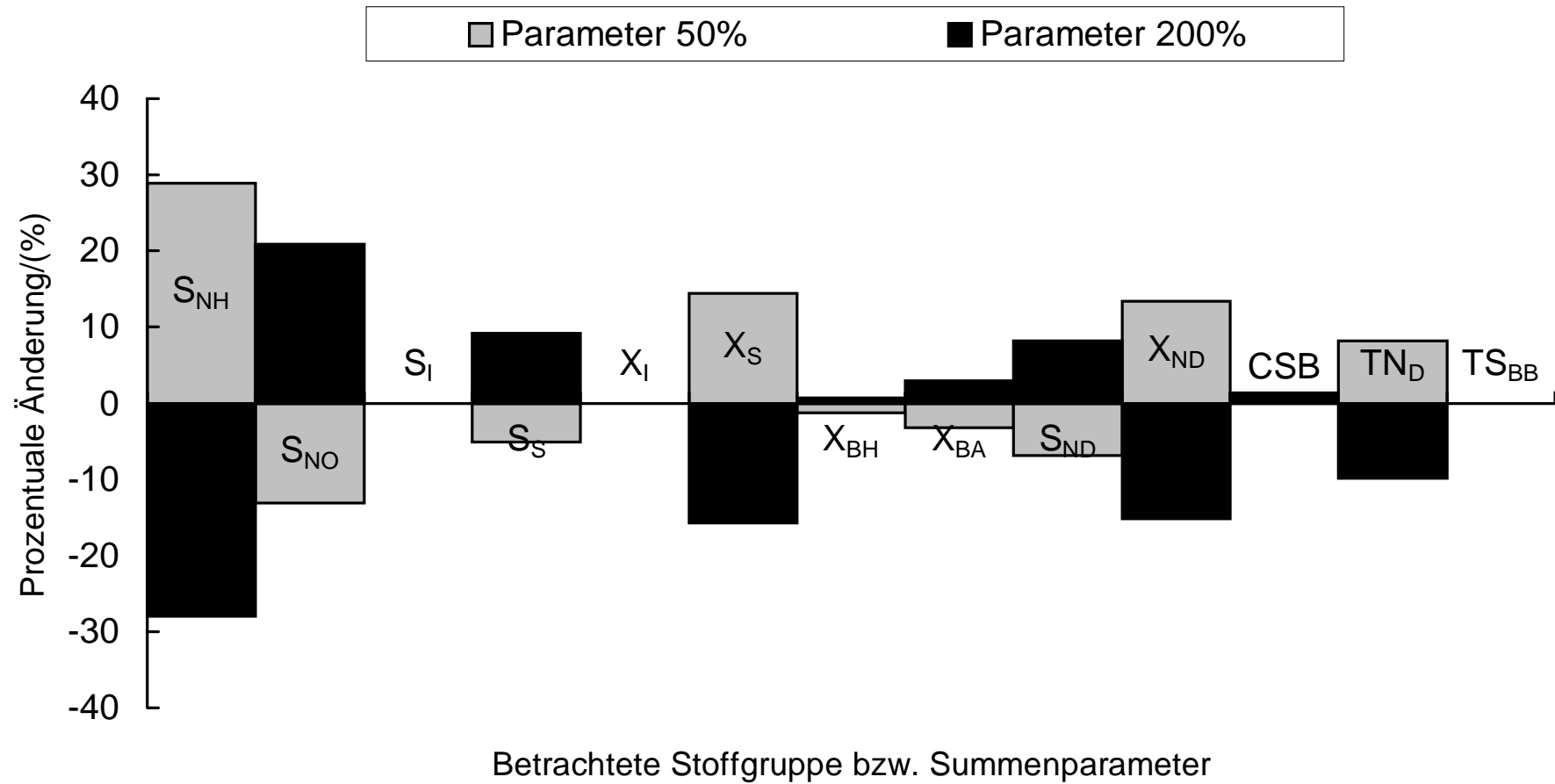


Abbildung 54: Einfluß der Variation der Rezirkulationsmenge auf die betrachteten Stoffgruppen bzw. Summenparameter (siehe Tab. 24).

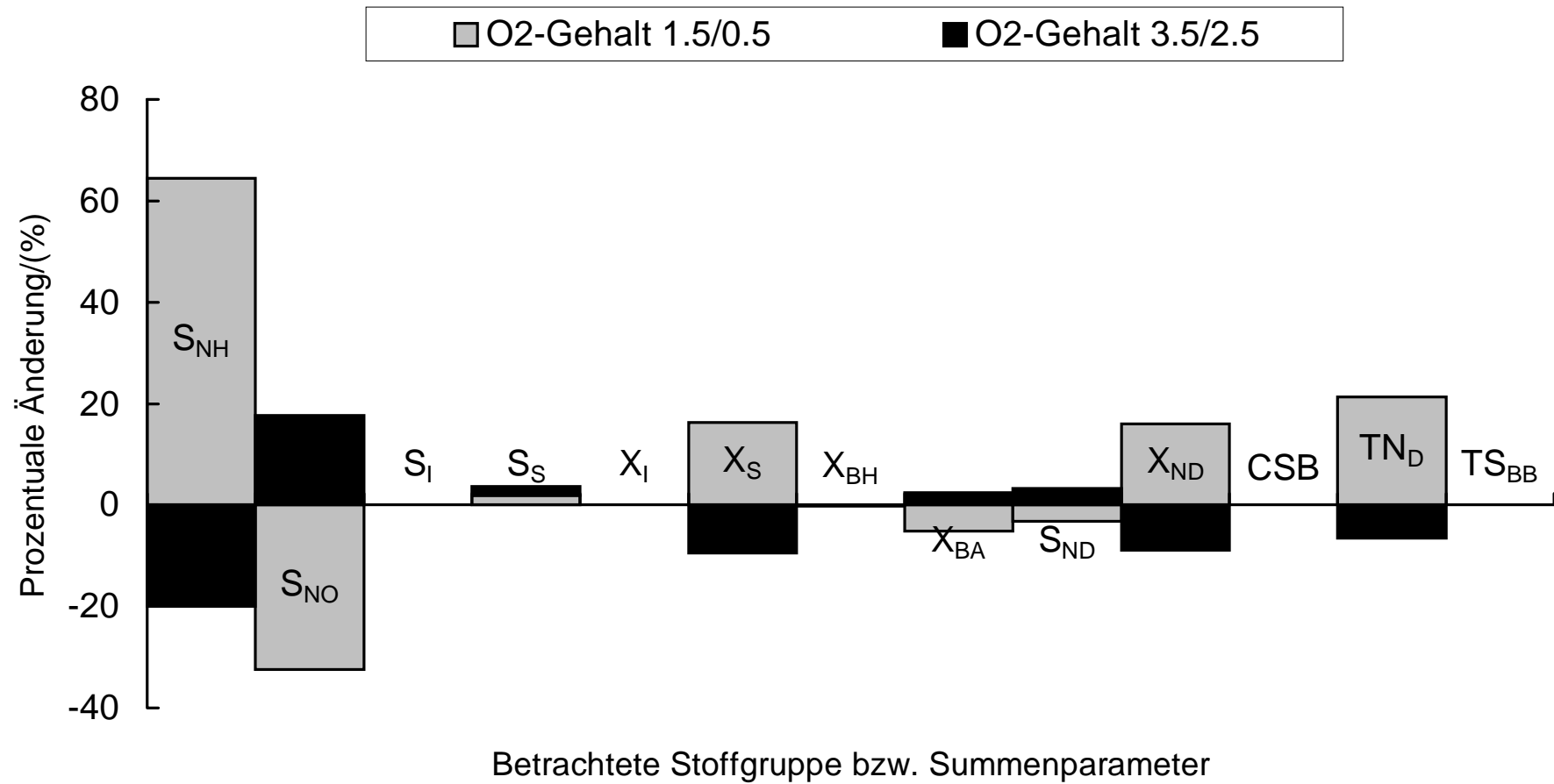


Abbildung 55: Einfluß der Variation des Sauerstoffgehaltes in den Zonen 2 und 4 der Belebung auf die betrachteten Stoffgruppen bzw. Summenparameter (siehe Tab. 24).

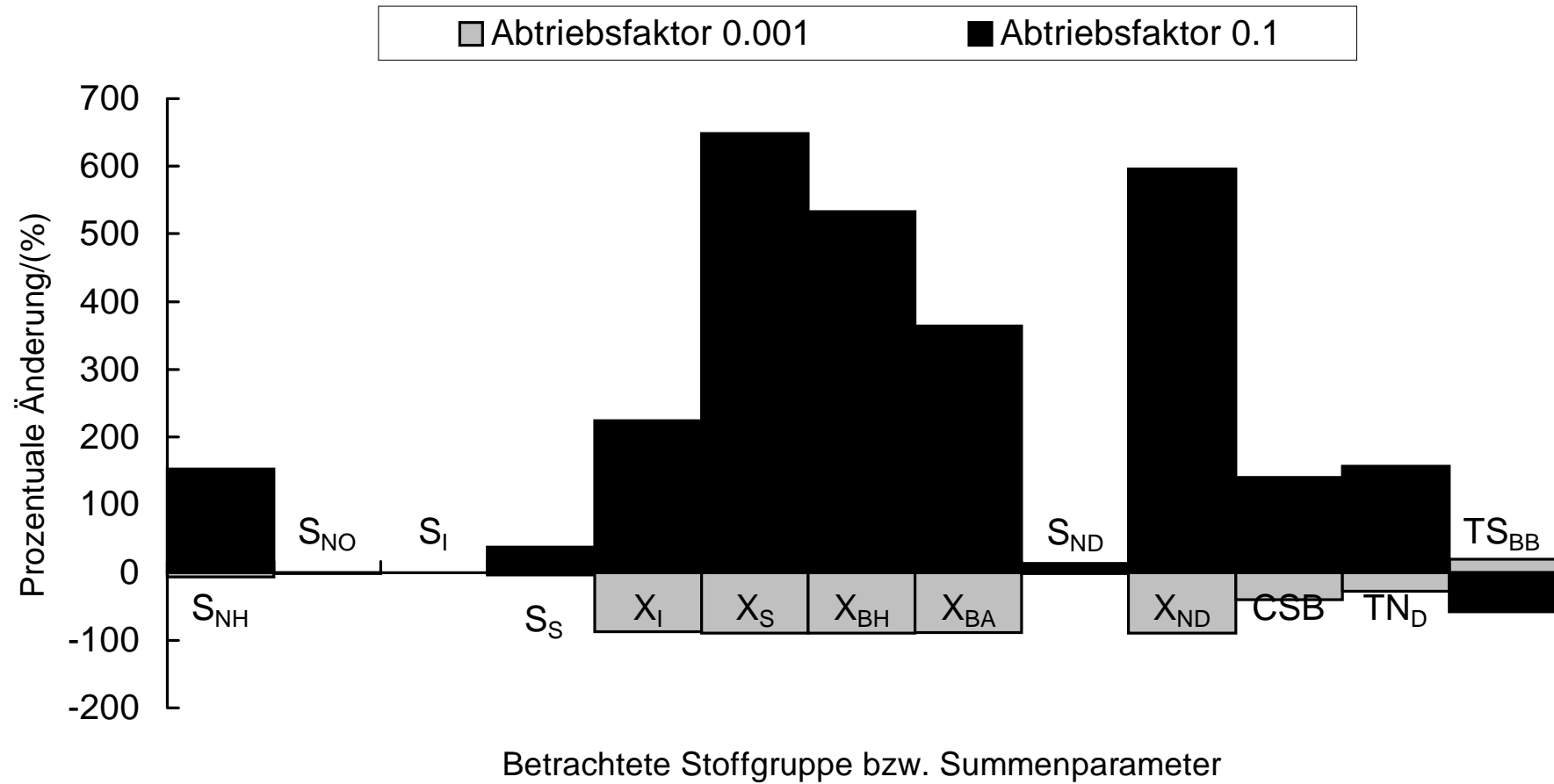


Abbildung 56: Einfluß der Variation des Abtriebsfaktors für die Nachklärung (Vorgabe: 0.01) auf die betrachteten Stoffgruppen bzw. Summenparameter (siehe Tab. 24).

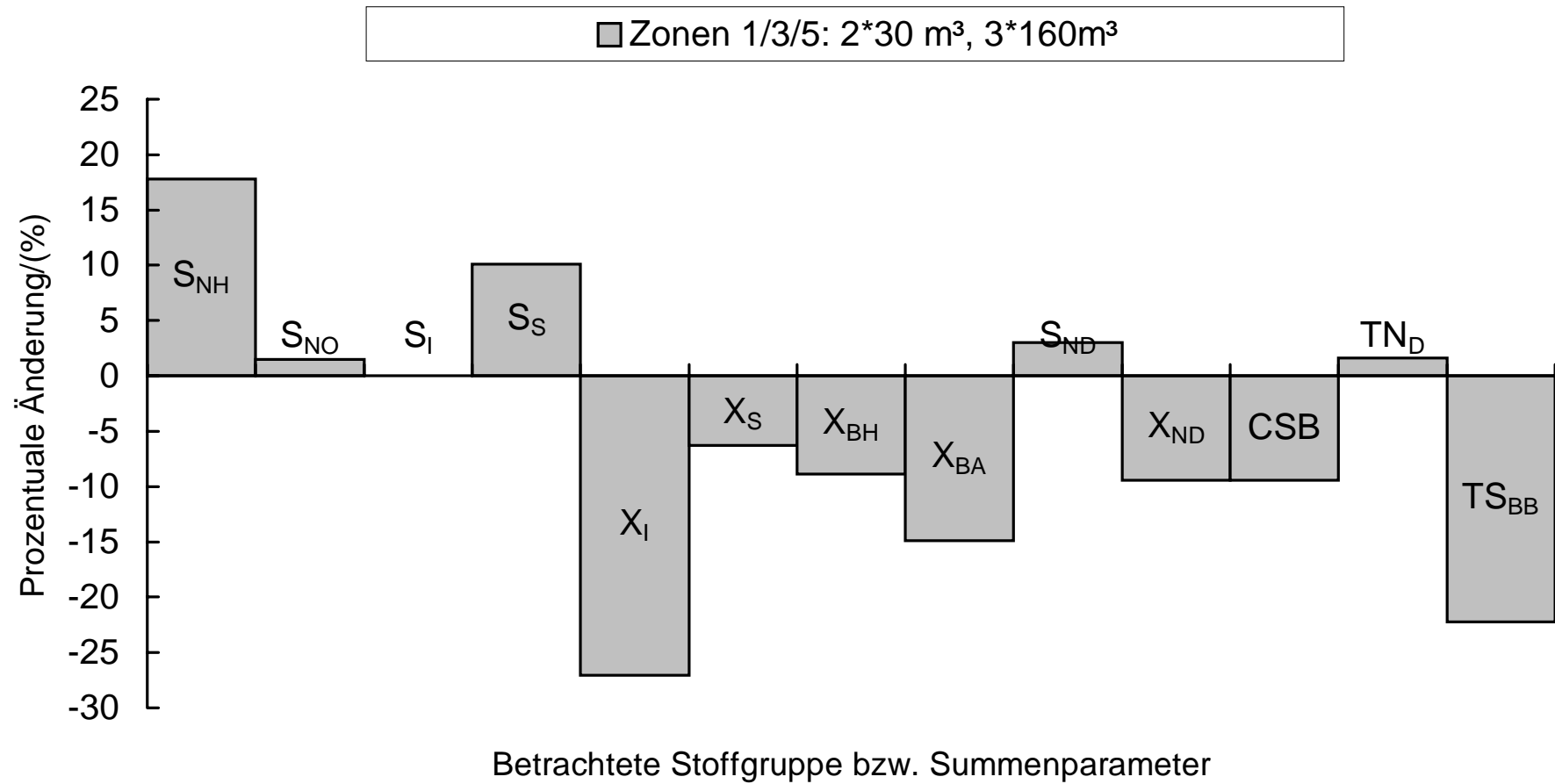


Abbildung 57: Einfluß der Variation der Aufteilung der Denitrifikationszonen (Vorgabe: $5 \times 10^8 \text{ m}^3$) auf die betrachteten Stoffgruppen bzw. Summenparameter (siehe Tab. 24).

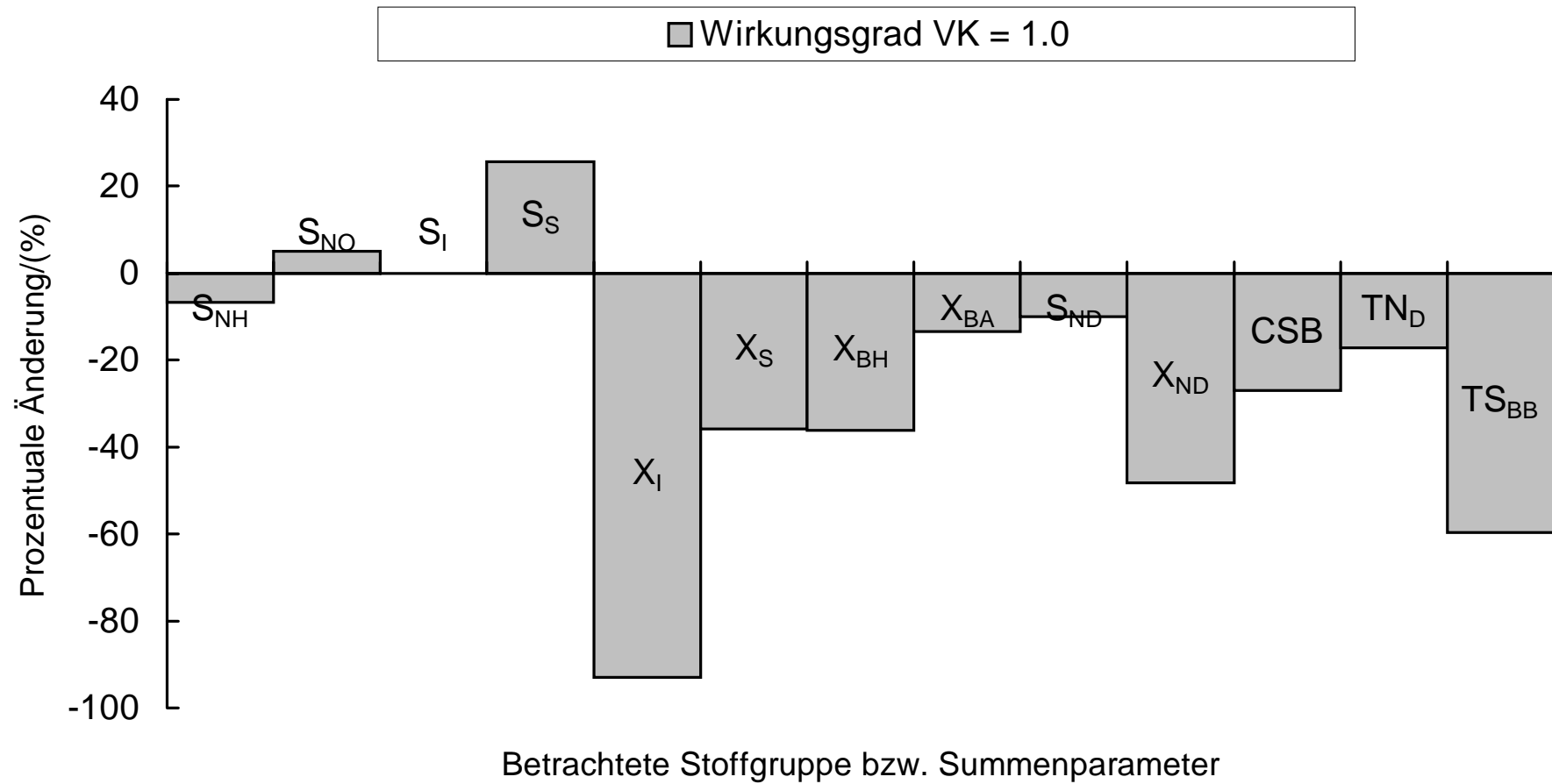


Abbildung 58: Einfluß der Variation des Wirkungsgrades der Vorklärung (Vorgabe: 0.5) auf die betrachteten Stoffgruppen bzw. Summenparameter (siehe Tab. 24).