

Dipl.-Ing. Andreas Hug, Hausen

# **Naßoxidation mit Sauerstoff im Pilotmaßstab**

Reihe **3**: Verfahrenstechnik

Nr. **517**

# Inhaltsverzeichnis

<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>VIII</b>
<b>Indizes</b>	<b>XII</b>
<b>Kennzahlen</b>	<b>XIV</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>XVIII</b>
<b>Abstract</b>	<b>XX</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung . . . . .	1
1.2 Stand des Wissens . . . . .	10
1.2.1 Naßoxidation . . . . .	10
1.2.2 Naßoxidationsverfahren . . . . .	11
1.2.3 Naßoxidation nach dem LOPROX-Verfahren . . . . .	19
1.3 Zielsetzung . . . . .	21
<b>2 Grundlagen</b>	<b>24</b>
2.1 Naßoxidationsanlage . . . . .	24
2.1.1 Anlagenkonzept . . . . .	24
2.2 Naßoxidationsmodell . . . . .	33
2.2.1 Reaktormodell . . . . .	33
2.2.2 Modellvarianten . . . . .	35

2.2.3	Bilanzgleichungen . . . . .	39
2.2.4	Modellgleichungen . . . . .	41
<b>3</b>	<b>Experimenteller Teil</b>	<b>51</b>
3.1	Versuchsmaterial . . . . .	51
3.1.1	Modellsubstanzen . . . . .	51
3.1.2	Klärschlamm . . . . .	52
3.2	Versuchsanlagen . . . . .	57
3.2.1	Laboranlage . . . . .	57
3.2.1.1	Verfahrensfließbild . . . . .	57
3.2.2	Pilotanlage . . . . .	59
3.2.2.1	Verfahrensfließbild . . . . .	59
3.2.2.2	Aggregate . . . . .	62
3.3	Meßeinrichtungen . . . . .	63
3.3.1	Abwasseranalytik . . . . .	63
3.3.1.1	HPLC mit UV/RI-Detektor . . . . .	63
3.3.1.2	GC mit MS-Detektor . . . . .	64
3.3.1.3	TC/TOC/TIC-Messungen . . . . .	64
3.3.1.4	COD-Messungen . . . . .	65
3.3.2	Schlammanalytik . . . . .	66
3.3.2.1	TC/TOC/TIC-Messungen für Feststoffe . . . . .	66
3.3.2.2	TR- und TS-Messungen . . . . .	66
3.3.2.3	Partikelgrößenanalysator . . . . .	67
3.3.2.4	Viskosimeter . . . . .	67
3.3.3	Abgasanalytik . . . . .	68
3.3.3.1	NDIR-Gasanalytoren für CO/CO <sub>2</sub> . . . . .	68
3.3.3.2	Gasanalysator für O <sub>2</sub> . . . . .	69
3.3.4	Versuchsdurchführung . . . . .	69
3.3.4.1	Laborversuche . . . . .	69

3.3.4.2	Pilotversuche . . . . .	70
3.3.5	Versuchsauswertung . . . . .	71
3.3.5.1	Laborversuche . . . . .	71
3.3.5.2	Pilotversuche . . . . .	71
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>73</b>
4.1	Pilotanlage . . . . .	73
4.1.1	Anlagenkonzept . . . . .	73
4.1.2	Risikoanalyse . . . . .	79
4.1.3	Reaktorkennfeld . . . . .	82
4.2	Pilotversuche . . . . .	84
4.2.1	Verweilzeitverteilung . . . . .	84
4.2.2	Abwasser . . . . .	88
4.2.3	Klärschlamm . . . . .	89
4.2.3.1	Stoffflußanalyse . . . . .	89
4.2.3.2	Reaktoranalyse . . . . .	98
4.2.3.3	Gesamtsystem Naßoxidation / ARA . . . . .	104
4.2.3.4	Naßmahlung des Klärschlammes . . . . .	108
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>113</b>
<b>6</b>	<b>Schlußfolgerungen und Ausblick</b>	<b>121</b>
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>125</b>
A.1	Modellparameter . . . . .	125
A.2	Verweilzeitverteilung . . . . .	130
A.3	Fehlerrechnung . . . . .	131
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>132</b>