

# Inhaltsverzeichnis

<b>Titelblatt</b>	<b>2</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>5</b>
<b>Danksagung</b>	<b>7</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>9</b>
<b>1 Einführung und Aufgabenstellung</b>	<b>13</b>
<b>2 Stand des Wissens</b>	<b>17</b>
<b>2.1 Behandlung von Abgasen mit organischen Inhaltsstoffen</b>	<b>17</b>
<b>2.1.1 Einordnung</b>	<b>17</b>
<b>2.1.2 Verfahren der Stoffrückgewinnung</b>	<b>19</b>
<b>2.1.3 Verfahren der Entsorgung</b>	<b>21</b>
<b>2.2 Prozess der thermischen Oxidation</b>	<b>25</b>
<b>2.2.1 Verfahrensschritte und Einflussgrößen</b>	<b>25</b>
<b>2.2.2 Sekundärschadstoffe</b>	<b>30</b>
<b>2.2.3 Kategorien thermischer Abgasreinigungsanlagen mit Abhitzenutzung</b>	<b>33</b>
<b>2.3 Prozess der katalytischen Oxidation</b>	<b>39</b>
<b>2.3.1 Verfahrensschritte und Einflussgrößen</b>	<b>39</b>
<b>2.3.2 Katalysatoren und Einteilungskriterien</b>	<b>43</b>
<b>2.3.3 Katalysatordeaktivierung</b>	<b>44</b>
<b>2.3.4 Abhitzenutzung</b>	<b>46</b>
<b>2.4 Abluftreinigung bei Lacktrocknersystemen in der Automobilproduktion</b>	<b>48</b>
<b>2.4.1 Abluftanfall bei der Serienlackierung von Automobilkarossen</b>	<b>48</b>
<b>2.4.2 Lacktrocknersysteme mit thermischer Abgasreinigung (TNV)</b>	<b>51</b>
<b>3 Senkung des Primärenergiebedarfs bei bestehenden Lacktrocknern der Automobilproduktion</b>	<b>53</b>
<b>3.1 Energiebedarfscharakteristik und Störung des Wärmegleichgewichts</b>	<b>53</b>
<b>3.2 Energetisches Optimum</b>	<b>57</b>
<b>3.3 Möglichkeiten zur Einstellung des Wärmegleichgewichtes</b>	<b>60</b>
<b>3.3.1 Energetische Entkopplung</b>	<b>60</b>



## Inhaltsverzeichnis

3.3.2 Erhöhung der Abluftvorwärmtemperatur	62
3.3.3 Senkung der TNV-Temperatur	64
3.3.4 Regelung des Abluftvolumenstromes	66
<b>4 Massen- und Energiebilanzmodell eines Lacktrocknersystems</b>	<b>69</b>
4.1 Bilanz des Gesamtsystems	69
4.2 Bilanz der Systemgruppe Trockner A10	74
4.2.1 Bilanzen der Einzelzonen	74
4.2.2 Gesamtbilanz Trockner A10	76
4.3 Bilanz der Systemgruppe TNV-System A20	79
4.3.1 Gesamtbilanz TNV-System	79
4.3.2 Einzelbilanz Brennkammer D21	80
4.3.3 Einzelbilanz Abluftvorwärmer W22	81
4.4 Bilanz Prozesswärmeezeugung A30 (Abhitzenutzung)	85
4.4.1 Gesamtbilanz Prozesswärmeezeugung A30	85
4.4.2 Bilanz der Strahlungsbeheizung W31/W32 (Aufheizzonen)	86
4.4.3 Bilanz der Umluftrekuperatoren W33/W34 (Haltezonen)	87
4.4.4 Bilanz des Frischluftrekuperators W35	90
4.5 Vorgehensweise zur Ermittlung des Einsparpotenzials	92
4.5.1 Vorbemerkung	92
4.5.2 Erstellung des Bilanzmodells	93
4.5.3 Anpassung des Bilanzmodells an den Auslegungszustand	95
4.5.4 Messung des Ausgangszustandes und Anpassung der Modellparameter	99
4.5.5 Berechnung des Einsparpotenzials bei Temperaturabsenkung	103
4.5.6 Vergleich mit dem Referenzverfahren Entkopplung von Abgasreinigung und Trocknerbeheizung	107
<b>5 Absenkung der TNV-Temperatur und Einsatz von Katalysatoren zur Restschadstoffabreinigung</b>	<b>109</b>
5.1 Vorbemerkung	109
5.2 Einsparpotenzial bei TNV-Temperaturabsenkung	110
5.2.1 Bilanzierung und Einsparpotenzial des Füller-Trocknersystems	110
5.2.2 Bilanzierung und Einsparpotenzial des UBS-Trocknersystems	114
5.2.3 KTL-Trockner-System	118

## Inhaltsverzeichnis

5.3 Inhaltsstoffbezogene Untersuchungen zum Katalysatoreinsatz	123
5.3.1 Vorgehensweise und Messtechniken	123
5.3.2 Ergebnisse der Einzelstoffuntersuchungen	124
5.4 Ergebnisse von Untersuchungen mit Versuchskatalysatoranlagen im Nebenstrom	129
5.4.1 Versuchsanlagen für katalytische Oxidation im Nebenstrom	129
5.4.2 Versuchsübersicht Nebenstromversuche	131
5.4.3 Decklacktrockner	132
5.4.4 Füllertrockner	134
5.4.5 UBS-Trockner	136
5.4.6 KTL-Trockner	136
5.5 Betriebserfahrungen mit Hauptausführungen	138
5.5.1 Einbauort des Katalysators und Ausführungsvarianten	138
5.5.2 Ergebnisse an Hauptausführungen – Decklacktrockner	140
5.5.3 Ergebnisse an Hauptausführungen – Füllertrockner	143
5.5.4 Ergebnisse an Hauptausführungen – UBS-Trockner	145
<b>6 Lastabhängig geregelte Absenkung des Abluftvolumenstromes</b>	<b>147</b>
6.1 Vorbemerkung	147
6.2 Messtechnische Analyse des Istzustandes	149
6.2.1 Verfahrenstechnik des untersuchten Lacktrocknersystems	149
6.2.2 Messtechnik und Messaufbau	150
6.2.3 Messergebnisse und Betriebsarten	151
6.3 Berechnung des Einsparpotenzials	156
6.3.1 Bilanzierung des Auslegungszustandes	156
6.3.2 Energiebilanz des gemessenen Istzustandes	157
6.3.3 Einsparpotenzial bei Volumenstromabsenkung	158
6.4 Realisierung der Volumenstromregelung	162
6.4.1 Probeweise Absenkung des Volumenstromes	162
6.4.2 Auswirkungen auf die Betriebssicherheit	163
6.4.3 Automatisierter Volumenstromregelbetrieb	165
<b>7 Zusammenfassung</b>	<b>171</b>
7.1 Ausgangssituation und Vorgehensweise	171
7.2 Temperaturabsenkung und Katalysatoreinsatz	172



<b>Inhaltsverzeichnis</b>	
7.3 Volumenstromregelung	174
7.4 Fazit	175
<b>8 Verzeichnisse</b>	177
8.1 Literaturverzeichnis	177
8.2 Abbildungsverzeichnis	182
8.3 Tabellenverzeichnis	187
8.4 Symbolverzeichnis	188