

---

## Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Symbole, Indizes, Abkürzungen, Kennzahlen.....</b>                      | <b>XI</b> |
| <b>1. Einleitung .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2. Grundlagen und Stand des Wissens .....</b>                           | <b>3</b>  |
| <b>2.1. Emulsionen .....</b>   | <b>3</b>  |
| 2.1.1. Allgemeines .....   | 3         |
| 2.1.2. Emulgierverfahren .....   | 4         |
| 2.1.3. Emulsionsherstellung.....   | 7         |
| 2.1.4. Energiedichte .....   | 13        |
| 2.1.5. Thermodynamische Stabilität von Mikro- und Makroemulsionen .....    | 14        |
| 2.1.6. Kinetische Stabilität von Makroemulsionen .....                     | 15        |
| 2.1.7. Kinetische Stabilisierung von Makroemulsionen.....                  | 17        |
| <b>2.2. Schüttgüter .....</b>  | <b>21</b> |
| 2.2.1. Pulverförmige Komposite.....  | 22        |
| 2.2.2. Bindungsmechanismen zwischen Flüssigkeit und Feststoffpartikel .... | 24        |
| 2.2.3. Bindungsmechanismen zwischen Feststoffpartikeln in Gas .....        | 28        |
| 2.2.4. Bindungsmechanismen zwischen Feststoffpartikeln in Flüssigkeit .... | 33        |
| 2.2.5. Feuchttagglomerationsverfahren .....                                | 34        |
| <b>3. Hochdruck-Dispergier-Sprühanlage (HDDS) .....</b>                    | <b>39</b> |
| <b>3.1. Prinzip der CPF-Technologie.....</b>                               | <b>39</b> |
| 3.1.1. Emulgierteil.....   | 42        |
| 3.1.2. CO <sub>2</sub> -Teil .....   | 43        |
| 3.1.3. Pulverteil .....  | 43        |
| <b>3.2. Hochleistungsdispergator .....</b>                                 | <b>43</b> |
| <b>4. Emulsionsherstellung mit dem Hochleistungsdispergator .....</b>      | <b>47</b> |
| <b>4.1. Eingesetzte Substanzen .....</b>                                   | <b>47</b> |
| 4.1.1. Wasser .....  | 47        |
| 4.1.2. Pflanzenöl .....  | 47        |
| 4.1.3. Tween 80 .....  | 48        |
| <b>4.2. Analysemethoden.....</b>   | <b>49</b> |
| 4.2.1. Tropfengrößenverteilung.....  | 49        |
| 4.2.2. Rheologie.....  | 51        |
| <b>4.3. Emulgierversuche .....</b>   | <b>52</b> |
| 4.3.1. Voruntersuchungen .....   | 52        |
| 4.3.2. Versuchsdurchführung.....   | 53        |
| 4.3.3. Versuchsauswertung.....   | 54        |

---

|  |     |
|--|-----|
| 4.3.4. Versuchsübersicht.....  | 55  |
| 4.4. Emulgiererergebnisse .....  | 57  |
| 4.4.1. Einfluss der Düsenkonfiguration auf das Dispergiererergebnis.....     | 59  |
| 4.4.2. Einfluss des Dispersphasenanteils auf das Dispergiererergebnis .....  | 60  |
| 4.4.3. Einfluss des Emulgatoranteils auf das Dispergiererergebnis .....      | 62  |
| 4.4.4. Einfluss der Störstelle auf das Dispergiererergebnis .....            | 64  |
| 4.4.5. Gegenseitiger Einfluss von Emulgierung und Viskosität.....            | 68  |
| 4.4.6. Einfluss der Emulsionsversprühung auf das Dispergiererergebnis.....   | 73  |
| 4.5. Vergleich mit Literaturdaten .....                                      | 75  |
| 4.6. Strömung und Druckverlust im Hochleistungsdispergator.....              | 79  |
| 4.6.1. Einfluss der Störstelle auf den Druckverlust (Einphasenströmung)..... | 79  |
| 4.6.2. Druckverlust im Hochleistungsdispergator (Einphasenströmung).....     | 85  |
| 4.6.3. Mehrphasenströmung im Hochleistungsdispergator .....                  | 88  |
| <br>   |     |
| 5. Emulsionspulverherstellung mit der Dispergier-Sprühanlage .               | 93  |
| 5.1. Eingesetzte Substanzen .....  | 93  |
| 5.1.1. Siliziumdioxid .....  | 93  |
| 5.1.2. Cellulose .....   | 94  |
| 5.1.3. Kohlendioxid .....  | 95  |
| 5.1.4. Stickstoff.....   | 96  |
| 5.2. Analysemethoden zur Pulvercharakterisierung .....                       | 96  |
| 5.2.1. Optische Pulvercharakterisierung.....                                 | 96  |
| 5.2.2. Flüssigkeitskonzentration von Emulsionspulvern (Wägung) .....         | 96  |
| 5.2.3. Flüssigkeitskonzentration von Pulvern (Trocknung).....                | 98  |
| 5.2.4. Pulverdichte.....   | 100 |
| 5.2.5. Partikelgrößenverteilung von pulverförmigen Kompositen .....          | 101 |
| 5.2.6. Freisetzungsverhalten redispergierter Emulsionspulver .....           | 102 |
| 5.3. Voruntersuchungen zu den Pulverversuchen .....                          | 104 |
| 5.3.1. Modifikationen am Pulverteil der Dispergier-Sprühanlage.....          | 104 |
| 5.3.2. Kalibrierung des Pulvermassenstroms.....                              | 106 |
| 5.3.3. Partikelgrößenverteilung der Trägerstoffe.....                        | 107 |
| 5.3.4. Versuchsdurchführung.....   | 110 |
| 5.3.5. Versuchsauswertung.....   | 111 |
| 5.3.6. Versuchsübersicht.....  | 111 |
| 5.4. Versuchsergebnisse .....  | 113 |
| 5.4.1. Optische Charakterisierung der Emulsionspulver.....                   | 113 |
| 5.4.2. Flüssigkeits- und Pulverförderung.....                                | 114 |
| 5.4.3. Flüssigkeitskonzentration der Emulsionspulver.....                    | 116 |
| 5.4.4. Rütteldichten der Emulsionspulver.....                                | 118 |
| 5.4.5. Partikelgrößenverteilung der Emulsionspulver.....                     | 120 |
| 5.4.6. Freisetzungsgrad der redispergierten Emulsionspulver .....            | 125 |
| 5.4.7. Sauterdurchmesser der redispergierten Emulsionspulver .....           | 127 |
| 5.4.8. Diskussion des Freisetzungsverhaltens .....                           | 129 |

---

|  |            |
|--|------------|
| <b>6. Zusammenfassung.....</b>   | <b>133</b> |
| <b>Literaturverzeichnis.....</b>   | <b>137</b> |
| <b>Anhang.....</b>   | <b>145</b> |
| <b>Anhang A Emulgierung mit dem Hochleistungsdispersator.....</b>        | <b>145</b> |
| <b>Anhang B Druckverluste im Hochleistungsdispersator.....</b>           | <b>155</b> |
| <b>Anhang C Berechnungsvorschriften Flüssigkeitskonzentrationen.....</b> | <b>159</b> |
| <b>Anhang D Fotos der Trägerstoffe und Emulsionspulver.....</b>          | <b>168</b> |
| <b>Anhang E Rütteldichten der Trägerstoffe und Emulsionspulver.....</b>  | <b>170</b> |
| <b>Anhang F Flüssigkeitskonzentrationen in porösen Schüttungen.....</b>  | <b>171</b> |

