

# Inhaltsverzeichnis

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Einleitung und Zielsetzung</b>   | <b>1</b>  |
| 1 Einleitung  | 1         |
| 2 Zielsetzung   | 2         |
| <br>  |           |
| <b>Allgemeiner Teil</b>   | <b>3</b>  |
| 3 Natürliche Bindemittel  | 3         |
| 3.1 Tannine   | 4         |
| 3.1.1 Hydrolysierbare Tannine   | 5         |
| 3.1.2 Kondensierte Tannine  | 7         |
| 3.2 Lignin  | 10        |
| 3.3 Kohlenhydrate   | 11        |
| 3.4 Proteine  | 13        |
| 3.5 Eigenbindevermögen des Holzes   | 16        |
| 4 Tannine als Bindemittel   | 19        |
| 4.1 Gewinnung von Tanninen aus Rinden und Hölzern   | 19        |
| 4.2 Kohlenhydrate in Tanninlösungen   | 25        |
| 4.3 Reaktivität von Tanninen gegenüber dem Formaldehyd  | 26        |
| 4.4 Viskosität von Tanninlösungen   | 29        |
| 4.5 Stand der Kenntnisse und der Technik bei der industriellen Verwendung von Tanninen              | 30        |
| 4.5.1 Tannine als Bindemittel in der Holz- und Holzwerkstoffindustrie                               | 30        |
| 4.5.2 Verwendung von Tanninharzen als Bindemittel in MDF  | 33        |
| 5 Mitteldichte Faserplatten (MDF)   | 35        |
| 5.1 Definition  | 35        |
| 5.2 Allgemeines zur Herstellung von mitteldichten Faserplatten (MDF)                                | 35        |
| 5.2.1 Rohstoffe   | 35        |
| 5.2.2 Chemische Grundstoffe   | 37        |
| 5.2.3 Fertigungstechnologie   | 38        |
| 5.3 Entwicklung der mitteldichten Faserplatten (MDF) und wirtschaftliche Situation                  | 41        |
| 5.3.1 Entwicklung der mitteldichten Faserplatten (MDF)  | 41        |
| 5.3.2 Wirtschaftliche Situation der MDF   | 42        |
| <br>  |           |
| <b>Untersuchungen – Ergebnisse – Diskussion</b>   | <b>43</b> |
| 6 Charakterisierung der Extrakte und Ermittlung ihrer Reaktivität                                   | 43        |
| 6.1 Untersuchungsmaterial   | 43        |
| 6.2 Gewinnung von polyphenolischen Extrakten aus Fichtenrinde                                       | 44        |
| 6.2.1 Extraktstoffausbeute  | 44        |
| 6.3 Charakterisierung der Extraktstoffabmischungen von Quebrachotanninen mit Fichtenrindenextrakten | 45        |
| 6.3.1 pH-Wert und Pufferkapazität   | 45        |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 6.3.2   | Viskosität   | 47 |
| 6.3.3   | Über die Reaktion von Extrakten des Quebrachoholzes und der Fichtenrinde mit Formaldehyd, Glyoxal und Ethylenglycol  | 48 |
| 6.3.3.1 | Reaktivität von Extraktstoffen gegenüber Formaldehyd   | 49 |
| 6.3.3.2 | Reaktivität von Extraktstoffen gegenüber Glyoxal und Ethylenglycol   | 50 |
| 6.3.4   | Über die Reaktion von Extrakten des Quebrachoholzes und der Fichtenrinde mit Hexamethylentertamin  | 51 |
| 6.3.5   | Bestimmung der Gelierzeit von Quebrachoholzextrakt- und Fichtenrindenextraktlösung in Anwesenheit von Hexamethylentetramin                                     | 57 |
| 6.4     | Über die Reaktion der Extraktabmischungen (Quebrachoholzextrakt und Fichtenrindenextrakt) mit Formaldehyd  | 58 |
| 6.4.1   | Bestimmung der Stiasny-Zahl von Quebrachoholzextrakt und Fichtenrindenextrakt in Abhängigkeit von der Formaldehydkonzentration                                 | 58 |
| 6.4.2   | Gelierzeit von Extraktstoffabmischungen aus Quebrachoholz- und Fichtenrindenextrakten verschiedener pH-Werte in Abhängigkeit von der Formaldehydzugabe         | 59 |
| 6.4.3   | Gelierzeit von reinen Quebrachoholz- und Fichtenrindenextrakten in Abhängigkeit von der Formaldehydzugabe und der Formaldehydkonzentration                     | 63 |
| 6.5     | Über die Reaktion der Extraktabmischungen (Quebrachoholzextrakt und Fichtenrindenextrakt) mit Dimethylolharnstoff  | 65 |
| 6.5.1   | Bestimmung der Stiasny-Zahl von Quebrachoholzextrakt und Fichtenrindenextrakt in Abhängigkeit von der Zugabe an Dimethylolharnstoff                            | 65 |
| 6.5.2   | Bestimmung des Stickstoffgehaltes  | 67 |
| 6.5.3   | Gelierzeit von Extraktstoffabmischungen aus Quebrachoholz- und Fichtenrindenextrakten verschiedener pH-Werte in Abhängigkeit von der Dimethylolharnstoffzugabe | 68 |
| 6.5.4   | Gelierzeit von Quebrachoholzextraktlösungen in Abhängigkeit von der Dimethylolharnstoffzugabe  | 72 |
| 6.6     | Über die Reaktion von Extrakten des Quebrachoholzes und der Fichtenrinde mit Melamin   | 73 |
| 6.6.1   | Allgemeines zu Melamin   | 73 |
| 6.6.2   | Bestimmung der Stiasny-Zahl von Quebrachoholzextrakt und Fichtenrindenextrakt in Abhängigkeit von der Zugabe an Melamin  | 75 |
| 6.6.3   | Glierzeit von Quebrachoholzextrakt und Fichtenrindenextrakt in Abhängigkeit von der Zugabe an Melamin  | 78 |
| 6.6.4   | pH-Wert von Quebrachoholz- und Fichtenrindenextrakten in Abhängigkeit von der Melaminzugabe  | 79 |
| 6.7     | Über die Reaktion von Extrakten des Quebrachoholzes und der Fichtenrinde mit Formaldehyd in Anwesenheit von Harnstoff  | 80 |
| 6.7.1   | Bestimmung der Stiasny-Zahl von Quebrachoholzextrakt und Fichtenrindenextrakt in Abhängigkeit von der Zugabe an Harnstoff                                      | 80 |
| 6.7.2   | Glierzeit von Quebrachoholzextrakt und Fichtenrindenextrakt in Abhängigkeit von der Zugabe an Harnstoff  | 84 |
| 6.7.3   | pH-Wert von Quebrachoholz- und Fichtenrindenextrakten in Abhängigkeit von der Zugabe an Harnstoff  | 85 |
| 6.8     | Zusammenfassung  | 86 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 7     | Eigenschaften von mitteldichten Faserplatten (MDF), hergestellt unter Verwendung der Vernetzungsmittel Formaldehyd und Glyoxal sowie dem Additiv Harnstoff           | 88  |
| 7.1   | Herstellung der mitteldichten Faserplatten (MDF)   | 88  |
| 7.2   | Physikalisch-technologische Eigenschaften der MDF  | 89  |
| 7.2.1 | Rohdichte (EN 323)   | 90  |
| 7.2.2 | Feuchtegehalt (EN 322)   | 91  |
| 7.2.3 | Dickenquellung (EN 317)  | 91  |
| 7.2.4 | Wasseraufnahme (DIN 52 351)  | 92  |
| 7.2.5 | Biegefestigkeit (EN 310)   | 93  |
| 7.2.6 | Querzugfestigkeit (EN 319)   | 95  |
| 7.3   | Chemische Eigenschaften der MDF  | 96  |
| 7.3.1 | Formaldehydabgabe (EN 717-3)   | 96  |
| 7.3.2 | Abgabe an flüchtigen Säuren  | 98  |
| 7.3.3 | pH-Wert und Pufferkapazität kaltwässriger MDF-Extrakte   | 99  |
| 7.3.4 | Formiat- und Acetationengehalte kaltwässriger MDF-Extrakte   | 100 |
| 8     | Eigenschaften von mitteldichten Faserplatten (MDF), hergestellt unter Verwendung der Vernetzungsmittel Formaldehyd und Dimethylolharnstoff sowie dem Additiv Melamin | 102 |
| 8.1   | Herstellung der mitteldichten Faserplatten (MDF)   | 102 |
| 8.2   | Physikalisch-technologische Eigenschaften der MDF  | 103 |
| 8.2.1 | Rohdichte (EN 323)   | 103 |
| 8.2.2 | Feuchtegehalt (EN 322)   | 104 |
| 8.2.3 | Dickenquellung (EN 317)  | 104 |
| 8.2.4 | Wasseraufnahme (DIN 52351)   | 105 |
| 8.2.5 | Biegefestigkeit (EN 310)   | 107 |
| 8.2.6 | Querzugfestigkeit (EN 319)   | 108 |
| 8.2.7 | Kochquerzugfestigkeit (EN 1087-1)  | 109 |
| 8.3   | Chemische Eigenschaften der MDF  | 110 |
| 8.3.1 | Formaldehydabgabe (EN 717-3)   | 110 |
| 8.3.2 | Abgabe an flüchtigen Säuren  | 111 |
| 8.3.3 | pH-Wert und Pufferkapazität kaltwässriger MDF-Extrakte   | 112 |
| 8.3.4 | Formiat- und Acetationengehalte kaltwässriger MDF-Extrakte   | 113 |
| 8.4   | Zusammenfassung  | 114 |
| 9     | Nebenreaktionen des Formaldehyds im schwach alkalischen pH-Bereich   | 116 |
| 9.1   | Umsetzung von Tannin mit Formaldehyd im alkalischen pH-Bereich   | 117 |
| 9.2   | Vergleichende Untersuchungen an Resorcin   | 121 |
| 9.3   | Reaktionen zwischen Formaldehyd und Melamin im schwach alkalischen pH-Bereich  | 127 |
| 9.4   | Reaktion zwischen Harnstoff und Formaldehyd im schwach alkalischen pH-Bereich  | 131 |
| 9.5   | Zusammenfassung  | 136 |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Experimenteller Teil</b>   | <b>137</b> |
| 10 Material und Methoden  | 137        |
| 10.1 Herstellung des Fichtenrindenextrakts  | 137        |
| 10.2 Bestimmung des Extraktstoffgehaltes (Extraktstoffausbeute)   | 137        |
| 10.3 Bestimmung des Feststoffgehaltes in der Extraktlösung  | 137        |
| 10.4 Bestimmung der polyphenolischen Bestandteile nach der Stiasny-Methode                              | 137        |
| 10.5 Bestimmung des Anteils an reaktiven Polyphenolen nach der UV-Methode                               | 138        |
| 10.6 Bestimmung der Gelierzeit  | 138        |
| 10.7 Bestimmung des Stickstoffgehalts   | 139        |
| 10.8 Bestimmung des pH-Wertes   | 139        |
| 10.9 Bestimmung der Pufferkapazität   | 140        |
| 10.10 Bestimmung der Viskosität   | 140        |
| 10.11 Bestimmung der physikalisch-technologischen Eigenschaften der<br>mitteldichten Faserplatten (MDF) | 140        |
| 10.12 Bestimmung der Formaldehydabgabe nach der Flaschenmethode (EN 717-3)                              | 141        |
| 10.13 Bestimmung der Abgabe an flüchtigen Säuren nach der Flaschenmethode                               | 142        |
| 10.14 Bestimmung des Gehaltes an Formiat- und Acetationen in kaltwässrigen<br>Extrakten                 | 143        |
| 10.15 Bestimmung des pH-Wertes und der Pufferkapazität kaltwässriger Extrakte                           | 143        |
| 10.16 Bestimmung der Nebenreaktionen des Formaldehyds im schwach alkalischen<br>pH-Bereich              | 143        |
| 11 Zusammenfassung  | 145        |
| 12 Literaturverzeichnis   | 152        |