

# Bibliografische Beschreibung

Leesch, Mirko

Thema:

Beitrag zur systematischen Synthese und Bewertung von Doppelkupplungsgetrieben

Dissertation an der Fakultät für Maschinenbau der Technischen Universität Chemnitz, Institut für Konstruktions- und Antriebstechnik, Professur Maschinenelemente, Chemnitz, 02.01.2013

249 Seiten, 224 Abbildungen, 8 Tabellen, 44 Literaturverweise

Referat:

Es wird eine neue Methode zur Erzeugung, Analyse und Bewertung von Doppelkupplungsgetrieben mit Stirnradstufen und antriebsseitigen Kupplungen vorgestellt. Die Generierung der Getriebe erfolgt mittels einer systematischen und vollständigen Getriebesynthese. Zur anschließenden Ermittlung der anwendungsspezifisch besten Ergebnisse werden von den erzeugten die technisch geeigneten Lösungen analysiert und anhand definierter Eigenschaften durch eine Nutzwertanalyse bewertet.

Abstract:

A new method for generation, analysis and evaluation of dual clutch transmissions with spur gears and drive side clutches is presented. The generation of the transmissions is realised with a systematic and complete transmission synthesis. For subsequent determination of the best results specific to the application, the technically suitable solutions from the generated are analysed and evaluated by a utility analysis based on defined characteristics.

Schlagworte:

Fahrzeuggetriebe, Doppelkupplungsgetriebe, Vorgelegegetriebe, Getriebesynthese, Nutzwertanalyse, Übersetzungsberechnung, Übersetzungsoptimierung, Drehzahlberechnung, Drehmomentberechnung

# Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Inhaltsverzeichnis</b> .....                                    | <b>7</b>  |
| <b>0 Formelzeichen und Abkürzungen</b> .....                       | <b>11</b> |
| 0.1 Formelzeichen .....  | 11        |
| 0.1.1 Griechische Symbole.....                                     | 11        |
| 0.1.2 Lateinische Symbole .....                                    | 11        |
| 0.1.3 Indizes.....   | 16        |
| 0.2 Abkürzungen.....   | 17        |
| <b>1 Einführung</b> .....  | <b>19</b> |
| 1.1 Aufgabenstellung .....   | 22        |
| 1.2 Ziel und Vorgehensweise der Arbeit.....                        | 23        |
| <b>2 Grundlagen</b> .....  | <b>24</b> |
| 2.1 Aufgaben von Fahrzeuggetrieben .....                           | 24        |
| 2.2 Anforderungen an ein Fahrzeuggetriebe.....                     | 27        |
| 2.3 Fahrzeuggetriebebauarten.....                                  | 28        |
| 2.3.1 Stirnradstufengetriebe .....                                 | 29        |
| 2.3.2 Planetenautomatikgetriebe .....                              | 32        |
| 2.3.3 Mechanisch stufenlose Getriebe.....                          | 33        |
| 2.3.4 Elektrisch stufenlose Getriebe .....                         | 35        |
| 2.3.5 Hydrostatisch stufenlose Getriebe .....                      | 35        |
| 2.4 Ermittlung der Getriebeübersetzungen von Stufengetrieben ..... | 36        |
| 2.5 Berechnung der Stirnradstufengetriebe.....                     | 40        |
| 2.5.1 Berechnung der Drehzahlen.....                               | 41        |
| 2.5.2 Berechnung der Drehmomente .....                             | 45        |
| 2.5.3 Berechnung der Wirkungsgrade .....                           | 49        |
| 2.6 Synthese von Getrieben.....                                    | 40        |
| <b>3 Stand der Technik von Doppelkupplungsgetrieben</b> .....      | <b>54</b> |
| 3.1 Bauarten von Doppelkupplungsgetrieben .....                    | 54        |
| 3.1.1 Eingruppengetriebe .....                                     | 54        |
| 3.1.2 Mehrgruppengetriebe .....                                    | 56        |
| 3.1.3 Strukturoptimierte Getriebe.....                             | 57        |
| 3.2 Ausgeführte Doppelkupplungsgetriebe .....                      | 58        |
| 3.2.1 Audi S-tronic.....   | 58        |
| 3.2.2 BorgWarner DT170 .....                                       | 58        |
| 3.2.3 Getrag 6DCT450 .....   | 59        |
| 3.2.4 Getrag 6DCT470 .....   | 60        |
| 3.2.5 Getrag 7DCI600 .....   | 61        |

|   |            |
|---|------------|
| 3.2.6 Getrag 7DCL750.....   | 62         |
| 3.2.7 Getrag 6DCT250.....   | 63         |
| 3.2.8 GM X22R DCT.....  | 64         |
| 3.2.9 Volkswagen DQ250.....   | 64         |
| 3.2.10 Volkswagen DQ200.....  | 65         |
| 3.2.11 ZF 7DT45 und 7DT70.....  | 66         |
| 3.3 Strukturoptimierte Doppelkupplungsgetriebe.....   | 67         |
| 3.3.1 Achtgang-Getriebe - TU Chemnitz.....  | 67         |
| 3.3.2 Siebengang-Getriebe - TU Chemnitz.....  | 68         |
| 3.4 Entwicklungstrends von Doppelkupplungsgetrieben.....                                      | 69         |
| <b>4 Leistungspfade.....</b>  | <b>71</b>  |
| 4.1 Radsatzschema.....  | 72         |
| 4.2 Zahneingriffsfolge.....   | 73         |
| 4.3 Unvollständiger Leistungspfad.....  | 75         |
| 4.4 Vollständiger Leistungspfad.....  | 77         |
| 4.5 Erweiterter Leistungspfad und Kinematiktest.....  | 78         |
| 4.6 Lastschaltbarkeit der Leistungspfade.....   | 85         |
| 4.7 Zuordnung der Leistungspfade.....   | 88         |
| 4.8 Zusammenfassung.....  | 95         |
| <b>5 Kopplungen.....</b>  | <b>97</b>  |
| 5.1 Erstellung der allgemeinen Kopplungsvarianten.....  | 97         |
| 5.2 Ermittlung der spezifischen Kopplungsvarianten.....                                       | 100        |
| 5.3 Kopplungen innerhalb der Wellenstränge.....   | 104        |
| 5.4 Kopplungen im Getriebe.....   | 107        |
| 5.5 Ausgabe der Zuordnungs- und Kopplungsvarianten.....                                       | 109        |
| 5.6 Zusammenfassung.....  | 111        |
| <b>6 Übersetzungen.....</b>   | <b>114</b> |
| 6.1 Einführung.....   | 114        |
| 6.2 Detektierung der gekoppelten Radsätze.....  | 118        |
| 6.3 Detektierung der abhängigen Achsabstände.....   | 120        |
| 6.4 Detektierung der bestimmten und festen Achsabstände.....                                  | 121        |
| 6.5 Bestimmung der Wellenstrangpositionen.....  | 124        |
| 6.6 Ermittlung der Wälzkopplungskreuzungen.....   | 127        |
| 6.7 Berechnung der festen und Grenzwertermittlung der bestimmten Achsabstände.....            | 130        |
| 6.8 Berechnung der abhängigen Radsatzübersetzungen.....                                       | 131        |
| 6.8.1 Berechnung der abhängigen Radsatzübersetzungen mit drei Wellensträngen.....             | 131        |
| 6.8.2 Berechnung der abhängigen Radsatzübersetzungen mit mehr als drei<br>Wellensträngen..... | 133        |

---

|   |            |
|---|------------|
| 6.9 Berechnung der Getriebeübersetzungen .....  | 136        |
| 6.10 Die Optimierung .....  | 140        |
| 6.10.1 Definition des Optimierungskriteriums .....                                      | 140        |
| 6.10.2 Beispielgetriebe ohne Achsabstandsverhältnis .....                               | 144        |
| 6.10.3 Beispielgetriebe mit einem Achsabstandsverhältnis .....                          | 148        |
| 6.11 Der Optimierungsalgorithmus.....   | 153        |
| 6.11.1 Getriebe ohne Achsabstandsverhältnis .....                                       | 154        |
| 6.11.2 Getriebe mit einem Achsabstandsverhältnis .....                                  | 158        |
| 6.11.3 Getriebe mit mehr als einem Achsabstandsverhältnis .....                         | 162        |
| 6.12 Zusammenfassung .....  | 163        |
| <b>7 Bewertung.....</b>   | <b>164</b> |
| 7.1 Bewertungskriterien .....   | 165        |
| 7.1.1 Bauaufwand .....  | 165        |
| 7.1.2 Schaltlogik.....  | 166        |
| 7.1.3 Übersetzungen.....  | 166        |
| 7.1.4 Drehzahlen.....   | 167        |
| 7.1.5 Drehmomente.....  | 167        |
| 7.1.6 Verluste .....  | 167        |
| 7.2 Bewertungsverfahren.....  | 168        |
| 7.2.1 Nutzwertanalyseverfahren .....  | 168        |
| 7.2.2 Ermittlung der Gewichtungsfaktoren.....   | 169        |
| 7.2.3 Eingabewerte der Nutzwertanalyse .....  | 170        |
| 7.2.4 Berechnung der Bewertungszahlen.....  | 174        |
| 7.2.5 Erstellung einer Getriebereihenfolge .....  | 176        |
| 7.3 Zusammenfassung .....   | 177        |
| <b>8 Realisierung des Rückwärtsgangs .....</b>  | <b>178</b> |
| 8.1 Anordnungen und ausgewählte Praxisbeispiele des Rückwärtsgangs .....                | 178        |
| 8.2 Verfahren der Rückwärtsgangintegration .....  | 181        |
| 8.3 Zusammenfassung .....   | 190        |
| <b>9 Programmaufbau und Ergebnisverarbeitung.....</b>                                   | <b>191</b> |
| 9.1 Programmablauf der Synthese, Nutzwertanalyse und weiterer Entwicklungsschritte .... | 191        |
| 9.2 Eingabewerte der Synthese .....   | 193        |
| 9.3 Ausgabewerte der Synthese und der Nutzwertanalyse .....                             | 196        |
| 9.4 Getriebeauswahl anhand von Struktureigenschaften und Bauraummodellen.....           | 200        |
| 9.4.1 Erzeugung von Bauraummodellen.....  | 201        |
| 9.4.2 Ablauf der Getriebeauswahl .....  | 203        |
| 9.5 Zusammenfassung .....   | 205        |

---

|   |            |
|---|------------|
| <b>10 Synthesergebnisse und Auswertung .....</b>  | <b>206</b> |
| 10.1 Randbedingungen der Synthesergebnisse .....  | 206        |
| 10.2 Kurzbeschreibung der Suchräume, Ergebnismengen und Getriebebeispiele.....                  | 207        |
| 10.2.1 Frontqueranordnung mit zwei Wellensträngen und einer Abtriebsstufe .....                 | 208        |
| 10.2.2 Frontqueranordnung mit drei Wellensträngen und einer Abtriebsstufe .....                 | 211        |
| 10.2.3 Frontqueranordnung mit vier Wellensträngen und zwei Abtriebsstufen .....                 | 213        |
| 10.2.4 Längsanordnung mit zwei Wellensträngen und koaxialem An- und Abtrieb.....                | 221        |
| 10.2.5 Längsanordnung mit zwei Wellensträngen und Achsversatz zwischen An-<br>und Abtrieb ..... | 227        |
| 10.2.6 Transaxle-Anordnung mit zwei Wellensträngen .....  | 229        |
| 10.3 Technische Umsetzung neuer Doppelkupplungsgetriebe .....                                   | 230        |
| 10.3.1 Acht- und Neungang-Doppelkupplungsgetriebe als Baukastensystem.....                      | 230        |
| 10.3.2 Achtgang-Doppelkupplungsgetriebe .....   | 235        |
| 10.4 Zusammenfassung der durchgeführten Synthesen.....  | 238        |
| <b>11 Zusammenfassung und Ausblick .....</b>  | <b>239</b> |
| <b>12 Literatur .....</b>   | <b>245</b> |