

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 1.1 | Motivation und Problemstellung | 1 |
| 1.1.1 | Motivation | 1 |
| 1.1.2 | Problemstellung | 4 |
| 1.2 | Definition der Forschungsfrage | 6 |
| 1.3 | Zielstellung und strukturiertes Vorgehen | 8 |
| 1.3.1 | Zielstellung | 8 |
| 1.3.2 | Strukturiertes Vorgehen | 8 |
| 2 | Absolute Nachhaltigkeit von Fabriksystemen | 11 |
| 2.1 | Absolute Nachhaltigkeitsherausforderungen für Fabriksysteme | 13 |
| 2.1.1 | Definition von absoluter Nachhaltigkeit | 13 |
| 2.1.2 | Nachhaltige Entwicklung | 15 |
| 2.1.3 | Absolute Nachhaltigkeitsanforderungen an die industrielle Produktion | 17 |
| 2.2 | Fabriken als absolut nachhaltige Systeme | 27 |
| 2.2.1 | Übertragung des absoluten Nachhaltigkeitsverständnisses auf ein Fabriksystem | 27 |
| 2.2.2 | Definition Fabriksystem | 27 |
| 2.2.3 | Systemtheoretische Grundlagen von Fabriksystemen | 30 |
| 2.2.4 | Fabriken als technische Systeme | 31 |
| 2.2.5 | Stoffströme zwischen dem Fabriksystem und der Biosphäre | 33 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 2.2.6 | Fabriken als soziale Systeme | 35 |
| 2.2.7 | Fabriken als soziotechnische Systeme | 37 |
| 2.2.8 | Fabriken als soziokulturelle Systeme | 38 |
| 2.2.9 | Systemische Fabrikplanung | 39 |
| 2.2.10 | Eigenschaften von absolut nachhaltigen Fabriksystemen | 44 |
| 2.3 | Nachhaltigkeitsbewertung von Fabriksystemen | 51 |
| 2.3.1 | Umweltbewertung von Fabriksystemen mittels der Ökobilanzierung | 52 |
| 2.3.2 | Soziale Lebenszyklusanalyse (Social LCA) | 58 |
| 2.3.3 | Herausforderungen bei der Integration von Ökobilanzierung und Social LCA | 61 |
| 2.4 | Schlussfolgerungen des Kapitels | 62 |
| 3 | Aktueller Forschungsstand | 63 |
| 3.1 | Aktuelle Ansätze zur Beschreibung von absoluter Nachhaltigkeit | 63 |
| 3.1.1 | Ergebnisse einer strukturierten Literaturanalyse | 64 |
| 3.1.2 | Aktuelle Beispiele für positive Wirkungen | 65 |
| 3.2 | Aktuelle Fabrikkonzepte mit der Zielstellung einer absoluten Nachhaltigkeit | 69 |
| 3.2.1 | Produktionszentrierte und nachhaltigkeitszentrierte Konzepte | 69 |
| 3.2.2 | Zusammenfassung der bestehenden Ansätze | 76 |
| 3.3 | Kritische Analyse des aktuellen Forschungsstands | 80 |
| 3.3.1 | Vorgehensweise und Auswahl des Kriteriensets | 80 |
| 3.3.2 | Kritische Analyse der bestehenden Ansätze | 84 |
| 3.4 | Ableiten des Forschungsbedarfs | 95 |
| 4 | Konzept einer Positivfabrik | 99 |
| 4.1 | Anforderungen und Zielstellungen an das Konzept einer Positivfabrik | 99 |
| 4.2 | Gesamtkonzept einer Positivfabrik | 100 |
| 4.3 | Vision und Definition einer Positivfabrik | 110 |
| 4.3.1 | Vision einer Positivfabrik (Makro-Ebene) | 110 |
| 4.3.2 | Grundlegende Systemeigenschaften der Positivfabrik (Meso-Ebene) | 115 |
| 4.3.3 | Detaillierung der Eigenschaften einer Positivfabrik (Mikro-Ebene) | 120 |
| 4.4 | Quantifiziertes Systemmodell einer Positivfabrik | 124 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.4.1 | Abstrahierte Systembeschreibung | 124 |
| 4.4.2 | Soziotechnisches Systemmodell der Positivfabrik | 127 |
| 4.4.3 | Quantifizierte Darstellung einer ökologischen und sozialen Systemtransformation | 136 |
| 4.5 | Prototyp einer Positivfabrik | 138 |
| 4.5.1 | Indikatoren zur Messung der Nachhaltigkeitswirkung von Positivfabriken | 138 |
| 4.5.2 | Darstellung des Prototyps einer Positivfabrik | 146 |
| 4.5.3 | Design- und Funktionsprinzipien einer Positivfabrik | 158 |
| 4.6 | Prozesse und Methoden zur systematischen Entwicklung einer Positivfabrik | 164 |
| 4.6.1 | Ganzheitliches Vorgehensmodell | 164 |
| 4.6.2 | Systemischer Planungsprozess einer Positivfabrik | 167 |
| 4.6.3 | Planungstools im Kontext einer Positivfabrik | 190 |
| 4.7 | Organisationsmodell einer Positivfabrik | 198 |
| 4.7.1 | System-Umwelt Modell einer Positivfabrik | 198 |
| 4.7.2 | Managementmodell einer Positivfabrik | 201 |
| 4.7.3 | Strukturen, Verhalten und Aktivitäten in der Organisation einer Positivfabrik | 205 |
| 4.8 | Ausblick: Sozioökonomische Potenziale einer Positivfabrik | 208 |
| 5 | Beispielhafte Konzeptanwendung | 213 |
| 5.1 | Charakterisierung des Anwendungsbeispiels | 213 |
| 5.1.1 | Allgemeine Daten | 213 |
| 5.1.2 | Ziel der Konzeptanwendung | 215 |
| 5.2 | Anwendung des systemischen Planungsprozesses | 215 |
| 5.2.1 | Schritt A – Definition der Anforderungen | 215 |
| 5.2.2 | Schritt B bis G – Ökologischer Transformationsprozess | 221 |
| 5.2.3 | Schritt B bis G – Sozialer Transformationsprozess | 245 |
| 5.2.4 | Schritt H – Implementierung der Konzeptlösungen (Synthese) | 261 |
| 5.3 | Anwendung des integrierten Managementsystems einer Positivfabrik | 263 |
| 5.4 | Fazit der Konzeptanwendung | 267 |

| | |
|---|------------|
| 6 Zusammenfassung, Diskussion und Ausblick | 269 |
| 6.1 Zusammenfassung | 269 |
| 6.1.1 Diskussion | 271 |
| 6.1.2 Ausblick | 276 |
| Erratum zu: Konzept einer Positivfabrik | E1 |
| Literaturverzeichnis | 281 |