

# HANSER



## Leseprobe

zu

## Handbuch Fabrikplanung

von Hans-Hermann Wiendahl, Jürgen Reichardt und  
Peter Nyhuis

Print-ISBN: 978-3-446-46837-5  
E-Book-ISBN: 978-3-446-47360-7

Weitere Informationen und Bestellungen unter  
<https://www.hanser-kundencenter.de/fachbuch/artikel/9783446468375>

sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort zur 3. Auflage</b> .....	<b>IX</b>	1.4.3 Mengen- und Variantenflexibilität .....	48
<b>Vorwort zur 2. Auflage</b> .....	<b>XII</b>	1.4.4 Grenzwertorientierung .....	51
<b>Vorwort zur 1. Auflage</b> .....	<b>XIII</b>	1.4.5 Selbstorganisation und Partizipation ....	56
<b>Gedankwort</b> .....	<b>XV</b>	1.4.6 Vernetzung und Kooperation .....	58
<b>Die Autoren</b> .....	<b>XVII</b>	1.4.7 Demografische Entwicklung .....	61
<b>Die Mitverfasser</b> .....	<b>XIX</b>	1.4.8 Unternehmenskultur .....	62
<b>1 Grundlagen der Fabrikplanung</b> .....	<b>1</b>	<b>1.5 Zusammenfassung</b> .....	<b>66</b>
<b>1.1 Einleitung</b> .....	<b>3</b>	<b>2 Erfolgsfaktoren der Fabrik</b> .....	<b>73</b>
1.1.1 Wandlungsträge Fabriken .....	3	<b>2.1 Geschichte der Produktionskonzepte</b> ..	<b>77</b>
1.1.2 Bisherige Ansätze der Unternehmens-	6	2.1.1 Die 1910er- bis 1950er-Jahre: Massen-	77
1.1.3 Wettbewerbsfaktoren überlegener	10	produktion .....	77
Organisationen .....	10	2.1.2 Die 1960er- bis 1980er-Jahre: Varianten-	79
1.1.4 Lösungsansatz für die Fabrikplanung ....	14	produktion .....	79
<b>1.2 Synergetische Fabrikplanung</b> .....	<b>15</b>	2.1.3 Ab den 1990er-Jahren: Kundenindividuelle	90
1.2.1 Bestehende Fabrikplanungsansätze .....	15	Produktion .....	90
1.2.2 Ansatz der Synergetischen Fabrikplanung	17	2.1.4 Zusammenfassung .....	95
1.2.3 Prozess- und Schalenmodell .....	20	<b>2.2 Veränderungsfähigkeit</b> .....	<b>96</b>
<b>1.3 Planungsgrundlagen</b> .....	<b>29</b>	2.2.1 Historie .....	97
1.3.1 Fabrikplanung als Teil der Unternehmens-	29	2.2.2 Systematik .....	104
planung .....	29	2.2.3 Veränderungsprozess .....	111
1.3.2 Zielhierarchie der Fabrikplanung .....	31	2.2.4 Zusammenfassung .....	122
1.3.3 Von der Wettbewerbsstrategie zur Fabrik-	32	<b>2.3 Nachhaltigkeit</b> .....	<b>122</b>
strategie .....	32	2.3.1 Einführung .....	122
1.3.4 Marktleistung .....	36	2.3.1.1 Historie .....	122
1.3.5 Geschäftsprozesse .....	40	2.3.1.2 Begriffe .....	123
1.3.6 Gestaltungsfelder der Fabrik .....	41	2.3.1.3 Grundlegende Modelle .....	126
1.3.7 Produktionsstandort und Fabrik .....	41	2.3.2 Nachhaltige Fabrikgestaltung .....	128
1.3.8 Morphologie der Fabriktypen .....	42	2.3.2.1 Ökologische Gestaltungsparameter .....	128
<b>1.4 Produktionsanforderungen</b> .....	<b>46</b>	2.3.2.2 Soziale Gestaltungsparameter .....	134
1.4.1 Generelle Aspekte .....	46	2.3.2.3 Ökonomische Gestaltungsparameter .....	137
1.4.2 Reaktionsschnelligkeit .....	47	2.3.3 Verankerung in der Fabrikplanung .....	139
		2.3.3.1 Analysemethoden und Gestaltungs-	139
		hinweise .....	139
		2.3.3.2 Bewertungsmethoden .....	141
		2.3.3.3 Bewertungsmethode ecoFabrik .....	143
		2.3.4 Zusammenfassung .....	148

<b>2.4</b>	<b>Digitalisierung</b> .....	<b>148</b>	<b>5</b>	<b>Konzeptplanung</b> .....	<b>249</b>
2.4.1	Einführung .....	148	<b>5.1</b>	<b>Grundlagen</b> .....	<b>253</b>
2.4.2	Digitalisierung der Fabrik .....	150	5.1.1	Fabrikorganisation in der Konzeptplanung	253
2.4.2.1	Digitalisierung der Produktionsprozesse	151	5.1.2	Produktionstechnologien .....	262
2.4.2.2	Digitalisierung der Logistikprozesse .....	153	5.1.3	Betriebsmittel .....	271
2.4.3	Digitalisierung in der Fabrikplanung .....	155	<b>5.2</b>	<b>Strukturentwicklung</b> .....	<b>283</b>
2.4.3.1	Digitalisierung der Prozesssicht .....	156	<b>5.3</b>	<b>Strukturdimensionierung</b> .....	<b>286</b>
2.4.3.2	Digitalisierung der Raumsicht .....	162	5.3.1	Eingangsgößen .....	286
2.4.4	Zusammenfassung .....	169	5.3.2	Ressourcendimensionierung .....	287
<b>2.5</b>	<b>Kommunikation</b> .....	<b>169</b>	5.3.3	Flächenbestimmung der Produktion .....	290
2.5.1	Grundlagen der Kommunikation .....	170	5.3.4	Flächenbestimmung des Lagers .....	293
2.5.1.1	Definition und Kommunikationsmodelle	170	5.3.5	Flächenmodule .....	295
2.5.1.2	Merkmale von Kommunikationsprozessen	172	<b>5.4</b>	<b>Groblayoutplanung</b> .....	<b>296</b>
2.5.2	Einflussgrößen auf Kommunikation .....	174	5.4.1	Layout-Arten .....	296
2.5.3	Kommunikationsorientierte Planungsansätze .....	174	5.4.2	Ideales und maßstäbliches Funktionsschema .....	297
<b>2.6</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>175</b>	5.4.3	Ideales 2D- und 3D-Groblayout .....	298
<b>3</b>	<b>Strategie und Zielfestlegung</b> .....	<b>187</b>	5.4.4	Reales Groblayout .....	300
<b>3.1</b>	<b>Zielfestlegung</b> .....	<b>189</b>	5.4.5	Bewertung .....	302
3.1.1	Hauptschritte .....	189	<b>5.5</b>	<b>Generalbebauung</b> .....	<b>306</b>
3.1.2	Logistikprofil des Standorts .....	189	5.5.1	Anforderungsprogramm .....	307
3.1.3	Umfeldanalyse .....	192	5.5.1.1	Flächenbedarf und Raumspiegel .....	307
3.1.4	Erfolgsfaktoren .....	193	5.5.1.2	Prozess- und Logistikelemente .....	309
3.1.5	Veränderungstreiber .....	193	5.5.1.3	Ver- und Entsorgung .....	310
3.1.6	Szenarienerstellung .....	194	5.5.1.4	Besondere Anforderungen .....	312
3.1.7	Visionsfindung und Zielfestlegung .....	197	5.5.2	Bauformen .....	312
3.1.8	GENEering .....	199	5.5.2.1	Schnittprofil .....	313
3.1.9	Handlungsfelder .....	203	5.5.2.2	Grundrissfigur .....	314
<b>3.2</b>	<b>Standortplanung</b> .....	<b>203</b>	5.5.2.3	Verknüpfungsprinzip .....	315
3.2.1	Auslöser einer Standortplanung .....	204	5.5.2.4	Bildung der Bauform .....	316
3.2.2	Eignungsprüfung des heutigen Standortes	205	5.5.3	Objektschutz .....	316
3.2.3	Vorgehensmodell der Standortplanung ..	207	5.5.3.1	Einbruch, Diebstahl .....	316
3.2.4	Globale Entscheidungsebene .....	209	5.5.3.2	Brand- und Explosionsschutz .....	317
3.2.5	Regionale Entscheidungsebene .....	219	5.5.4	Generalbebauungsplan (Masterplan) .....	317
3.2.6	Lokale Entscheidungsebene .....	220	5.5.4.1	Ablauf .....	317
3.2.7	Standortbewertung .....	226	5.5.4.2	Zonierung und Ordnungsraster .....	318
<b>3.3</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>227</b>	5.5.4.3	Erschließungssystem, Ver- und Entsorgungssystem .....	320
<b>4</b>	<b>Grundlagenermittlung</b> .....	<b>231</b>	5.5.4.4	Bauten, Freiflächen .....	321
<b>4.1</b>	<b>Vorgehen</b> .....	<b>234</b>	<b>5.6</b>	<b>Gebäudegestaltung</b> .....	<b>322</b>
<b>4.2</b>	<b>Informationsaufnahme</b> .....	<b>235</b>	5.6.1	Tragwerk .....	324
4.2.1	Objektdateien .....	236	5.6.1.1	Projektanforderungen und Lastannahmen .....	324
4.2.2	Prozessdaten .....	239	5.6.1.2	Strukturform als statisches System .....	326
<b>4.3</b>	<b>Informationsauswertung</b> .....	<b>242</b>	5.6.1.3	Spannweite .....	329
4.3.1	Produktsicht .....	242	5.6.1.4	Werkstoffwahl und Fügeprinzip .....	329
4.3.2	Ressourcensicht .....	243	5.6.1.5	Profilierung der Stützen, Träger und Decken .....	332
<b>4.4</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>247</b>	5.6.2	Hülle .....	334
			5.6.2.1	Schutzfunktionen .....	334
			5.6.2.2	Produktion und Logistik .....	335

5.6.2.3	Belichtung, Ausblick, Kommunikation ...	335	6.5.3.1	Luftfeuchte, Luftbewegung, Luftreinheit ..	418
5.6.2.4	Ökologie und Energiegewinnung .....	336	6.5.3.2	Erholung .....	419
5.6.3	Haustechnische Ausrüstung .....	337	6.5.4	Brandschutz .....	420
5.6.3.1	Ver- und Entsorgungssysteme .....	338	6.5.4.1	Brandschutzkonzept, Brandabschnitts- flächen .....	421
5.6.3.2	Technikzentralen .....	339	6.5.4.2	Abstandsflächen, Brandwände, Komplex- trennwände .....	422
5.6.3.3	Haupttrassen .....	341	6.5.4.3	Feuerwiderstandsklassen .....	424
5.6.3.4	Leitungsnetze .....	341	6.5.4.4	Flucht- und Rettungswege .....	424
5.6.3.5	Auslässe .....	341	6.5.4.5	Rauch- und Wärmeabzug, Feuerlösch- einrichtungen .....	425
5.6.4	Technische Gebäudeausstattung .....	343	<b>6.6</b>	<b>Räumliche Arbeitsplatzgestaltung ....</b>	<b>426</b>
5.6.4.1	Anforderungen .....	344	6.6.1	Ergonomie .....	427
5.6.4.2	Wärmeversorgungsanlagen .....	344	6.6.2	Raumausstattung .....	430
5.6.4.3	Lufttechnische Anlagen .....	345	6.6.3	Farbgestaltung .....	431
5.6.5	Ausbau .....	351	6.6.3.1	Psychologische Farbwirkungen .....	431
5.6.5.1	Böden .....	351	6.6.3.2	Sicherheitsfarben, Kennzeichnung der Medienleitung .....	432
5.6.5.2	Wände .....	353	6.6.3.3	Ganzheitliches Farbkonzept .....	432
5.6.5.3	Decken .....	354	6.6.4	Arbeitsschutz .....	432
5.6.5.4	Kerne .....	355	6.6.4.1	Arbeitsstättenverordnung .....	433
5.6.5.5	Treppen .....	356	6.6.4.2	Mitbestimmung .....	435
5.6.6	Anmutung und Ästhetik .....	357	6.6.4.3	Tritt- und Absturzsicherheit .....	436
5.6.6.1	Strukturelle Ordnung .....	358	6.6.4.4	Gefahrstoffschutz .....	436
5.6.6.2	Einfachheit .....	358	6.6.4.5	Schallschutz und Schallminderung .....	436
5.6.6.3	Balance von Einheit und Vielfalt .....	358	6.6.4.6	Wärme-, Kälte- und Vibrationsschutz ....	437
5.6.6.4	Unverwechselbarkeit .....	358	6.6.4.7	Elektrosicherheit und Strahlenschutz ....	438
5.6.6.5	Emotionale Qualität, Atmosphäre .....	359	<b>6.7</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>439</b>
5.6.7	Beispiele für wandlungsfähige Gebäude ..	359	<b>7</b>	<b>Projektmanagement und Umsetzung 443</b>	
5.6.7.1	Machbarkeitsstudie für die mechanische Präzisionsfertigung .....	359	7.1	<b>Grundlagen .....</b>	<b>445</b>
5.6.7.2	Recyclingwerk für ein Handels- unternehmen .....	361	7.1.1	Stolpersteine .....	445
<b>5.7</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>362</b>	7.1.2	Aufgabenübersicht .....	446
<b>6</b>	<b>Detailplanung .....</b>	<b>369</b>	<b>7.2</b>	<b>Projektorganisation .....</b>	<b>447</b>
6.1	<b>Grundlagen .....</b>	<b>373</b>	7.2.1	Teambildung .....	447
6.1.1	Fabrikorganisation in der Detailplanung	373	7.2.2	Beispiel einer Projektorganisation .....	448
6.1.2	Logistische Prozessmodellierung .....	376	7.2.3	Projektteamregeln .....	449
6.1.3	Betriebsmittel .....	383	<b>7.3</b>	<b>Projektplanerstellung .....</b>	<b>450</b>
<b>6.2</b>	<b>Transporte .....</b>	<b>398</b>	<b>7.4</b>	<b>Kapazitätsplanung .....</b>	<b>452</b>
<b>6.3</b>	<b>Verkehrswege .....</b>	<b>401</b>	<b>7.5</b>	<b>Vertragsanbahnung und -gestaltung ...</b>	<b>453</b>
<b>6.4</b>	<b>Feinlayout .....</b>	<b>402</b>	7.5.1	Angeboteinholung .....	453
<b>6.5</b>	<b>Räumliche Arbeitsbereichsgestaltung .</b>	<b>406</b>	7.5.2	Vertragsgestaltung .....	455
6.5.1	Kommunikation .....	406	<b>7.6</b>	<b>Projekthandbuch .....</b>	<b>458</b>
6.5.1.1	Erschließungsflächen .....	407	<b>7.7</b>	<b>Kostenermittlung und -kontrolle .....</b>	<b>458</b>
6.5.1.2	Arbeitsbereiche .....	408	7.7.1	Voraussetzungen .....	458
6.5.1.3	Gemeinschaftsräume .....	410	7.7.2	Kosten im Bauwesen nach DIN 276 .....	459
6.5.2	Belichtung .....	411	7.7.3	Nutzungskosten im Hochbau nach DIN 18960 .....	460
6.5.2.1	Tageslicht .....	411	7.7.4	Kostenmanagement .....	461
6.5.2.2	Natürliche Belichtung .....	412			
6.5.2.3	Künstliche Beleuchtung .....	414			
6.5.2.4	Lichtlenkung .....	416			
6.5.3	Behaglichkeit .....	417			

<b>7.8</b>	<b>Umsetzung</b> .....	<b>463</b>	8.3.6.5	Kosten- und Gebäudezustandskontrolle ..	521
7.8.1	Realisierungsvorbereitung .....	464	8.3.6.6	Berichterstellung .....	521
7.8.2	Realisierungsüberwachung .....	465	8.3.6.7	Brandschutz .....	521
7.8.3	Hochlaufbetreuung .....	466	8.3.7	Fallbeispiele .....	522
<b>7.9</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>468</b>	8.3.7.1	Phoenix AG Hamburg .....	522
			8.3.7.2	Londa Rothenkirchen .....	522
			8.3.8	Zusammenfassung .....	524
<b>8</b>	<b>Fabrikbetrieb</b> .....	<b>471</b>	<b>9</b>	<b>Fallbeispiele</b> .....	<b>529</b>
<b>8.1</b>	<b>Produktionsplanung und -steuerung (PPS)</b> .....	<b>474</b>	<b>9.1</b>	<b>Fallbeispiel 1: Erweiterung einer Backwarenfabrik in Deutschland</b> .....	<b>531</b>
8.1.1	Grundlagen .....	474	<b>9.2</b>	<b>Fallbeispiel 2: Neubau eines Distributions- und Montagezentrums in Indien</b> .....	<b>534</b>
8.1.2	PPS-Konfiguration am Beispiel der Fertigungssteuerung .....	479	<b>A</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>537</b>
8.1.3	Zusammenfassung .....	485	<b>A1</b>	<b>Wandlungspotenzialbestimmung der Fabrikobjekte</b> .....	<b>539</b>
<b>8.2</b>	<b>Arbeitsorganisation und Kompetenzentwicklung</b> .....	<b>486</b>	<b>A2</b>	<b>Raumspiegel</b> .....	<b>541</b>
8.2.1	Menschliche Arbeit in der Fabrik .....	486	<b>A3</b>	<b>Projektvorlagen</b> .....	<b>542</b>
8.2.2	Humanressourcen und Produktionsleistung .....	487	<b>Index</b> .....	<b>545</b>	
8.2.3	Kompetenz- und Personalentwicklung ..	487			
8.2.3.1	Berufliche Handlungskompetenz .....	488			
8.2.3.2	Strategien der Kompetenzentwicklung ..	489			
8.2.3.3	Personalentwicklung .....	490			
8.2.4	Arbeitsstrukturierung .....	491			
8.2.5	Motivation .....	493			
8.2.6	Entgeltgestaltung .....	495			
8.2.7	Arbeitszeitgestaltung .....	499			
8.2.8	Einfluss des demografischen Wandels ..	503			
8.2.9	Einfluss der Digitalisierung .....	506			
8.2.10	Zusammenfassung .....	507			
<b>8.3</b>	<b>Facility Management</b> .....	<b>507</b>			
8.3.1	Historie und Definition .....	507			
8.3.2	Aufgaben und Abgrenzung .....	508			
8.3.3	Facility Management im Objektlebenszyklus – Aufgaben und Abgrenzung .....	509			
8.3.3.1	Neuplanungsphase .....	509			
8.3.3.2	Realisierungsphase .....	510			
8.3.3.3	Betriebsphase .....	511			
8.3.3.4	Umplanungsphase .....	511			
8.3.3.5	Rückbauphase .....	511			
8.3.4	Facility Management Software .....	512			
8.3.4.1	Funktionen .....	512			
8.3.4.2	Datenmodelle .....	513			
8.3.4.3	Virtueller Projektraum .....	517			
8.3.4.4	Navigation .....	517			
8.3.4.5	Auswahl einer CAFM-Software .....	519			
8.3.5	Prozessmodellierung .....	519			
8.3.6	Anwendungen des Facility Managements	520			
8.3.6.1	Unterhaltskostenminimierung .....	520			
8.3.6.2	Zuteilungsplanung .....	520			
8.3.6.3	Raumplanung .....	521			
8.3.6.4	Schließmanagement .....	521			



Der Verlag und die Autoren haben sich mit der Problematik einer gendergerechten Sprache intensiv beschäftigt. Um eine optimale Lesbarkeit und Verständlichkeit sicherzustellen, wird in diesem Werk auf Gendersternchen und sonstige Varianten verzichtet; diese Entscheidung basiert auf der Empfehlung des Rates für deutsche Rechtschreibung. Grundsätzlich respektieren der Verlag und die Autoren alle Menschen unabhängig von ihrem Geschlecht, ihrer Sexualität, ihrer Hautfarbe, ihrer Herkunft und ihrer nationalen Zugehörigkeit.

# Vorwort zur 3. Auflage

Seit Erscheinen der 2. Auflage im Jahre 2014 dominiert zum einen die Digitalisierung aller privaten und geschäftlichen Lebensbereiche mit ihren Chancen und Risiken und zum anderen der grundlegende Wandel der Automobilindustrie die Diskussion in und um die Zukunft der industriellen Produktion in Deutschland. Aktuell steht die Produktion im Spannungsfeld unterschiedlicher Herausforderungen:

- Einerseits prägen die nach wie vor bekannten Einflüsse wie Kostendruck, demographischer Wandel, wachsende Komplexität durch eine ungebremst wachsende Variantenvielfalt der Produkte sowie neue aggressive Wettbewerber die Situation. Dem stehen die genauso bekannten Lösungskonzepte gegenüber. Neben der mittlerweile etablierten Philosophie der schlanken Produktion mit ihren transparenten Abläufen, ergänzt um modulare Produkte und Produktionsmittel sowie saubere und helle Fabriken, sind Innovationsfähigkeit sowie motivierte Mitarbeiter als Schlüsselfaktoren im heutigen Wettbewerbsumfeld anerkannt.
- Andererseits prägen unterschiedliche Krisen das aktuelle Betriebsgeschehen. Sie verdeutlichen auch den Konsumenten (über plötzlich explodierende Lieferzeiten) die aus den Globalisierungsanstrengungen seit Beginn der 1990er Jahre resultierenden Abhängigkeiten einer global verteilten Wertschöpfung eindrucksvoll. Außerdem werden den Entscheidern aktuelle Naturkatastrophen sowie Mahnungen der jungen Generation die Dringlichkeit zur umfassenden Nachhaltigkeit einprägsam in Erinnerung gerufen. Hierzu erwächst gerade im globalen Maßstab der Fabrikplanung eine maßgebliche Verantwortung für Klima und Umwelt, zu der die Minimierung grauer Energie von Produkt und Bauwerk sowie die Notwendigkeit für Zirkuläres Bauen beitragen. Die aktuell diskutierte Energiesicherheit verstärkt die Notwendigkeit der Verbrauchsminimierung bzw. Energiewende zusätzlich.

Die aktuellen Krisen betonen die ab Mitte der 1990er Jahre in der Forschung intensiv diskutierte Turbulenz des Umfeldes, heute auch unter dem Stichwort VUCA (volati-

lity, uncertainty, complexity, ambiguity) bekannt, sowie die hierfür erforderliche Wandlungsfähigkeit von Unternehmen. Die Politik sieht wegen der zusätzlichen gesellschaftlichen Veränderungen gar eine „Zeitenwende“ gekommen.

Diese umfassenden, vielfach divergierenden Zielprojektionen fordern zukünftig hoch kreative Lösungsansätze. Nach Überzeugung der Autoren können diese im Grundsatz nur in der Bündelung von entsprechenden fachlichen Talenten in „synergetischer“ Teamarbeit entwickelt werden. All dies unterstreicht die Notwendigkeit eines systematischen, theoriegeleiteten und praxiserprobten Vorgehens zur Fabrikplanung. Die in unserem Buch erstmalig durchgängig thematisierte wandlungsfähige Fabrik sowie die integrative Betrachtung von Prozess- und Raumsicht hat sich als grundlegende Methodik praktisch bewährt. Um dem Leser den Einstieg zu erleichtern, haben wir die Gliederung des Buches umgestellt und am Planungsvorgehen orientiert (Bild 1):

- Der einleitende *Grundlagenteil* ist deutlich ausgebaut: Kapitel 1, „Grundlagen der Fabrikplanung“, führt in die Synergetische Fabrikplanung ein und beschreibt Planungsgrundlagen sowie Produktionsanforderungen. Das erweiterte Kapitel 2 beschreibt im Schwerpunkt vier wichtige Erfolgsfaktoren der Fabrik (Veränderungsfähigkeit, Nachhaltigkeit, Digitalisierung, Kommunikation).
- Der zweite Hauptteil (Kapitel 3 bis 7) ist entlang des *Planungsvorgehens* gegliedert: Die Gestaltungsfelder sind nun nicht mehr an den Fabrikebenen ausgerichtet, sondern werden entsprechend des Zeitpunktes ihrer Ausgestaltung behandelt.
- Der dritte Hauptteil (Kapitel 8 bis 9) umfasst den *Fabrikbetrieb* und stellt *Fallbeispiele* vor. Letztere verdeutlichen Folgendes: Wandlungsfähige Fabriken sind gelebte Nachhaltigkeit. Der Anhang mit Projektvorlagen, der sich bereits in der Voraufgabe bewährt hat, bleibt weitgehend erhalten.

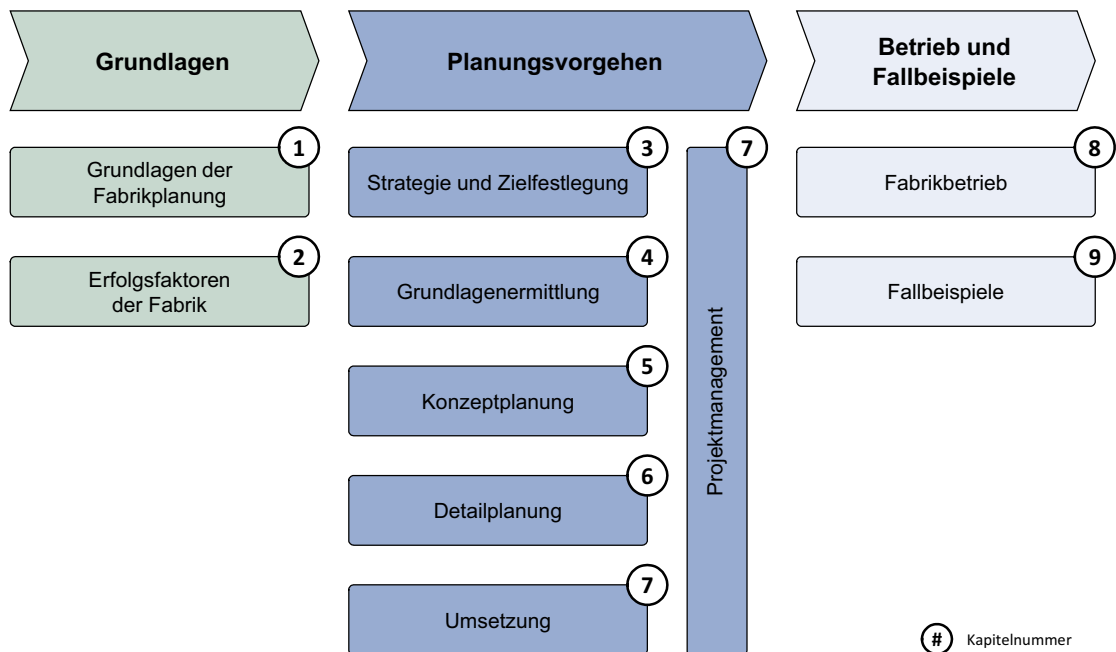


Bild 1 Buchübersicht

Generell lässt sich die Fabrikplanungsmethodik aus Inhalts- oder Vorgehensperspektive betrachten:

- Inhaltlich stehen die *Gestaltungsfelder* im Vordergrund: Einerseits sind hier die Gestaltungsebenen Arbeitsstation, Arbeitsbereich, Gebäude, Standort (und gegebenenfalls Netzwerk) zu betrachten. Wie bereits aufgeführt, ist andererseits die Prozesssicht (der Ingenieure) von der Raumsicht (der Architekten) zu unterscheiden. So entstehen die Gestaltungsaspekte.
- Zeitlich steht der *Gestaltungsprozess* im Vordergrund: Hier bieten die VDI 5200 sowie die Bauphasen der Gebäudeplanung nach HOAI (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure) eine Gliederung. Dementsprechend sind unterschiedliche Projektphasen, beginnend mit der Zielfestlegung über verschiedene Schritte hin zur Realisierung bzw. dem Fabrikbetrieb, zu durchlaufen. Ein durchgängiges Projektmanagement plant und steuert diese Schritte.

Bild 2 stellt diese beiden Perspektiven zur Orientierung gegenüber. So entstehende *Projektelemente* (z. B. Strukturentwicklung, Groblayoutplanung, räumliche Arbeitsbereichsgestaltung) ordnen die Gestaltungsfelder den Projektphasen einer Fabrikneu- und -umgestaltung zu: Im Sinne der Synergetischen Fabrikplanung führt Kapitel 3 die Standortplanung aus Prozess- und Raumsicht zusammen. Die nachfolgenden Kapitel 4 bis 6 (Grundlagenermittlung, Konzept- und Detailplanung) stellen den Bezug der Projektelemente jeweils zur Prozess- und Raumsicht sowie deren inhaltliche Wechselwirkungen her. Beide

Perspektiven ergänzen einander und ihre gemeinsame Betrachtung unterstützt das notwendige Grundverständnis für die Fabrikplanung. Kapitel 7 behandelt das Projektmanagement sowie die Umsetzung und ordnet sie funktional nach den Projektmanagementaufgaben bzw. zeitlich nach den Umsetzungsphasen.

Gleichzeitig stellt Bild 2 die alte Gliederung (nach Gestaltungsfeldern) der neuen (nach Planungsvorgehen) gegenüber. Einerseits soll dies den Leserinnen und Lesern der beiden ersten Auflagen den Umstieg erleichtern, andererseits entsteht so eine Orientierungshilfe, die eine Suche aus inhaltlicher Sicht der Gestaltungsfelder unterstützt.

Hans-Hermann Wiendahl tritt die Nachfolge von Hans-Peter Wiendahl als Autor an. Unser Dank gilt allen fachkundigen Experten, die sich aktiv in Konzeption und Durchführung eingebracht haben und als Mitverfasser zur Verfügung standen. Darüber hinaus danken wir den Herren Cihan Cevirgen und Justin Hook des IFA sowie Jonas Kerstgens von RMA für die Übernahme der organisatorischen Aufgaben der Neuauflage und Frau Justine Renkel für die Bilderstellung. Dem Hanser Verlag, insbesondere Herrn Volker Herzberg und Frau Julia Stepp, danken wir für die gute Zusammenarbeit und die zügige Veröffentlichung dieses Buches.

Wir sind weiterhin optimistisch, dass dieses Buch von großem Nutzen für Ihre eigenen Projekte ist. Den Rat der letzten Auflage wiederholen wir aufgrund leidvoller Praxiserfahrungen gerne: *Erst Ziele, dann Maßnahmen!* Für die Fabrikplanung bedeutet dies konkret: Beginnen Sie mit



# Vorwort zur 2. Auflage

Die erste Auflage des Buches wurde in der Fachwelt sehr freundlich aufgenommen. Die in unserem Buch erstmals durchgängig thematisierte wandlungsfähige Fabrik und Synergetische Fabrikplanung gehören inzwischen zu den anerkannten Gestaltungsprinzipien.

Nach der Globalisierungswelle ist die industrielle Produktion gegenwärtig stark durch die Notwendigkeit der Nachhaltigkeit in ökonomischer, ökologischer und sozialer Hinsicht geprägt. Aus ökonomischer Sicht ist dabei das Leitbild der schlanken Produktion und Administration maßgebend, aus ökologischer Sicht wird die Ressourcennutzung und Energieeffizienz betont, während im sozialen Bereich die Folgen des demografischen Wandels bewältigt werden müssen. Darüber hinaus diskutiert die Produktionsindustrie unter dem Begriff Industrie 4.0 aktuell die digitale Vernetzung von Objekten, Dingen, Diensten und Daten, welche die Echtzeitfähigkeit der Produktion ermöglichen soll.

In der zweiten Auflage haben wir daher neben der Aktualisierung der Beiträge und Literatur die bisher nur knapp behandelten Themen Energieeffizienz und die eng damit verknüpfte haustechnische Ausrüstung (insbesondere die Raumkonditionierung) vertieft. Das ebenfalls im Hanser Verlag publizierte Handbuch Ressourcenorientierte Produktion (ISBN 978-3-446-43008-2) von Reimund Neugebauer stellt eine passende Ergänzung des Energie- und Ressourcenthemas aus Sicht der Produktionstechnik dar. Schließlich wurde auch das Kapitel 7, „Arbeitsorganisation und Arbeitsplatzgestaltung“, um Ansätze der alters- und alternsgerechten Arbeitsgestaltung ergänzt. Das Thema Industrie 4.0 greift bis auf die auch heute schon gängige Ausrüstung der Gebäude mit Funknetzen kaum in die Fabrikplanung ein, sodass es im Buch nicht angesprochen wird.

Herr Gerhard Hoffmann, geschäftsführender Gesellschafter der ifes GmbH in Köln, hat den Abschnitt 11.3.6, „Tech-

nische Gebäudeausrüstung“, beigeleitet, wofür die Autoren herzlich danken. Für die Mitwirkung an der zweiten Auflage gilt unser besonderer Dank Herrn Dr. Detlef Gerst, der Kapitel 7, „Arbeitsorganisation und Arbeitsplatzgestaltung“, sorgfältig überarbeitet und um das Thema „Einfluss des demografischen Wandels“ ergänzt hat. Weiterhin unterstützte uns Herr Dipl.-Wirt.-Ing. Christian Reinema vom Institut für Fabrikplanung und Logistik beim Thema ecoFabrik in Abschnitt 15.7.4. Schließlich haben Dipl.-Ing. Tobias Mersmann, Jens Lübckemann, M. sc., Lukas Richter, M. sc., und Dipl.-Ing. Sebastian Tschöpe aus der Gruppe Fabrikplanung des Instituts für Fabrikanlagen und Logistik das gesamte Manuskript kritisch und sorgfältig Korrektur gelesen sowie die Textformatierung besorgt, wofür die Autoren sehr dankbar sind.

Für die professionelle Betreuung des Buches danken wir Herrn Volker Herzberg und Frau Julia Stepp vom Hanser Verlag sowie Herrn Arthur Lenner für die erneute Layoutgestaltung.

Wir hoffen, dass dieses Buch Ihnen viel Nutzen für ihre eigenen Projekte vermittelt. Als guten Rat aus vielen Projekten möchten wir Ihnen Folgendes auf den Weg geben: Fangen Sie nie mit einem Maschinenlayout und einem Gebäudeentwurf an, wenn Sie eine neue Fabrik bauen oder eine vorhandene verändern wollen, und widerstehen Sie dem Druck, frühzeitig Kosten zu nennen. Ziehen Sie sich stattdessen mit der Geschäftsführung in ein Waldhotel zurück und denken Sie einen ganzen Tag lang darüber nach, was Sie mit dem Projekt aus strategischer Sicht erreichen wollen. Die Folgeschritte ergeben sich dann zwangsläufig und die Anleitung dazu liegt vor Ihnen!

Hannover und Essen, Dezember 2013

*Hans-Peter Wiendahl*

*Jürgen Reichardt*

*Peter Nyhuis*

# Vorwort zur 1. Auflage

Die Globalisierung der Wirtschaft ist seit Beginn der 1990er Jahre in weniger als zwei Jahrzehnten Realität geworden. Infolgedessen verteilt sich die Produktion eines Unternehmens häufig auf Standorte in mehreren Ländern und unterliegt meist starken Schwankungen. Dies bedingt eine hohe Reaktions- und Veränderungsfähigkeit der einzelnen Produktionsstätten.

Der damit notwendige Paradigmenwechsel besteht im Wesentlichen in der Umkehrung der Sichtweise auf eine Fabrik. Wurden bis dahin Produktentwicklung, Produktion und Auftragsabwicklung als primäre Prozesse des Stammhauses betrachtet und die Beschaffung und Verteilung der Fertigprodukte an die Kunden eher als Hilfsfunktionen gesehen, steht nunmehr die zuverlässige Versorgung global verteilter Märkte vom jeweils günstigsten Standort aus im Vordergrund. Statt zentraler Fabriken mit hoher Fertigungstiefe sind daher marktnahe, wandlungsfähige und gegebenenfalls sogar temporäre Produktionsstätten erforderlich.

Vor diesem Hintergrund haben die Autoren dieses Buches die Notwendigkeit gesehen, die bisherige Fabrikplanung einer kritischen Bestandsaufnahme zu unterziehen. Aus den Erkenntnissen mehrerer Forschungsprojekte und zahlreicher realisierter Fabrikprojekte in verschiedenen Branchen wurde deutlich, dass zu dem nach wie vor primären Ziel höchster Wirtschaftlichkeit weitere Anforderungen hinzutreten:

- Je nach Veränderungsimpuls kann sich eine Fabrik in angemessener Zeit auf der jeweils betroffenen Ebene sowohl produktionstechnisch als auch räumlich anpassen.
- Fertigungs- und Montagesysteme berücksichtigen lokale Gesichtspunkte hinsichtlich Know-how, Lohnkostenniveau und geforderter Wertschöpfung (local content).
- Produktionseinrichtungen und Gebäude sind ressourcenschonend und energieeffizient ausgelegt.
- Die Fabrik repräsentiert durch ihren äußeren Auftritt den Anspruch des Unternehmens und durch ihr inneres Erscheinungsbild den Anspruch der Produkte.
- Produktionsstätten stellen durch ihre räumliche Gestaltung behagliche Arbeitsplätze zur Verfügung und brin-

gen damit eine Wertschätzung der Mitarbeiter zum Ausdruck.

Auf Basis dieser Erfahrungen hat sich über viele Jahre hinweg der dreigliedrige Aufbau dieses Buches entwickelt. Im ersten Hauptteil mit insgesamt fünf Kapiteln geht es um ein tieferes Verständnis der Veränderungstreiber einer Fabrik und der sich daraus ergebenden Planungsbasis sowie der zukünftigen Anforderungen. Es folgt eine Würdigung bisheriger Produktionskonzepte. Der Teil schließt mit einer ausführlichen Ableitung verschiedener Ausprägungen der Veränderungsfähigkeit eines Standortes.

Der zweite Hauptteil beschreibt in neun Kapiteln die Gestaltung einer Produktionsstätte auf den Ebenen Arbeitsplatz, Arbeitsbereich, Gebäude und Standort. Dabei werden je nach Ebene strategische, funktionale und arbeitsorganisatorische Gestaltungsfelder unter besonderer Berücksichtigung der Wandlungsfähigkeit behandelt. Einen hohen Stellenwert nimmt die Beschreibung der räumlichen Ausprägung dieser Ebenen ein, um den Blick des Fabrikplaners auf die Leistungsform von Gebäuden und ihre technische Ausstattung zu lenken.

Im dritten Hauptteil geht es in drei Kapiteln um die Systematik der Fabrikplanung unter den neuen Anforderungen. Im Mittelpunkt steht das Modell der Synergetischen Fabrikplanung, das in sieben Leistungsphasen das kreative Zusammenspiel von Produktionsplanung und Raumplanung auf Basis einer durchgängigen 3D-Modellierung von der Zielfestlegung bis zum Hochlauf beschreibt. Auch dem Projektmanagement ist ein Kapitel gewidmet – mit den Aspekten Projektteambildung und -aufgaben sowie einem kurzen Überblick über digitale Werkzeuge der Fabrikplanung aus Produktionsplanungs- und Bausicht. Die effiziente Verwendung von Immobilien gewinnt angesichts der häufigeren Nutzungsänderung an Bedeutung. Daher ist das letzte Kapitel des Buches dem Facility Management gewidmet.

Dieses Handbuch will zunächst dem Management von Produktionsunternehmen sowie den Planern und Gestaltern von Produktionsstätten eine umfassende methodische und praktische Hilfestellung bieten. Ebenso sind Indust-

riearchitekten und Bauplaner angesprochen, welche Industriebauten gestalten und ausführen. Schließlich richtet sich das Handbuch an Studierende der Fachgebiete Produktionstechnik und Logistik aus den Ingenieur- und Betriebswissenschaften sowie Architektur und Hochbau.

Unser Dank gilt Herrn Tobias Heinen und Serjosha Wulf vom IFA der Universität Hannover, die insbesondere das Kapitel 15, „Synergetische Fabrikplanung“, mitgestaltet haben und die Formatierung besorgten. Herr Ingo Pfeifer von Reichardt Maas Architekten hat die Kapitel, welche die Raumplanung betreffen, tatkräftig unterstützt. Weiter-

hin möchten wir Herrn Volker Herzberg vom Hanser Verlag danken, der in den nahezu 10 Jahren die zwischen der ersten Idee des Buches und seiner Realisierung vergangen sind, nie die Geduld verlor. Schließlich gilt unser Dank Herrn Arthur Lenner, der das anmutige Layout des Buches besorgt hat.

Hannover und Essen, Dezember 2009

*Hans-Peter Wiendahl*

*Jürgen Reichardt*

*Peter Nyhuis*

# Gedenkwort

Das Handbuch Fabrikplanung liegt nun bereits in der dritten Auflage vor. Es ist das erste Mal, dass Univ.-Prof. Dr. h. c. mult. Dr.-Ing. Hans-Peter Wiendahl die Texte nicht final prüfen und freigeben konnte und er die neue Auflage dieses Buches, an der er in den Anfängen noch aktiv mitwirkte, nicht mehr miterlebt. Mit tiefer Trauer und großer Anerkennung gedenken wir eines außergewöhnlichen Professors, der nicht nur ein renommierter Forscher, sondern auch ein ausgewiesener Praktiker und legendärer Lehrender war. Über dieses Buch hinaus gibt es vieles, was von ihm in Erinnerung bleibt.

Professor Wiendahl war ein Vollblutforscher und Meister seines Fachs, der stets die Nähe zur Praxis suchte. Diese besondere Affinität zur praktischen Anwendung hatte sicher auch mit seinem persönlichen Werdegang zu tun: Hans-Peter Wiendahl (geboren 1938) begann seine Karriere mit einer Ausbildung als Facharbeiter. Er studierte Maschinenbau an der Staatlichen Ingenieurschule Dortmund sowie an der RWTH Aachen, unterbrochen durch eine zwei jährige Konstrukteurstätigkeit bei der Hoesch AG Westfalenhütte. Im Rahmen eines Stipendiums verbrachte er außerdem zwei Semester am renommierten Massachusetts Institute of Technology (MIT) in den USA. Nach seiner Promotion und Habilitation der RWTH Aachen war er sieben Jahre bei der Schweizer Firma Sulzer Escher Wyss, zunächst als Hauptabteilungsleiter Planung und Qualität, dann als technischer Leiter der Branche Papiermaschinen. 1979 übernahm er einen Lehrstuhl an der Leibniz Universität Hannover und wurde Geschäftsführer des IFA (Institut für Fabrikanlagen und Logistik). Diese Position hatte er bis zu seiner Pensionierung im Jahr 2003 inne. Anschließend wirkte er noch weitere fünf Jahre am IPH (Institut für Integrierte Produktion Hannover).

Professor Wiendahls Kollegen und Mitarbeiter schätzten ihn nicht nur als herausragenden Wissenschaftler, son-

dern auch als Führungsperson. Er genoss einen nahezu legendären Ruf als Hochschullehrer mit gut strukturierten, wissenschaftlich anspruchsvollen und praxisnahen Vorlesungen und Vorträgen. Er kümmerte sich zudem engagiert um den wissenschaftlichen Nachwuchs. Dabei war er kritisch, aber immer konstruktiv und hilfsbereit. Hans-Peter Wiendahl war nicht der Professor, der „Kraft seines Amtes“ alles besser wusste. Er konnte zuhören, sehr schnell reflektieren und analysieren. Er hat sich in Diskussionen stets durch Argumente überzeugen lassen. Die Entwicklung einer für die Aspekte aus Prozess und Raum gemeinsamen Methodik der „Synergetischen Fabrikplanung“, gerade auch die gegenwärtige Vertiefung seiner langjährigen Forschungen zur Wandlungsfähigkeit um Aspekte der Nachhaltigkeit, waren nur auf der Grundlage dieser besonderen Fähigkeiten möglich. Dies brachte ihm den höchsten Respekt sowohl bei seinen wissenschaftlichen nationalen und internationalen Kollegen als auch bei den Praktikern.

Mit großem Verantwortungsbewusstsein brachte sich Professor Wiendahl in zahlreichen Kuratorien, in Gutachterkreisen der Forschungsförderung, in Begehungen von Sonderforschungsbereichen der DFG, vor allem in den Akademien der WGP (Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik) und der CIRP (Internationale Akademie für Produktionstechnik) sowie in Aufsichtsratsgremien seine fachliche und wissenschaftliche Kompetenz ein.

Am 7. Juli 2019 starb Professor Wiendahl im Alter von 81 Jahren. Es überdauern nicht nur die zahlreichen nationalen und internationalen Ehrungen und Auszeichnungen, die mehr als 200 Zeitschriftenartikel und 15 Bücher im Bereich Fabrikplanung und Produktionsorganisation. Es bleiben auch die Werte, die er verkörpert hat: Zuewandtheit, Engagement, Praxisbezug und Kooperation.

# Die Autoren



**Dr.-Ing. habil. Hans-Hermann Wiendahl** geboren 1967 in Hagen/Westfalen, absolvierte eine Stammhauslehre bei der Siemens AG und studierte anschließend Wirtschaftsingenieurwesen an der Technischen Universität Berlin. Während seiner Beschäftigung am Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF) der Universität

Stuttgart sowie am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) in Stuttgart promovierte er 2002 bei Prof. Westkämper und habilitierte sich dort 2010 im Themengebiet Auftragsabwicklung bzw. Auftragsmanagement für Produktionsunternehmen. Er ist Autor vieler Fachartikel und Buchbeiträge.

Von 2008 bis 2016 war er bei der SMS Group in verschiedenen Positionen für Grobplanung, Fertigungssteuerung und Prozessgestaltung verantwortlich. Während dieser Zeit war er in leitender Rolle für die Softwareeinführung (SAP, APS) zur Planung und Steuerung der Supply Chain, Produktion und Logistik verantwortlich und begleitete außerdem die Werksneugestaltung am Hauptstandort in Hilchenbach.

2016 kehrte er ans Fraunhofer IPA zurück und ist dort im Themenfeld Fabrikplanung und Produktionsmanagement tätig. Außerdem leitet er am Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF) der Universität Stuttgart das Forschungsgebiet Auftragsmanagement. Ein wichtiger Arbeitsschwerpunkt ist hierbei die integrierte Planung von Fabriken und PPS.

Dr. Wiendahl ist Mitglied der International Federation for Information Processing - IFIP (Working Group 5.7: Production Control) und im VDI in verschiedenen Gremien im Themenfeld Produktionsmanagement aktiv.



**Prof. Dipl.-Ing. Architekt Jürgen Reichardt** geboren 1956, studierte Architektur an der TH Karlsruhe und der TU Braunschweig. Als studentischer Assistent am Lehrstuhl für Industriebau der TU Braunschweig unter Leitung von Prof. Walter Henn entwickelte sich sein Interesse für Fabrikarchitektur. Im Rahmen eines DAAD-Stipendiums war er studienbegleitend als Auslandspraktikant in

Chicago tätig. Das Studium schloss er 1981 mit Diplom bei Prof. von Gerkan ab. Nach Mitarbeit in mehreren Braunschweiger Entwurfsbüros war Prof. Reichardt von 1983 bis 1986 wissenschaftlicher Assistent bei Prof. Helmut Schulitz am Lehrstuhl für Industriebau und Baukonstruktion an der TU Braunschweig, der eine Projektpartnerschaft mit Prof. Schulitz folgte. 1986 erfolgte seine Berufung in den Bund Deutscher Architekten (BDA) und 1988 die Aufnahme als Meisterschüler an die Hochschule für Bildende Künste Braunschweig.

Von 1988 bis 1995 war Prof. Reichardt Projektleiter Entwurf und Realisierung komplexer Industriebauten in der agiplan AG in Mülheim/Ruhr. 1992 gründete er sein Büro Reichardt Architekten in Essen mit dem Schwerpunkt der Planung von Industriererken und Logistikzentren.

Seit 1996 ist er Professor an der Münster School of Architecture (MSA) im Fachbereich Baukonstruktion und Industriebau. Dort ist er seit 2021 mit der Einführung eines internationalen PhD-Studiengangs in der Architektur betraut. Von 2004 bis 2020 dozierte er im Fernstudiengang Gebäudegestaltung und Facility Management an der FH Gießen-Friedberg.

Seit 2008 firmiert sein deutsches Büro als RMA | Reichardt - Maas - Assoziierte Architekten GmbH & Co. KG in Essen. Von 2011 bis 2015 war er Beirat des bauforumstahl e. V. Seit 2021 redigiert Prof. Reichardt als Guest Editor Sustainability internationale Forschungsarbeiten für Applied Science/MDPI.



**Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis** geboren 1957 in Hannover, studierte von 1978 bis 1984 Maschinenbau an der Universität Hannover. Er promovierte 1991 nach seiner Assistentenzeit am Institut für Fabrikanlagen und Logistik bei Prof. Wiendahl. Im Jahr 1999 schloss er seine Habilitation für das Fachgebiet Produktionslogistik ab. Er ist Autor zahlreicher Buchbei-

träge und Fachartikel zu den Themen Produktionsplanung und -steuerung, Produktionscontrolling, Logistische Kennlinien, Fabrikplanung und Beschaffungslogistik.

Von 1999 bis 2003 war Prof. Nyhuis bei der Siemens AG in der SPLS Supply Chain Consulting tätig. Er war dort als Partner für die Themen Supply Chain Management und Supply Chain Design zuständig. Neben Entwicklungsprojekten wie der Definition konzernweiter Prozessstandards und der Entwicklung eines Leitfadens für das Supply Chain Design betreute Prof. Nyhuis zahlreiche interne und externe Umsetzungsprojekte zur Optimierung der Logistik in Beschaffung, Produktion, Distribution und Order Management.

2003 erhielt er den Ruf an die Universität Hannover. Als Geschäftsführender Leiter des Instituts für Fabrikanlagen und Logistik an der Leibniz Universität Hannover vertritt er seitdem die Forschungs- und Lehrgebiete Fabrikplanung, Produktionslogistik, Montageplanung, Zuführtechnik und Arbeitswissenschaft. Seit dem 01. Januar 2008 ist er zudem geschäftsführender Gesellschafter des Instituts für Integrierte Produktion Hannover gGmbH (IPH).



**Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. mult. h.c. Hans-Peter Wiendahl (†)** geboren 1938, gestorben 2019, studierte zunächst Maschinenbau an der Staatlichen Ingenieurschule Dortmund und schloss nach einer zweijährigen Konstrukteurstätigkeit ein Maschinenbaustudium an der RWTH Aachen und am MIT, Cambridge, USA an. Danach promovierte er 1970 bei Prof. Opitz am Werkzeugmaschinenlaboratorium

der RWTH Aachen und habilitierte sich dort 1972. Von 1972 bis 1974 war er Leiter Planung und Qualität der Escher Wyss GmbH Ravensburg, einer Tochter des Sulzer-Konzerns und anschließend Leiter Technik Papiermaschinen in dieser Firma. 1979 folgte er einem Ruf an die Universität Hannover, wo er bis 2003 als Geschäftsführender Leiter des Instituts für Fabrikanlagen und Logistik im Fachbereich Maschinenbau wirkte. Die Schwerpunkte seiner Forschungs- und Lehrtätigkeit lagen auf dem Gebiet der Fabrikplanung, Produktionssteuerung und Montage. Zahlreiche Bücher, Zeitschriftenaufsätze, realisierte Fabrikprojekte und einige Filme dokumentieren seine Arbeiten. In seiner aktiven Universitätszeit amtierte Prof. Wiendahl unter anderem als Vizepräsident für Forschung an seiner Universität. Er war Fachgutachter der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF), der Stiftung Industrieforschung und der Volkswagenstiftung. Von 1992 bis 2008 war er Geschäftsführender Gesellschafter des Instituts für Integrierte Produktion gemeinnützige GmbH (IPH) Hannover. Darüber hinaus nahm er Gastvorlesungen an der ETH Zürich, der RWTH Aachen und der Jacobs University in Bremen sowie Mandate als Beirats- und Aufsichtsrat wahr.

Prof. Wiendahl war Mitglied der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik e. V. (WGP, Vorsitz 1998/99), der Internationalen Akademie für Produktionstechnik (CIRP) und der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech). Er war Ehrendoktor der TU Magdeburg, der ETH Zürich und der Universität Dortmund sowie Träger der Herwart-Opitz-Ehrenmedaille des VDI sowie der Golden Medal des SME USA.

Prof. Wiendahl initiierte die Synergetische Fabrikplanung gemeinsam mit Prof. Reichardt und war Autor der 1. und 2. Auflage dieses Buches.

# Die Mitverfasser

**Felix Bussemer**

Linde Material Handling GmbH

Abschnitt 7.5 (Vertragsanbahnung und -gestaltung)

**Cihan Cevirgen**

Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA), Leibniz Universität Hannover

Abschnitt 1.1 (Einleitung), Abschnitt 1.2 (Synergetische Fabrikplanung), Abschnitt 1.3 (Planungsgrundlagen), Abschnitt 1.4 (Produktionsanforderungen), Abschnitt 7.5 (Vertragsanbahnung und -gestaltung)

**Detlef Gerst**

IG Metall

Abschnitt 8.2 (Arbeitsorganisation und Kompetenzentwicklung)

**Tobias Heinen**

GREAN GmbH

Abschnitt 2.3 (Nachhaltigkeit)

**Lennart Hingst**

Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA), Leibniz Universität Hannover

Abschnitt 2.2 (Veränderungsfähigkeit), Kapitel 4 (Grundlagenermittlung), Abschnitt 5.1 (Grundlagen), Abschnitt 5.2 (Strukturentwicklung), Abschnitt 5.3 (Strukturdimensionierung), Abschnitt 5.4 (Groblayoutplanung), Abschnitt 6.1 (Grundlagen), Abschnitt 6.2 (Transporte), Abschnitt 6.3 (Verkehrswege), Abschnitt 6.4 (Feinlayout), Abschnitt 7.8 (Umsetzung)

**Gerhard Hoffmann**

Beratender Ingenieur, IK NRW  
Senior Auditor DGNB + BREEAM  
DACH

Abschnitt 5.6.4 (Technische Gebäudeausstattung)

**Justin Hook**

Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA), Leibniz Universität Hannover

Abschnitt 2.4 (Digitalisierung), Kapitel 7 (Projektmanagement und Umsetzung)

**Jonas Kerstgens**

Reichardt - Maas - Assoziierte  
Architekten GmbH & Co. KG

Abschnitt 1.2 (Synergetische Fabrikplanung), Abschnitt 2.4 (Digitalisierung), Abschnitt 3.1 (Zielfestlegung), Abschnitt 3.2 (Standortplanung), Abschnitt 5.5 (Generalbebauung), Abschnitt 5.6 (Gebäudegestaltung), Abschnitt 6.5 (Räumliche Arbeitsbereichsgestaltung), Abschnitt 6.6 (Räumliche Arbeitsplatzgestaltung), Abschnitt 8.3 (Facility Management), Kapitel 9 (Fallbeispiele)

**Alexander Mütze**

thyssenkrupp Marine Systems GmbH

Abschnitt 5.1 (Grundlagen), Abschnitt 6.1 (Grundlagen), Abschnitt 8.1 (Produktionsplanung und -steuerung, PPS)

**Yeong-Bae Park**

Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA), Leibniz Universität Hannover

Abschnitt 2.5 (Kommunikation)

**Leonard Rieke**

Institut für Fabrikanlagen und Logistik  
(IFA), Leibniz Universität Hannover

Abschnitt 3.1 (Zielfestlegung), Abschnitt 5.2 (Strukturentwicklung), Abschnitt 5.3 (Strukturdimensionierung), Abschnitt 5.4 (Groblayoutplanung), Abschnitt 6.2 (Transporte), Abschnitt 6.3 (Verkehrswege), Abschnitt 6.4 (Feinlayout)

**Lena Wecken**

Institut für Fabrikanlagen und Logistik  
(IFA), Leibniz Universität Hannover

Abschnitt 2.1 (Geschichte der Produktionskonzepte), Abschnitt 3.2 (Standortplanung), Abschnitt 5.1 (Grundlagen), Abschnitt 7.8 (Umsetzung)

# Grundlagen der Fabrikplanung

<b>1.1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>3</b>
1.1.1	Wandlungsträge Fabriken .....	3
1.1.2	Bisherige Ansätze der Unternehmensführung .....	6
1.1.3	Wettbewerbsfaktoren überlegener Organisationen .....	10
1.1.4	Lösungsansatz für die Fabrikplanung .....	14
<b>1.2</b>	<b>Synergetische Fabrikplanung</b> .....	<b>15</b>
1.2.1	Bestehende Fabrikplanungsansätze .....	15
1.2.2	Ansatz der Synergetischen Fabrikplanung .....	17
1.2.3	Prozess- und Schalenmodell .....	20
<b>1.3</b>	<b>Planungsgrundlagen</b> .....	<b>29</b>
1.3.1	Fabrikplanung als Teil der Unternehmensplanung .....	29
1.3.2	Zielhierarchie der Fabrikplanung .....	31
1.3.3	Von der Wettbewerbsstrategie zur Fabrikstrategie .....	32
1.3.4	Marktleistung .....	36
1.3.5	Geschäftsprozesse .....	40
1.3.6	Gestaltungsfelder der Fabrik .....	41
1.3.7	Produktionsstandort und Fabrik .....	41
1.3.8	Morphologie der Fabriktypen .....	42
<b>1.4</b>	<b>Produktionsanforderungen</b> .....	<b>46</b>
1.4.1	Generelle Aspekte .....	46
1.4.2	Reaktionsschnelligkeit .....	47
1.4.3	Mengen- und Variantenflexibilität .....	48
1.4.4	Grenzwertorientierung .....	51
1.4.5	Selbstorganisation und Partizipation .....	56
1.4.6	Vernetzung und Kooperation .....	58
1.4.7	Demografische Entwicklung .....	61
1.4.8	Unternehmenskultur .....	62
<b>1.5</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>66</b>

# 1

## Grundlagen der Fabrikplanung

Kapitel 1 leitet in das Themenfeld der Fabrikplanung ein und beschreibt den inhaltlichen Rahmen dieses Handbuchs. Die Kernidee des hier vorgestellten Fabrikplanungsansatzes besteht darin, über eine integrierte Betrachtung von Prozess- und Raumsicht aus der spezifischen Problemstellung heraus ein Ergebnis methodengeleitet schrittweise zu erarbeiten, welches vorgegebene Fabrikziele bestmöglich erfüllt und eine zukunftsfähige Fabrik garantiert. Hierzu behandelt Kapitel 1 folgende Themenschwerpunkte:

- Die *Einleitung* (Abschnitt 1.1) illustriert die Problemfelder wandlungsträger Fabriken und leitet daraus Wettbewerbsfaktoren überlegener Organisationen ab, die das heutige Verständnis der Fabrikplanung maßgeblich prägen.
- Aus diesem Verständnis formt sich das Bild der *Synergetischen Fabrikplanung* (Abschnitt 1.2), mit der Fabriken in einem integrativen Modell aus Prozess- und Raumsicht geplant werden. Diese Herangehensweise und die damit einhergehenden Planungsprozesse geben den strukturellen und inhaltlichen Rahmen dieses Handbuchs vor.
- Zur besseren Einordnung der Fabrikplanung stellt Abschnitt 1.3 die notwendigen *Planungsgrundlagen* vor, die einen Einfluss auf die Gestaltungsfelder der Fabrik haben.
- Darüber hinaus bedarf es der Herleitung wesentlicher *Produktionsanforderungen* (Abschnitt 1.4), die weitere grundlegende Rahmenbedingungen an die Planung von Fabriken stellen.

## 1.1 Einleitung

Steigen Veränderungsgeschwindigkeit und -umfang im Umfeld eines Unternehmens, verliert die Fabrik ohne adäquate Veränderungen über wenige Jahre ihre Wettbewerbsfähigkeit. Der Hauptgrund liegt in der mangelnden Anpassungsfähigkeit ihrer Einrichtungen und Organisation. Für eine strategisch weitsichtige Fabrikplanung ist es daher unerlässlich, die Veränderungstreiber zu kennen, die in der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft auf eine Fabrik eingewirkt haben bzw. einwirken.

Neben der bekannten Anforderung an Effizienz werden heutzutage auch ergänzende Anforderungen vor allem bezüglich der Veränderungsfähigkeit, der Nachhaltigkeit, der Kommunikation sowie der digitalen Infrastruktur gestellt. Um diese bei der Fabrikgestaltung angemessen zu berücksichtigen, ist eine integrierte Prozess- und Raumsicht, die sogenannte Synergetische Fabrikplanung, wichtig.

Dieses Kapitel zeigt zunächst die Symptome einer wandlungsträgen Fabrik, erläutert dann wesentliche Entwicklungsstufen der modernen Fabrik, skizziert erste Ansätze eines wettbewerbsfähigen Produktionsunternehmens und gibt einen einleitenden Überblick über den im Buch verfolgten Lösungsansatz der Synergetischen Fabrikplanung.

### 1.1.1 Wandlungsträge Fabriken

Seit Beginn der 1990er-Jahre ist in Deutschland eine intensive Diskussion über die Rolle und Bedeutung der Produktion in Wissenschaft und Praxis zu beobachten. Der in den 1980er-Jahren entwickelte Ansatz des Computer Integrated Manufacturing (CIM) brachte nicht den erhofften Erfolg, um den weltweit höchsten Arbeitskosten zu begegnen. Die Scheinkonjunktur nach der deutschen Wiedervereinigung täuschte über die immer deutlicher werden Schwächen des Produktionsstandorts Deutschland hinweg. Erst die vom Massachusetts Institute of Technology (MIT), USA, erstellte Studie über die japanische, US-amerikanische und europäische Automobilindustrie machte schlagartig deutlich, dass insbesondere die deutschen Industrieunternehmen dabei waren, ihre Wettbewerbsfähigkeit hinsichtlich Produktivität, Lieferzeiten und Qualität einzubüßen [Wom90].

Als Hauptursache gilt die unzureichende Innovations- und Anpassungsfähigkeit der Unternehmen an die enorme Dynamisierung der Märkte und Technologien. Diese überwiegend durch Führungsmängel verursachte Schwäche lässt sich mit dem Begriff der *wandlungsträgen Fabrik* bezeichnen, deren Merkmale Bild 1.1 nach vier Hauptkriterien gliedert.

In der wandlungsträgen Fabrik entstand im Laufe einer langen Unternehmenstradition eine *komplexe Aufbau- und Ablauforganisation*: Zahlreiche Abteilungen, streng gegliedert in fünf bis zu sieben Hierarchiestufen, haben genau festgelegte Aufgaben und Kompetenzen. Eine Mitarbeiterbeteiligung ist nicht erwünscht, die Entgeltsysteme sind

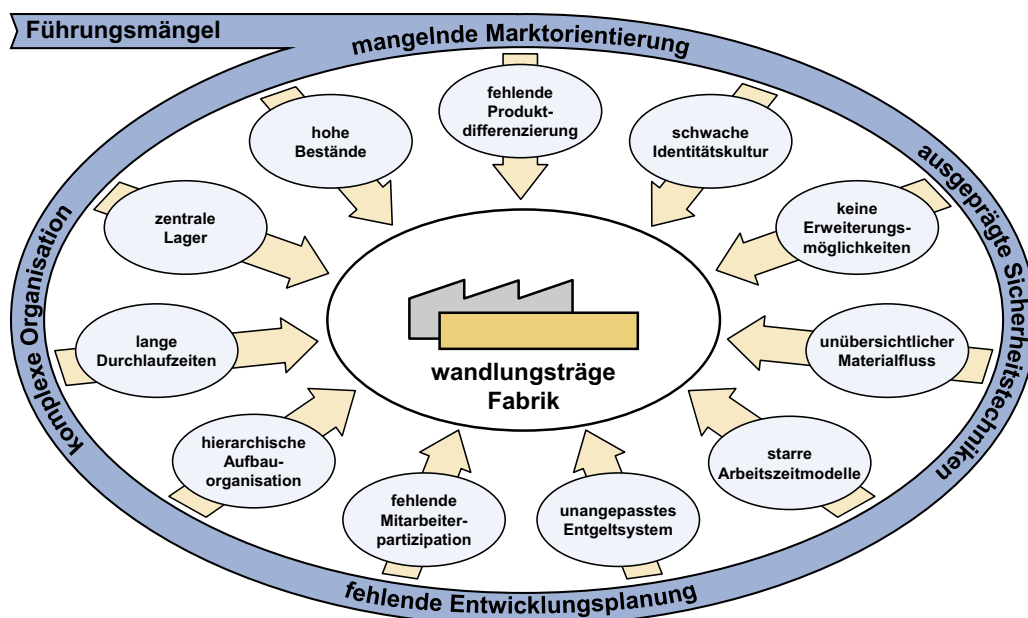


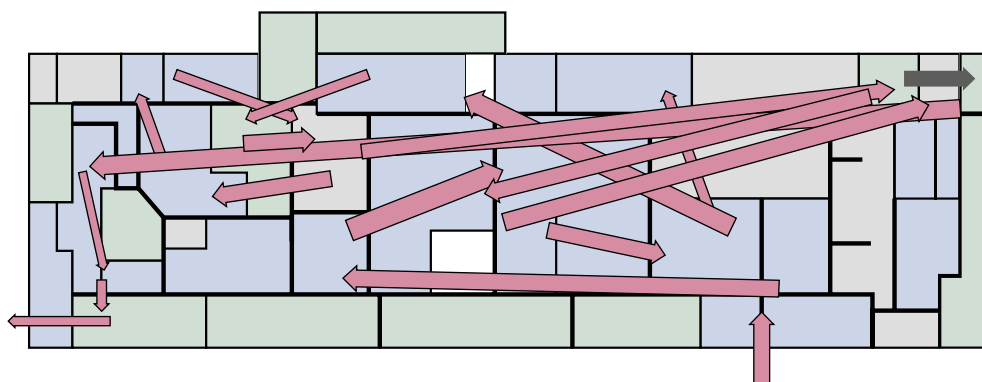
Bild 1.1 Merkmale wandlungsträger Fabriken

auf Leistung, nicht auf Ergebnisse ausgerichtet. Betont wird die funktionale Optimierung der Abläufe in Vertrieb, Konstruktion und Produktion. Lange Entscheidungswege und eine mehrfach aufgeteilte Verantwortung gegenüber dem Kunden für die Auftragsabwicklung sind die Folge. Fehlende Kundennähe steht in einem engen Zusammenhang mit einer *mangelnden Marktorientierung*. Infolge der funktionalen Organisation stehen nicht der Kunde und die Erfüllung seiner Wünsche im Vordergrund, sondern die Betonung von Betriebszielen wie die hohe Auslastung des Maschinenparks oder die Fertigung in sogenannten wirtschaftlichen Losgrößen. Erfolgreiches Handeln am Markt ist aber nur möglich, wenn es nach dem Grundsatz erfolgt, dass alles, was dem Kunden nicht dient, Verschwendung ist. Wandlungsträgen Unternehmen fehlt diese Ausrichtung. Sie nehmen meist keine innerbetriebliche Differenzierung ihrer Leistungen nach Kundengruppen und Märkten vor. Lange Durchlaufzeiten, hohe Bestände und zentrale Lager sind die sichtbaren Zeichen dieser falschen bzw. inkonsistenten Unternehmensausrichtung. Vielfach fehlt auch eine Unternehmensvision als Handlungsleitlinie, aus der für jeden Mitarbeiter unmittelbar verständlich wird, worin das grundlegende Unternehmensziel besteht. Eine gefährliche Folge ist die schwindende Unternehmensidentität und -kultur. Da sich die Mitarbeiter nicht mit dem Unternehmen und seinen Produkten identifizieren, sondern sich als Rädchen in einem großen Getriebe fühlen, kommt es teilweise zur „inneren Kündigung“. Man kämpft sich von Tag zu Tag durch die komplizierte Organisation. Kraft für neue Ideen bleibt nicht mehr. Dies spüren auch die Kunden, die zu Recht ein mangelndes Engagement ihrer Gesprächspartner beklagen. Ohne eine solche Gesamtzielsetzung ist auch die *Unternehmensentwicklung* nicht zu planen. Die historisch gewachsenen Strukturen spiegeln sich in einer planlosen

Gebäudestruktur wider, die einen ungeordneten Materialfluss und lange Transportwege nach sich zieht. Kurzfristige Anpassungen von Betriebsbereichen, z. B. aufgrund eines steigenden Produktionsbedarfs, sind nur mit erheblichem Aufwand möglich, weil keine Erweiterungsmöglichkeiten vorhanden oder vorgesehen sind. Verstärkt wird der Kulturverfall noch durch unansehnliche Gebäude, ungeordnete, räumlich verstreute Lagerflächen mit Rohmaterial, halb fertigen Teilen und Schrottsammlungen sowie schmutzige, schlecht beleuchtete Werkhallen, die eine positive Arbeitseinstellung erschweren. In diesem Zustand möchten die Verantwortlichen der Fabrik ihre Kunden gar nicht mehr durch den Betrieb führen, weil die Diskrepanz zwischen dem Produktanspruch und dem Erscheinungsbild der Fabrik zu offensichtlich ist.

Die geschilderten Entwicklungen führen schließlich zu einem *ausgeprägten Sicherheitsdenken*. Hohe Bestände in Rohmaterial, Zukaufteilen, Zwischenfabrikaten und Endprodukten täuschen eine Reaktionsfähigkeit vor, welche die Struktur selbst nicht mehr leisten kann. Kommt es zu Aufträgen, die nicht der Routine entsprechen, entstehen lange Lieferzeiten, Eilaufträge und Terminverzögerungen.

Bild 1.2 zeigt ein typisches Praxisbeispiel für Wandlungsträgheit. In dem dargestellten Fertigungsbereich fällt sofort der stark ungerichtete Materialfluss auf. Die hier gefertigten Produkte legen während ihrer Bearbeitung deutlich mehr als einen Kilometer Wegstrecke zurück. Durchlaufzeiten von mehr als vier Wochen bei einer Bearbeitungszeit von zwei Tagen hatten hier eine ihrer Ursachen, doch auch lange Rüstzeiten und ein hoher Anteil an Nacharbeit bremsen den Auftragsdurchlauf. Ein neu aufzunehmendes Produkt in der Fertigung erzeugte ein Flächendefizit von 1400 m<sup>2</sup>. Das bildete einen Anlass, diese Struktur infrage zu stellen. Eine daraufhin initiierte Studie zeigte, dass eine konsequente Ausrichtung auf drei



#### Analyseergebnisse

- stark ungerichteter Materialfluss
- Durchlaufzeit ca. 38 Arbeitstage
- Fertigungswege 1300 m bis 1500 m
- Nacharbeitsanteil 20 %
- Rüstzeiten bis zu 16 Stunden
- Flächendefizit 1400 m<sup>2</sup>

**Bild 1.2**

Istzustand eines Fertigungsbereichs