



BIBLIOTHEK DES TECHNISCHEN WISSENS

Arndt Kirchner
Dietmar Schmid

Manfred Maier
Ulrich Kugel

Sven Holzberger

Produktionsorganisation

Qualitätsmanagement und Produktpolitik

12. überarbeitete Auflage

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL • Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 • 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 52417

Die Autoren des Buches

Arndt Kirchner	Dipl.-Ing. (FH)	Oberlenningen
Manfred Maier	Dipl.-Ing. (FH), Dipl.-Wirt.-Ing. (FH), Oberstudienrat	Dornstadt
Dietmar Schmid	Dr.-Ing., Professor	Essingen
Ulrich Kugel	Dipl.-Ing. (BA), Studienrat	Kirchheim/Teck
Sven Holzberger	Dipl.-Wirt.-Ing. (FH), Studienrat	Kornwestheim

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises: Prof. Dr.-Ing. Dietmar Schmid, Essingen

Illustrationen:

Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar

Betreuung der Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Ostfildern

Dem Buch wurden die neuesten Ausgaben der Normen und Gesetze zugrunde gelegt. Verbindlich sind jedoch nur die Normblätter selbst und die amtlichen Gesetzestexte. Wie in Lehrbüchern üblich, werden etwa bestehende Patente, Gebrauchsmuster oder Warenzeichen meist nicht erwähnt. Das Fehlen eines solchen Hinweises bedeutet daher nicht, dass die dargestellten Produkte davon frei sind. Die Bilder sind von den Autoren entworfen bzw. entstammen aus deren Arbeitsumfeld. Soweit Bilder, insbesondere Fotos, einem Copyright Dritter unterliegen, sind diese mit dem ©-Symbol und dem Urhebernamen versehen und im Quellenverzeichnis aufgelistet.

12. Auflage 2022

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

ISBN 978-3-8085-5295-7

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2022 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Satz: Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar
Umschlaggestaltung: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald
Umschlagfoto: Foto von Prof. Dr.-Ing. Dietmar Schmid, Essingen
Druck: Plump Druck & Medien GmbH, 53619 Rheinbreitbach

Vorwort zur 12. Auflage

Die **Produktionsorganisation**, das Produktmanagement in Verbindung mit dem Qualitätsmanagement, rückt immer stärker in den Mittelpunkt heutiger Unternehmen. Wirtschaftlicher Erfolg setzt nicht nur das Beherrschen technischer Lösungen voraus, sondern auch ihre Umsetzung mit der richtigen Produktionsorganisation und der geeigneten Produktpolitik im globalen Wettbewerb. Waren diese Aufgaben früher fast nur die Aufgaben des oberen Managements, so sind dies heute, dank flacher Hierarchien, Aufgaben, die fast jede Mitarbeiterin und jeden Mitarbeiter in einem Unternehmen angehen.

Dieses Buch soll die Aufgaben in diesem Arbeitsfeld verdeutlichen, den Lernenden die Augen für betriebliche Zusammenhänge öffnen und Hilfe für eine erfolgreiche eigene berufliche Tätigkeit sein. Für Lehrende, die oftmals die berufliche Wirklichkeit nur aus „früheren“ Erfahrungen kennen, soll dieses Buch eine Handreichung darstellen, die den aktuellen Stand heutiger Unternehmenspolitik repräsentiert.

Gegliedert ist das Buch in diese Bereiche:

Produktionsmanagement mit

- Betriebsorganisation,
- Methoden der Planung,
- Informationsfluss,
- Arbeitssystemgestaltung, Ergonomie,
- Kostenrechnung,
- Produktionsplanung und -steuerung (PPS),
- Manufacturing Execution Systems (MES),
- Projektmanagement sowie
- Personalmanagement (PM).

Qualitätsmanagement mit

- Qualität und Prüfplanung,
- DIN ISO 9000:2015-11 ff sowie
- TQM und TQM-Werkzeuge.

Produktpolitik mit

- Marketing und Marketinginstrumenten,
- Strategie sowie
- Käuferverhaltensforschung und Marktforschung.

Das vorliegende Buch vermittelt den Lehrstoff, wie er in den Berufsfachschulen und in Berufskollegs für Technik und Wirtschaft gefordert wird, ferner wie er notwendig ist in Technikerschulen und in Meisterschulen sowie im Bereich der beruflichen Weiterbildung. Für Studierende der Hochschulen, insbesondere mit technisch orientierten Studiengängen, vermittelt das Buch das notwendige ergänzende Wissen für die betriebswirtschaftlichen Fragestellungen, denen sich jeder im Beruf stellen muss.

Die vorliegende **12. Auflage** wurde aktualisiert. Hervorzuheben sind die Neuerungen in den Kapiteln Montagetechnik, Betriebsdatenerfassung, Personalmanagement und Produktpolitik.

In der **EUROPATHEK** (siehe vordere Umschlaginnenseite) stehen eine Reihe von digitalen **Zusatzmaterialien** zur Verfügung: ein Repetitorium zum schrittweisen Studieren und zur Lernkontrolle ganzer Wissensgebiete sowie wichtige Gesetzestexte.

Wenn Sie mithelfen möchten, dieses Buch für die kommenden Auflagen zu verbessern, schreiben Sie uns unter **lektorat@europa-lehrmittel.de**. Ihre Hinweise und Verbesserungsvorschläge nehmen wir gern auf.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	9	3.1.2	Projektplanung	62
1.1	Ziel der Produktion	9	3.1.3	Rechte des Betriebsrates und Einbeziehung der Mitarbeiter	63
1.2	Produktionsarten	10	3.2	Planungssystematik	64
1.3	Unternehmensphilosophien	12	3.2.1	Verbindung von Theorie und Praxis	64
1.3.1	Lean Production	13	3.2.2	Analyse der Ausgangssituation	65
1.3.1.1	Lean Production: Fertigung	13	3.2.3	Ziele und Aufgaben	65
1.3.1.2	Lean Production: Entwicklung	14	3.2.4	Arbeitssystem	66
1.3.1.3	Lean Production: Konstruktion	15	3.2.5	Feinkonzept	67
1.3.1.4	Lean Production: Organisation	15	3.3	Methoden der Ideenfindung	68
1.3.2	Toyota-Produktions-System (TPS)	16	3.3.1	Brainstorming	68
1.4	Exkurs: Industrie 4.0	17	3.3.2	Morphologische Analyse	69
2	Betriebsorganisation	21	3.4	Planungsdarstellung	72
2.1	Unternehmen und Betriebsorganisation	21	3.4.1	Projektstrukturplan	72
2.1.1	Das Unternehmen und der Markt	22	3.4.2	Balkenplan (Gantt-Diagramm)	72
2.1.2	Entwicklungstendenzen bei Unternehmen	23	3.4.3	Flussdiagramm	73
2.1.3	Die neuen Anforderungsprofile	23	3.4.4	Netzplan	73
2.2	Der Unternehmensprozess	24	3.5	Planungshilfen	76
2.2.1	Die neuen Herausforderungen	24	3.5.1	ABC-Analyse	76
2.2.2	Konsequenzen für Unternehmen und ihre Produkte	25	3.5.2	XYZ-Analyse	76
2.2.3	Workflow (Prozessketten und Prozess- netze)	27	3.5.3	Nutzwertanalyse	78
2.2.4	Das Prozessmanagement	28	3.5.4	Wertanalyse	80
2.2.5	Einführung des Prozessmanagements	29	4	Grundlagen des betrieblichen Informationssystems	83
2.2.5.1	Prozesse definieren (Etappe I)	29	4.1	Information und Produktionsfaktoren	83
2.2.5.2	Prozesse analysieren (Etappe II)	31	4.2	Produktprogramm und Produktlebens- zyklus	83
2.2.5.3	Prozesse optimieren (Etappe III)	34	4.3	Produktentwicklung und Auftragsabwicklung	84
2.2.5.4	Prozesse festigen (Etappe IV)	36	4.4	Datenmanagement	85
2.3	Die Aufbauorganisation	38	4.5	Computer Aided Industry (CAI)	87
2.3.1	Organisation	38	4.6	Kommunikationssysteme	88
2.3.2	Gestaltungsprinzipien	39	4.6.1	Lokale Kommunikation	89
2.3.3	Aufgabe, Stelle, Instanz und Arbeitsplatz	39	4.6.2	Internet und Intranet	90
2.3.4	Gliederungsmerkmale	41	4.6.3	Lokale Netze (LAN)	91
2.3.5	Aufbaustrukturprinzipien	41	4.6.4	IT-Sicherheitsmanagement	92
2.4	Die Ablauforganisation	44	4.6.4.1	Einführung	92
2.4.1	Ziele und Aufgaben	44	4.6.3.2	Grundwerte der IT-Sicherheit	92
2.4.2	Gestaltung der Arbeitsabläufe	45	4.6.4.3	Vorschriften und Gesetze	93
2.4.3	Der Auftrag	46	4.6.4.4	Strukturierung	94
2.4.4	Die Arzteilung und die Mengenteilung	47	4.7	Datenarten	95
2.4.5	Die Arbeitsstrukturierung	48	4.8	Modellbetrieb	97
2.5	Unternehmensstrategien	49	4.9	Nummerung	99
2.5.1	Auslandsinvestitionen	49	4.9.1	Identnummer	99
2.5.2	Simultaneous Engineering (SE)	50	4.9.2	Klassifizierungsnummer	99
2.5.3	Lean Management	51	4.9.3	Verbundnummer	100
2.6	Unternehmenssteuerung	52	4.9.4	Parallelnummer	100
2.6.1	Controlling	52	4.9.5	Sachmerkmaliste	101
2.6.2	Benchmarking	55	4.10	Dateiverarbeitung und Datenbanken	102
2.6.3	Reengineering	57	4.10.1	Datenstrukturen	102
3	Methoden der Planung	61	4.10.2	Datenbanken	103
3.1	Planung	61	4.10.3	Relationales Datenmodell	104
3.1.1	Planungsanstöße	61	4.10.4	Entity-Relationship-Modell (ERM)	105

4.10.5	Entwurf einer Datenbank zur Bestellabwicklung	107
4.10.6	Erstellen einer Datenbank mit Apache OpenOffice Base	109
4.10.7	Datenbankabfragesprache SQL	116
4.11	Erzeugnisgliederung	117
4.11.1	Teilarten	117
4.11.2	Fertigungsorientierte Erzeugnisgliederung	117
4.11.3	Stücklisten	121
4.11.3.1	Mengenübersichtsstückliste	121
4.11.3.2	Strukturstückliste	121
4.11.3.3	Baukastenstückliste	122
4.12	Arbeitsablauf und Zeiten	127
4.12.1	Ablaufabschnitte und Ablaufarten	127
4.12.2	Vorgabezeit	129
4.12.3	Zeitermittlung	130
4.13	Arbeitsplanung	135
4.13.1	Aufgaben der Arbeitsplanung	135
4.13.2	Arbeitsplan	135
4.13.3	Arbeitsplanerstellung	136
4.13.4	Rationalisierung der Arbeitsplanung	138
4.13.5	Arbeitspläne für das Beispielerzeugnis des Modellbetriebes	139

5 Arbeitssystemgestaltung 143

5.1	Grundlagen der Arbeitssystemgestaltung	143
5.1.1	Der Mensch ist das Maß	143
5.1.2	Menschengerechte Arbeitsgestaltung	145
5.1.3	Die Gestaltung von Arbeitssystemen im Gesamtüberblick	146
5.2	Ergonomie	147
5.2.1	Aufgabe, Ziel und Inhalt	147
5.2.2	Ergonomische Checkliste für manuelle Arbeitssysteme	147
5.2.3	Arbeitsbelastung und Arbeitsbeanspruchung	154
5.2.4	Belastungsanalyse und Gestaltungsregeln bei der körperlichen Arbeit	158
5.2.5	Belastungen durch die Arbeitsorganisation (Schichtarbeit)	162
5.2.6	Beispiel für eine Arbeitsplatzgestaltung	164
5.3	Montagetechnik	172
5.3.1	Grundlagen	172
5.3.2	Der Materialfluss	177
5.3.2.1	Lagern	177
5.3.2.2	Puffern	178
5.3.2.3	Bunkern	178
5.3.2.4	Magazinieren	180
5.3.2.5	Fördern	181
5.3.3	Montagemaschinen	184
5.3.4	Roboter	185
5.3.5	Montageorganisation	189
5.4	Materialflussoptimierung	191
5.4.1	Zielsetzung	191
5.4.2	Planung und Gestaltung	191
5.4.3	Beispiel im Modellbetrieb	192
5.4.3.1	Etappe I: Materialfluss-Prozess definieren	192

5.4.3.2	Etappe II: Materialfluss-Prozess analysieren	193
5.4.3.3	Etappe III: Materialfluss-Prozess optimieren	195
5.4.3.4	Etappe IV Materialfluss-Prozess festigen	197
5.5	Fabrikplanung	199
5.6	Virtualisierung	211
5.6.1	Stereoskopische Betrachtung	211
5.6.2	Virtual Environments (VE)	211
5.6.3	Anwendung von VE-Systemen	214
5.7	3D-Druck	215
5.8	Arbeitsbewertung	219
5.8.1	Ziele und Anforderungen an die Arbeitsbewertung	219
5.8.2	Verfahren der Arbeitsbewertung	220
5.8.2.1	Summarische Arbeitsbewertung	220
5.8.2.2	Analytische Arbeitsbewertung	221
5.8.3	Arbeitsbeschreibung	222
5.8.4	Anforderungsanalyse	223
5.8.5	Quantifizierung der Anforderungen	224
5.8.6	Einstufen in Lohngruppen (Tarifizieren)	226
5.8.7	Zukunft der Arbeitsbewertung	227
5.8.8	Vor- und Nachteile der Arbeitsbewertung	227
5.8.9	Beispiele aus einem Tarifvertrag	227
5.9	Entlohnung und Entgeltdifferenzierung	229
5.9.1	Allgemeines	229
5.9.2	Grundlagen der Entgeltdifferenzierung	229
5.9.3	Anforderungsabhängige Entgeltdifferenzierung	230
5.9.4	Leistungsabhängige Entgeltdifferenzierung	231
5.9.5	Arten der leistungsabhängigen Entlohnung	231
5.9.6	Zeitlohn, Gehalt, Zeitlohn mit Leistungszulagen	235
5.10	Entgeltrahmenabkommen, Entgeltrahmentarifverträge (ERA)	236
5.10.1	Einführung	236
5.10.2	Arbeitsbewertungsmethoden	239
5.10.3	Tarifierungsbeispiele	245
5.11	Rechtliche Grundlagen bei der Arbeitssystemgestaltung	249
5.11.1	Verfassungsrechtliche Grundlagen	249
5.11.2	Umsetzung in der sozialen Marktwirtschaft	249
5.11.3	Arbeitsrecht und Arbeitsschutz	250
5.11.4	Die wichtigsten Regelwerke	250
5.11.5	Das staatliche Arbeitsschutzrecht	252
5.11.6	DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ – Unfallverhütungsvorschrift	252
5.11.7	Die Fürsorgepflicht	253
5.11.8	Das Europäische Arbeitsschutzrecht	253
5.11.9	Die Gefährdungsbeurteilung	255
5.11.9.1	Einführung	255
5.11.9.2	Inhalt und Ablauf der Gefährdungsbeurteilung Vorgehensweisen und Verfahren	255
5.11.9.3	Verantwortung und Mitwirkung bei der Gefährdungsbeurteilung	258
5.11.9.4	Zeitpunkt der Gefährdungsbeurteilung	258
5.11.9.5	Gestaltungsranfolge von Arbeitsschutzmaßnahmen	259
5.11.9.6	Die Verantwortung des Unternehmers	262

5.11.10	Gefahrstoffe	263
5.11.11	EU-Maschinenrichtlinie	265
5.11.12	Europäische Sicherheitsnormen	268

6	Kostenrechnung für die Betriebspraxis	269
6.1	Was sind Kosten?	269
6.2	Gliederung der Kosten	270
6.3	Kostenartenrechnung	272
6.4	Innerbetriebliche Leistungsverrechnung	275
6.4.1	Verfahren zur innerbetrieblichen Leistungsverrechnung	276
6.4.2	Betriebsabrechnungsbogen (BAB)	276
6.4.3	Platzkostenrechnung	285
6.5	Kalkulationen	290
6.5.1	Aufgaben der Kalkulation	290
6.5.2	Arten der Kalkulation	290
6.5.3	Divisionskalkulation	290
6.5.4	Zuschlagskalkulation	293
6.6	Vollkostenrechnung und Teilkostenrechnung	297
6.6.1	Vollkostenrechnung	297
6.6.2	Teilkostenrechnung (Deckungsbeitragsrechnung)	297
6.6.3	Vergleich Vollkostenrechnung und Teilkostenrechnung	299
6.7	Kostenvergleichsrechnungen	304
6.7.1	Ermittlung von Grenzwerten	306
6.7.2	Eigenleistung oder Fremdleistung	307
6.7.3	Statische Investitionsrechnung	308
6.7.4	Dynamische Investitionsrechnung	310
6.7.4.1	Kapitalwertverfahren	310
6.7.4.2	Internes Zinsfußverfahren	312
6.7.4.3	Annuitätenverfahren	314
6.7.4.4	Dynamische Amortisationsrechnung	316
6.8	Prozesskostenrechnung	317
6.9	Zielkostenrechnung (Target costing)	319

7	Produktionsplanung und -steuerung (PPS)	322
7.1	PPS-Grundlagen	322
7.1.1	Logistik, PPS, ERP und SCM	322
7.1.2	Zielkonflikt der PPS	323
7.1.3	PPS-Planungsgrößen	325
7.1.4	Groblauf der PPS	327
7.1.5	Planungsebenen	330
7.1.6	Vom MRP-Konzept zum ERP-System	331
7.2	Das SAP ERP®-System	332
7.2.1	Grundlagen	332
7.2.2	Merkmale des SAP ERP-Systems	333
7.2.3	Unternehmensstruktur und Organisationseinheiten	334
7.2.4	Einführung in die Bedienung	335
7.2.5	Materialstammdaten	336
7.2.6	Stücklisten	338

7.3	Produktionsprogrammplanung	339
7.3.1	Überblick	339
7.3.2	Prognoseverfahren	339
7.3.3	XYZ-Analyse	344
7.3.4	Bevorratungsstrategie	345
7.3.5	Dispositionsverfahren	346
7.3.6	ABC-Analyse	348
7.3.7	Auftragsneutrale Durchlaufzeitplanung	350
7.3.8	Eigenfertigung oder Fremdbezug	354
7.3.9	Bestandsplanung	355
7.4	Vertrieb	359
7.4.1	Angebotsarten	359
7.4.2	Angebotsbearbeitung	360
7.4.3	Rahmenvereinbarung	362
7.5	Materialsteuerung	364
7.5.1	Materialbedarfsermittlung	365
7.5.2	Materialbestandsführung	368
7.5.3	Beschaffungsrechnung	373
7.5.4	Materialdisposition eines Kundenauftrages	376
7.6	Eigenfertigungsplanung und -steuerung	382
7.6.1	Durchlaufterminierung (Feinterminierung)	383
7.6.2	Kapazitätsterminierung (Kapazitätsfeinplanung)	385
7.6.3	Reihenfolgeplanung	386
7.6.4	Auftragsveranlassung und Auftragsüberwachung	388
7.7	Betriebsdatenerfassung (BDE)	390
7.7.1	Aufgaben von BDE	390
7.7.2	Technik der BDE	391
7.7.2.1	Strichcodes und Flächencodes	391
7.7.2.2	Codeleser	393
7.7.2.3	Elektronische Identifikationssysteme	395
7.7.3	Funkterminals	397
7.8	Fertigungssteuerung mit Kanban	398

8	Manufacturing Execution Systems (MES)	399
8.1	Ziele von MES	399
8.2	Das MES-System	400
8.2.1	Aufgabe	400
8.2.2	Grundlegende MES-Aufgabe im Produktionsprozess	400
8.2.3	Nutzungspotential	400
8.3	MES-Aufgabe in einem Produktionsprozess (Beispiel)	401
8.3.1	Auftrag	401

9	Projektmanagement	403
9.1	Grundlagen des Projektmanagements	403
9.1.1	Der Begriff Projekt	403
9.1.2	Elemente des Projektmanagements	404
9.1.3	Projektmanagementprozess und Projektwertschöpfungsprozess	405

9.1.4	Grundsätze des Projektmanagements . . .	406
9.1.5	Tätigkeitsbereiche des Projektmanagements	407
9.1.6	Projekt-Aufbauorganisation	407
9.1.7	Projekt-Organisationsformen	408
9.1.8	Projektphasen	410
9.2	Projektinitialisierung und Projektdefinition	411
9.2.1	Projektinitialisierung und Start der Projektdefinitionsphase	411
9.2.2	Situationsanalyse	412
9.2.3	Projektfeld- und Stakeholder-Analyse .	412
9.2.4	Zielentwicklung	413
9.2.5	Projektgrobplanung	414
9.2.6	Risikomanagement	414
9.2.7	Projektmarketing und Projektkommunikation	416
9.2.8	Projektantrag und Projektauftrag	417
9.3	Projektplanung	417
9.3.1	Projektstrukturplan und Arbeitspakete .	418
9.3.2	Projektablaufplan	420
9.3.3	Terminplanung	421
9.3.4	Ressourcenplanung	424
9.3.5	Kosten- und Finanzplanung	426
9.3.6	Projektplanung abschließen	427
9.3.7	Schätzverfahren	428
9.4	Projektdurchführung und Projektcontrolling	429
9.4.1	Aufgaben des Projektcontrollings	429
9.4.2	Terminkontrolle	430
9.4.3	Kosten- und Leistungskontrolle	431
9.4.4	Abweichungsursachen und Steuerungsmaßnahmen	433
9.4.5	Berichte	434
9.5	Projektabschluss	434

10	Personalmanagement (PM)	435
10.1	Einführung	435
10.1.1	Ziele und Aufgaben	435
10.1.2	Personal 4.0 und die Abschaffung des Fließbandes	436
10.2	Personalplanung	437
10.2.1	Zielsetzung	437
10.2.2	Stellenplanung	438
10.2.3	Stellenbesetzung	439
10.2.4	Personalförderung	441
10.2.5	Personalbeurteilung	441
10.2.6	Personalentlohnung	443
10.3	Personalführung	443
10.3.1	Übersicht	443
10.3.2	Konfliktmanagement	444
10.4	Mitarbeiterqualifizierung	445
10.4.1	Qualifizierungsplanung	445
10.4.2	Gestaltung der Qualifizierungsmaßnahmen	445
10.4.3	Qualifizierungsbereiche	446
10.4.4	Beteiligungsqualifizierung	446

11	Qualitätsmanagement	447
11.1	Einführung	447
11.1.1	Qualität	447
11.1.1.1	Qualitätsmerkmale	448
11.1.1.2	Fehler	448
11.1.2	Ziele des Qualitätsmanagements	449
11.1.3	Qualitätskreis und Qualitätspyramide .	451
11.2	Teilfunktionen des Qualitätsmanagements	451
11.2.1	Qualitätsplanung	452
11.2.2	Qualitätsprüfung	453
11.2.2.1	Prüfplanung	453
11.2.2.2	Prüfausführung	454
11.2.2.3	Prüfhäufigkeit	456
11.2.2.4	Prüfdatenverarbeitung	457
11.2.3	Qualitätslenkung	457
11.2.4	Qualitätsförderung	458
11.3	DIN EN ISO 9000:2015 ff	459
11.3.1	Grundsätze des Qualitätsmanagements (QM)	460
11.3.1.1	Prozess	461
11.3.1.2	Prozessorientierter Ansatz	461
11.3.2	Einleitung (Allgemeines)	463
11.3.2.1	Grundsätze des Qualitätsmanagement .	464
11.3.2.2	Risikobasiertes Denken	464
11.3.2.3	Die Norm DIN EN ISO 9001:2015	465
11.3.3	Kontext der Organisation (Normabschnitt 4)	465
11.3.3.1	Verstehen der Organisation (Normabschnitt 4.1)	465
11.3.3.2	Verstehen der Erfordernisse und Erwartungen (Normabschnitt 4.2)	465
11.3.3.3	Festlegen des Anwendungsbereichs (Normabschnitt 4.3)	466
11.3.3.4	Qualitätsmanagementsystem aufbauen (Normabschnitt 4.4)	466
11.3.4	Führung (Normabschnitt 5)	467
11.3.4.1	Führung und Verpflichtung (Normabschnitt 5.1)	467
11.3.4.2	Politik (Strategie) (Normabschnitt 5.2) .	467
11.3.4.3	Rollen, Verantwortlichkeiten und Befugnisse (Normabschnitt 5.3)	468
11.3.5	Planung (Normabschnitt 6)	468
11.3.5.1	Umgang mit Risiken und Chancen (Normabschnitt 6.1)	468
11.3.5.2	Qualitätsziele und Planung (Normabschnitt 6.2)	469
11.3.5.3	Planung von Änderungen (Normabschnitt 6.3)	470
11.3.6	Unterstützung (Normabschnitt 7)	470
11.3.6.1	Ressourcen (Normabschnitt 7.1)	470
11.3.6.2	Kompetenz (Normabschnitt 7.2)	473
11.3.5.3	Bewusstsein (Normabschnitt 7.3)	473
11.3.6.4	Kommunikation (Normabschnitt 7.4) . . .	474
11.3.6.5	Dokumentierte Information (Normabschnitt 7.5)	475
11.3.7	Betrieb (Normabschnitt 8)	476
11.3.7.1	Betriebliche Planung und Steuerung (Normabschnitt 8.1)	476
11.3.7.2	Anforderung an Produkte und Dienstleistungen (Normabschnitt 8.2) . .	476

11.3.7.3	Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen (Normabschnitt 8.3) . . .	479	12.1.4	Marketing und Prozessorientierung	536
11.3.7.4	Externe Prozesse, Produkte und Dienstleistungen (Normabschnitt 8.4) . . .	481	12.1.5	Marketing und die Ziele des Qualitätsmanagements	537
11.3.7.5	Produktion und Dienstleistungserbringung (Normabschnitt 8.5)	484	12.1.5.1	Kundenorientierung	537
11.3.7.6	Freigabe von Produkten und Dienstleistungen (Normabschnitt 8.6) . . .	485	12.1.5.2	Kundenwünsche und Total Quality Management	538
11.3.7.7	Steuerung nichtkonformer Ergebnisse (Normabschnitt 8.7)	486	12.1.5.3	Das Kano-Modell	539
11.3.8	Bewertung der Leistung (Normabschnitt 9)	486	12.1.5.4	Kundenorientierung und Kundenzufriedenheit	540
11.3.8.1	Überwachung, Messung, Analyse und Bewertung (Normabschnitt 9.1)	486	12.2	Marketinginstrumente	542
11.3.8.2	Internes Audit (Normabschnitt 9.2)	487	12.2.1	Die marktpolitischen Instrumente des Marketing	542
11.3.8.3	Managementbewertung (Normabschnitt 9.3)	488	12.2.2	Ziele und Gliederung der Produktpolitik . . .	543
11.3.9	Verbesserung (Normabschnitt 10)	488	12.2.3	Programmstrukturanalysen und das Portfolio	547
11.3.9.1	Allgemeines (Normabschnitt 10.1)	488	12.2.3.1	Übersicht	547
11.3.9.2	Nichtkonformitäten und Korrekturmaßnahmen (Normabschnitt 10.2)	489	12.2.3.2	Kurzbeschreibung des Marktwachstum-Marktanteil-Portfolio	547
11.3.9.3	Fortlaufende Verbesserung (Normabschnitt 10.3)	489	12.2.3.3	Erstellung eines Produktportfolios	548
11.3.9.4	Anhänge in ISO 9001:2015	489	12.2.3.4	Strategien zum Portfolio – der Produkt-Lebenszyklus	549
11.4	Total Quality Management (TQM)	490	12.2.4	Das mehrdimensionale Portfolio von McKinsey	549
11.4.1	Qualität als oberstes Unternehmensziel . .	491	12.2.5	Strukturanalysen	550
11.4.2	Six Sigma	492	12.2.5.1	Die Analyse der Altersstruktur	551
11.5	Werkzeuge des TQM	494	12.2.5.2	Benchmarking und die Innovationskraft . . .	551
11.5.1	7 Tools – Werkzeuge zur Problemerkennung und Problemanalyse	494	12.2.6	Die Umsatzstrukturanalyse	552
11.5.1.1	Das Flussdiagramm	494	12.2.6.1	Die Umsatzanteile	552
11.5.1.2	Die Pareto-Analyse	496	12.2.7	Die Produktpositionierungsanalyse	553
11.5.1.3	Das Ursache-Wirkungs-Diagramm	497	12.2.7.1	Beschreibung der Positionierungsanalyse	553
11.5.1.4	Das Verlaufsdiagramm	497	12.2.7.2	Die Verfahren zur Bestimmung von Produktmärkräumen	554
11.5.1.5	Das Baumdiagramm	498	12.2.7.3	Die faktorenanalytische Verdichtung	555
11.5.1.6	Das Streudiagramm	498	12.2.7.4	Die Positionierungs-Analyse (PA)	555
11.5.1.7	Das Matrixdiagramm	499	12.2.8	Analyse des Vertriebs über den Zwischenhandel	556
11.5.2	QFD – Quality Function Deployment	499	12.2.9	Operative Programm- und Produktpolitik . . .	557
11.5.3	FMEA – Failure Mode and Effects Analysis	501	12.2.9.1	Deckungsbeitragsanalysen	557
11.5.4	Statistische Prozesslenkung	504	12.2.9.2	Kundenzufriedenheitsanalysen, die Beschwerdepolitik	558
11.5.4.1	Einführung	504	12.3	Marketingstrategien zur Umsetzung der Produktpolitik	560
11.5.4.2	Darstellen und Auswerten von Prüfdaten . . .	506	12.3.1	Die Qualitätsorientierung	561
11.5.4.3	Mathematische Modelle zur Beschreibung von Zufallseignissen	511	12.3.2	Die Innovationsorientierung	562
11.5.4.4	Qualitätsregelkarten	520	12.3.3	Die Markierungsorientierung	563
11.5.4.5	Maschinenfähigkeit und Prozessfähigkeit . . .	524	12.3.4	Die Programmbreitenorientierung	563
11.6	KAIZEN	525	12.3.5	Kostenorientierung	564
11.6.1	Begriff und Prinzip des KAIZEN	525	12.4	Käuferverhaltensforschung	566
11.6.2	Innovation und KAIZEN	526	12.4.1	Marketingmanagement und Marketingforschung	566
11.6.3	Funktionsweise von KAIZEN	526	12.4.2	Das Paradigma des Kaufverhaltens	567
11.7	Glossar	527	12.5	Das Marketing-Mix	569
12	Produktpolitik	531	Verzeichnis der Sachworte und der Personen		571
12.1	Marketing	531	Quellenverzeichnis		584
12.1.1	Einführung	531			
12.1.2	Merkmale und Aufgaben des Marketings . . .	533			
12.1.3	Unternehmenspolitik	535			

1 Einführung

Unter Produktion versteht man allgemein die Herstellung oder das Verändern von Produkten. Produkte können sowohl Sachgüter, z. B. Motoren als auch Dienstleistungen, z. B. Wartungsarbeiten sein.

Gewinne kann man erzielen, wenn Kosten, Qualität und Lieferbereitschaft im Einklang stehen und wenn für das Produkt eine Nachfrage besteht. Daraus leitet sich die Orientierung am Kunden ab. Es kann meist davon ausgegangen werden, dass Produkte und/oder Produktionsunternehmen im Wettbewerb zueinander stehen. Dann ist für eine Gewinnorientierung die *Einzigkeit* eine bedeutsame Eigenschaft (**Bild 1**).

1.1 Ziel der Produktion

Das Ziel der Produktion ist Bedarfe zu decken und/oder Gewinne zu erzielen. So hat die Produktion im privaten Bereich, z. B. die Herstellung einer Mahlzeit in der häuslichen Küche das Ziel den eigenen Ernährungsbedarf zu decken. Die Herstellung von Mahlzeiten im Gastronomiebereich verfolgt hingegen das Erzielen von Gewinnen. Gewinne sind notwendig um Investitionen tätigen zu können und so die Unternehmen nachhaltig zu sichern. In sozialistischen Ländern mit Planwirtschaft war oft die Bedarfsorientierung im Vordergrund. In westlichen Gesellschaften ist es die Gewinnorientierung.

Die Einzigartigkeit kann z. B. in den Produkteigenschaften, nämlich in den Funktionen, den Materialien und den Formen liegen oder in der Art der Produktion hinsichtlich der entstehenden Kosten und Qualität oder auch hinsichtlich einer schnellen Lieferfähigkeit.

Zur Einzigartigkeit muss die Eigenschaft Wandlungsfähigkeit hinzukommen, sonst wird die Einzigartigkeit schnell verloren sein. Einzigartigkeit ist nichts Statisches. Einzigartig zu sein bedeutet jeden Tag neue Herausforderungen aufzunehmen und in diese mit besonderen Anstrengungen zu bestehen.

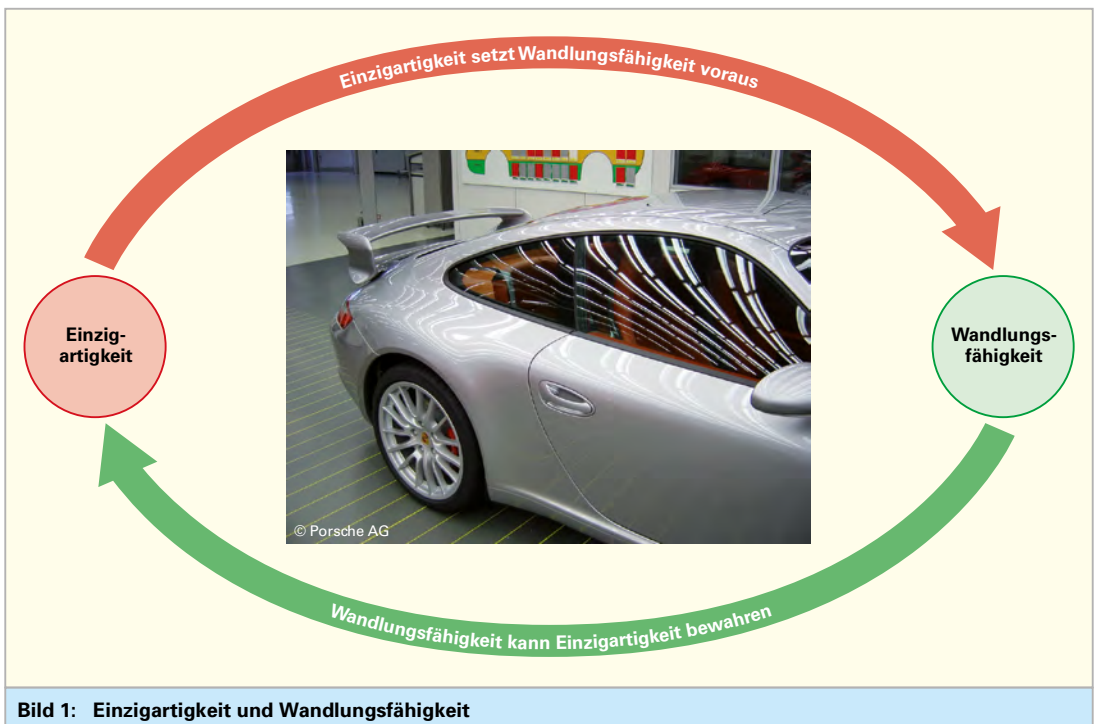


Bild 1: Einzigartigkeit und Wandlungsfähigkeit

Die Produktionsorganisation hat nun das Ziel, im Rahmen der *Ablauforganisation*¹ gewinnoptimale Bedingungen aus der Sicht des Materialflusses und des Informationsflusses zu schaffen (**Bild 1**). Es geht dabei konkret darum: wie sind Arbeitskräfte, Fertigungsgegenstände (Werkzeuge, Maschinen und z. B. Produkte) und Fertigungsmittel räumlich und zeitlich anzuordnen.

Im Rahmen der *Aufbauorganisation*² sind die strukturellen Aufgliederungen, Teilprozesse und Teilaufgaben zu gestalten und daraus Aufgabenfelder, z. B. Herstellung, Instandsetzung, Verwaltung mit den zugehörigen Stellen- und Leistungsbeschreibungen, abzuleiten

1.2 Produktionsarten

Abhängig von der Anordnung und Struktur der Betriebsmittel unterscheidet man:

- Die Werkbankfertigung,
- die Baustellenfertigung,
- die Werkstattfertigung und
- die Fließfertigung.

Werkbankfertigung

Im klassischen Handwerksbetrieb sind Werkzeuge, Betriebsmittel und Werkstoffe auf Arbeitsplätzen rund um die Arbeitenden gruppiert. In frühen Zeiten waren es häufig Ein-Mann-Handwerksbetriebe und dem Handwerker oblagen alle Arbeiten von der Akquisition (Beschaffung, Auftragsbesorgung) über die Herstellung bis zur Dokumentation und Rechnungsstellung. Den Ein-Personen-Handwerker findet man auch heute noch, z. B. als Schneider, Steinmetz (**Bild 2**) oder im Kunsthandwerk. Bei komplexen Produktionen, wie z. B. für die Herstellung von Gussteilen sind

aber schon immer mehrere Personen, auch in der Antike (**Bild 3**) arbeitsteilig, notwendig gewesen.



Bild 2: In der Werkstatt eines Steinmetz

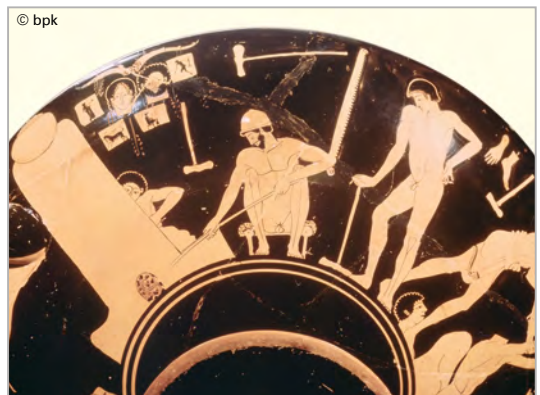


Bild 3: Antike Gießerei, Bild auf einer griechischen Vase (um 500 v. Chr.)

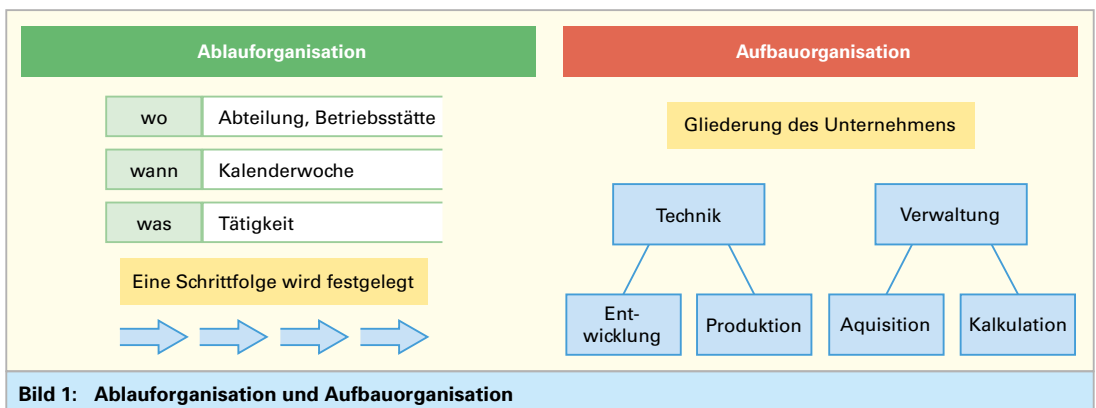


Bild 1: Ablauforganisation und Aufbauorganisation

¹ siehe auch Seite 44ff; ² siehe auch Seite 38ff

Baustellenfertigung

Hier ist das Fertigungsobjekt meist an einen wechselnden Ort gebunden, wie z. B. bei der Herstellung eines Hauses oder aber es sind sehr sperrige Güter, wie z. B. Schiffe und große Flugzeuge (**Bild 1**). Man unterscheidet daher die außerbetrieblichen, Baustellenfertigung und die innerbetrieblichen Baustellenfertigung.

Die Arbeiten können häufig in Form von Gruppenarbeit und als eine ganzheitliche Tätigkeit verrichtet werden. Der Werker oder Mitarbeiter hat einen intensiven Bezug zu seiner Arbeit, er kennt konkret den Auftraggeber, die Fertigungstermine und kann oft auch unterschiedliche Tätigkeiten verrichten. Er trägt unmittelbar Verantwortung für die Qualität des Produkts, den Arbeitsfortschritt und die Arbeitssicherheit.



Bild 1: Innerbetriebliche Baustellenfertigung, Beispiel: Flugzeugbau

Werkstattfertigung

Bei der Werkstattfertigung, als der Weiterentwicklung der Werkbankfertigung, sind die Maschinen für einen Aufgabentypus in Werkstätten zusammengefasst, z. B. die Schweißerei, die Dreherei, die Härtereie. So sind in der Schweißerei gleiche oder ähnliche Schweißmaschinen aufgestellt. Es gehören aber auch für die Aufgabe des Schweißens ergänzende Maschinen und Geräte dazu, wie z. B. eine Richtpresse.

Typisch für die Werkstattfertigung ist der relativ starke innerbetriebliche Transport der Produkte von und zu den einzelnen Werkstätten (**Bild 2**). Für eine kosten- und lieferzeitgünstige Produktion bedarf es dabei einer ausgeklügelten Logistik für die Materialflüsse und die Maschinenbelegungen. Die Werkstattfertigung zeichnet sich, bei richtiger Organisation, durch ihre hohe Flexibilität hinsichtlich der Produkte, der Lieferzeiten und der Leistungsmengen aus. Die Arbeiten bei der Werkstattfertigung lassen sich auch in Form der Gruppenarbeit organisieren. Die Werker haben in ihrem Teilbereich Verantwortung für die Qualität, die Fertigungstermine und teilweise auch für die Produktionsabläufe innerhalb der Werkstätte (**Bild 3**).

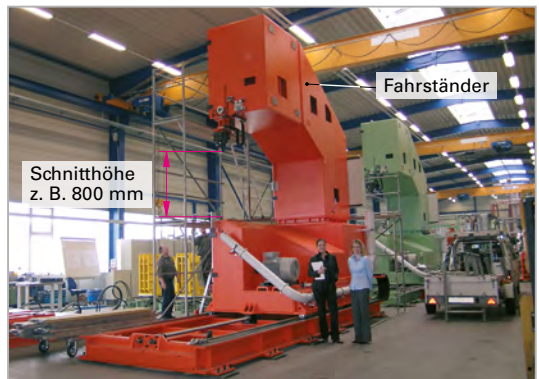


Bild 2: Werkstattfertigung für Fahrständer-Bandsägemaschinen, hier: Montage



Sicherstellen des Produktionsprogramms

Qualität, Quantität, Termine u. a.



Organisieren und Optimieren des Fertigungsabschnitts

Personaleinsatz, Maschinenbelegung u. a.
Neu- und Umgestalten der Arbeitssysteme u. a.
Arbeitsorganisation u. a.



Sichern der Qualität

Prüfen, Überwachen, Instandhalten u. a.



Führen von Mitarbeitern

Mitarbeiter einsetzen, fordern und fördern u. a.

Werkbankfertigung, Baustellenfertigung und Werkstattfertigung ermöglichen bei den Beschäftigten einen vielfältigen Arbeitseinsatz mit weitreichenden Verantwortlichkeiten.

Bild 3: Tätigkeitsmerkmale des Werkstattleiters

Fließfertigung

In der Fließfertigung wird die Produktion, meist von serienidentischen Produkten, in aufeinanderfolgende Produktionsschritte gegliedert und in eine dazu passende räumliche und zeitliche Folge hintereinandergeschaltet. Das Fließband mit kurzzyklisch ablaufenden, gleichartigen Verrichtungen ist das Synonym dafür (**Bild 1**).

Das Fließprinzip ermöglicht bei minimalen Transportwegen, Transportzeiten und Lagerflächen für die Fertigung von Serien gleicher oder sehr ähnlicher Produkte ein Maximum an Ausbringung, ein Maximum an Qualität und ein Minimum an Kosten. Fließfertigung kann vollständig händisch erfolgen oder vollständig automatisiert (**Bild 2**) oder im Mix, also zum Teil automatisiert, wie z. B. bei der Herstellung eines Motors: Die Motorbauteile werden automatisiert produziert wohingegen die Motormontage weitgehend händisch erfolgt.

Die Fließfertigung ist gekennzeichnet durch eine meist geringe Fertigungstiefe, d. h. es werden viele Komponenten zugekauft und sehr spezielle, von Dritten entwickelte, Materialien eingesetzt.

Die Fließfertigung bedarf einer gründlichen Vorplanung mit hohen Investitionen und birgt grundsätzlich hohe Risiken, z. B. bei Produktänderung, bei Nachfrageänderung, beim Ausfall einer Maschine oder beim Ausfall von zugelieferten Komponenten.

Es gilt die günstigen Fertigungsbedingungen auch für Kleinserien oder gar für Einzelwerkstücke zu realisieren. Hierzu werden große Anstrengungen gemacht, z. B. unter dem Stichwort *Flexible (Fließ-) Fertigung*. Es werden dazu mit einem universell einsetzbaren Maschinenpark in Verbindung mit einer flexiblen Verkettung (**Bild 3**) bzw. mit programmierbaren Transportgeräten kontinuierliche Materialflüsse erzeugt.

1.3 Unternehmensphilosophien

Zur Minderung der Risiken versuchen die Produktionsbetriebe die Kunden hinsichtlich einer gesicherten Abnahme und die Zulieferer hinsichtlich sicherer und kostengünstiger Zukaufkomponenten in die Pflicht zu nehmen. Auch werden die Maschinen, die Werkzeuge und die Produktionsstätten zunehmend nicht mehr vom Produktionsunternehmen beschafft, sondern abhängig von der Anlagenverfügbarkeit (Pay on Availability) und abhängig von der tatsächlichen Produktionsleistung (Pay on Production) vergütet.



Bild 1: Serienmontage am Fließband

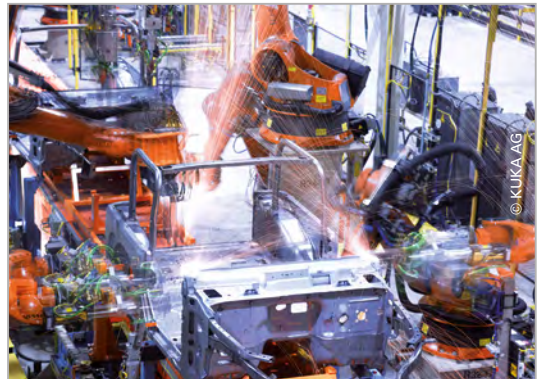


Bild 2: Roboter in der Serienmontage von Auto-karosserien



Bild 3: Roboter zur flexiblen Verkettung

So wird z. B. die Finanzierung und der Betrieb der anlagentechnischen Infrastruktur aus dem Unternehmen gelöst und an ein Betreiberkonsortium vergeben. Damit reduzieren sich die Fixkosten durch ein geringeres Anlagenvermögen und es reduziert sich vor allem das Produktionsrisiko.

1.3.1 Lean Production

Mit engl. *lean* = schlank wird betont, dass alles Unnötige in der Produktion und im Management zu vermeiden ist. Lean hat damit die Bedeutung mit allen Maßnahmen, höchste Effizienz zu erreichen.

Lean Production bedeutet, dass jeder Art von Verschwendung der Kampf angesagt wird. Auf Notwendigkeit ist stets zu überprüfen:

- Der Energieaufwand,
- der Aufwand an Personal,
- der Aufwand an Maschinen,
- der Aufwand an Flächen und Räumen,
- der Aufwand an Material (**Bild 1**).

Die Herausforderungen resultieren

- aus dem wachsenden Preisdruck durch die Globalisierung der Märkte,
- den kürzer werdenden Produktlebenszyklen und
- dem verstärkten Wunsch nach größerer Typenvielfalt.

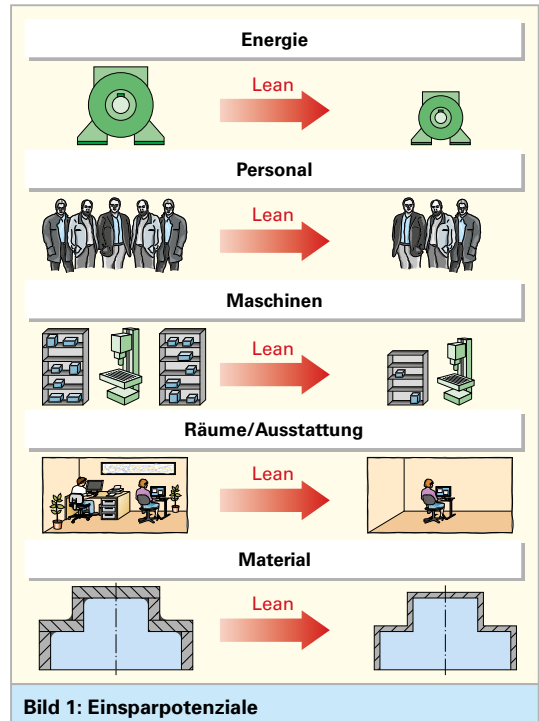
Damit wird in der Produktion auch eine höhere Flexibilität erlangt. Die vorhersehbaren Planungszeiträume werden kürzer. Der Blick in die Zukunft wird kürzer.

Flexibilität entsteht:

- durch Dreh-Fräszentren mit universeller Werkzeugvorhaltung,
- mit flexiblen Fertigungszellen, bestückt mit Maschinen für unterschiedliche Arbeitsaufgaben (sich ergänzende Maschinen: Sägen, Fräsen, Schleifen, Entgraten, Putzen ...), evtl. zusätzlich mit sich er-

1.3.1.1 Lean Production: Fertigung

Flexible Fertigung. Die Produktionseinrichtungen sind so zu gestalten, dass eine hohe Flexibilität entsteht.



setzenden Maschinen für höhere Ausbringung und zur Absicherung bei einem Maschinenausfall,

- mit Robotern, die mit Mehrfachgreifern oder Universalgreifern für unterschiedliche Werkstücke ausgestattet sind.
- durch Null-Fehler-Strategie. Teileprüfung und Fehlerbeseitigung unmittelbar im Produktionsbereich.

Rapid Manufacturing, Fertigen ohne Werkzeuge (Beispiel)

Die generativen Fertigungsverfahren, ursprünglich entwickelt für das Herstellen von Prototypen, durch einen Produktaufbau in dünnen Schichten, ermöglicht heute auch die direkte Herstellung von Fertigteilen aus dem CAD-Entwurf. So können Einzelwerkstücke oder Kleinserien in Kunststoffen oder durch das Lasersintern in Metallen und Keramiken ohne weitere Werkzeuge automatisiert hergestellt werden. Die geometrische Komplexität spielt nahezu keine Rolle. Die Funktionsintegration kann sehr weit gehen. So enthält der Robotergreifer (**Bild 2**) als ein einziges Integralteil: Greifzange, Greiffinger, Antriebsbalg und Aufnahme.

Foto: Prof. Berger HTW Aalen

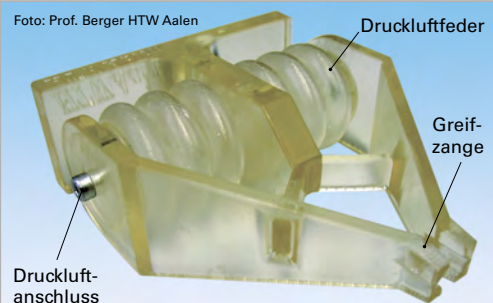


Bild 2: Rapid Manufacturing: Robotergreifer

1.3.1.2 Lean Production: Entwicklung

Simultaneous Engineering (SE). Unter Simultaneous Engineering (SE) versteht man die verkürzte Entwicklung eines neuen Produkts in dem mehrere Phasen **zeitlich überlappend** ausgeführt werden, insbesondere die Produktentwicklung und die Produktionsmittelplanung (**Bild 1**).

Da die Produktionsmittelplanung schon während des Konstruktionsprozesses beginnt, fließen in die Konstruktion Erfahrungen aus der Fertigung ein, wie z. B. Integration von Spannflächen oder von Aufnahmepunkten (**Bild 2**). Mögliche Schwierigkeiten in der Fertigung werden schon frühzeitig sichtbar und können im Team behoben werden.

Bei den Entwicklungsprojekten werden Teams gebildet aus unterschiedlichen Bereichen (**Bild 3**): Marketing, Rechnungswesen, Einkauf, Vertrieb, Konstruktion, Fertigung, Montage, u. a. mit kurzen wöchentlichen Fortschrittsberichten.

Kooperation und Partnerschaft mit Zulieferern. Die Einbindung der Zulieferer in die Produkt- und Produktionsmittelentwicklung verkürzt spätere Korrekturphasen und integriert das Know-How der Zulieferer und meist auch deren Kunden in die eigene Produktion. Die Verlässlichkeit der Zulieferer muss abgesichert, d. h. geprüft sein, z. B. durch Unternehmensaudits (Unternehmensbewertungen).



Bild 2: Umlenkhebel mit angegossenem Spannnocken

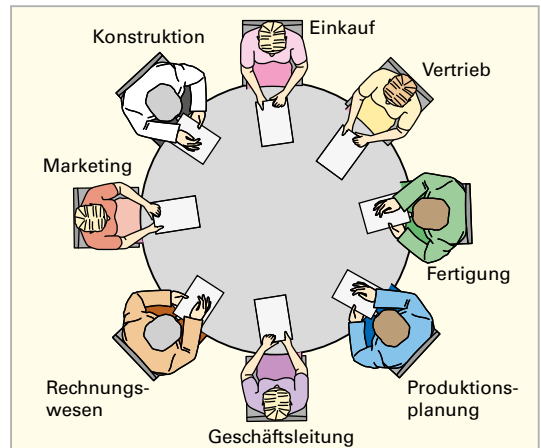


Bild 3: Team für SE-Projekt

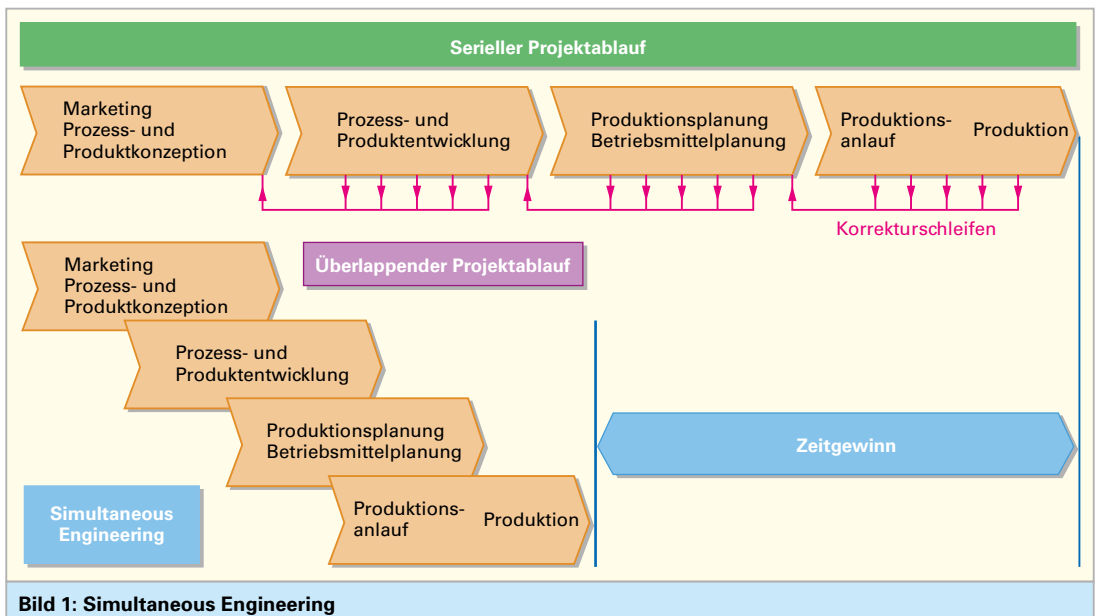


Bild 1: Simultaneous Engineering

1.3.1.3 Lean Production: Konstruktion

Die Konstruktion der Produkte ist hauptverantwortlich für die Kosten und für die Art der Produktion. So sind die Konstrukteure angehalten die Konstruktionen fertigungsgerecht und montagegerecht, kostengerecht, umweltgerecht, transportgerecht u. a. zu gestalten.

Je weniger Einzelteile ein Produkt aufweist um so kostengünstiger ist meist die Herstellung. Die Forderung ist also, mehrere Funktionen in ein Bauteil zu integrieren. Man spricht von **Integralbauweise**.

So können z. B. Karosserieteile aus mehreren Blechteilen geformt, gefügt, mit Löchern und Durchbrüchen geschnitten und mit Bolzen und Gewindestiften verschweißt werden oder aber mit einem Schuss als Integralbauteil in einer Druckgießmaschine hergestellt werden (**Bild 1**).

1.3.1.4 Lean Production: Organisation

Die Produktion wird in kleine überschaubare, gleichrangige Bereiche mit hoher Eigenverantwortung gegliedert. Ausgeführt werden die Arbeiten in kleinen Teams oder in Gruppen (**Bild 2**). Die Gruppen wählen aus ihrer Mitte einen Sprecher.

Die Merkmale der Gruppenarbeit sind:

- Die Einzelverrichtungen können von allen Mitarbeitern der Gruppe ausgeführt werden.
- Die Stellenbeschreibungen der Mitarbeiter sind hinsichtlich der Tätigkeitsinhalte nicht individualisiert.
- Der Sprecher hat keine Privilegien.
- Die Arbeitsentgelte sind für alle in der Gruppe gleich.



Integralteil:
Gusswerkstück

Blechteil:
Tiefziehwerkstück
(noch ohne Anbauteile)

Bild 1: Integralbauteil und übliches Blechteil

Notwendig ist für die Einführung von Gruppenarbeit, dass für die Gruppe eine Schulung zur Selbstorganisation durchgeführt wird und dass die Belange der Gruppe von den Führungskräften ernst genommen werden (**Bild 3**). Es ist auch wichtig dass ein offener Informationsaustausch stattfindet, dass z. B. der Produktionsstatus für alle transparent und abrufbar ist.

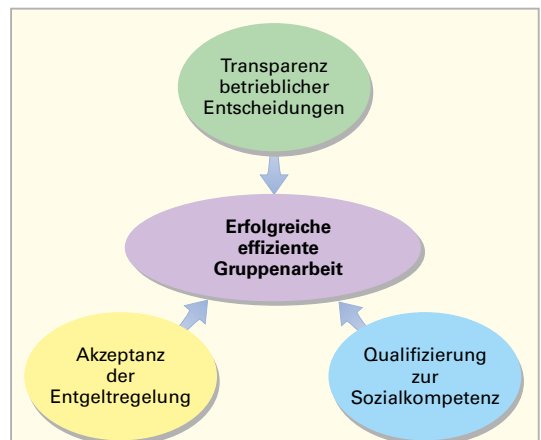
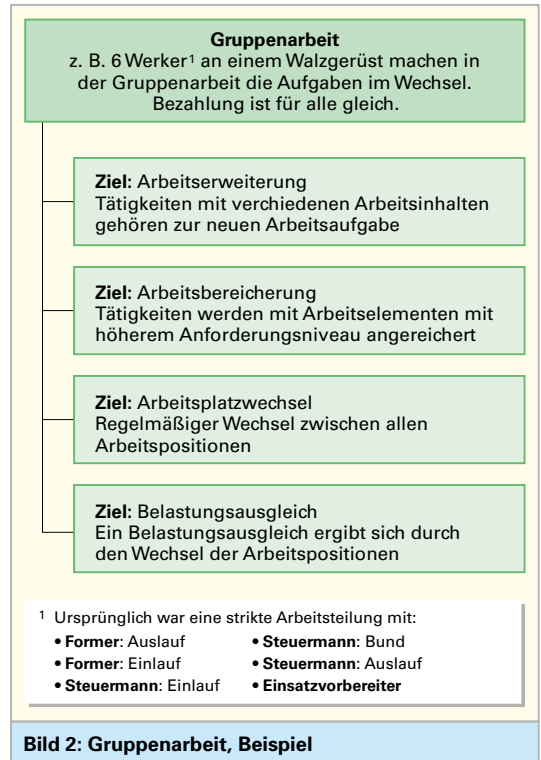


Bild 3: Gruppenarbeit

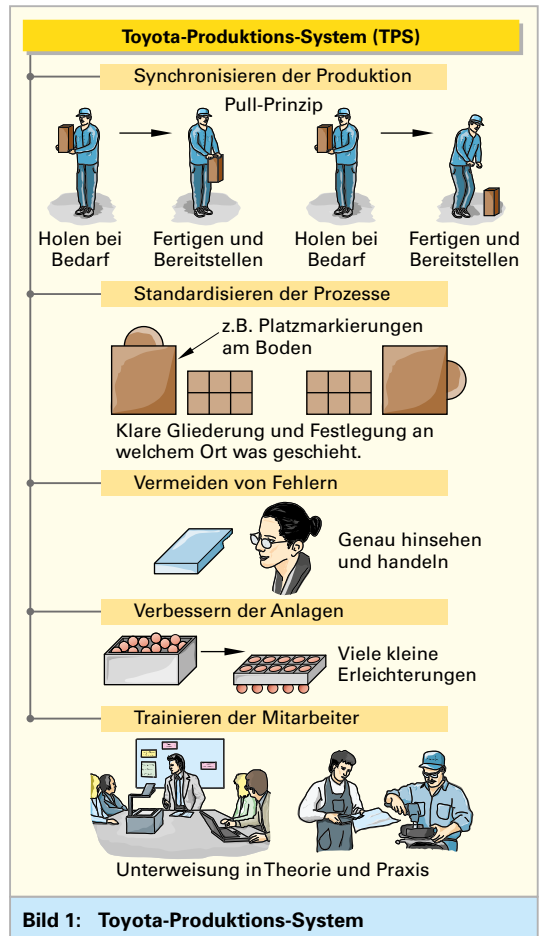
1.3.2 Toyota-Produktions-System (TPS)

TPS ist ein von Toyota bzw. den Ingenieuren *Taiichi Ohno* (1912 bis 1990) und *Shigeo Shino* (1909 bis 1990) entwickeltes Verfahren zur Organisation einer Serienproduktion. In Abwandlungen wird es seit den 90er Jahren in der ganzen Welt, insbesondere bei den Zulieferern der Automobilindustrie, angewendet. Die Grundidee ist eine Produktion im Kundentakt, d. h. Just in Time (JIT), aber mit dosierten Verzögerungen.

Die tragenden Säulen sind:

- Synchronisierung der Produktion,
- Standardisierung der Prozesse,
- Fehler vermeiden,
- Anlagen verbessern,
- Mitarbeiter trainieren (**Bild 1**).

Fertigt der Hersteller pro Tag oder pro Woche, je nach Produkt mehr als der Kunde abnimmt, so ist erhöhte Lagerkapazität und erhöhte Kapitalbindung die Folge. Das kostet Geld. Fertigt der Hersteller weniger gibt's einen Lieferabriss und damit ein ernsthaftes Problem mit dem Kunden. Da Bestellungen häufig täglich schwanken, könnte man versucht sein die Produktion exakt diesem Tagesrhythmus anzupassen. Das würde aber zu starken Mengen-Schwankungen und damit verbunden zu Qualitäts-Schwankungen im Produktionsprozess führen. Aus der Kenntnis der Vergangenheit nivelliert man den Produktionsprozess, z. B. in dem man die Anpassungen nur wöchentlich vornimmt.



Synchron Produzieren. Im TPS wird versucht nur das zu produzieren, was gerade gebraucht wird. Man produziert in kleinen Losgrößen und erreicht trotz erhöhter Rüstkosten eine sehr wirtschaftliche und verstetigte Produktion. Die Durchlaufzeiten in einem solchen ziehenden System (Pull-System) sind gegenüber einem schiebenden System (Push-System) üblicherweise sehr viel kürzer.

Standardisierung der Prozesse. Das TPS verlangt klare, für jedermann leicht erfassbare, Verhalten- und Arbeitsregeln und dass Abweichungen sofort sichtbar werden. So werden Lagerplätze für Rohteile und für Fertigteile markiert, sodass z. B. Werker nicht eigenmächtig Vorräte ansammeln können oder als sogenanntes „Vorderwasser“ Fertigteile versteckt halten können.

Vermeidung von Fehlern. Fehlervermeidung gilt bei allen Tätigkeiten. Es erfordert Disziplin und Ehrlichkeit bei den Mitarbeitern. Produkte werden meist nicht nur stichprobenweise geprüft, sondern es werden möglichst alle Fertigteile bzw. Prozesse von jedem Mitarbeiter als eine von ihm geprüfte Arbeitseinheit dokumentiert abgegeben bzw. geleistet.

Verbesserung der Produktionsanlagen. Die Mitarbeiter in den Produktionsbereichen kümmern sich um Verbesserungen an den Produktionsmitteln. Auch obliegt ihnen eine vorausschauende Instandhaltung und Wartung der Anlagen.

Rüstzeitminimierung. Die Rüstzeiten bestimmen im Allgemeinen die wirtschaftlichen Losgrößen und zwar je aufwendiger das Umrüsten ist, je größer müssen die Fertigungslose gemacht werden. Große Losgrößen behindern aber das Ziel der synchronen Produktion. So werden die Werker angehalten Wege und Hilfsmittel zu finden, welche ein schnelles und personalsparendes Umrüsten ermöglichen.

Motivation und Qualifizierung der Mitarbeiter.

Motivierte Mitarbeiter sind der Schlüssel für eine erfolgreiche Produktion. Die Motivation erreicht man mit Information, Übertragung von Verantwortung, eigene Gestaltungsmöglichkeiten am Arbeitsplatz und durch Qualifizierung.

1.4 Exkurs: Industrie 4.0

Mithilfe dieses Exkurses wird kurz dargestellt wie der Weg zur **Industrie 4.0** vollzogen werden kann. **Bild 1** zeigt die Schritte der Entwicklung in den bisherigen industriellen Revolutionen.

Industrie 4.0: Das Werkstück wird intelligent

Das Werkstück ist bisher in der Produktion der Industrie 3.0 noch nicht mit eigener Intelligenz ausgestattet. Es weiß nicht, was es ist, wo es herkommt und ob es wichtig oder unwichtig ist. Das ändert sich nun. Und darauf müssen die Fabriken der Zukunft vorbereitet werden – vor allem die Menschen, die in ihnen arbeiten. Bei manchen Unternehmen ist das schon begonnen: Hier hat jedes Teil einen „Matrix-Code“ und kann bis zum Kunden verfolgt werden. Es meldet sich aber noch nicht selbsttätig.

Mensch und Maschine arbeiten Hand in Hand

In Fabriken wird es in Zukunft mehr und mehr intelligente Systeme geben, die über Wissen zum Fertigungsprozess verfügen und selbst Entscheidungen treffen. Es geht darum, Mensch und Maschine in der Zukunft in die Lage zu versetzen Hand in Hand zu arbeiten. Der Roboter bedient den Menschen und nicht umgekehrt der Mensch den Roboter.

Wenn Maschinen zukünftig eigene Entscheidungen treffen – etwa, dass ein Werkstück einem anderen vorgezogen werden muss, weil es wichtiger oder eiliger ist – müssen die Maschinen dies wiederum an jene weitergeben, die den Gesamtprozess steuern, nämlich an die Menschen. Eine klassische Maschine musste nie etwas erklären. Die Fähigkeit, ihr Handeln zu kommunizieren und vor allem auch zu erklären, wird man den Maschinen noch beibringen müssen.

Maschinen bedienen den Menschen, nicht umgekehrt. Die Menschen lösen Aufgaben und beseitigen Probleme.

In der Fabrik 4.0 verändert sich auch die Rolle der Mitarbeiter. Sie sind nicht mehr Knopfdrücker oder Einleger, sondern greifen steuernd ein, reparieren oder treffen Entscheidungen. Es ist nicht so, dass die Maschine den Beschäftigten die Arbeitsplätze wegnehmen, denn, das wird so nicht passieren. Das war auch mit der Automatisierung in der Industrie 3.0 nicht der Fall. Dafür ist weiterhin sehr viel nur von Menschen machbar. Doch müssen die notwendigen Maßnahmen für eine Weiterqualifizierung der Mitarbeiter entwickelt werden. Dazu gehören konkrete Aus- und Weiterbildungsmodelle, passend zu den neuen Anforderungsprofilen.

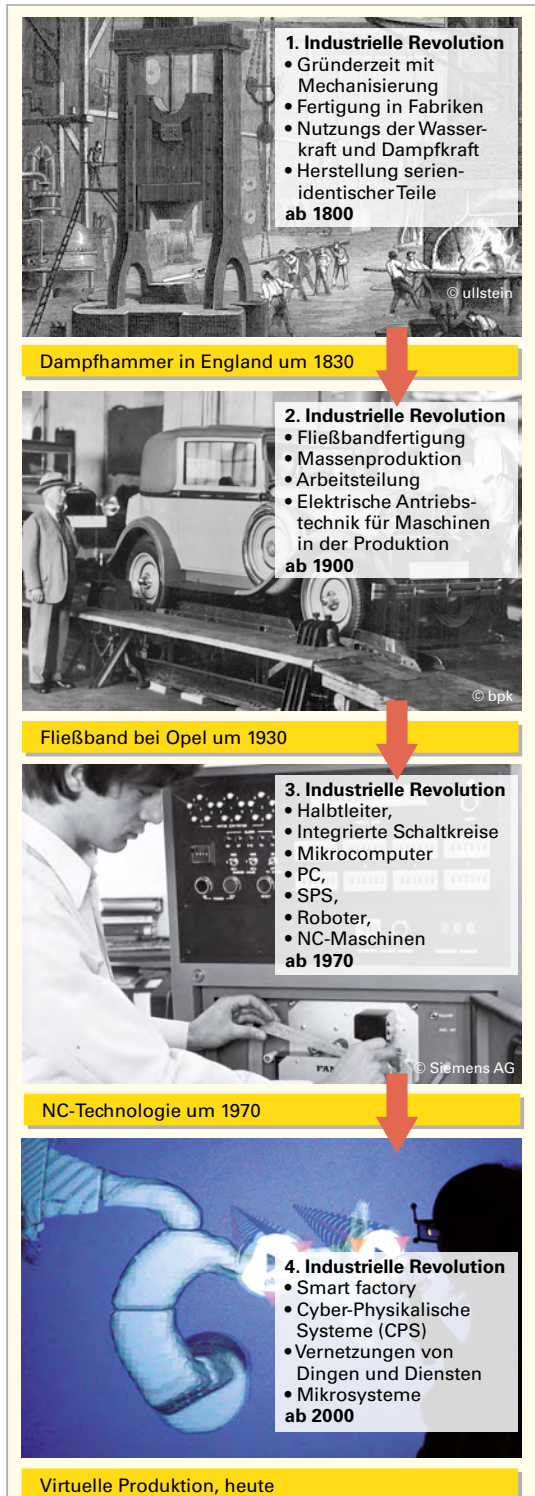
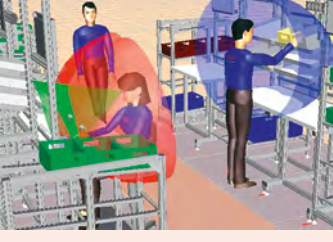
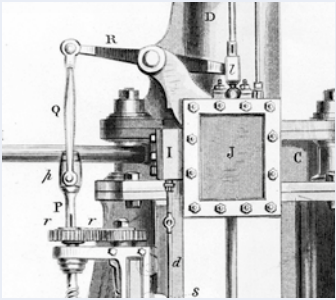
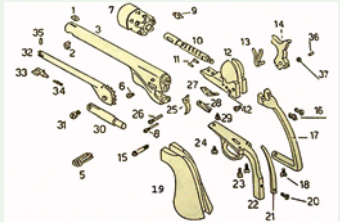
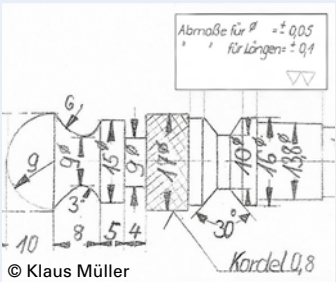
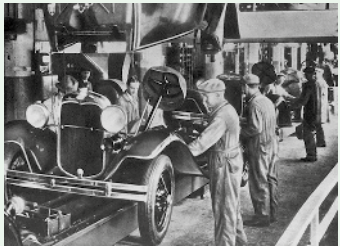
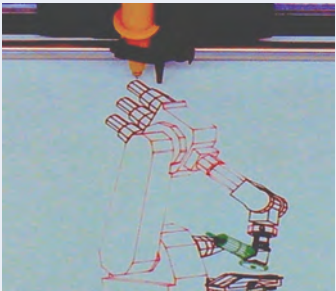
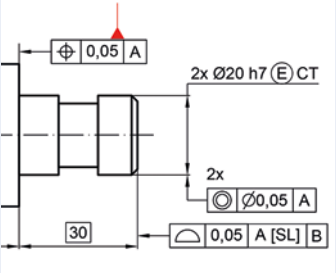


Bild 1: Die vier industriellen Revolutionen

Industrie 4.0: Arbeit	Industrie 4.0: Konstruktion
Arbeit 1.0 • Schwere menschliche Arbeit wird durch Maschinen ersetzt, • Die Landflucht in die Städte im Umfeld der Fabriken. Es entwickelt sich eine Arbeiterklasse mit kümmerlicher Nahrungsversorgung ohne soziale Sicherung.  © Galerie Cyprian Boenner GCB Maschineller Schmiedehammer, Gemälde von F. von Keller (1887)	Konstruieren und Zeichnen 1.0 • Zeichnungen sind Kunstwerke. Maschinen werden sowohl nach funktionalen Gesichtspunkten als auch nach ästhetischen konstruiert. • Einführung von Werknormen für Maße, Toleranzen und Materialien • Der Constructeur ist Erfinder und Ersteller der Zeichnungen.
Arbeit 2.0 • Fließbandarbeit, monoton, arbeits- teilig, schlecht bezahlt, häufig Frau- enarbeit, • Beginnende gewerkschaftliche Arbeiterbewegung, • Einführung sozialer Sicherungen: Kranken-, Unfall-, Altersversiche- rung.  © Robert Bosch GmbH Fließbandmontage, 1932	Konstruieren und Zeichnen 2.0 • Handzeichnungen mit Bleistift oder Tusche, • Zeichenwerkzeuge: Lineal, Zirkel, Schablone, Zeichenbrett oder Zeichenmaschine mit zwei orthogonalen Linealen, • Transparentpapier für Blau- pausen. • DIN 6 (1922): Zeichnungen - Anordnung der Ansichten und Schnitte.
Arbeit 3.0 • Automatisierung monotoner Arbeit, • Gruppenarbeit, Teamarbeit, • Hochqualifizierte Facharbeit • Dienstleistungssektor nimmt stark zu, • Sozialpartnerschaft zwischen Arbeit- geber und Arbeitnehmer.  © Siemens AG Montage an CT-Scannern	Konstruieren und Zeichnen 3.0 • Computer Aided Drafting (CAD) als 2D-System zum Zeichnen mit Geraden und Kreiselemen- ten, Symboldateien, • 3D-Systeme zum Konstruieren (CAD = Computer Aided Design) • Räumliche Objektdarstellung, • Schnittstelle zu CAM (Computer Aided Manufacturing).
Arbeit 4.0 • Arbeit in virtuellen Räumen, Auflösung örtlicher und zeitlicher Strukturen, • Globaler Arbeitsmarkt, • Mehrere Berufe im Leben, • Wechsel zwischen angestellt und selbständig, • Flexibles Rentenalter, jenseits von 70, • Arbeiten in virtuellen Räumen.  © Bosch Rexroth Virtuell geplante Montage mit MTpro (Bosch Rexroth)	Konstruieren und Zeichnen 4.0 • Computer ist allgegenwärtig und über Internet vernetzt. Informationen, Berechnungen usw. können abgerufen, einbe- zogen und mit anderen geteilt werden. • GPS-Toleranzmanagement, • Konstrukte werden in virtuellen Environments, VE (Cyberspace) stereografisch betrachtet.

und Zeichnung	Industrie 4.0: Montage
 Detail einer Patentzeichnung für einen Dampfhammer, 1842	Montage 1.0 Erste Formen einer arbeitsteiligen Serienmontage realisierte <i>Eli Whitney</i> (1765 bis 1825) zur Herstellung von 10000 Musketen (Vorderlader-gewehre). Ein produktions-begleitendes Messen und Prüfen ermöglichte die serien-identische Teilefertigung.  © norlinhistory: Eli Whitney Serienmontage für 10000 Musketen in Nordamerika, um 1800
 © Klaus Müller Bleistiftzeichnung aus Berichtsheft eines Mechaniker-Lehrlings, 1960	Montage 2.0 Die Montagetechnik wird durch das Fließband mit festen Taktinter-vallen geprägt. <i>Henry Ford</i> (1863 bis 1947) führte die Fließbandfer-tigung (moving assembly line) in der Karosseriefertigung 1913 ein und konnte damit die Arbeitseffizi-enz um das Achtfache steigern.  © bpk Fließbandmontage bei Ford (USA), um 1929
 CAD mit Stiftplotter, Kurven sind mit Polygonen angenähert, 1978	Montage 3.0 In der Karosseriemontage werden starre Schweißautomaten durch flexible Schweißroboter abgelöst. In ersten Versuchen bewegen sich z. B. Montageroboter mit Bildverarbeitungssystemen, syn-chron zum Fließband um Räder zu montieren.  Conveersynchrone Rad-Montage mit Industrieroboter, um 1985
 Beispiel für eine GPS-Tolerierung	Montage 4.0 Industrieroboter sind umfassend in allen Bereichen der Serienmontage integriert. Die Produktqualität wird mit Sensoren und Bildver-arbeitung montagebegleitend sichergestellt. Die 3D-Montage-simulation ermöglicht schnelle Anpassungen.  Montagesimulation im virtuellen 3D-Raum (Cyberspace), 2003

Industrie 4.0 und die Konsequenzen

Die Produkte werden vielfältiger, die Produktion wird stärkeren Absatzschwankungen ausgesetzt sein. Man bestellt auch Investitionsgüter zunehmend „On Demand“, also nach Anforderung. Die Produktion erfolgt nach Kundenauftrag. Die Produktion der Zukunft wird in noch höherem Maße flexibel sein.

Produktion der Zukunft wird wandlungsfähiger sein, die Losgrößen werden kleiner und es wird vermehrt Individualproduktion geben.

Die Zukunft wird gekennzeichnet sein, durch eine konsequente Datenerfassung aller Objekte mit laufender Aktualisierung von Zustand, Ort und den nächsten Zielen. Das gilt sowohl für Produkte als auch für Produktionssysteme und Mitarbeiter.

Dezentrale Steuerungsmechanismen werden zunehmen, aber völlig autonom agierende Produktionsstätten wird es trotzdem vorerst nicht geben.

Der Mensch bleibt

Der Mensch bleibt nach wie vor der entscheidende Faktor im Produktionsbereich, jedoch in einer engen Vernetzung (online) mit intelligenten Systemen, z. B. mit Robotern, Produktionsmaschinen und Logistiksystemen (**Tabelle 1**).

Dies gilt auch bei weiter sich erhöhendem Automatisierungsgrad. Manuell laufende Prozesse wird es auch in Zukunft geben. Monotone, repetitive Arbeit und physisch schwere Arbeit wird stark rückläufig sein. Kreatives Arbeiten, mit situativ zu treffenden Entscheidungen, bleibt nach wie vor, neben regelbasierten Vorgaben, erhalten. Totale Automation ist mit hohem Risiko verbunden. Die Gegenanzeigen sind Flexibilisierung in der Arbeit, Flexibilisierung bei den Produktionsprozessen und Flexibilisierung bei den Produkten. Alles wird im Wandel sein und eher zu kleinen Stückzahlen führen. Hohe Produktflexibilität und Prozessflexibilität ist ohne Einbindung erfahrener Mitarbeiter nicht möglich, da die Automatisierung hohe Investitionskosten mit langfristigen Amortisationen verursacht und Einschränkungen mit sich bringen hinsichtlich Verfügbarkeit und Flexibilität.

Die Zukunft gehört einer smarten Automatisierung mit flexibler Verknüpfung durch erfahrene Mitarbeiter.

Arbeit der Zukunft

Die Flexibilisierung der Arbeit hinsichtlich Zeit und Ort gehört zu den Zukunftsaufgaben. Üblich

sind bereits in vielen Unternehmen Arbeitszeitkonten und Zeitarbeit (Leiharbeit).

Arbeitszeitkonten ermöglichen die Verteilung von Arbeitszeit auf Tage, Wochen oder Jahre. Hierbei wird die geleistete Arbeit mit der vertraglich, z. B. lt. Tarifvertrag geltenden Arbeit, verrechnet. Aus Mehrarbeit oder Minderarbeit werden Zeitguthaben bzw. Zeitschulden aufgebaut und in einem definierten Zeitraum ausgeglichen. Der Zeitausgleich ermöglicht eine individuelle Verteilung von Arbeitszeit.

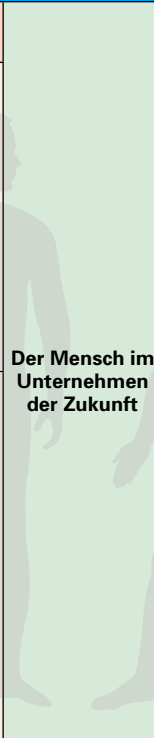
Man unterscheidet Kurzzeitkonten und Langzeitkonten.

Bei **Kurzzeitkonten** betrachtet man die wöchentlichen Arbeitsstunden. Diese sollen z. B. innerhalb eines halben Jahres oder eines vollen Jahres ausgeglichen werden.

Langzeitkonten sind Wertguthaben, welche sich auf die Lebensarbeitszeit beziehen und längere Auszeiten oder vorgezogene Rente ermöglichen oder auch durch Geld abgegolten werden.

Die Flexibilisierung der Arbeit kann durch die Mitarbeiter auch selbst organisiert werden – statt dass sie von „oben“ angeordnet wird. Die **sozialen Netzwerke** können dabei eine wertvolle Hilfe leisten.

Tabelle 1: Arbeit der Zukunft

Einwirkungen durch Technik ⇒	 Der Mensch im Unternehmen der Zukunft	Auswirkungen für ⇐ Beschäftigte
Automatisierung • Der Automatisierungsgrad steigt, • Automatisierung wird intelligent, • Automatisierung entlastet • Kooperationen mit Robotern entstehen		Beschäftigung wird • inhaltlich vielseitiger, • örtlich verteilt, • zeitlich variabel
		Arbeit: • Repetitive Arbeit verschwindet, • Schwere Arbeit entfällt
Kommunikationsnetze und soziale Medien • dienen der Information, • der innerbetrieblichen Kommunikation, • der kontinuierlichen Weiterbildung, • der Selbstorganisation der Arbeit		Beschäftigte • erhalten Garantien für online-freie Zeiten, • müssen flexible Arbeitszeiten akzeptieren, • werden mit Arbeitszeitkonten belegt, • gehen selbstbestimmt in Bezug auf Alter und Arbeitsvolumen in den Rentenübergang