



Hanns-Günter Krüger

# Anlagenmanagement

Technik, Betriebswirtschaft und Organisation

Mit 76 Abbildungen

**Springer-Verlag**  
Berlin Heidelberg New York  
London Paris Tokyo  
Hong Kong Barcelona  
Budapest

Dr.-Ing. Hanns-Günter Krüger

Albrecht-Dürer-Ring 20c

67277 Frankenthal

ISBN-13: 978-3-642-78952-6 e-ISBN-13: 978-3-642-78951-9  
DOI: 10.1007/978-3-642-78951-9

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**Krüger, Hanns-Günter**

Anlagenmanagement: Technik, Betriebswirtschaft und Organisation/Hanns-Günter Krüger. -Berlin; Heidelberg; Budapest: Springer 1995

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk-sendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Springer-Verlag Berlin, Heidelberg 1995  
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1995

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z.B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Einbandgestaltung: Konzept & Design GmbH, Ilvesheim  
Satz: Lewis & Leins, Berlin  
Herstellung: PRODUserv Springer Produktions-Gesellschaft, Berlin

SPIN 10126840 62/3020-5 4 3 2 1 0 – Gedruckt auf säurefreiem Papier.

# Vorwort

Im Zentrum eines jeden Betriebes steht eine Anlage. Mit ihr wird ein Erzeugnis gefertigt oder man leistet mit ihr einen Dienst.

In hochindustrialisierten Ländern wird es immer schwerer, Anlagen kostengünstig zu betreiben. Die vielfältigen Funktionen eines Unternehmens zu finanzieren und eine angemessene Verzinsung des eingesetzten Kapitals zu erzielen, ist kaum noch möglich. Fertigungen ganzer Erzeugnisgruppen wandern in Niedriglohnländer ab. Alles Handeln wird vom Denken in Kosten geprägt.

Um ein verkaufsfähiges Erzeugnis auf dem Markt zu etablieren, sind in Verbindung mit der Fertigung Aufgaben der Personalführung, der Qualitätssicherung, des Umweltschutzes, der Arbeitssicherheit und vieler anderer Arbeitsgebiete zu lösen. Dies ist eine anspruchsvolle, komplexe Tätigkeit.

Anlagenmanagement hat eine umfassende, besonders auf das Erzeugnis ausgerichtete Zielsetzung. Sie reicht von der Beteiligung an der Anlagenerstellung, führt über den Betrieb der Anlage und der sie begleitende Instandhaltung bis hin zu betriebswirtschaftlichen Aufgaben, wie Kostenplanung, Controlling und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen. Die Zusammenarbeit mit Spezialisten bedarf eines breiten Wissens- und Erfahrungsschatzes.

Dieses Buch gibt einen Überblick über die Arbeitsgebiete des Anlagenmanagements. Es ist für jene gedacht, die erstmalig mit einer solchen Aufgabe betraut werden, hat aber auch zum Ziel, angehenden Ingenieuren, Wirtschaftsingenieuren und Betriebswirtschaftlern während ihres Studiums dieses komplexe Fachgebiet näherzubringen.

Dem Aufbau und Inhalt des Buches liegen folgende Überlegungen zugrunde:

Im Betreiben von Anlagen der verschiedenen Branchen findet man Unterschiedliches, aber auch Gemeinsames.

Das Unterschiedliche liegt im Erzeugnis begründet, welches wiederum das Verfahren bestimmt. Verfahren der Fertigung, wie z.B. die Herstellung von Vitamin A, von Fernsehgeräten, von Strom, von Zeitungen oder Verfahren von Dienstleistungen, wie z.B. die des Lufttransportes, eines Rechenzentrums, eines Krankenhauses unterscheiden sich grundlegend.

Das Gemeinsame findet man in Regeln, die allen gleich sind, z.B. in denen für Planung und Steuerung einer Auftragsabwicklung oder für den Unfallschutz. Auch ist die

Instandhaltung von Anlagen, die Zuverlässigkeitstechnik oder die Kostenrechnung den gleichen Erkenntnissen unterworfen.

Das hier vorgelegte Buch verzichtet darauf, das Unterschiedliche, die Verfahrenstechnik und Technologien der Fertigung auch nur im Ansatz beschreiben zu wollen. Das Gemeinsame wird verallgemeinert und konzentriert zusammengefaßt, so daß Verantwortliche im Anlagenmanagement einen Nutzen ziehen können. Außerdem wird auf eine Entwicklung eingegangen, die von den wirtschaftlichen Notwendigkeiten ausgelöst wurde: Lean Production, das Überdenken und Verändern bisheriger Strukturen.

Bei den Bemühungen, das Gemeinsame eines Anlagenmanagements zu beschreiben, wird erkennbar sein, daß die Erfahrungen, Sicht- und Denkweisen des Autors aus den Branchen Chemie, Maschinenbau und Feinwerktechnik stammen.

Der im Lesen trocken erscheinende Stoff soll durch Beispiele und optische Darstellungen interessanter werden. Es werden auch Richtwerte genannt, die man für überschlägliche Rechnungen nutzen kann.

Erfahrungen von 35 Berufsjahren niederzuschreiben, ist bei aller Freude ein mühsamer Vorgang. Dabei ist das Abwägen des für ein Verständnis erforderlichen Umfanges besonders schwer. Für den Einen wird manches Kapitel zu knapp, für den Anderen zu ausführlich bemessen sein.

Für die kritische Mitwirkung an diesem Buch möchte ich meinem Freund Dipl.-Ing. Wolfgang Schubert herzlich danken. Dank gilt auch Frau Liselotte Steffen für die Erarbeitung der Bilder und meinem Sohn Dipl.-Ing. Tobias Krüger für Hilfe bei der Nutzung meines PC und der Software.

Dem Leser wünsche ich guten Erfolg in seinen Bemühungen und danke allen im voraus, die mir kritische oder ergänzende Beiträge zukommen lassen.

Frankenthal, November 1994  
Hanns-Günter Krüger

# Inhaltsverzeichnis

1 Einführung . . . . .	1
1.1 Begriff Anlagenmanagement. . . . .	1
1.2 Anlagenmanagement im Unternehmen . . . . .	2
1.3 Sprachgebrauch . . . . .	7
1.4 Ordnungen . . . . .	8
1.5 Normen. . . . .	10
<i>Literatur zu 1</i> . . . . .	14
2 Erstellen von Anlagen . . . . .	15
2.1 Möglichkeiten der Gesamtabwicklung . . . . .	16
2.2 Forschung und Entwicklung . . . . .	17
2.3 Investitionsentscheidung. . . . .	19
2.4 Konstruktion, Projektierung . . . . .	22
2.4.1 Konstruktion . . . . .	23
2.4.2 Projektierung . . . . .	28
2.4.2.1 Einfluß der Normung. . . . .	29
2.4.2.2 Instandhaltbarkeit . . . . .	31
2.4.2.3 Ersatzteil-Versorgung. . . . .	33
2.4.2.4 Zeugnisse, Abnahmen . . . . .	34
2.4.2.5 Dokumentation . . . . .	35
2.4.2.6 Verpackung, Anlieferung, Lagerung. . . . .	36
2.5 Beschaffung . . . . .	37
2.6 Errichtung und Montage . . . . .	38
<i>Literatur zu 2</i> . . . . .	39
3 Verhalten von Anlagen. . . . .	41
3.1 Mathematische Grundlagen . . . . .	42
3.1.1 Wahrscheinlichkeit . . . . .	42
3.1.2 Zufallsgrößen, Verteilungsfunktion . . . . .	45
3.2 Begriffe des Anlagenverhaltens . . . . .	49
3.2.1 Ausfall . . . . .	49

3.2.2	Instandhaltbarkeit . . . . .	50
3.2.3	Abnutzungsvorrat . . . . .	51
3.2.4	Redundanzen . . . . .	51
3.3	Zuverlässigkeit . . . . .	53
3.3.1	Zuverlässigkeitsfunktion . . . . .	54
3.3.2	Ausfallkenngrößen . . . . .	56
3.3.2.1	Vorbemerkungen . . . . .	56
3.3.2.2	Ausfallrate (Versagensrate) $\lambda$ . . . . .	57
3.3.2.3	Ausfallwahrscheinlichkeit nach Weibull . . . . .	59
3.3.2.4	Mittlerer Ausfallabstand MTBF . . . . .	62
3.3.2.5	Lebensdauer . . . . .	62
3.4	Verfügbarkeit . . . . .	64
3.5	Servicezeit . . . . .	66
3.6	Schaden . . . . .	68
3.6.1	Schadensarten . . . . .	68
3.6.2	Schädigungsprozesse . . . . .	69
3.6.2.1	Verschleiß . . . . .	69
3.6.2.2	Korrosion . . . . .	71
3.6.2.3	Ermüdung, Alterung . . . . .	72
3.7	Schwachstellen . . . . .	73
3.8	Störungen . . . . .	74
3.9	Hinweise für Untersuchungen . . . . .	75
	<i>Literatur zu 3</i> . . . . .	76
4	Betreiben von Anlagen . . . . .	79
4.1	Betrieb . . . . .	79
4.1.1	Betrieb als Unternehmensteil . . . . .	79
4.1.2	Aufbauorganisation . . . . .	81
4.2	Betriebsführung . . . . .	85
4.2.1	Arbeitsrecht . . . . .	85
4.2.2	Personalführung . . . . .	88
4.2.3	Gruppenarbeit . . . . .	91
4.2.4	Arbeitszeit . . . . .	94
4.2.5	Aus- und Weiterbildung . . . . .	96
4.3	Lean-Production . . . . .	97
4.3.1	Ziel . . . . .	97
4.3.2	Entwicklung in den Betrieben . . . . .	98
4.3.3	Voraussetzungen . . . . .	100
4.4	Fertigung . . . . .	105
4.4.1	Aufgaben und Erzeugnisse . . . . .	105
4.4.2	Fertigungsplanung . . . . .	107

4.4.2.1	Arbeitsablauf planen . . . . .	107
4.4.2.2	Mittel planen . . . . .	109
4.4.2.3	Planungsergebnisse dokumentieren . . . . .	114
4.4.3	Fertigungssteuerung . . . . .	114
4.4.3.1	Fertigstellungstermin planen . . . . .	116
4.4.3.2	Fertigung veranlassen . . . . .	117
4.4.3.3	Fertigung überwachen und sichern . . . . .	118
4.4.4	Erfahrungen . . . . .	119
4.5	CIM . . . . .	120
4.5.1	Grundzüge . . . . .	121
4.5.2	Stand der Entwicklung . . . . .	122
4.5.3	Schwerpunkte für die Weiterentwicklung . . . . .	125
4.6	Qualitätssicherung . . . . .	127
4.7	Umweltschutz, Anlagensicherheit . . . . .	132
4.7.1	Umweltschutz . . . . .	133
4.7.2	Anlagensicherheit . . . . .	136
4.8	Arbeitsschutz/Unfallverhütung . . . . .	136
4.8.1	Gesetze, Vorschriften, Normen . . . . .	136
4.8.2	Erlaubnis von Arbeiten . . . . .	138
	<i>Literatur zu 4.</i> . . . . .	140
5	Instandhaltung von Anlagen . . . . .	143
5.1	Instandhaltungsstrategien . . . . .	144
5.1.1	Strategiearten . . . . .	145
5.1.1.1	Planmäßige Instandhaltung . . . . .	146
5.1.1.2	Vorbereitete Instandhaltung . . . . .	147
5.1.1.3	Ungeplante Instandhaltung . . . . .	148
5.1.1.4	Vorbeugende Instandhaltung . . . . .	149
5.1.2	Einflüsse von Fertigung/Dienstleistung . . . . .	150
5.1.3	Einfluß von Redundanzen . . . . .	150
5.1.4	Abhängigkeit von Auslastung und Verfügbarkeit . . . . .	152
5.1.5	Erfordernisse aus Gründen der Sicherheit . . . . .	154
5.2	Technologie der Instandhaltung . . . . .	154
5.2.1	Wartung . . . . .	154
5.2.1.1	Reinigung . . . . .	155
5.2.1.2	Schmierung . . . . .	158
5.2.1.3	Konservieren . . . . .	159
5.2.1.4	Austausch von Kleinteilen, Ergänzen . . . . .	161
5.2.1.5	Einstellen, Justieren . . . . .	161
5.2.2	Inspektion, Diagnose . . . . .	162
5.2.2.1	Stand . . . . .	162



5.2.2.2	Diagnoseverfahren . . . . .	163
5.2.2.3	Erfassung, Auswertung, Dokumentation . . . . .	169
5.2.3	Instandsetzung . . . . .	172
5.2.3.1	Verlauf . . . . .	172
5.2.3.2	Instandsetzungsverfahren . . . . .	174
5.3	Werkstätten . . . . .	177
5.3.1	Erfordernis . . . . .	177
5.3.2	Werkstattformen . . . . .	178
5.3.3	Auswahl . . . . .	180
5.3.4	Werkstattorganisation . . . . .	181
5.3.5	Ausrüstung . . . . .	182
5.4	Technische Transporte . . . . .	184
5.4.1	Erfordernis . . . . .	184
5.4.2	Organisation . . . . .	185
5.4.3	Ausstattung . . . . .	185
5.5	Planung und Steuerung . . . . .	186
5.5.1	Auftragsarten . . . . .	187
5.5.2	Kapazitäten . . . . .	189
5.5.3	Abwicklungen von Aufträgen . . . . .	192
5.5.3.1	Einzel-Instandsetzungen . . . . .	193
5.5.3.2	Serien-Instandsetzungen . . . . .	194
5.5.3.3	Wartung und Inspektion/Diagnose . . . . .	195
5.6	Werkstattsteuerung . . . . .	198
	<i>Literatur zu 5</i> . . . . .	204
6	Betriebswirtschaft des Anlagenmanagements . . . . .	207
6.1	Kostenrechnung . . . . .	207
6.1.1	Kostenartenrechnung . . . . .	209
6.1.2	Kostenstellenrechnung . . . . .	210
6.1.3	Kostenträgerrechnung . . . . .	215
6.1.4	Betriebsergebnisrechnung . . . . .	216
6.2	Deckungsbeitragsrechnung . . . . .	218
6.3	Herstellkosten . . . . .	221
6.4	Instandhaltungskosten . . . . .	223
6.4.1	Ermittlung . . . . .	224
6.4.2	Verrechnung . . . . .	232
6.4.3	Strategieinflüsse . . . . .	233
6.5	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen . . . . .	235
6.5.1	Barwert/Zahlungsreihe . . . . .	235
6.5.2	Instandsetzung oder Neubeschaffung . . . . .	236
6.5.3	Eigenleistung oder Fremdbezug . . . . .	239

6.5.4	Dezentrale oder zentrale Erbringung von Leistungen . . . . .	241
6.6	Controlling. . . . .	243
6.6.1	Kostenplanung und Budgetierung. . . . .	244
6.6.2	Berichterstattung, Kennzahlen . . . . .	247
6.6.3	Betriebs-Controlling . . . . .	249
	<i>Literatur zu 6.</i> . . . . .	252
7	Technische Materialwirtschaft . . . . .	253
7.1	Aufgaben. . . . .	253
7.2	Materialstruktur. . . . .	256
7.2.1	Verwendung . . . . .	256
7.2.2	Art . . . . .	258
7.2.3	Bereitstellung . . . . .	260
7.2.4	Organisation. . . . .	262
7.3	Lagerhaltung. . . . .	262
7.3.1	Voraussetzungen für Lagerhaltung . . . . .	262
7.3.2	Disposition, Materialeingang . . . . .	264
7.3.3	Materiallagerung, Auslieferung . . . . .	265
7.3.4	Material-Informationen. . . . .	267
7.4	Bestand. . . . .	268
7.4.1	Höhe des Bestandes . . . . .	268
7.4.2	Senkung des Bestandes . . . . .	269
7.5	Bedarf, Bestellung. . . . .	271
7.6	Kosten und ihre Verrechnung . . . . .	273
7.6.1	Kosten der Technischen Materialwirtschaft. . . . .	273
7.6.2	Verrechnungsweise . . . . .	274
7.7	Statistik, Kennzahlen . . . . .	275
7.8	Schnittstellen zu anderen Einheiten. . . . .	276
	<i>Literatur zu 7</i> . . . . .	276
8	Zeitwirtschaft. . . . .	277
8.1	Bemessung und Bewertung von Leistungen . . . . .	277
8.1.1	Leistungsbemessung bei der Serien-Fertigung. . . . .	278
8.1.2	Leistungsbemessung bei der Einzel-Fertigung. . . . .	278
8.1.3	Leistungsbemessung bei der Instandhaltung. . . . .	279
8.1.4	Differenzierung von Leistungen . . . . .	280
8.1.5	Kosten - Nutzen - Betrachtung. . . . .	282
8.2	Entgelten von Leistungen . . . . .	283
8.2.1	Zeitlohn . . . . .	284
8.2.2	Monatsentgelt . . . . .	284
8.2.3	Prämienlohn. . . . .	285

8.2.4	Leistungslohn . . . . .	286
8.2.5	Ergebnislohn . . . . .	290
8.2.6	Probleme. . . . .	292
8.3	Verrechnung von Leistungen. . . . .	293
8.3.1	Verrechnung von Handwerkerstunden . . . . .	293
8.3.2	Verrechnung von Maschinenstunden . . . . .	294
8.3.3	Verrechnung von Gruppenleistung . . . . .	296
	<i>Literatur zu 8</i> . . . . .	298
	Anhang . . . . .	299
	Glossar . . . . .	323
	Sachwortverzeichnis . . . . .	327