

Claus-Dieter Lang

Verknüpfung von Kosten- und Termininformationen

Planen und Fortschreiben von Mittelbedarf und Mittelabfluss

plus Zahlungspläne

plus Mittelzuflüsse

im KostenControlling der Bau- und Immobilienwirtschaft

Theorie, Grundlagen und

Berechnungsbeispiele mit konkreten Zahlen

1. Auflage

K3BauSoftware GmbH Eigenverlag

Planen und Fortschreiben von Mittelbedarf und Mittelabfluss

Die Frage, wann wieviel Geld bereitgestellt werden muss, kann mit Hilfe von Mittelabflussberechnungen beantwortet werden. Hierzu müssen Kosten- und Termininformationen miteinander verknüpft werden. Die Planung und Fortschreibung von Mittelbedarf und Mittelabfluss ist eine Grundleistung des Handlungsbereichs »Kosten und Finanzierung« der AHO Fachkommission Projektsteuerung/Projektmanagement.

Für grobe Kostenverteilungen in frühen Projektphasen empfehlen sich »S-Kurvensimulationen«, die anschließend durch »Zahlungssimulationen« ersetzt und kontinuierlich aktualisiert werden. Der Fokus liegt auf Fortschreibungen von Mittelabflussberechnungen und deren Automatisierungen. Beide Methoden (»Zahlungssimulationen« und »S-Kurvensimulationen«) werden mit Hilfe unterschiedlicher Szenarien ausführlich und mit einfachen Beispielen Schritt für Schritt vorgestellt.

Zielgruppen:

KostenController, Projektmanager, Architekten, Juristen, Finanzbuchhalter, Studierende

Aus dem Inhalt:

Verknüpfung von Kosten- und Termininformationen

Berechnung verbleibender Mittelabflüsse

Dynamische Zahlungspläne

Mittelzuflüsse vs. Mittelabflüsse

Fortschrittsgrade

Berücksichtigung bisheriger Freigaben

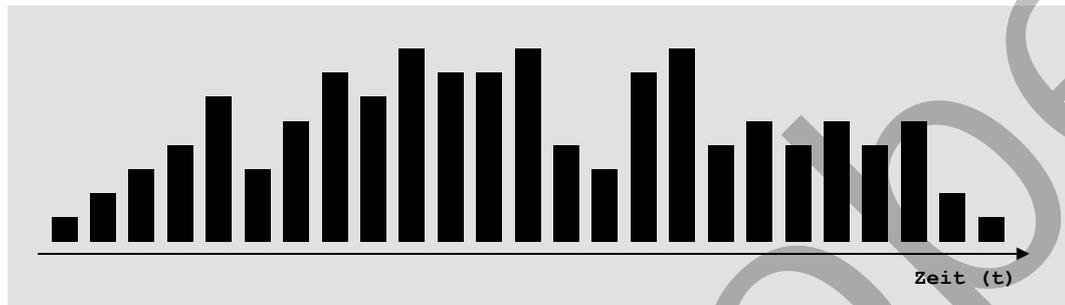
Nicht lineare Leistungserbringungen

Unterschiedliche S-Kurvenprofile

Teil I Einführung und Grundlagen

1 Wann wieviel?

Ziel der Mittelabflussberechnung ist die rechtzeitige Bereitstellung von Geldbeträgen aus Eigen-, Förder- oder Fremdkapital, um Geldforderungen aus Zahlungsverpflichtungen innerhalb der Zahlungsfristen nachkommen zu können.



Der Mittelabfluss ist die Kostenverteilung auf der Zeitachse (»zeitliche Kostenverteilung«)

Um dies zu erreichen, ist die Planung, Kontrolle und Steuerung (Controlling) der Mittelabflüsse erforderlich. Aus diesen Berechnungen ergibt sich der jeweilige Mittelbedarf auf der Zeitachse. Die »zeitliche Kostenverteilung« wird in der Bau- und Immobilienwirtschaft als Mittelabfluss bezeichnet.

2 Das Planen und Fortschreiben von Mittelbedarf und Mittelabfluss ist eine Grundleistung

Mittelbedarf und Mittelabfluss sind zwei Begriffe aus dem Finanzwesen, die sich auf die Geldströme beziehen. Mittelbedarf bezieht sich auf den Zufluss aus unterschiedlichen Quellen, zB Eigen-, Förder- oder Fremdmittel. Der Mittelabfluss bezieht sich auf den zeitlichen Abfluss von Geldmitteln (Kostenfälligkeiten). Für den noch erforderlichen Mittelbedarf ist eine kontinuierliche Berechnung der bisherigen und verbleibenden Mittelabflüsse erforderlich.

Es handelt sich dabei um eine Grundleistung im Handlungsbereich »Kosten und Finanzierung« im Leistungsbild der AHO-Fachkommission Projektsteuerung/Projektmanagement (Nr. 9). Hierbei steht das Fortschreiben in der Ausführungsphase im Vordergrund.

Projektstufe 1 (Projektvorbereitung): Mitwirken bei der Ermittlung und Beantragung von Investitions- und Fördermitteln

Projektstufe 2 (Planung): Planen von Mittelbedarf und Mittelabfluss

Projektstufe 3 (Ausführungsvorbereitung): Planen von Mittelbedarf und Mittelabfluss

Projektstufe 4 (Ausführung): Fortschreiben der Planung zum Mittelbedarf und Mittelabfluss

Projektstufe 5 (Projektabschluss): -

3 Die Herausforderung besteht in der kontinuierlichen Fortschreibung

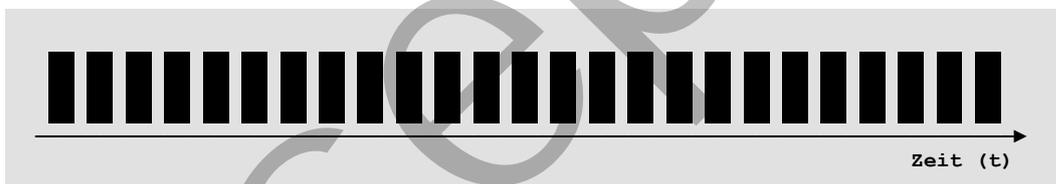
Der Mittelabfluss befindet sich in einem dynamischen Umfeld zwischen Vergangenheit und Zukunft.

Zu Projektbeginn können auf Grund der geringen Planungstiefen keine differenzierten Kosten- und Terminpläne bereitgestellt werden. Während die Kosten für Außenanlagen lediglich als Grobschätzung vorliegen, werden Kosten für Tiefbauarbeiten bereits schlussgerechnet. Der Mittelabfluss befindet sich in einem dynamischen Umfeld zwischen Vergangenheit und Zukunft, mit einem Mix aus unterschiedlichen Auflösungsgraden der Kosten- und Termininformationen.

Der Mittelabfluss ist kein einmaliger Vorgang, sondern ein dynamischer Prozess, der ständige Aktualisierungen erfordert – vergleichbar mit einem Navigationssystem: Wo bin ich gerade und wie komme ich unter Berücksichtigung der bereits zurückgelegten Strecke (bisherige Freigaben), der aktuellen Staumeldungen (zB Terminverzögerungen) und möglicher Zieländerungen (zB zusätzliche oder geänderte Leistungen) sicher ans Ziel.

4 Kein linearer Verlauf

Einmalzahlungen der Gesamtkosten nach Gesamtfertigstellung, vergleichbar mit Zahlungen beim Autokauf, würden Auftragnehmer hinsichtlich der Vorfinanzierung überfordern und sind daher im Umfeld der Bau- und Immobilienwirtschaft nicht vorzufinden. Ebenso auszuschließen ist, dass Mittelabflüsse – selbst für Bauleistungen – gleichgewichtet – also linear – verlaufen.



Der Mittelabfluss der Gesamtkosten ist keine gleichgewichtete, lineare Auszahlungsreihe

Eventuelle Auseinandersetzungen hinsichtlich mangelhafter Leistungserbringungen verschieben Zahlungen in spätere Projektphasen. Vereinbarte Vorauszahlungen aus Vertragsverhandlungen führen ebenso zu »Auszahlungs-Spitzen« wie Auszahlungen auf Grund von Bankbürgschaften oder Auszahlungen von befristeten Sicherheitseinbehalten. Das gleiche gilt für Konstruktionen mit hohen Vorfertigungsgraden (Fassaden oder Stahlbaukonstruktionen) und Kosten für den Erwerb von Grundstücken.

Ein weiteres Beispiel für nicht lineare Kostenverteilungen sind Planungskosten, die in der Ausführungsphase (Leistungsphase 5 bis 8) höher gewichtet sind als in den restlichen HOAI-Phasen.

Leistungsphase 1 (Grundlagenermittlung): 2%

Leistungsphase 2 (Vorplanung): 7%

Leistungsphase 3 (Entwurfsplanung): 15%

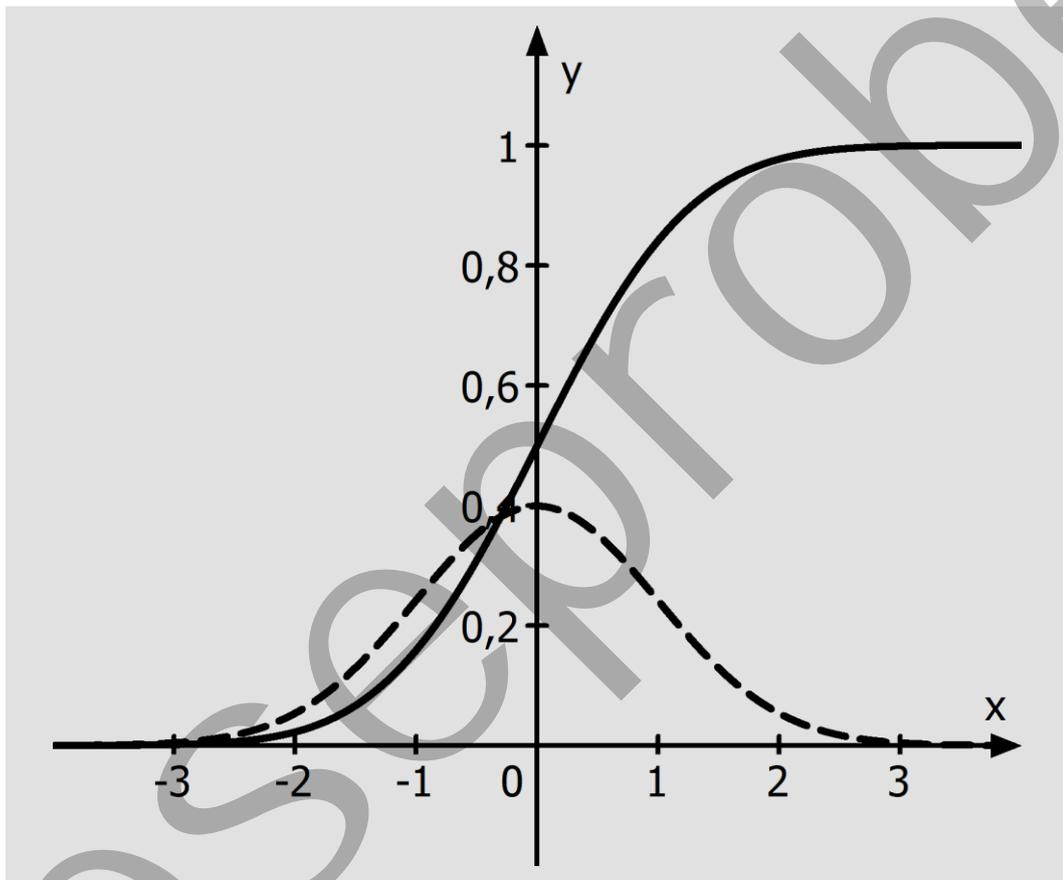
Leistungsphase 4 (Genehmigungsplanung): 3%/2%

Leistungsphase 5 (Ausführungsplanung): 25%/30%

Leistungsphase 6 (Vorbereitung der Vergabe): 10%/7%

Leistungsphase 7 (Mitwirkung bei der Vergabe): 4%/3%
 Leistungsphase 8 (Objektüberwachung – Bauüberwachung und Dokumentation): 32%
 Leistungsphase 9 (Objektbetreuung): 2%.
 (HOAI, § 34 Leistungsbild Gebäude/Innenräume)

Bereits in den siebziger Jahren findet man Hinweise, dass Mittelabflüsse »S-Kurvenprofilen« ähneln (zB Hudson 1978 at the British Department of Health and Social Security, DHSS-Model). Sie haben die Eigenschaft langsam zu wachsen, dann in Gang zu kommen und anschließend wieder langsam auszulaufen (durchgezogene Linie). Der Name ist auf den Buchstaben »S« oder auf einen Schwanenhals zurückzuführen.



Mittelabflüsse mit Hilfe von S-Kurven (durchgezogene Linie) oder Glockenkurven (gestrichelte Linie) darstellen

»S-Kurven« bilden kumulierte Daten im Zeitverlauf ab. Der »letzte Wert« auf der Zeitachse entspricht den Gesamtkosten (100 Prozent der Kosten).

»Glockenkurven« können vereinfacht als »S-Kurven« ohne Kumulierung angesehen werden. Sie sind im Allgemeinen ebenfalls symmetrisch, mit einem Maximum in der Mitte und an den Rändern langsam abfallend (gestrichelte Linie). Für beide Kurvenvarianten existieren viele unterschiedliche Ausprägungen.

Zwischenfazit:

Ein einfacher, linearer Verlauf der Gesamtkosten ist auszuschließen.

53 BTC-Modell (Time-cost Model)

Bromilow hat bereits 1969 versucht einen Zusammenhang zwischen den Projektkosten und der Projektdauer durch statistische Analysen aufzuzeigen. Für die Berechnung der Projektdauer verwendete er die Gleichung:

$$T = K \cdot C^b$$

(*T: Time, K: Koeffizient, C: Cost, b: Koeffizient*)

Dieses Modell wird in der Literatur als BTC-Modell bezeichnet (B: Bromilow, T: Time, C: Cost). In den Folgejahren wurden Koeffizienten in unterschiedlichen Ländern, zB von Kenley (Russell Kenley, *Financing Construction: Cash Flows and Cash Farming*, Routledge, 2003) ermittelt. Beispielberechnung:

```
Kostenwerte (C) in Millionen: 10
Koeffizient (K): 200
Koeffizient (b): 0,3
Projektdauer (Tage) = 200 × 100,3 = 399
```

Beispielberechnung der Projektdauer mit Hilfe des BTC-Modells

Beispiele weiterer Untersuchungen des BTC-Modells:

Mackova, Baskova, Applicability of Bromilow's Time-cost Model for Residential Projects in Slovakia, 2014, Technical University of Kosice

Sonmez, Dikmen, Akbiyikli, Time -Cost Relationships for Superstructure Projects in Turkey, 2020, Sakarya University, Institute of Natural Sciences, Sakarya, Turkey

Baunebenkosten und die erforderliche Planungsdauer bleiben unberücksichtigt. Je nach Land, Währungen und Projektarten wurden unterschiedliche Koeffizienten mit Hilfe von statistischen Verfahren (Regressionsanalysen) ermittelt. Allein mit der Projektdauer ist allerdings keine Berechnung der zeitlichen Kostenverteilung möglich. Auch eine Fortschreibung ist in diesem Modell nicht vorgesehen.

54 Berechnung der Dauer mit Hilfe von Aufwandswerten

Die Dauer der Leistungen kann mit Hilfe von Mengen (M), Aufwandswerten (Z), Kapazitäten (K, Anzahl Arbeitskräfte) und täglicher Arbeitszeit (TA) genauer berechnet werden. Formel:

$$\frac{M \cdot Z}{K \cdot TA}$$

```
Vereinfachtes Beispiel für Wandfliesen:  
Menge: 500 m2  
Aufandswert: 2 h/m2  
Anzahl Arbeitskräfte: 5  
tägliche Arbeitszeit: 8 h/AT  
Berechnung Dauer: (500 m2 × 2 h/m2) ÷ (5 × 8 h/AT) = 25 Arbeitstage (AT)
```

Beispielberechnung der Dauer mit Hilfe von Aufwandswerten

Eine andere Herangehensweise ist die Rückwärtsrechnung. Dabei wird die Dauer vorgegeben und die erforderlichen Kapazitäten werden berechnet bzw. Auftragnehmer gesucht, die entsprechende Kapazitäten bereitstellen können. Ein weiterer Parameter ist der Gleichzeitigkeitsfaktor. Dabei werden die Leistungen in »Teillöse« und somit gleichzeitig an unterschiedliche Auftragnehmer vergeben. Längere Arbeitszeiten (zB Wochenende) oder der Einsatz von Fertigteilen sind weitere Möglichkeiten, um die Dauer zu beeinflussen.

Verwendete und weiterführende Quelle:

Terminplanung, Zeitbedarfswerte für Bauleistungen im Hochbau, Bernsdorff/Diehl/Klein, Landesinstitut für Bauwesen und angewandte Bauschadensforschung, 1989

<https://www.dbd.de/>

<https://www.sirados.de/>

55 Kategorisierungen von Terminplänen

In der Fachliteratur findet man unterschiedliche Kategorisierungen und Bezeichnungen für »Terminpläne« in Abhängigkeit des Detaillierungsgrades. Grundsätzlich besteht eine Beziehung zwischen der Planungstiefe und der Gliederungstiefe der Termininformationen. Die Gliederungstiefe ist vorzugsweise, wie in der ÖNORM B 1801-1 vorgeschlagen, mit der Gliederungstiefe der Kosteninformationen zu synchronisieren.

Hinweis: In der DIN 276 existiert kein Bezug zur Terminplanung.

Grundlagenermittlung: Terminrahmen/Meilensteinplan – Kostenrahmen
Vorplanung: Grobterminplan – Kostenschätzung
Entwurfsplanung: Feinterminplan/Ablaufplan – Kostenberechnung
Ausführungsplanung: Ausführungsterminplan/Detailterminplan – Kostenanschlag

Hinweis: Entsprechend der Begrifflichkeit »Kostenfeststellung« wird in der ÖNORM B 1801-1 zusätzlich der Begriff »Terminfeststellung« aufgeführt.

Zu den zuvor genannten Begriffen existieren weitere Begriffe für Terminpläne, die oftmals zusätzliche Aspekte, zB Vergaben oder Abnahmen, als eigene Vorgänge abbilden. Als Steuerungsterminplan ist oftmals die Fortschreibung des Ausführungsterminplans gemeint, der explizit die Aufgabe der Steuerung und Überwachung erhält. Der Planungsterminplan umfasst wiederum die Leistungen der Planung.

Für den Verfasser erscheint eine Kategorisierung nach der Dauer (Zeiteinheit) oder Anzahl der Terminvorgänge sinnvoller. Die hier vorgeschlagene Einteilung ist eine grobe Orientierung und richtet sich nach dem Vorschlag für die Anzahl der Kostenkontrollelemente (siehe dazu auch die Ausführungen in Lang, Projektstrukturen, Kostengliederungen, DIN 276, Seite 68f, Ausgabe 2022, K3BauSoftware GmbH, Eigenverlag):

Terminrahmen: 5-25 Vorgänge in der Zeiteinheit Quartale/Monate
Grobterminplan: 10-50 Vorgänge in der Zeiteinheit Monate/Wochen
Feinterminplan: 25-250 Vorgänge in der Zeiteinheit Wochen/Tage
Ausführungsterminplan: 250-5.000 Vorgänge in der Zeiteinheit Tage

56 Standardablaufpläne

Die Treppe von oben nach unten kehren.

Bei Bauleistungen für den Hochbau erfolgt der Ablauf meist entgegen der Schwerkraft von unten nach oben. Zunächst sind Gründungsarbeiten erforderlich, auf denen dann nachfolgende Geschosse aufbauen. Bei Infrastruktur- oder Linienbauwerken können gegebenenfalls Arbeiten gleichzeitig durchgeführt werden. Aber auch hier existieren, wie zB einem Tunnelbauwerk, Grenzen der Gleichzeitigkeit. Maximal zwei Kolonnen können gleichzeitig von beiden Seiten mit Bohrungen beginnen, bis sie sich (hoffentlich) in der Mitte wieder treffen.

Ein Standardablaufplan für Hochbauprojekte enthält folgendes Muster:

0. Bedarfs- und Grundlagenermittlungen
1. Entwurfs- und Genehmigungsplanungen
2. Genehmigungen
3. Ausführungsplanungen
4. Erdarbeiten
5. Gründungen
6. Rohbauarbeiten
7. Gebäudetechnik - Rohmontage
8. Dach
9. Fassade
10. Ausbauarbeiten
11. Außenanlagen
12. Gebäudetechnik - Feinmontage
13. Ausstattung – Möbel und Geräte

Die Reihenfolge ergibt sich häufig auf Grund von Restriktionen. Beispiele:

- Gerüstarbeiten dann Malerarbeiten
- Estricharbeiten dann Bodenbelagsarbeiten
- Trockenzeiten dann Folgeaktivitäten

Eine Allgemeingültigkeit für detailliertere Standardablaufpläne ist auf Grund der Projektspezifitäten und hohen Einmaligkeitsfaktoren von umfangreichen Projekten ausgeschlossen. Beispiele: Unterteilungen in Bauabschnitte, unterschiedliche Vorfertigungsgrade oder Kombinationen aus Sanierung und Neubau. Und zuletzt werden Überlappungen von Planungen und Ausführungen auf Grund unterschiedlicher Zielformulierungen oder Prioritäten individuell festgelegt oder vorgegeben. Beispiel: Einhaltung von Fixterminen trotz höherer Kosten.

57 Soll-Ist-Analysen

Im Handlungsbereich »D Termine, Kapazitäten und Logistik« des Leistungsbilds der AHO-Fachkommission Projektsteuerung/Projektmanagement (Nr. 9) werden bereits in der Projektstufe Ausführungsvorbereitung »Soll-Ist-Analysen« als Grundleistungen genannt. Übersicht möglicher Soll-Ist-Szenarien.



Soll-Ist-Szenarien in der Terminplanung

Die Herausforderungen bestehen darin, Leistungsfortschritte richtig einzuschätzen. Während Anfangs- und Endtermine einfach überprüft werden können, sind Fortschrittsgrade (Fertigungsgrade) für Vorgänge mit langer Dauer und nicht linearen »Leistungszuordnungen« nicht eindeutig zu bewerten. Für einfache Fortschrittmessungen (»Leistungsproportionalität«) sind Vorgänge mit langer Dauer und nicht linearen Leistungsverteilungen auf mehrere Vorgänge aufzuteilen.

Inhaltsübersicht

Teil I	Einführung und Grundlagen	9
1	Wann wieviel?	9
2	Das Planen und Fortschreiben von Mittelbedarf und Mittelabfluss ist eine Grundleistung	9
3	Die Herausforderung besteht in der kontinuierlichen Fortschreibung	10
4	Kein linearer Verlauf.....	10
5	Was ist Leistung.....	12
6	Auflösungsgrade der Kosten- und Termininformationen.....	12
7	Die drei Bausteine einer Kostengliederung	13
8	Zahlungssimulationen versus Kurven	15
9	Welche S-Kurvenprofile in frühen Projektphasen.....	17
10	Was man nicht wissen kann.....	17
11	Unterschiedliche Gliederungsstrukturen	18
12	Dezemberfieber muss nicht sein	19
13	Grenzübergänge	19
14	Der Meterstab bekommt die Einheit Monate	21
15	Zahlungsfristen und Fälligkeiten	21
16	Zahlungspläne.....	23
17	Mittelbereitstellung bestimmt Baufortschritt.....	24
18	Die Besetzung der Hauptrollen.....	24
19	Fortschrittsgrade.....	25
20	Berücksichtigung von bisherigen Freigaben	26
21	Mehrere Projekte helfen sich aus (Outflow-Balancing)	27
22	Mittelzuflüsse sind oftmals Einzelereignisse	28
23	Zinsen, Finanzierungs- und Nutzungskosten	28
24	Wichtige Begriffe einfach erklärt.....	29
Teil II	Zahlungssimulationen: berechnete Mittelabflüsse	33
25	Modell.....	33
26	Beispiel: lineare Kostenverteilungen.....	34
27	Beispiel: nicht lineare Kostenverteilungen	35
28	Beispiel: prozentuale Kostenanteile.....	35
29	Sonderfall: Kostenkontrollelemente mit mehreren Aufträgen	36
30	Dynamischer Zahlungsplan.....	37
31	Rundungsdifferenzen	37
Teil III	Zahlungssimulationen: verbleibende Mittelabflüsse	39
32	Modell.....	39
33	Überdeckungen auf Grund fehlender Rechnungsstellungen.....	40
34	Überdeckungen auf Grund Fehleinschätzungen der Ausführungsdauer.....	41
35	Überdeckungen auf Grund nicht linearer Leistungserbringungen	42
36	Überdeckungen durch Kombination verschiedener Szenarien	45

Inhaltsübersicht

37	Unterdeckungen.....	45
38	Sonderfall: Datum der Freigaben > Statusdatum.....	46
39	Einbehalte (temporäre Entgeltminderungen).....	46
40	Abzüge (dauerhafte Entgeltminderungen).....	47
Teil IV	S-Kurvensimulationen: berechnete Mittelabflüsse.....	49
41	Modelle unterschiedlicher S-Kurvenprofile.....	49
42	Die allgemeine Form von S-Kurvenprofilen.....	49
43	Die Gaußsche S-Kurve.....	51
44	Die DHHS-Kurve.....	52
45	Die S-Kurve vierten Grades.....	54
46	Fazit.....	56
Teil V	S-Kurvensimulationen: verbleibende Mittelabflüsse.....	57
47	Szenarien, Statusdatum und Berechnungsgrundlagen.....	57
48	Überdeckungen bei erwartetem Leistungszuwachs.....	58
49	Überdeckungen bei unzutreffender Dauer.....	58
50	Unterdeckungen bei erwarteter Leistungsabnahme.....	59
Teil VI	Zusammenfassung und Empfehlungen.....	61
Teil VII	Anlage: Termincontrolling.....	63
51	Normen.....	63
52	HOAI und AHO.....	64
53	BTC-Modell (Time-cost Model).....	65
54	Berechnung der Dauer mit Hilfe von Aufwandswerten.....	66
55	Kategorisierungen von Terminplänen.....	67
56	Standardablaufpläne.....	68
57	Soll-Ist-Analysen.....	69
58	Lineare Hochrechnungen.....	70
Teil VIII	Anlage: Werkzeugkasten Mathematik.....	71
59	Mathematik ist eine Universalsprache.....	71
60	Zahlen sind quantitative Informationen.....	71
61	Funktionen sind Automaten.....	72
62	»e« die Eulersche Zahl die kaum einer kennt.....	73
63	»π« die Kreiszahl die jeder kennt.....	74
64	Exponenten sind Hochzahlen.....	74
65	Der Logarithmus ist die gesuchte Hochzahl.....	75
66	Zwei Sigma: Die 68-Prozent-Regel.....	76
67	Glockenkurven.....	78
68	S-Kurven (Wachstumskurven).....	79
69	Integrale (Flächen unter Kurven).....	81

70	Integrale (Beispiel und Interpretation).....	84
71	Regressionsanalysen (aus Daten werden Kurven)	87
72	Normalisierungen, Skalierungen, Transformationen, Umkehrungen	90