

Weber, Karl

Article — Digitized Version

## Verfahren der Netzplantechnik

Wirtschaftsdienst

*Suggested Citation:* Weber, Karl (1967) : Verfahren der Netzplantechnik, Wirtschaftsdienst, ISSN 0043-6275, Verlag Weltarchiv, Hamburg, Vol. 47, Iss. 11, pp. 597-600

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/133785>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# Verfahren der Netzplantechnik

Prof. Dr. Karl Weber, Urbana (Illinois)/USA

Im Anschluß an die amerikanische Theorie und Praxis werden die Verfahren der Netzplantechnik allgemein in zwei Gruppen eingeteilt: CPM (Critical Path Method) und PERT (Program Evaluation and Review Technique). Diese Ausdrücke vermochten sich auch im deutschen Sprachbereich weitgehend durchzusetzen und werden daher im folgenden beibehalten.\*)

## CRITICAL PATH METHOD (CPM)

Die Critical Path Method wurde 1956 von einer Studiengruppe der E. I. du Pont de Nemours & Company, in Zusammenarbeit mit Spezialisten der Sperry Rand Corporation, entwickelt und 1957 mit Erfolg zur Bearbeitung eines ersten praktischen Falles verwendet. Ab 1959 wurde Original-CPM in der Literatur eingehend diskutiert und in der Praxis in zunehmendem Maße eingesetzt. Im Vordergrund des Interesses standen dabei die Struktur- und Zeitanalyse, die die 1. CPM-Stufe ausmachen (siehe Abbildung „CPM-Stufen“)

### Struktur- und Zeitanalyse

Die zur Strukturanalyse verwendeten Verfahren können heute als weitgehend standardisiert bezeichnet werden. Unter den Netzwerkdarstellungen sind die Aktivitäts pfeildigramme (activity-on-arrow system) am gebräuchlichsten. Die Aktivitätskreisdigramme (activity-on-node system) vermochten sich, trotz großer Einfachheit und Flexibilität, nicht in größerem Umfange durchzusetzen. Dies gilt jedenfalls für die amerikanischen Verhältnisse (J. Fondahl); in Frankreich wurde die Aktivitätskreisdarstellung besonders intensiv propagiert (B. Roy, A. Kaufmann) und unter der Bezeichnung MP-Methode (Metra-Potential-Methode) auch in der deutschen Literatur bekannt (E. Hohmann). Kaum beachtet wurde dagegen das in Ostdeutschland entwickelte Vorlaufleitersystem (A. Renner), das insbesondere zur Bearbeitung größerer Bauprojekte und in der Fließbandfertigung mit Erfolg eingesetzt werden kann.

Die Zeitanalyse nach CPM wurde, im Vergleich zu den Originalstudien von J. Kelley und M. Walker, strukturell unverändert beibehalten. Auf die Errechnung der bedingt verfügbaren Pufferzeit und der unabhängigen Pufferzeit wird in der Praxis allerdings vielfach verzichtet.

### Kostenanalyse

Die Kostenanalyse stellt die zweite CPM-Stufe dar. Sie wurde in der Literatur schon 1959 beschrieben und

\*) Anmerkung der Redaktion: Die Ausführungen dieses Beitrages bauen auf den im vorstehenden Artikel dargelegten „Grundlagen der Netzplantechnik“ auf und setzen dessen Studium voraus.

zur Bestimmung der unter gegebenen Umständen optimalen Projektstruktur verwendet. Zur Zeit kommt den von J. Kelley und D. Fulkerson entwickelten Algorithmen die größte Bedeutung zu. Weniger beachtet wurden die Algorithmen von W. Prager und J. Foote. Die bekannten Standardmethoden sind zur Bearbeitung praktischer Fälle allerdings nur bedingt verwendbar; problematisch ist insbesondere die Annahme unbegrenzter Faktorkapazitäten und eines linearen Kostenverlaufs. Manche amerikanische Autoren sahen diesbezüglich klar und versuchten die ursprünglichen CPM-Algorithmen durch den Einbezug nichtkontinuierlicher und nichtlinearer Kostenfunktionen zu verfeinern. Die Pionierarbeiten von L. Alpert und D. Orkand wurden insbesondere von J. Moder und C. Phillips verfeinert, deren Buch über „Project Management with CPM and PERT“ (New York 1964) als eigentliches Standardwerk zur Netzplantechnik anzusprechen ist. Verwiesen sei auch auf die von General Electric entwickelten verfeinerten Computerprogramme zur stufenweisen Approximation der Kostenkurven. Besonders beachtenswert ist auch das PROMOCOM-Programm von General Electric, nach dem eine sorgfältige und systematische Projekt-Fortschrittskontrolle gewährleistet wird.

Die durch die Annahme unbegrenzter Kapazitäten bedingte Problematik von Original-CPM wurde in der amerikanischen Literatur ebenfalls eingehend diskutiert. Die diesbezüglichen Studien betreffen sowohl das Gebiet der Faktoreinsatzplanung (resource scheduling) als auch die Belastungsausgleichsplanung (resource leveling), wobei im allgemeinen weniger auf die Konzeption mathematischer Modelle (J. Wiest), sondern auf die Entwicklung praktisch verwendbarer Verfahrensregeln (heuristics) Wert gelegt wird.

### Faktoreinsatzplanung

Bezüglich der Faktoreinsatzplanung wird üblicherweise zwischen Methoden zur sukzessiven Einplanung von Einzelaktivitäten (serial methods) respektive Aktivitätenbündeln (parallel methods) unterschieden. Die meisten Computerprogramme zur Faktoreinsatzplanung basieren auf dem erstgenannten Verfahren. Dies gilt etwa für das für Rechenanlagen vom Typ IBM 650 und IBM 1620 entwickelte „Man-Scheduling Program“ (H. Perk) und das zum Einsatz auf IBM 7090 zur Verfügung stehende „8000, Critical Path, and Manscheduling“ Programm (W. Shirley). Entsprechendes trifft auch für das den Benutzern von Anlagen vom Typ GE 215/225/235 verfügbare ASTRA-Programm zu, das durch Integration der Zeit-, Kosten- und Faktoreinsatzplanung charakterisiert ist. Nicht allgemein zugänglich sind die von amerikanischen Beratungsfirmen

und an Hochschulen entwickelten Computerprogramme, unter denen SPAR (J. Wiest) als besonders leistungsfähig zu bezeichnen ist.

Die Einplanung von Aktivitätenbündeln ist für das „Job Leveling Program“ der Cities Service Petroleum Co. und das, auch in Deutschland vielbeachtete, RAMPS-System der C-E-I-R, Inc. typisch.

### Belastungsausgleichsplanung

Im Gegensatz zu den vorerwähnten Verfahren wird in Amerika der Belastungsausgleichsplanung eher geringe Aufmerksamkeit geschenkt. Aus der Literatur ist insbesondere der Algorithmus von A. Burgess und J. Killebrew bekannt, dem zur Hauptsache allerdings nur theoretische Bedeutung zukommt. Zum praktischen Einsatz auf IBM 7090 wurde das „Manpower Leveling Program“ von L. de Witte programmiert (Hughes Aircraft Company).

Als Spezialverfahren erscheinen die (MS)<sup>2</sup>-Programme (F. Levy, G. Thompson und J. Wiest), die primär zur Belastungsausgleichsplanung in Werften entwickelt wurden. Das Wesensmerkmal von (MS)<sup>2</sup> besteht darin, daß — vom Gesamtauftragsbestand einer Werft (ships) und den aus technischen Gründen in ihrer Reihenfolge gegebenen Arbeitsprozessen (shops) ausgehend — unmittelbar auf einen möglichst weitgehenden Belastungsausgleich (workload-smoothing) hingearbeitet wird, ohne daß auf eventuell bereits bestehende Zeitpläne Rücksicht zu nehmen wäre. Auch die „Manpower Allocation Method (MAM)“ von A. McGee und M. Markarian stellt eine Sonderform der Kapazitätsanalyse dar, da nach diesem Verfahren Faktoreinsatzplanung und Belastungsausgleichsplanung zu einem Gesamtsystem integriert werden.

### Integration mehrerer Stufen

Die in MAM und ASTRA zum Ausdruck kommende Tendenz zur Integration mehrerer CPM-Stufen wird von amerikanischen Experten vielfach recht zurückhaltend beurteilt. Insbesondere legen Praktiker auf eine weitgehende Eigenständigkeit der Zeit-, Kosten- und Kapazitätsanalyse Wert. Bezugnehmend auf die Abbildung zu den vier CPM-Stufen kann generell festgehalten werden, daß sich die CPM-Praxis in Amerika und Europa zumeist nur auf die beiden ersten Arbeitsstufen bezieht. Besonders wünschenswert wäre jedoch die Eingliederung der dritten CPM-Stufe, während die Realisierung der vierten Stufe am wenigsten dringend und erfolgversprechend erscheint.

### PROGRAMM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE (PERT)

Das PERT-System wurde 1958 im Zusammenhang mit dem Polaris-Raketenprogramm entwickelt und im Laufe der Zeit in zunehmendem Maße verfeinert. In Analogie zu CPM kann auch bei PERT zwischen Struktur-, Zeit- und Kostenanalyse unterschieden werden.

### Struktur- und Zeitanalyse

Ursprünglich befaßte sich PERT nur mit der Struktur- und Zeitanalyse (PERT/time). Die diesbezüglichen Verfahren können im wesentlichen als standardisiert gelten (DOD/NASA). In jüngerer Zeit wurde PERT/time in verschiedener Beziehung weiterentwickelt. Verwiesen sei insbesondere auf PERT/LOB, ein Verfahren, das eine Kombination der Line of Balance Technique und der üblichen Zeitanalyse nach PERT darstellt.

### Kostenanalyse

Die Kostenanalyse wurde erst in einer zweiten Stufe in das PERT-System eingegliedert. Im Gegensatz zu PERT/time wurde PERT/cost in Amerika von allem Anfang an eher zurückhaltend beurteilt. Die mit der Anwendung von PERT/cost verbundenen Schwierigkeiten führten neuerdings dazu, das Gesamtsystem einer kritischen Analyse zu unterziehen. In absehbarer Zeit dürfte daher PERT/cost wesentlich umgestaltet werden.

### Faktoreinsatzplanung

Der Faktoreinsatzplanung wird seitens der amerikanischen Luftwaffe spezielle Beachtung geschenkt, was aus dem in Entwicklung begriffenen Projekt SEEM (Simulate, Explore, Evaluate, Monitor) deutlich hervorgeht. Erwähnt sei auch, daß sich amerikanische Regierungsstellen schon frühzeitig intensiv mit der Leistungsanalyse befaßten und sie ebenfalls in das PERT-System zu integrieren versuchten. Beispiele hierfür finden sich insbesondere in den PERT-Handbüchern der Armee.

### Höhere Stufen

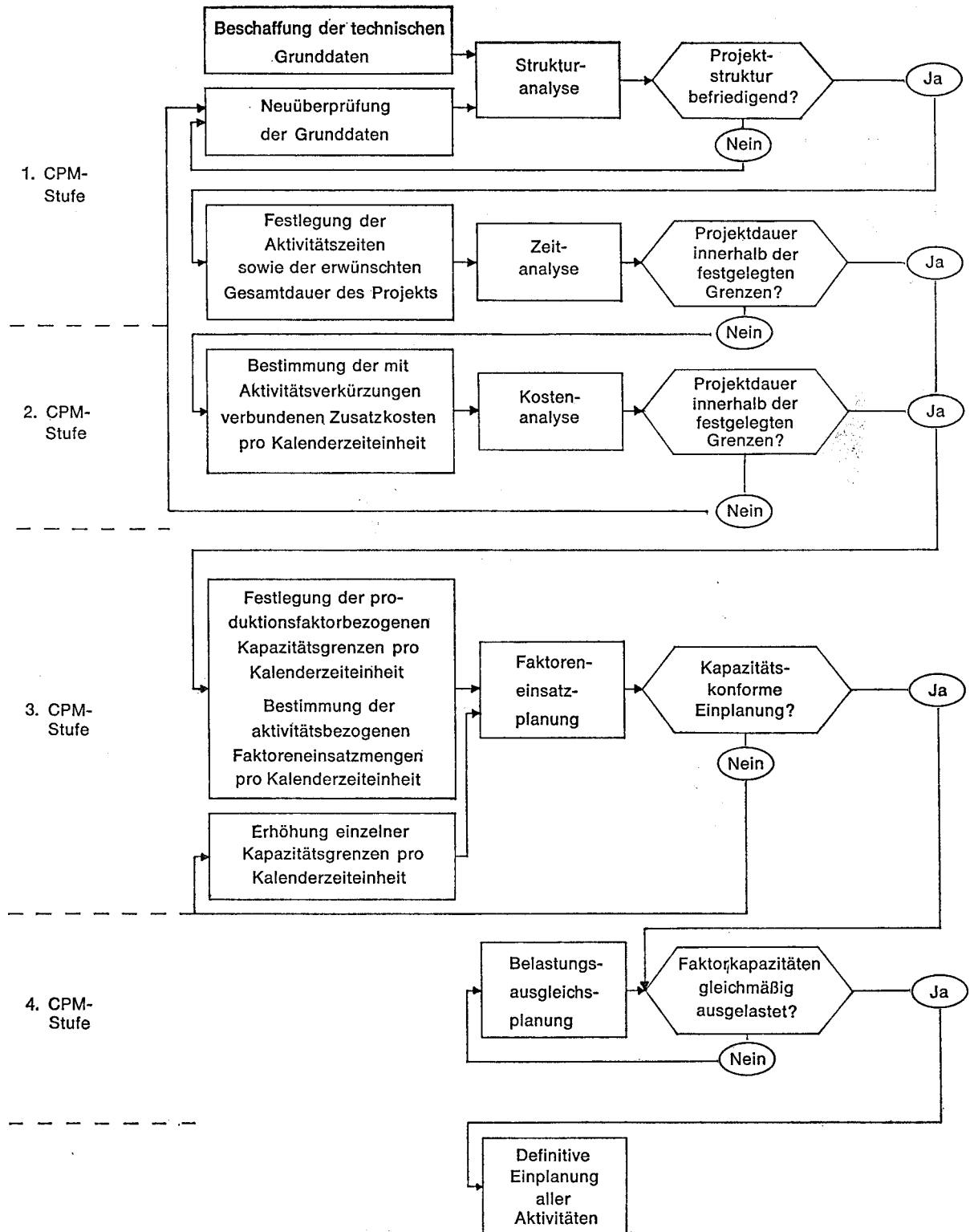
Im Auftrag der amerikanischen Marine wurde PERT in jüngerer Zeit zu einem „Integrated Management Information System (IMIS)“ weiterentwickelt und bei der Schaffung des MK-48 Torpedo Waffensystems verwendet. Ähnliche Ausbautendenzen finden sich auch bei der Luftwaffe.

Theoretisch interessant sind auch die Neuentwicklungen auf dem Gebiete von General-PERT; sie führten — ausgehend von den bereits 1962 veröffentlichten Studien von H. Eisner und R. Freeman — zur Konzeption von GERT (Graphical Evaluation and Review Technique) und damit zu einer höheren Stufe der modernen Netzplantechnik (S. Elmaghraby, A. Pritsker und W. Happ).

### CPM UND PERT IM VERGLEICH

Im Vergleich zu CPM sind die Einsatzmöglichkeiten von PERT beschränkt. PERT stellt im wesentlichen eine Projektüberwachungsmethode dar, die primär auf die Interessen der Auftraggeber (Regierungsstellen) Rücksicht nimmt. Erst in jüngerer Zeit wurde versucht, PERT in vermehrtem Maße auch auf einzelbetriebliche Zielsetzungen auszurichten, was teilweise zu einer vermehrten Annäherung an CPM

# CPM-Stufen



führte. CAPERTSIM (Computer Assisted PERT Simulation) scheint in diesem Sinne besonders typisch: es deckt sich im wesentlichen mit der für CPM typischen Kostenplanung, nach der alle praktisch relevant erscheinenden Projektverkürzungsmöglichkeiten und die damit verbundenen Kosten erfaßt und zur Beurteilung der Alternativpläne herangezogen werden.

Verfahrenstechnisch besteht der Hauptunterschied zwischen CPM und PERT darin, daß bei CPM pro Aktivität nur eine Zeitschätzung vorgenommen wird, während bei PERT drei Zeitwerte — optimistische (a), höchstwahrscheinliche (m) und pessimistische (b) Zeit — geschätzt und darauf aufbauend, unter Annahme einer Beta-Verteilung, die zu erwartende Aktivitätszeit  $t_e$  nach folgender Formel berechnet wird:

$$t_e = (a + 4m + b)/6.$$

Diese Verfahrensunterschiede bestimmen auch weitgehend den Einsatzbereich von CPM und PERT. Das

letztgenannte Verfahren ist infolge seiner probabilistischen Grundstruktur vor allem zur Bearbeitung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten geeignet. Die Einsatzmöglichkeiten von CPM sind dagegen nahezu unbeschränkt; als hauptsächlichstes Einsatzgebiet erscheint auch in Amerika immer noch die Bauplanung.

CPM kann generell als einzelwirtschaftlich orientiertes Planungsinstrument charakterisiert werden, das allerdings nur bei kombinierter Struktur-, Zeit-, Kosten- und Kapazitätsanalyse voll befriedigende Resultate bringen kann. Durch Einbezug probabilistischer, sich an PERT annähernder Überlegungen könnte CPM noch stark verfeinert werden, was den Bedürfnissen der modernen Wirtschaftspraxis sehr entsprechen dürfte. Tatsächlich lassen sich in Amerika auch diesbezüglich beachtenswerte Entwicklungstendenzen feststellen; „Decision CPM“ wurde bereits 1965 von W. Crowston und G. Thompson diskutiert und dürfte in Zukunft noch mehr beachtet werden.

## Literaturhinweise zum Thema „Netzplantechnik“

Allen, T.; Brey, M.:  
Handbuch der Netzplantechnik.  
Winterthur 1965, 202 S.

Brandenberger, J.; Konrad, R.:  
Netzplantechnik; Eine Einführung.  
Schriftenreihe des Betriebswissenschaftlichen  
Instituts der ETH, Zürich.  
2. Auflage, Zürich 1966, 222 S.

Budil, Werner:  
Die Praxis der Netzplantechnik.  
In: Industrielle Organisation,  
1963, H. 11, 373—378 und  
1964, H. 8, 303—316

Dreger, W.:  
Grundzüge der Netzplantechnik.  
In: Industrie-Anzeiger, 1966,  
H. 43, 907—913

Dreger, W.:  
Verfahren der Netzplantechnik.  
In: Industrie-Anzeiger, 1966,  
H. 45, 943—949

Dreger, W.:  
Vergleich verschiedener Verfahren  
der Netzplantechnik (PERT, CPM, MPM).  
In: Fördern und Heben, 1967,  
H. 8, 464—469

Falkenhausen, Hasso von:  
Prinzipien und Rechenverfahren  
der Netzplantechnik.  
ADL-Verlag Kiel 1965  
ADL-Schriftenreihe Bd. 2

Hohmann, E.:  
Die Netzplantechnik und ihre Anwendung.  
In: Automatisierung, 1966, H. 9, 16—19

Mertens, P.:  
Netzwerktechnik als Instrument der Planung.  
In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft,  
1964, 382—407

Miller, R. W.:  
Zeit-Planung und Kostenkontrolle durch PERT.  
Hamburg—Berlin 1965

Miller, R. W.:  
How to Plan and Control with PERT.  
In: Harvard Business Review, 1962, 93—104

Proffen, Hans:  
Möglichkeiten und Grenzen einer betriebswirtschaftlichen Interpretation von Netzwerkflußmodellen.  
Diss., Köln 1964.

Waschek, Gernot; Weckerle, Edgar:  
Die Praxis der Netzplantechnik.  
Baden-Baden

Weber, Karl:  
Planung mit CPM und PERT.  
Zürich 1963

Wille; Gewalt; Weber:  
Netzplantechnik — Methoden zur Planung und  
Überwachung von Projekten.  
Band I: Zeitplanung.  
München—Wien 1966, 168 S.

---

### WIRTSCHAFTSDIENST · Wirtschaftspolitische Monatsschrift

Herausgeber: Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Archiv, Direktor: Prof. Dr. Heinz-Dietrich Ortlieb; Redaktion: Ernst Niemeier, 2 Hamburg 20, Eppendorfer Landstraße 106, Tel. 47 11 74 05; verantwortlich für „Aktuelle Absatzwirtschaft“ Wolfgang K. A. Disch, 2 Hamburg 36, Karl-Muck-Platz 1, Tel. 34 10 08; Verlag Weltarchiv GmbH, 2 Hamburg 20, Eppendorfer Landstraße 106, Tel. 46 10 19 und 46 10 10; Anzeigen: Generalvertretung Dr. Hans Klemen (Anzeigenpreisliste Nr. 10); Druck: Otto Schwitzke, Hamburg; Bezugspreise: Einzelheft: DM 4,20, Jahresabonnement DM 48,—; zu beziehen durch den Verlag oder durch den Buchhandel. Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Gewähr übernommen. Mit dem Namen des Verfassers gezeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder. Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es auch nicht gestattet, die Zeitschrift oder Teile daraus auf photomechanischem Wege (Photokopie, Mikrokopie) oder auf andere Art zu vervielfältigen. Copyright by Verlag Weltarchiv GmbH.