

Heft 85

**W. Hoffmann, M. Nüttgens, St. Scholz
A.-W. Scheer**

**Das Integrationskonzept am CIM-TTZ Saarbrücken
(Teil 1: Produktionsplanung)**

Oktober 1991

Inhaltsverzeichnis

1.	Integrationsansätze am CIM-TTZ Saarbrücken	1
1.1	Das Modellierungskonzept - ARIS	1
1.2	Das Integrationswerkzeug - INMAS	3
1.3	Die Integration-Area - CIM-TTZ	4
1.3.1	Der Produktionsplanungsbereich	4
1.3.2	Der Lager- und Transportbereich	6
1.3.3	Der Fertigungsbereich	7
1.3.4	Der Montagebereich	7
1.3.5	Die Endkontrolle	8
2.	Das Prozeßmodell der Produktionsplanung	9
2.1	Das grobe Prozeßmodell	9
2.2	Die Teilprozeßebene 1	11
2.3	Die Teilprozeßebene 2	14
2.4	Die Teilprozeßebene 3	17
2.5	Die Teilprozeßebene 4	18
2.6	Die Teilprozeßebene 5	23
3.	Literaturverzeichnis	25

1. Integrationsansätze am CIM-TTZ Saarbrücken

Mit dem Integrationskonzept am CIM-TTZ Saarbrücken wird die Zielsetzung verfolgt, einen Weg aufzuzeigen, wie heterogene CIM-Komponenten auf der Grundlage eines konzeptionellen Unternehmensmodells informationstechnisch verknüpft werden können. Nachfolgend werden das Modellierungskonzept und das Layout der "Integration-Area" beschrieben, welche den Einsatz des am Institut für Wirtschaftsinformatik (IWi) entwickelten Interface-Management Systems "INMAS" ermöglichen sollen.

1.1 Das Modellierungskonzept - ARIS

Informationssysteme sind durch ihre Komponenten und den Beziehungen zwischen diesen Komponenten charakterisiert. Sie können als Modelle abgebildet werden, wobei durch Abstraktion auf die wesentlichen Komponenten und Beziehungen die Komplexität beherrschbar wird. Auch Unternehmen sind Systeme, die aufgrund ihrer Komplexität meist nur schwer zu überschauen und zu steuern sind. Durch den Entwurf und die Implementierung integrierter Informationssysteme soll der **Steuerungsaspekt von Unternehmen** unterstützt werden. Ebenso kann ein computergestütztes Informationssystem auch als ein Abbild des Unternehmens betrachtet werden. Man spricht daher auch von einem Informationsmodell einer Unternehmung bzw. von einem **Unternehmensmodell**. Um eine Einordnung in einen übergreifenden Modellansatz zu ermöglichen, wird im folgenden die **ARIS-Architektur** (Architektur integrierter Informationssysteme) herangezogen (vgl. Abb. 1) [1].

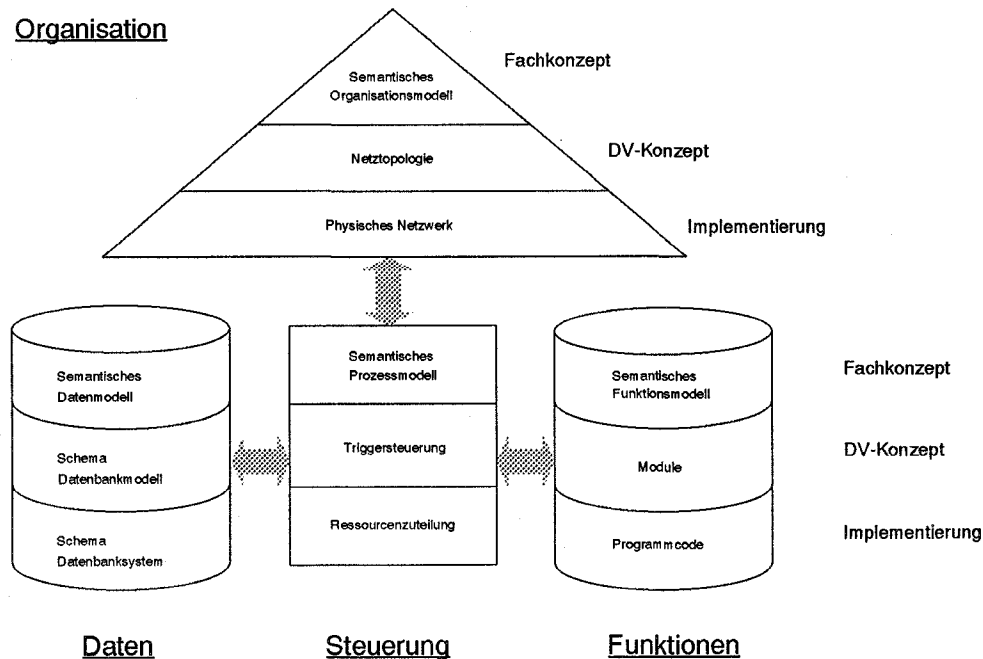


Abb. 1: ARIS-Architektur [2]

[1]: Zur ausführlichen Darstellung s. Scheer, A.-W.: *Architektur integrierter Informationssysteme - Grundlagen der Unternehmensmodellierung*. Berlin et al. 1991.
 [2]: Scheer, A.-W.: *Wirtschaftsinformatik - Informationssysteme im Industriebetrieb*. 3. Auflage. Berlin et al. 1990, S. 7.

Daten-, Funktions- und Organisationsmodelle haben innerhalb der ARIS-Architektur eher einen statischen Charakter, wohingegen das Prozeßmodell eine dynamische Sicht widerspiegelt. Jedes dieser Teilmodelle erfordert eine spezifische Methode zur semantischen Beschreibung der Inhalte und Strukturen.

Bei der Erstellung eines Informationsmodells ist im Rahmen der Datensicht auf der Fachkonzeptebene das **semantische Datenmodell** Gegenstand der Betrachtung. Im semantischen Datenmodell werden die fachlichen Vorgaben für die spätere Umsetzung in die formalen Anforderungen eines Datenmodells und deren technische Implementierung getroffen. Das semantische Datenmodell enthält die sachlogischen Datenstrukturen, die aus der Ebene des Benutzerproblems abgeleitet und in die Begriffe zur formalen Beschreibung von Datenstrukturen überführt werden. Ziel ist es, die im Unternehmen erforderlichen Daten in einem funktionsübergreifenden Zusammenhang darzustellen [3].

In einem **semantischen Organisationsmodell** werden die Organisationseinheiten, ihre Strukturbeziehung und die Benutzer eines Informationssystems beschrieben. Zur Darstellung semantischer Organisationsmodelle eignen sich Organigramme und Dispositionsebenen-Diagramme [4].

In einem **semantischen Funktionsmodell** wird das komplexe Funktionsgebilde eines Unternehmens in einer statischen und übersichtlichen Struktur abgebildet. Zum einen werden hier durch eine Über- und Unterordnung Zugriffe festgelegt und zum anderen wird aufgezeigt, welche Funktionen gruppiert werden können. Eine semantische Funktion beschreibt einen Vorgang, der betriebswirtschaftlich nicht weiter sinnvoll aufgeteilt werden kann und immer vollständig ausgeführt wird. Eine Funktion wird durch die Transformationsvorschrift und den betriebswirtschaftlichen Gehalt der Input- und Outputdaten definiert.

Im Gegensatz zu der mehr statischen Sicht der Daten-, Funktions- und Organisationsmodelle beschreiben Prozeßmodelle eine dynamische Sicht innerhalb eines Informationsmodells. In einem **semantischen Prozeßmodell** wird der zeitlich-logische Ablauf der einzelnen Funktionen, d. h. der ablaufbezogene Zusammenhang dargestellt. Darüber hinaus werden in einem Prozeßmodell Beziehungen zum Datenmodell aufgezeigt. Dies erfolgt über die in eine Funktion eingehenden und von einer Funktion ausgehenden Daten (Input/Output) sowie über den Auslösemechanismus.

Funktionen werden von einem Auslösemechanismus gestartet. Dieser Auslösemechanismus wird im folgenden als **Ereignis** bezeichnet. Ereignisse starten somit Funktionen und können wiederum ein Ergebnis von Funktionen sein [5]. Ereignisse referenzieren auf Attribute, welche im Rahmen der Datensicht den Informationsobjekten des Datenmodells zugeordnet sind. Ein Ereignis beschreibt somit das Eintreten von Ausprägungen (Werten) von Attributen, das eine Funktion auslöst. Somit existiert zwischen den Ereignissen und den Informationsobjekten des Datenmodells ein Zusammenhang. Ein Ereignis kann einem oder mehreren Attributen bzw. Informationsobjekten zugeordnet sein. Ein Attribut bzw. Informationsobjekt kann zu einem oder mehreren Ereignissen in Beziehung stehen. Ist ein vollständig attributiertes Datenmodell vorhanden, so können über die Identifizierung von Attributen und die Analyse möglicher Ausprägungen der Attribute potentielle Ereignisse erarbeitet werden. Ist kein Datenmodell vorhanden, so sind signifikante Ereignisse aus der Praxis zu identifizieren. Die oben beschriebenen komplexen Zusammenhänge können alle oder zum Teil, abhängig vom verfolgten Ziel, in einer Grafik dargestellt werden. Hierbei hat sich eine Visualisierung in der Form "**Ereignisgesteuerter Prozeßketten**" (EPK's) in der Praxis bewährt [6].

[3]: Zum Entwurf von Unternehmensdatenmodellen: Vgl. Scheer, A.-W.: *Wirtschaftsinformatik - Informationssysteme im Industriebetrieb*. 3. Auflage. Berlin et al. 1990.

[4]: Vgl. Scheer, A.-W.: *Architektur integrierter Informationssysteme - Grundlagen der Unternehmensmodellierung*. Berlin et al. 1991, S. 90-92.

[5]: Vgl. Scheer, A.-W.: *Architektur integrierter Informationssysteme - Grundlagen der Unternehmensmodellierung*. Berlin et al. 1991, S. 113-114.

[6]: Vgl. Keller, G.; Kirsch, J.; Nüttgens, M.; Scheer, A.-W.: *Informationsmodellierung in der Fertigungssteuerung*. In: Scheer, A.-W. (Hrsg.): *Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Heft 80, Saarbrücken 1991*.

1.2 Das Integrationswerkzeug - INMAS

Am Institut für Wirtschaftsinformatik wird im Rahmen eines ESPRIT II-Projektes CIDAM (no. 2527) in Zusammenarbeit mit Industriepartnern das Integrationswerkzeug INMAS entwickelt, welches die Konsistenz des Datenbestandes eines Unternehmens über heterogene EDV-Systeme hinweg sicherstellen soll. INMAS (Interface Management System) ist eine **frei konfigurierbare** Schnittstelle zwischen Datenbank-Systemen, d.h. INMAS kann an die Erfordernisse (Formate) der zu verbindenden Datenbanken angepaßt werden [7].

Das CIDAM-Projekt (CIM system with distributed Databases and configurable Modules), in dessen Rahmen INMAS entwickelt wird, versucht CIM-Systeme auf der Grundlage existierender und erprobter CIM-Komponenten aufzubauen. Im Gegensatz zu speziellen Bridge-Programmen versucht INMAS, die einzelnen Systeme durch eine **neutrale Datenstruktur** miteinander zu verbinden. Hierbei wird auf der Grundlage eines Referenz-Datenmodells die logische Konsistenz verteilter Datenbestände sichergestellt. In jedem angekoppelten System müssen die Redundanzen und Transformationen für die Übertragung zum neutralen Format und zurück definieren.

Grundlage des INMAS-Systems ist der **ereignisgesteuerte Anstoß** der Datentransformation. Ändern sich durch eine Funktion die Datenbestände eines EDV-Systems und betrifft diese Änderung Daten, die in einem oder mehreren anderen EDV-Systemen nochmals, d.h. redundant gespeichert sind, so sendet die Funktion, welche die Datenänderung bewirkt hat, nach ihrer Beendigung eine **Trigger-Nachricht** an INMAS. INMAS führt daraufhin mit Hilfe von Aktivitätenketten, die den einzelnen Triggern zugeordnet sind, die Datenänderungen in den anderen Systemen mit redundanten Datenbeständen durch. Starterereignis für INMAS ist also das Endereignis der datenverändernden Funktion. Damit ist es möglich, zeitnahe Updates auf den einzelnen Datenbanken durchzuführen.

Wie bereits erwähnt, ist INMAS frei konfigurierbar. Bevor INMAS eingesetzt werden kann, muß INMAS an die zu verbindenden Systeme angepaßt werden. Hierzu müssen die im Funktionsablauf auftretenden Datenänderungen und die jeweiligen Starterereignisse für INMAS bekannt sein. Voraussetzung für die Implementierung ist somit eine **Ist-Analyse des betrieblichen Geschehens**, um die für die Konfigurierung von INMAS notwendigen Informationen zu erhalten.

[7]: Vgl. Heß, H.; Scheer, A.-W.: *Kopplung von CIM-Komponenten - ein europäisches Projekt. Handbuch der modernen Datenverarbeitung*, 157/1991. Vgl. Klein, J.: *Datenintegrität in heterogenen betrieblichen Informationssystemen - Die Konzeption eines konfigurierbaren Informationsmanagementsystems*, Rechts- und Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Universität des Saarlandes, Dissertation Saarbrücken 1991.

1.3 Die Integration-Area - CIM-TTZ

Ziel der Fertigung am CIM-TTZ Saarbrücken ist die Herstellung einer Schreibtischuhr, die in verschiedenen Varianten gefertigt wird. Jede der fünf Grundvarianten besteht aus einer auftragspezifisch gefertigten Grundplatte, den Baugruppen Logo (bestehend aus Logo-Einpaßteil und Logo-Aufkleber) und Uhr (bestehend aus Uhrwerk und Uhrrahmen) sowie Varianten-Einpaßteilen (Rechtecke, Rauten und Zylinder).

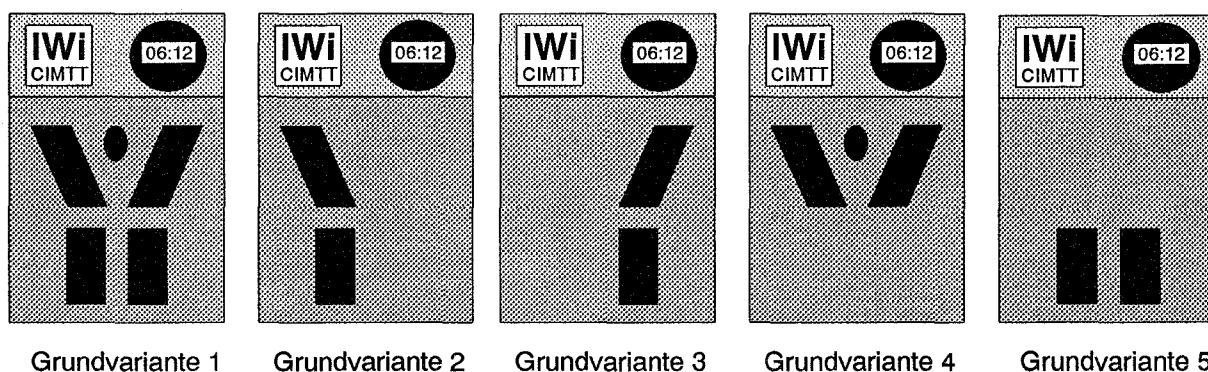


Abb. 2: Grundvarianten der Schreibtischuhr

Nachfolgend wird kurz ein Auftragsdurchlauf durch die Produktionsbereiche der Integration-Area (vgl. Abb. 3) aufgezeigt.

1.3.1 Der Produktionsplanungsbereich

Kundenspezifische Aufträge werden im PPS-System (MAPICS/DB) verwaltet und eingeplant. Nach der Verfügbarkeitsüberprüfung des PPS-Systems, ob die Konstruktion (CATIA) und alle zum Auftrag benötigten Teile vorhanden sind, werden die Fertigungsaufträge für Baugruppen (Logo, Uhr) und Einzelteile (Grundplatte) sowie der Montageauftrag für das Endprodukt erstellt. Anschließend erfolgt die Auftragsfreigabe. Die Fertigungssteuerung (FI-2) übernimmt die vom PPS-System vorgegebenen Daten und disponiert sie auf die einzelnen Ressourcen im Werkstattbereich. Zur Unterstützung der Fertigungssteuerung werden ein Betriebsdatenerfassungs- und ein Lagerverwaltungssystem eingesetzt.

Das BDE-System liefert der Fertigungssteuerung Informationen über die aktuelle Arbeitssituation vor Ort. Die Aufgabe des Lagerverwaltungssystems besteht in der unmittelbaren Bereitstellung von Informationen über Materialpositionen vor Ort an den Fertigungs- und Montageprozess (z.B. Lagerplatzkoordinaten zur Kommissionierung) sowie der direkten Erfassung von Materialbewegungen innerhalb des Werkstattbereichs und zwischen den einzelnen Lagern, welche sowohl an die Fertigungssteuerung als auch an das PPS-System rückgemeldet werden. Der optimale Informationsaustausch dieser drei Komponenten untereinander sowie zum übergeordneten PPS-System gewährleistet einen reibungslosen Fertigungsablauf, da immer die aktuellen Informationen zur Disposition verwendet werden. Im folgenden wird die Funktionalität der einzelnen Teilbereiche näher erläutert.

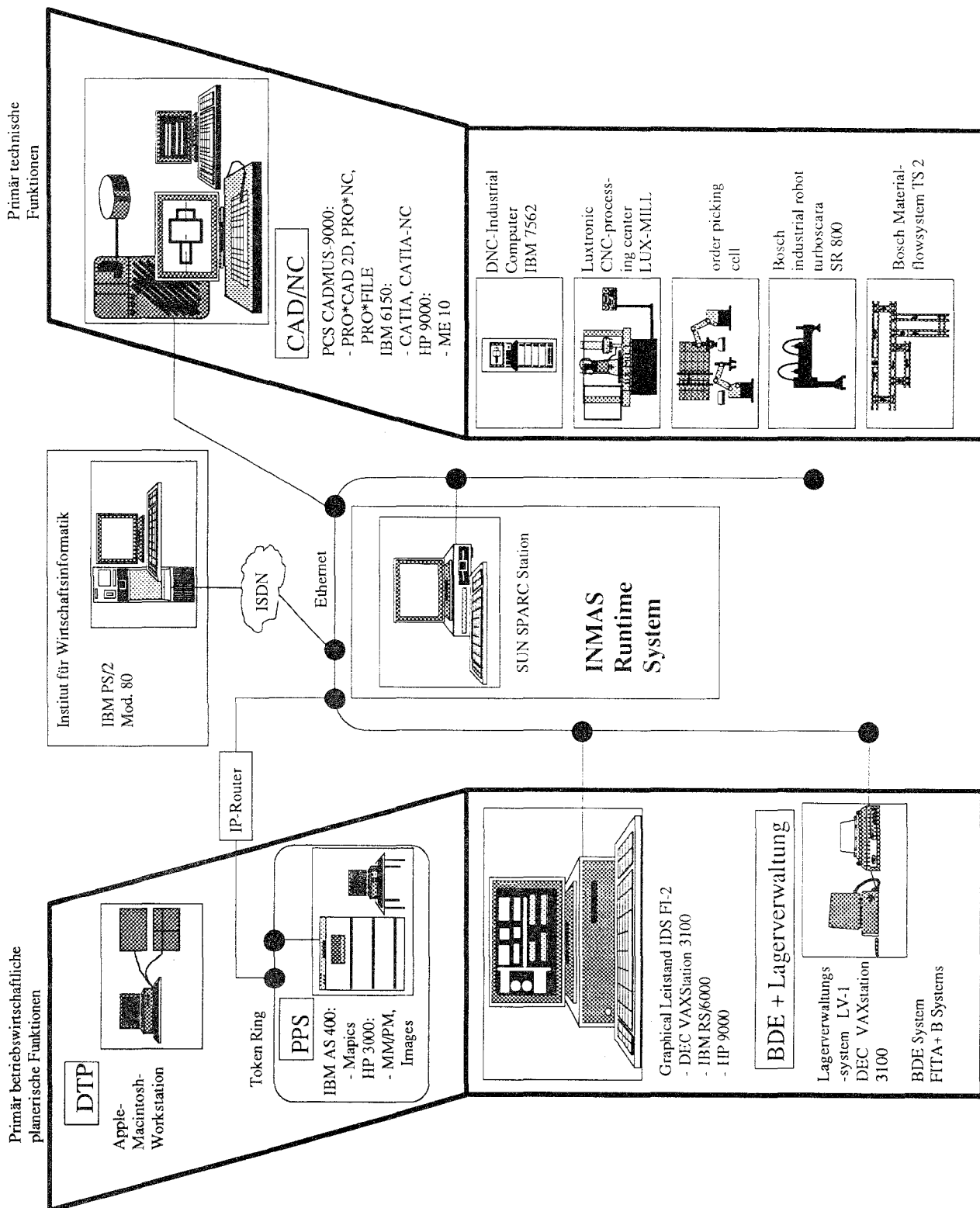


Abb. 3: Die Integration-Area am CIM-TTZ Saarbrücken [8]

[8]: Houy, Chr.; Heß, H.; Klein, J.; Herterich, R.; Scheer, A.-W.: Datenintegration verteilter, heterogener CIM-Applikationen, Vortrag zur 20. DGOR-Jahrestagung am 05.09.91 in Stuttgart. Vgl. Karl, P.; Geib, T.: Das Programm der CIM-Technologie-Transfer-Zentren am Beispiel des Standorts Saarbrücken. In: Scheer, A.-W.: CIM - Der computergesteuerte Industriebetrieb. 4. Auflage, Berlin et al. 1990, S. 257.

1.3.2 Der Lager- und Transportbereich

Der Materialfluß im Produktionsablauf wird durch fünf Lager bestimmt:

- 1) Wareneingangslager (WEL)
- 2) Halbzeuglager 1 (HZL1)
- 3) Halbzeuglager 2 (HZL2)
- 4) Montageteillager (MTL)
- 5) Endproduktlager (EPL)

Der Materialfluß des Produktionsprozesses beginnt im Wareneingangslager (WEL). Hier werden die für die Uhrenproduktion eingekauften Teile zunächst gelagert und im PPS-System erfaßt. Nach Freigabe der Fertigungsaufträge werden die entsprechenden Materialtransaktionen aus dem WEL in die Fertigung durchgeführt. Diese ist wegen der Materialverfolgung in Werkstattbereiche unterteilt. Im Werkstattbereich 1 (WB1) werden die Grundplatten bearbeitet, in Werkstattbereich 2 (WB2) die Logo-Einpaßteile gefertigt und in Werkstattbereich (WB3) die Uhr-Einpaßteile zusammengesetzt. Die Grundplatten werden nach der Bearbeitung im Bohr-Fräse-Zentrum direkt auf das Transportsystem, den Werkstattbereich 4 (WB4), gelegt. Hier erfolgt die Kommissionierung und die Endmontage der Schreibtisch-Uhr. Die Logo- und Uhr-Einpaßteile werden nach der Fertigung zunächst in Halbzeuglagern (HZL) zwischengelagert und bei Bedarf im Montageteillager (MTL) eingelagert. Die Variantenteile gehen vom WEL direkt ins Montageteillager. Bei der Kommissionierung werden die Einpaß- und Variantenteile dem MTL entnommen und zusammen mit den Grundplatten bei der Endmontage im WB4 zu Schreibtisch-Uhren montiert. Abschließend erfolgt die Einlagerung in das Endproduktlager. Mangelhafte Teile werden dem Rücklauf zugeführt. Abb. 4 gibt die Lagerkonzeption, den Materialfluß und die Transportfunktionen (TAP) im CIM-TTZ wieder.

Zur Verwaltung der fünf Lager dienen zwei unterschiedliche Systeme. Zum Ersten werden die Lager mit MAPICS/DB verwaltet. MAPICS unterscheidet alle zuvor genannten Lager, kennt aber nur einen Werkstattbereich. Die Unterscheidung des Werkstattbereiches dient keiner Lagerfunktion, sondern zur genauen Erfassung derjenigen Teile, die sich gerade in der Fertigung bzw. Montage befinden. Da in MAPICS nur ein Werkstattbereich definiert ist, ist eine teilegenaue Verfolgung des Materialflusses mit MAPICS/DB nicht möglich. Aus diesem Grund und um Informationen in Realzeit an den Fertigungsprozeß zu liefern, wurde im CIM-TTZ ein weiteres, eigenerstelltes Lagerverwaltungssystem (LV-1) entwickelt.

Im Gegensatz zu MAPICS wird in LV-1 das Wareneingangslager nicht erfaßt. Dafür jedoch werden die Werkstattbereiche und die Halbzeuglager getrennt erfaßt. Aufgrund der beiden getrennten Datenbestände muß bei Lageränderungen ein Update der beiden redundanten Datenbanken erfolgen. Je nachdem in welchem System eine Lageränderung zuerst erfaßt wird, müssen die Datenbestände des anderen Systems aktualisiert werden.

1.3.3 Der Fertigungsbereich

Nach der Auftragsfreigabe wird das NC-File vom CAD-System in den DNC-Rechner geladen und eine Simulation des Arbeitsganges durchgeführt. Zugleich werden die zur Fertigung benötigten Teile an die CNC-Maschine und die Handarbeitsplätze transportiert. Die Transportfunktionen sind als Arbeitsgänge Bestandteile des entsprechenden Arbeitsplans. Nach Bestätigung des Eingangs der Teile an LV-1 (Lagerverwaltung) beginnt die eigentliche Fertigung. Der DNC-Rechner überträgt das NC-File in die CNC-Steuerung, die daraufhin das Programm abarbeitet. BDE-Terminals an den Arbeitsplätzen erfassen Arbeitsfortschritte und Störungen. Nach erfolgter Bearbeitung werden die Werkstücke einer Qualitätskontrolle unterzogen.

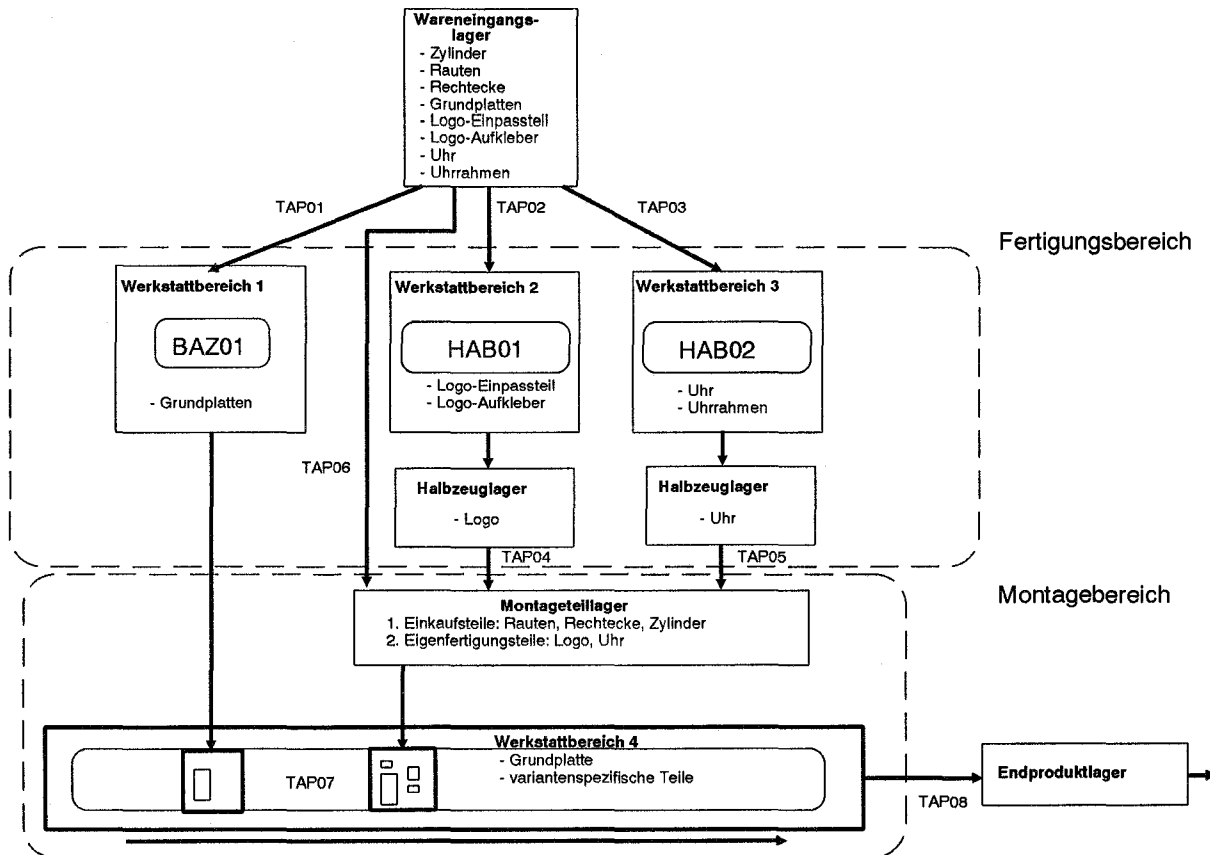


Abb. 4: Lagerkonzeption und Materialfluß

Ist diese erfolgreich, werden die Baugruppen in das Montageteillager eingelagert, in dem mittlerweile auch die zum Auftrag gehörenden Einkaufsteile liegen. Die Grundplatte, die eine längere Bearbeitungszeit hat, wird direkt auf einen Werkstückträger der Transportstrecke gelegt. Mittels eines Identifikations- und Datenspeichersystems erfolgt die Eingabe des Kundenauftrags sowie des Montageauftrags, die in einem mobilen Datenträger, der auf jedem Werkstückträger befestigt ist, gespeichert werden, sodaß die Informationen im Verlauf der Montage an jeder Station zur Verfügung stehen bzw. ergänzt werden.

1.3.4 Der Montagebereich

Zuerst erfolgt die Kommissionierung der zum Auftrag gehörenden Teile. Eine an der Transportstrecke befestigte Schreib-Lese-Station liest die Informationen auf dem mobilen Datenträger und übermittelt sie dem Prozessrechner. Dieser wertet die Informationen aus und verteilt sie auf die entsprechenden Automatisierungsgeräte und angeschlossenen Systeme. Von LV-1 verlangt er Informationen über die Lagerplatzkoordinaten der benötigten Teile im Montageteillager sowie Informationen über die dazugehörigen Roboterprogrammmodule. Die Lagerplatzkoordinaten werden in eine SPS transferiert und anschließend wird das entsprechende Roboterprogramm erstellt und in die Robotersteuerung geladen. Nun beginnt der eigentliche

Kommissioniervorgang. Nachdem alle zu einer Variante gehörenden Teile auf dem Werkstückträger liegen, wird dieser entriegelt und es erfolgt die Endmontage. Auch hier befindet sich eine Schreib-Lese-Station, die direkt mit der Steuerung (SPS) des Montageroboters in Verbindung steht. Nach Auswertung der Daten vom mobilen Datenträger erfolgt von einem Bildverarbeitungssystem eine Positionserkennung der kommissionierten Teile. Die Lagekoordinaten der auf dem Werkstück positionierten Teile werden der Robotersteuerung als Parameter übergeben, worauf das entsprechende Roboterprogramm aktiviert und ausgeführt wird.

1.3.5 Die Endkontrolle

Sind Teile falsch montiert oder schadhaft, werden sie, wenn möglich, manuell nachgearbeitet und im Endproduktlager eingelagert oder dem Rücklauf zugeführt. Die aktuellen Informationen werden mittels BDE-Terminal an die Fertigungssteuerung übermittelt, die Lagerzugänge in LV-1 erfaßt. Nachdem ein Drucker am Endproduktlager die vom PPS-System freigegebenen Kundenaufträge ausgedruckt hat, werden die Waren an den Kunden ausgeliefert.

2. Das Prozeßmodell der Produktionsplanung

Das Prozeßmodell beschreibt einen kompletten Produktionsdurchlauf von der Auftragsannahme bis zur Auslieferung der fertigen Uhren an den jeweiligen Kunden. Hierbei wird eine Analyse auf einem Abstraktionsniveau zwischen Einzelvorgängen und Vorgangsarten vorgenommen. Dies erkennt man beispielsweise daran, daß die Prozeßkette für die Beschaffung von Teilen nicht nur einmal sondern getrennt nach Teilearten mehrmals erscheint. Ein Grund für diese Trennung sind die unterschiedlichen Ausprägungen des Objektes "Teil".

Das Einkaufsteil Grundplatte zählt zum Beispiel zum Rohmaterial. Die Varianteneinkaufsteile (kurz Variantenteile) sind hingegen fremdbezogene Fertigteile, die bei der Uhrenproduktion weiterverarbeitet werden. Gleiches gilt für die Baugruppen-Einkaufsteile. Sie werden jedoch bereits vor der eigentlichen Uhrenproduktion zu Baugruppen weiterverarbeitet. Die Einzelteile der Schreibtisch-Uhr durchlaufen also verschiedene Fertigungsstufen. Ein weiterer Grund ist die bessere Kenntlichmachung des Zusammenhangs zwischen der Brutto-Netto-Rechnung bei der Materialbedarfsplanung und der Teileverfügbarkeitsprüfung vor Fertigung und Montage. Die Brutto-Netto-Rechnung soll gewährleisten, daß bei der Verfügbarkeitsprüfung zur Fertigung bzw. Montage keine Fehlmengen auftreten.

Ausgangspunkt der Analyse ist ein grobes Prozeßmodell des Produktionsablaufs im CIM-TTZ auf einem sehr hohen Aggregationsniveau. Aufbauend auf diesem groben Prozeßmodell werden einzelne Teilprozesse verfeinert und bei den Funktionen, die eine Lageränderung bewirken, die triggerauslösenden Ereignisse bestimmt.

2.1 Das grobe Prozeßmodell

Abb. 5 gibt das grobe Prozeßmodell wieder. Der Produktionsdurchlauf beginnt mit dem Vorliegen eines Kundenauftrages. Im Anschluß an die Auftragserfassung wird der Materialbedarf ermittelt. Nach der Materialbedarfsplanung tritt eine erste Verzweigung des Prozeßablaufes auf. Sind genügend fertige Uhren des bestellten Typs auf Lager, erfolgt die Auslieferung an den Kunden und der Prozeß ist beendet. In diesem Fall kann es sich, da auftragsbezogen produziert wird, nur um Restbestände handeln, die zum Beispiel durch einen stornierten Kundenauftrag zustande kommen. Müssen dagegen Uhren gefertigt werden, gibt es drei Möglichkeiten, die sich gegenseitig nicht ausschließen, sondern ergänzen.

Wird bei der Materialbedarfsplanung ein Bedarf an Baugruppen ermittelt, erfolgt die Kapazitätsbedarfsplanung für die Fertigung der benötigten Baugruppen, die nach Auftragsfreigabe erfolgt. Werden für das Endprodukt oder die Baugruppen Einzelteile benötigt, so werden diese beschafft.

Das Ende des Beschaffungsprozesses führt wiederum zu einer Verzweigung. In diesem Fall handelt es sich jedoch um eine Und-Funktions-Verknüpfung bei einem Startereignis.

Für diese Art der Verknüpfung wird, ebenso wie im Folgenden, kein Entscheidungsknoten verwendet. Als dritte und letzte Möglichkeit kann der Lagerbestand an Einzelteilen oder Baugruppen ausreichend sein. Als Resultat der Materialbedarfsplanung sind also alle für die Uhren-Produktion benötigten Teile vorhanden. Im Anschluß an die Materialbedarfsplanung erfolgt die Kapazitätsbedarfsplanung für die Produktion (Endproduktfertigung). Sie führt, durch eine Ereignisverknüpfung unter Verwendung des entsprechenden Entscheidungsknotens, den Produktionsablauf wieder zusammen. Danach wird bei der Auftragsfreigabe für die Uhren-Fertigung die Verfügbarkeit der benötigten Einzelteile und Baugruppen geprüft. Durch die vorher durchgeführte Materialbedarfsplanung ist gewährleistet, daß genügend Einzelteile und Baugruppen vorhanden sind. Nach der Auftragsfreigabe beginnt die Produktion mit der Auftragsnummerneingabe im WB4 und anschließender Kommissionierung der benötigten Teile. Anschließend erfolgt die Montage der Uhr.

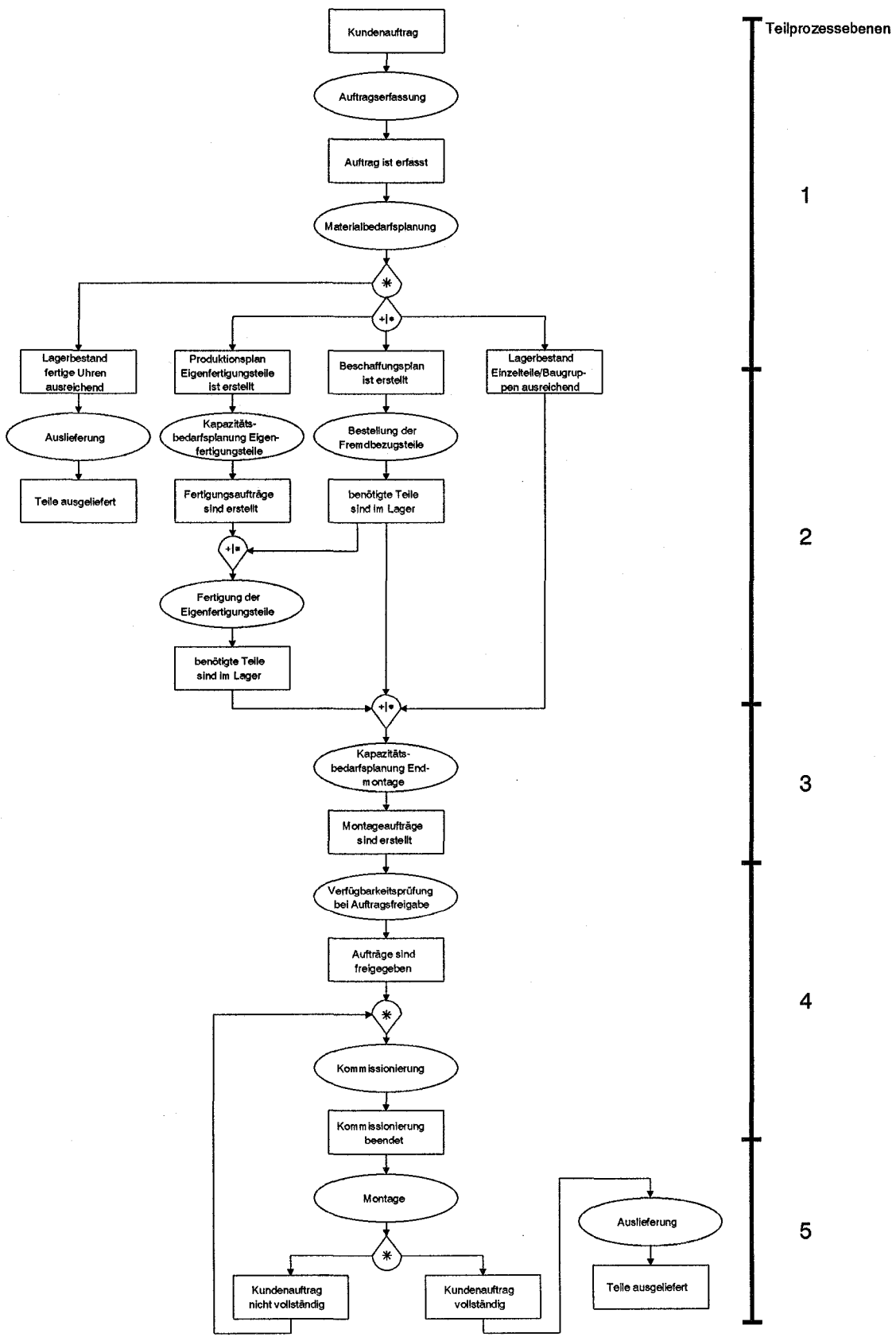


Abb. 5: Das grobe Prozeßmodell

Solange der Kundenauftrag noch nicht beendet ist, werden Kommissionierung und Montage fortgesetzt. Ist der Kundenauftrag schließlich vollständig, werden die fertigen Uhren in das EPL eingelagert und von dort an den Kunden ausgeliefert.

Ausgehend von diesem groben Prozeßmodell werden die einzelnen definierten Teilprozeßebenen (vgl. Abb. 5) schrittweise verfeinert, bis ein Detaillierungsgrad erreicht wird, der die Bestimmung der bei Lageränderungen auftretenden Ereignisse erlaubt. Hierbei kommt der Analyse der Materialwirtschaft besondere Beachtung zu. Die Modellierung der anderen CIM-Komponenten erfolgt aus diesem Grund nur stark vereinfacht (z.B. Kapazitätsbedarfsplanung). Insbesondere die technischen Abläufe werden nur sehr vereinfacht dargestellt (z.B. Kommissionierung, Montage). Auf die Darstellung von ergänzenden Abläufen (z.B. Beschaffung von Einkaufsteilen bei Unterschreitung des Mindestbestandes) und noch nicht implementierten Abläufen (z.B. Erneuter Produktionsdurchlauf bei Fehlfertigung und/oder -montage) wird verzichtet.

2.2 Die Teilprozeßebene 1

Der Produktionsprozeß der Uhren-Fertigung beginnt mit dem Eingang eines Kundenauftrages (vgl. Abb. 6). Im Anschluß an die Auftrags erfassung erfolgt die Materialbedarfsplanung (Brutto-Netto-Rechnung).

Sie beginnt mit der Ermittlung des Bruttobedarfes für Dispositionsstufe 0 (Endprodukt). Ist der Bruttobedarf bestimmt, erfolgt die Ermittlung des Nettobedarfes für die Dispositionsstufe 0. Hierzu muß zunächst der Lagerbestand an fertigen Uhren ermittelt werden, da bei der Nettobedarfsermittlung der Lagerbestand vom Bruttobedarf abgezogen wird. Sicherheitsbestand und reservierte Teile übergeordneter Aufträge werden außeracht gelassen. Auf diese Weise erhält man die Anzahl der noch zu fertigenden Uhren. Als Ergebnis der Nettobedarfsermittlung tritt entweder ein Nettobedarf kleiner Null, d.h. es befinden sich genügend Uhren der gewünschten Variante auf Lager, oder ein Nettobedarf größer Null auf, d.h. es müssen noch Uhren produziert werden. Der erstere Fall kann, aufgrund der kundenauftragsorientierten Fertigung, eigentlich nur auftreten, wenn durch ungewöhnliche Umstände noch Restbestände früherer Aufträge auf Lager sind. Im zweiten Fall wird die Materialbedarfsplanung mit der Ermittlung der Bruttobedarfe für die Dispositionsstufe 1 (Baugruppen Logo und Uhr) fortgesetzt.

Ebenso wie bei der Bedarfsermittlung auf der Dispositionsstufe 0 wird bei den Baugruppen nach dem Bruttobedarf der Lagerbestand und anschließend der Nettobedarf ermittelt. Das Ergebnis der Bedarfsermittlung für die Baugruppen ist wieder ein Nettobedarf kleiner Null oder größer Null. Dieses Verfahren wird bis zur Dispositionsstufe 2 fortgesetzt, womit die Materialbedarfsplanung (für einen Kundenauftrag!) beendet ist.

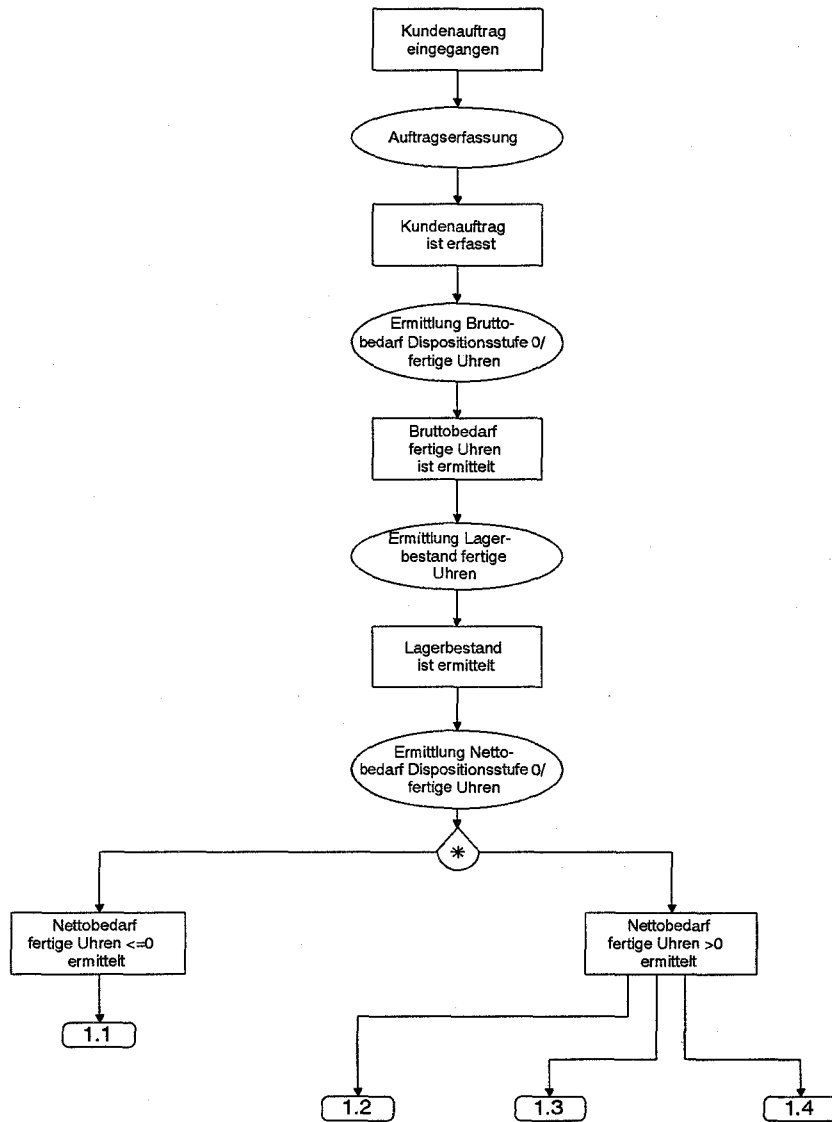


Abb. 6: Auftragserfassung und Materialbedarfsplanung für Endprodukte (fertige Uhren)

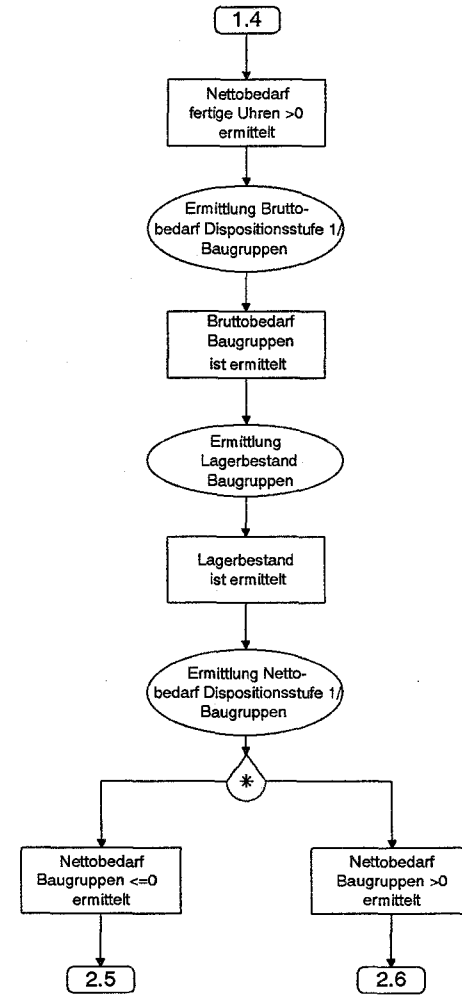


Abb. 7: Materialbedarfsplanung für Baugruppen

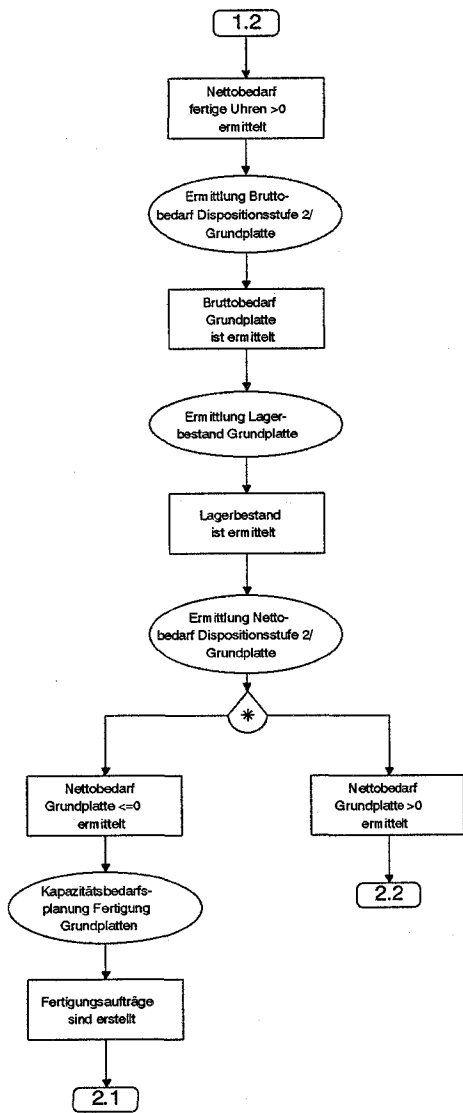


Abb. 8: Materialbedarfsplanung für Grundplatte

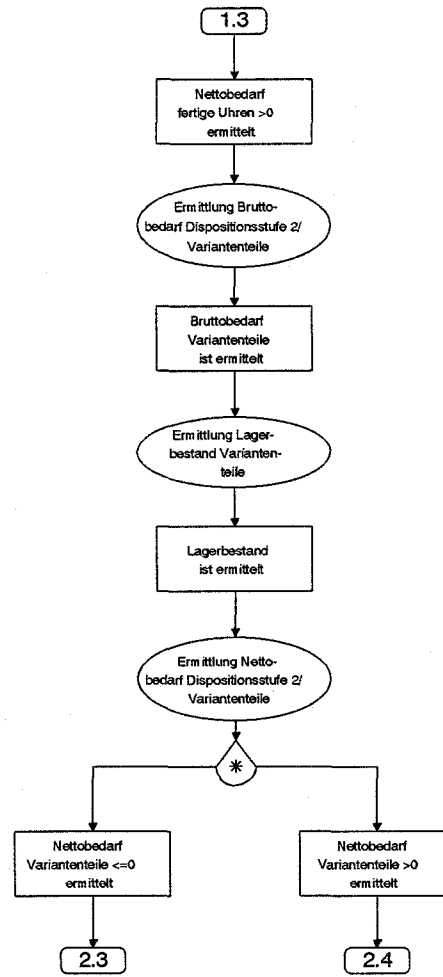


Abb. 9: Materialbedarfsplanung für Variantenteile

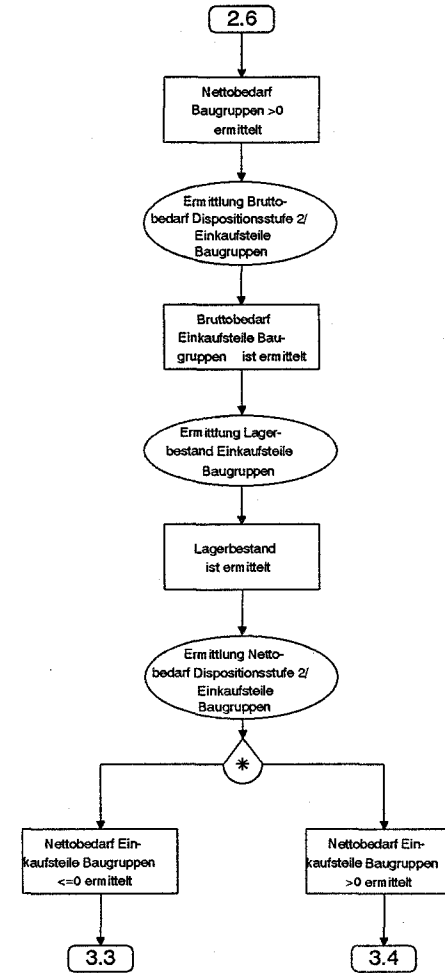


Abb. 10: Materialbedarfsplanung für Einkaufsteile Baugruppen

2.3 Die Teilprozeßebene 2

Der Beschaffungsprozeß ist für alle Einzelteile weitgehend der gleiche (vgl. Abb. 11 u. 12). Er beginnt mit dem Erstellen der Beschaffungsaufträge für Einkaufsteile, die anschließend bestellt werden. Sind die Teile geliefert und im WEL eingegangen, wird der Lagerzugang in MAPICS verbucht, und der Produktionsablauf kann fortgesetzt werden. Hierbei treten bei den verschiedenen Einzelteilen jedoch verschiedene Abläufe ein. Die Grundplatten werden bedarfsgesteuert gefertigt. Aus diesem Grund erfolgt nach der Grundplatten-Beschaffung die Kapazitätsbedarfsplanung für die Grundplatten-Fertigung (vgl. Abb. 11). Anschließend wird für die Grundplatten mit der Kapazitätsbedarfsplanung für die Endmontage fortgefahren.

Bei den Variantenteilen kann hingegen, wenn die Teile im WEL eingegangen sind, sofort mit der Kapazitätsbedarfsplanung für die Endmontage begonnen werden. Sie werden, im Gegensatz zur Grundplatte und zu den Baugruppen-Einzelteilen, keinem Fertigungsprozeß unterworfen.

Anders als bisher ist der Ablauf bei den Baugruppen-Einzelteilen, da sie nicht direkt in das Endprodukt eingehen. Bevor hier mit der Kapazitätsbedarfsplanung für die Endmontage begonnen wird, müssen die Baugruppen nach der Beschaffung der Baugruppen-Einzelteile zunächst gefertigt werden (vgl. Abb. 13). Sind zur Baugruppen-Fertigung bereits genügend Einzelteile auf Lager, d.h. es müssen keine Einzelteile mehr beschafft werden, so kann mit der Baugruppen-Fertigung direkt nach der Materialbedarfsplanung begonnen werden. Der Ablauf des Fertigungsprozesses ist bei beiden Baugruppen gleich. Er beginnt mit der Kapazitätsbedarfsplanung für die Fertigung. Danach wird die Verfügbarkeit der Baugruppen-Einzelteile geprüft. Durch die zuvor durchgeführte Materialbedarfsplanung kann der Fall eines Teilemangels eigentlich nicht auftreten. Nach der Verfügbarkeitsprüfung werden die Einzelteile dem WEL entnommen, der Lagerabgang in MAPICS verbucht und die Teile in den jeweiligen Werkstattbereich transportiert. Sind die Teile im Werkstattbereich eingegangen, wird der Zugang in LV-1 verbucht und ein Trigger an INMAS gesendet, damit ein entsprechendes Update in der MAPICS-Datenbank durchgeführt wird. Gleichzeitig kann die Fertigung der Baugruppen erfolgen. Sind die Baugruppen gefertigt, werden sie in den Halbzeuglagern eingelagert und der Lagerzugang in LV-1 verbucht. Es wird wiederum ein Trigger an INMAS gesendet, um ein erneutes Update in MAPICS durchzuführen. Nach der Baugruppen-Fertigung kann dann mit der Kapazitätsbedarfsplanung für die Endmontage fortgefahren werden. Hiermit ist auch Teilprozeßebene 2 vollständig beschrieben (vgl. Abb. 5).

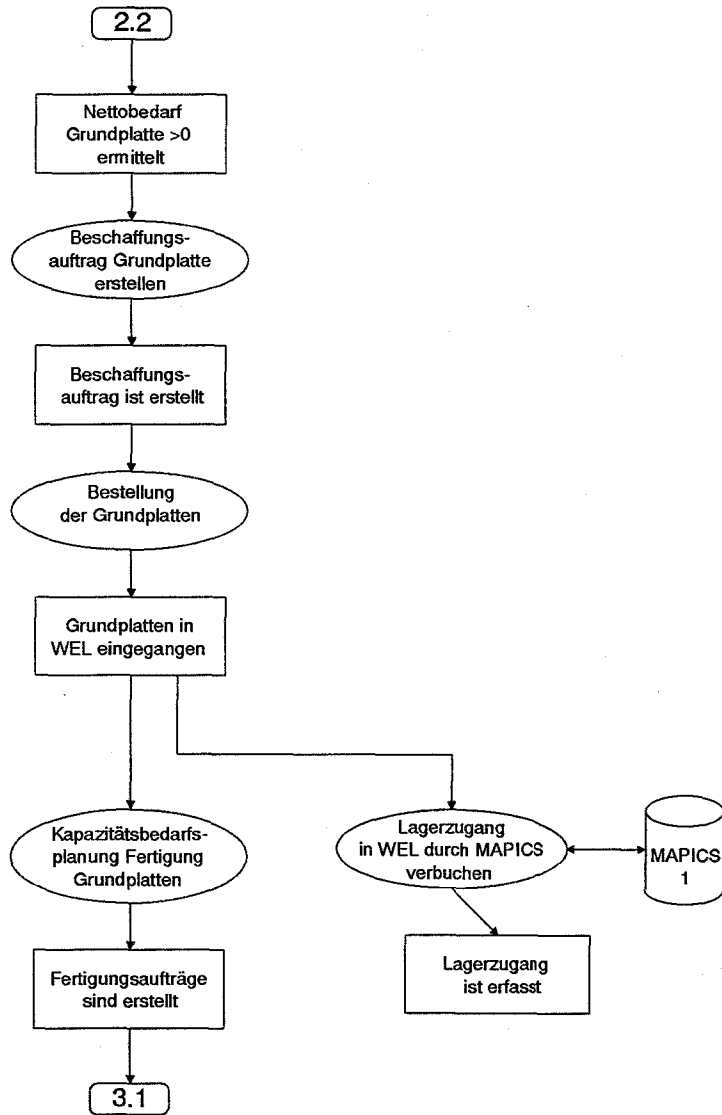


Abb. 11: Beschaffung Grundplatten

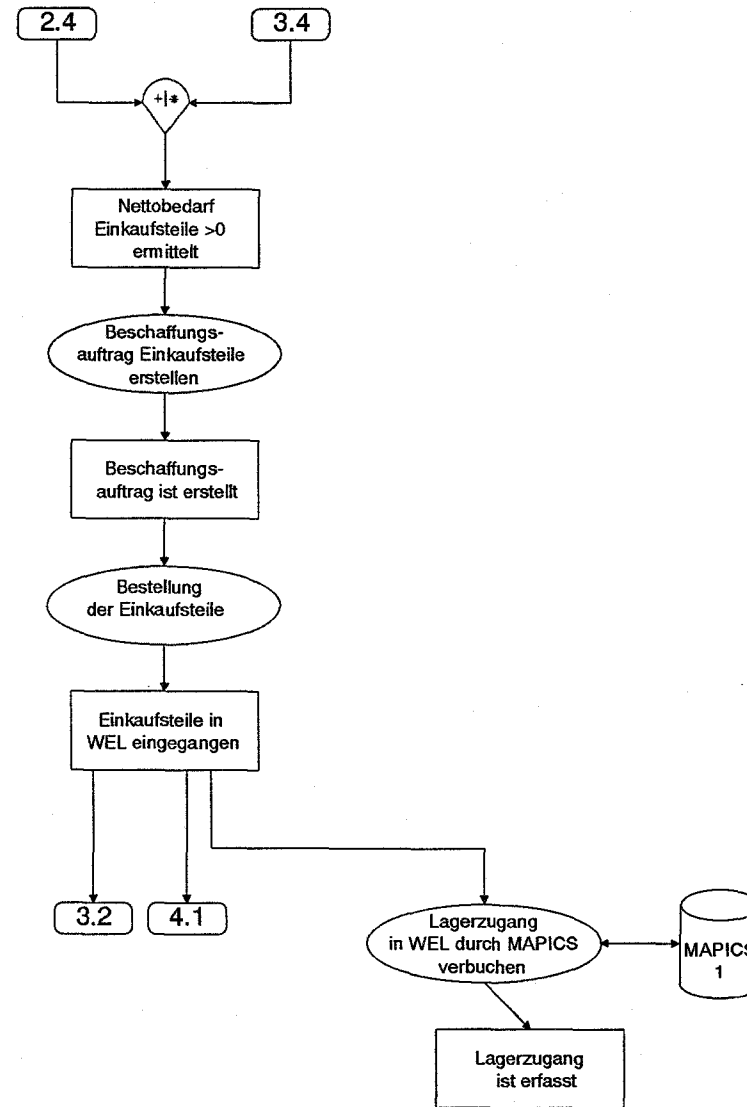


Abb. 12: Beschaffung Einkaufsteile Baugruppen und Variantenteile

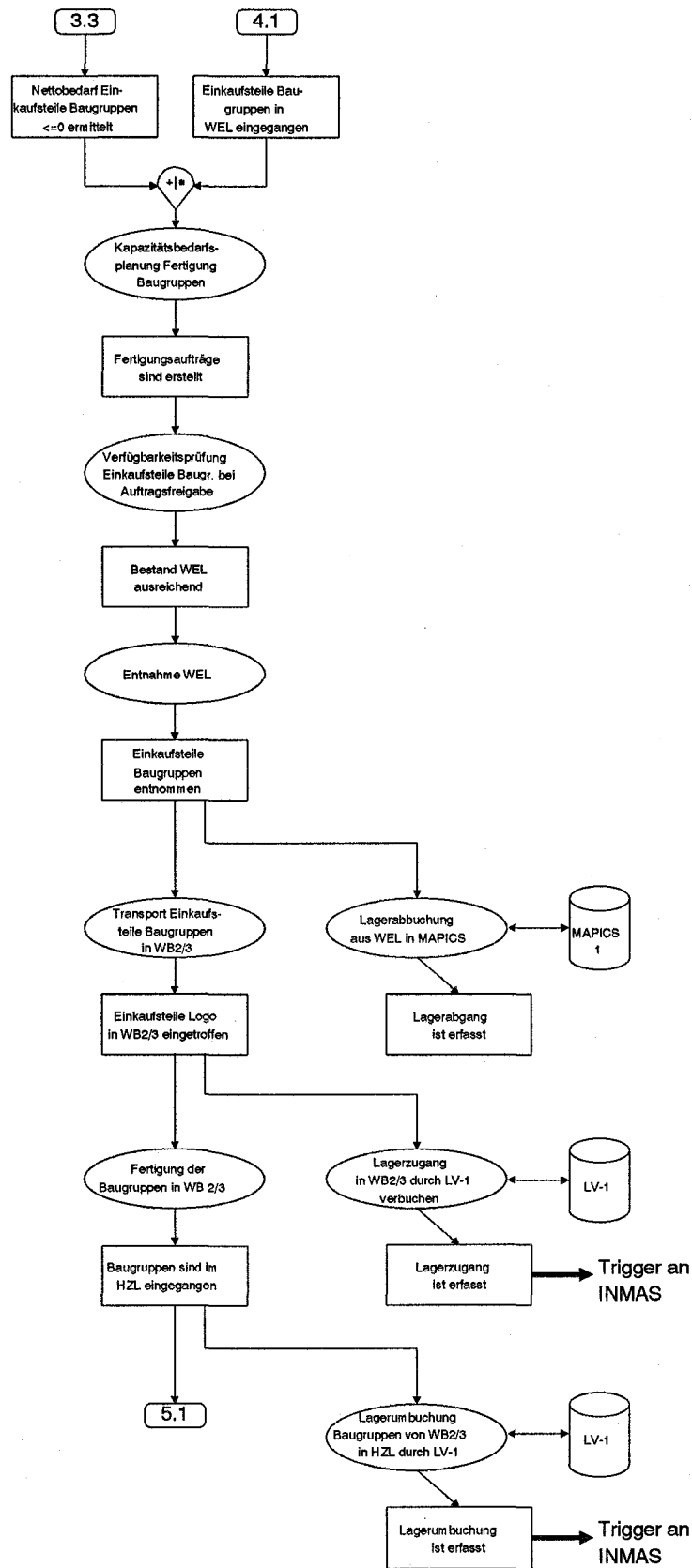


Abb. 13: Fertigung Baugruppen

2.4 Die Teilprozeßebene 3

In Teilprozeßebene 3 führt die Kapazitätsbedarfsplanung für die Endmontage den Produktionsablauf kurzzeitig wieder zusammen (vgl. Abb. 14). Nachdem die Montageaufträge erstellt sind, erfolgt auf Teilprozeßebene 4 die Verfügbarkeitsprüfung bei Auftragsfreigabe und die Kommissionierung (vgl. Abb. 5).

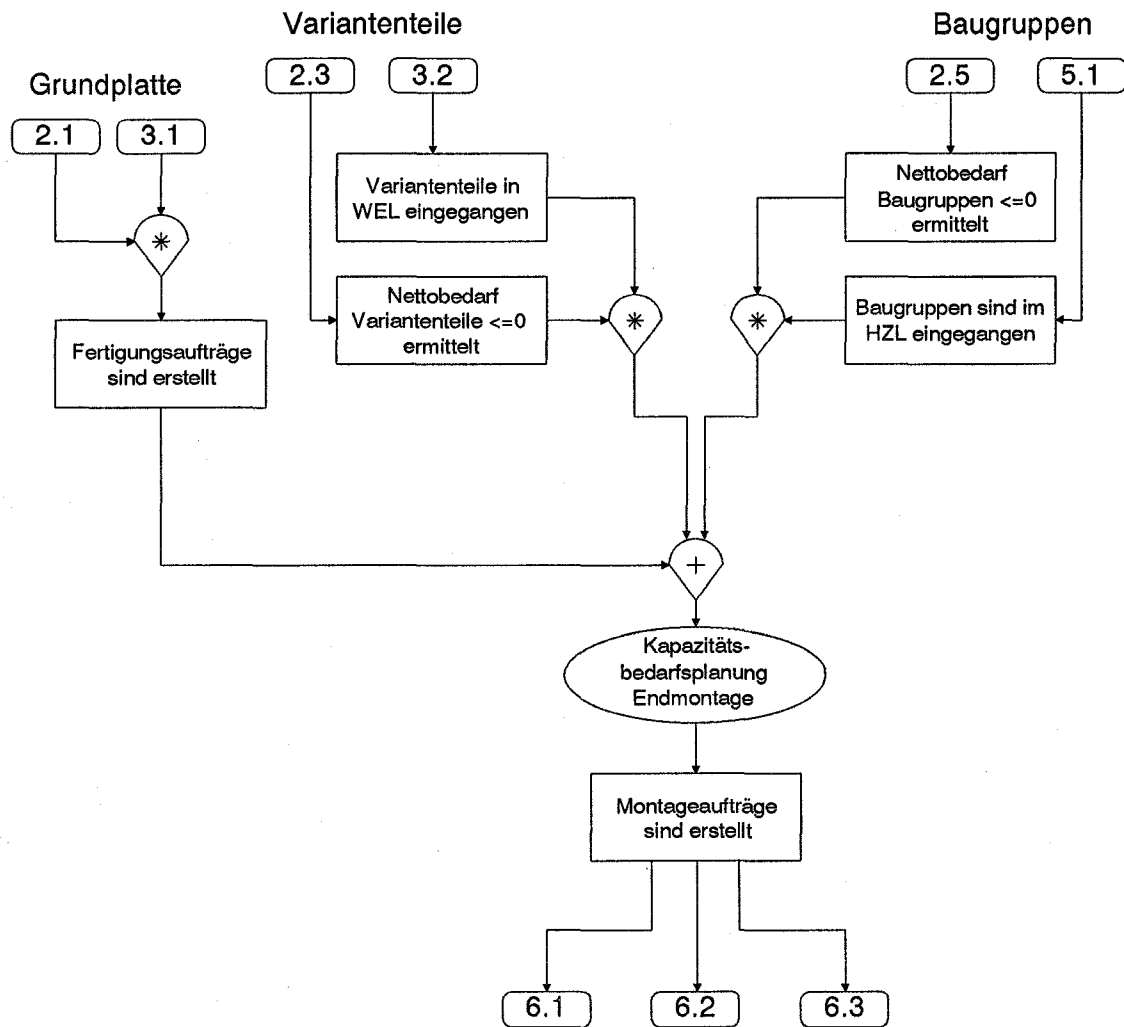


Abb. 14: Kapazitätsbedarfsplanung Endmontage

2.5 Die Teilprozeßebene 4

Bei der Auftragsfreigabe erfolgt die Überprüfung der Verfügbarkeit von Einzelteilen und Baugruppen. Verfügbarkeitsprüfung und Kommissionierung stehen, wie im Folgenden gezeigt wird, in einem engen Zusammenhang. Aus diesem Grund werden sie auch gemeinsam betrachtet (vgl. Abb. 15-17).

Zunächst werden die Abläufe bei den Einzelteilen (Grundplatten, Variantenteile) und anschließend bei den Baugruppen (Logo, Uhr) beschrieben. Da die Grundplatten für jeden Kundenauftrag speziell gefertigt werden, erfolgt nach der Verfügbarkeitsprüfung die Grundplatten-Fertigung (vgl. Abb. 15). Sie beginnt mit der Entnahme der Grundplatten aus dem WEL und dem Transport zum WB1. Sind die Grundplatten im WB1 eingetroffen, beginnt deren Bearbeitung. Ferner wird ein Trigger an INMAS gesendet, damit die Umbuchung der Grundplatten vom WEL in den Werkstattbereich auch in MAPICS erfolgt. Nach der Bearbeitung der Grundplatten erfolgt, sofern der Kundenauftrag noch nicht vollständig ist, die Kommissionierung in WB4. Hierzu werden die Grundplatten aus WB1 direkt, also ohne Zwischenlager, in WB4 überführt.

Gänzlich anders als bei den Grundplatten sind die Abläufe bei den Variantenteilen und bei den Baugruppen, da hier keine Fertigung mehr erfolgen muß. Beide, Variantenteile und Baugruppen, müssen jedoch zur Kommissionierung in das MTL umgelagert werden. Dennoch bestehen zwischen beiden Teilearten leichte Unterschiede im Ablauf. Zunächst erfolgt die Ablaufbeschreibung der Variantenteile (vgl. Abb. 16).

Die Verfügbarkeitsprüfung der Variantenteile führt zu zwei möglichen Ergebnissen. Entweder ist der Bestand im MTL ausreichend oder nicht. Im letzteren Fall muß zunächst überprüft werden, ob zum Auffüllen des MTL für die entsprechenden Teile genügend Lagerplätze frei sind. Im MTL haben die einzelnen Baugruppen und Variantenteile eine fest vorgegebene Zahl von Lagerplätzen. Nun kann es vorkommen, daß von einem früheren Auftrag noch Variantenteile im MTL übriggeblieben sind und die Lagerplätze belegen. Wird bei dem aktuellen Auftrag eine andere Variante gefertigt, d.h. es werden andere Variantenteile benötigt, muß zunächst Platz für die neuen Variantenteile geschaffen werden. Hierzu erfolgt eine neue Lagerplatzzuordnung in MAPICS, die einen Trigger an INMAS sendet, damit die Lagerplatzneuordnung auch in LV-1 vorgenommen wird. Ist die Lagerplatzneuordnung beendet oder sind die Lagerplätze ausreichend, kann das MTL mit Variantenteilen aufgefüllt werden. Hierzu werden die Teile dem WEL entnommen und zum MTL transportiert. Bei der Entnahme erfolgt die Lagerabbuchung in MAPICS. Sind die Variantenteile im MTL eingetroffen, wird der Lagerzugang in LV-1 erfaßt und ein Trigger an INMAS gesendet, der ein Update in der MAPICS-Datenbank bewirkt. Anschließend wird erneut die Teileverfügbarkeit geprüft. Das soeben beschriebene Geschehen dient nur zum erstmaligen Auffüllen des MTL. Hierdurch ist ein ausreichender Lagerbestand in der Kommissionierzelle bei Produktionsbeginn gewährleistet. Wurde das MTL auf diese Weise aufgefüllt oder ist der Bestand bereits ausreichend groß und ist der Kundenauftrag noch nicht vollständig, erfolgt die Kommissionierung der Variantenteile. Die Kommissionierung endet mit drei Funktionen. Zum Ersten wird in LV-1 eine Lagerumbuchung der Teile vom MTL in den WB4 vorgenommen und ein Trigger an INMAS gesendet, damit in der MAPICS-Datenbank ein Update erfolgt. Zum Zweiten kann, wenn die Kommissionierung der anderen Teile bereits abgeschlossen ist, mit der Montage begonnen werden. Zum Dritten wird überprüft, ob der Sicherheitsbestand (Mindestbestand) an Variantenteilen im MTL unterschritten ist oder nicht. Ist er nicht unterschritten, kann die Kommissionierung fortgesetzt werden. Ist er unterschritten, muß das MTL, ähnlich wie zuvor, wieder aufgefüllt werden.

Ähnlich wie bei den Variantenteilen, sind die Abläufe bei den Baugruppen (vgl. Abb. 17). Im Gegensatz zu den Variantenteilen, werden die Baugruppen jedoch bei allen Varianten verwendet, d.h. eine Lagerplatzneuordnung ist nicht notwendig. Der Auffüllvorgang beginnt also mit der Entnahme der Baugruppen aus dem entsprechenden HZL und dem Transport zum MTL. Gleichzeitig wird der Lagerabgang in LV-1 erfaßt, und es wird wieder ein Trigger an INMAS gesendet, damit ein Update in der MAPICS-Datenbank erfolgt. Sind die

Baugruppen im MTL eingetroffen, wird der Lagerzugang ebenfalls in LV-1 verbucht und wiederum ein Trigger zum Update in der MAPICS-Datenbank an INMAS gesendet. Danach wird die Verfügbarkeit erneut überprüft. Auch bei den Baugruppen dient dieser Auffüllvorgang nur zum erstmaligen Auffüllen des MTL.

Bei der Kommissionierung werden die für die Montage einer Uhr benötigten Einzelteile und Baugruppen auf einem Werkstückträger plziert. Die Montage kann also erst dann beginnen, wenn die Kommissionierung der Teile für eine Uhr abgeschlossen ist.

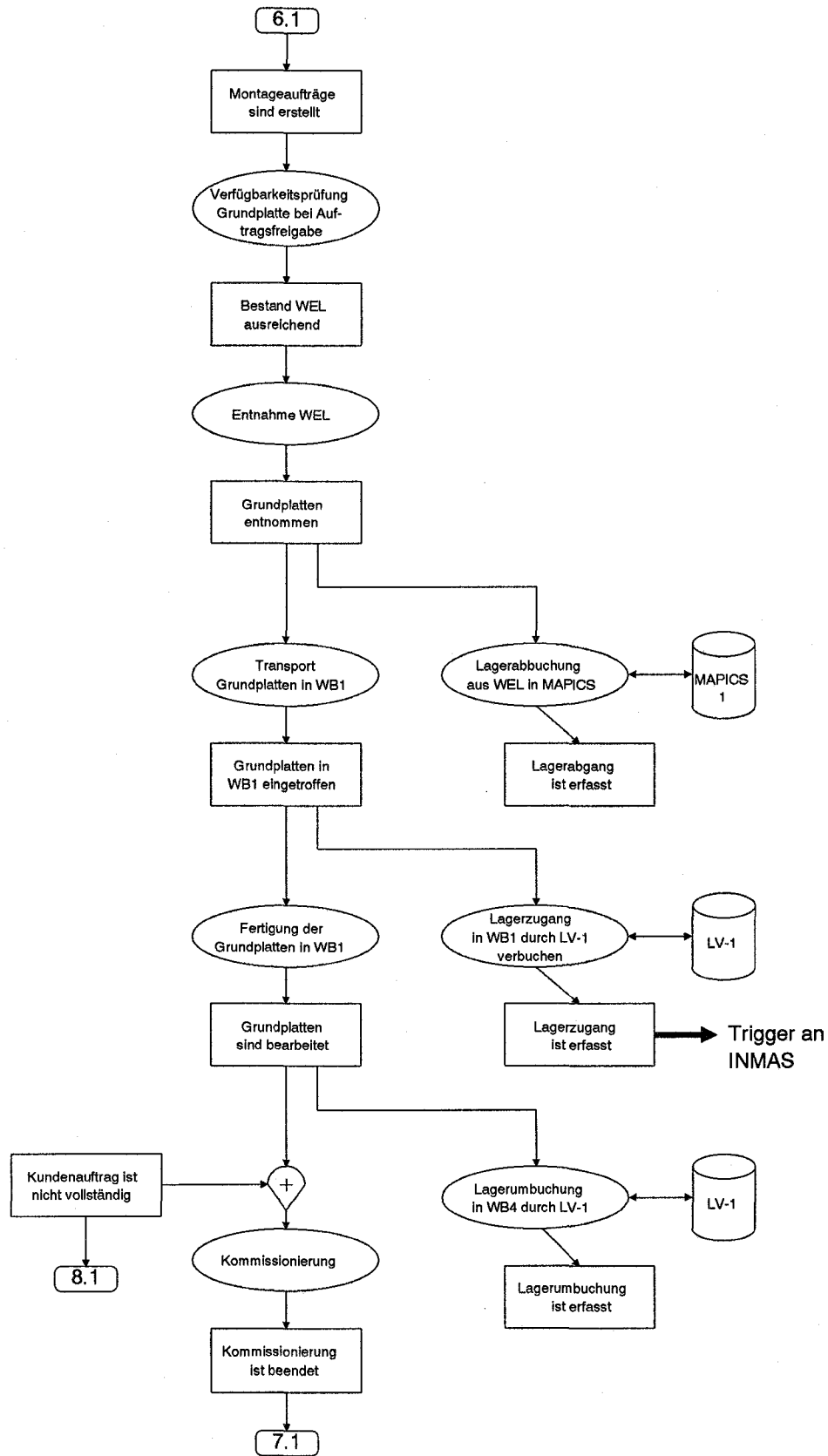


Abb. 15: Fertigung und Kommissionierung Grundplatte

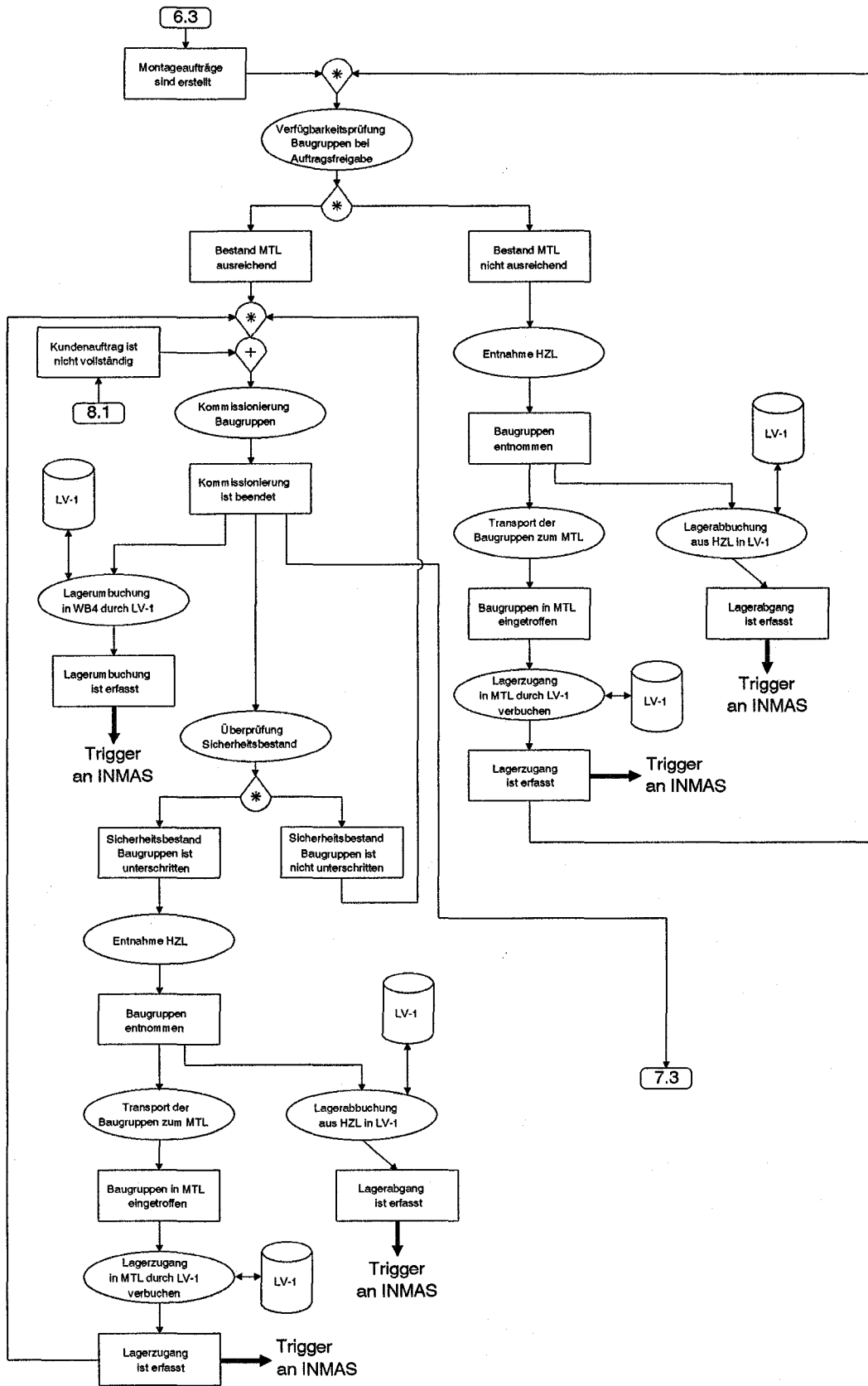


Abb. 16: Kommissionierung Variantenteile

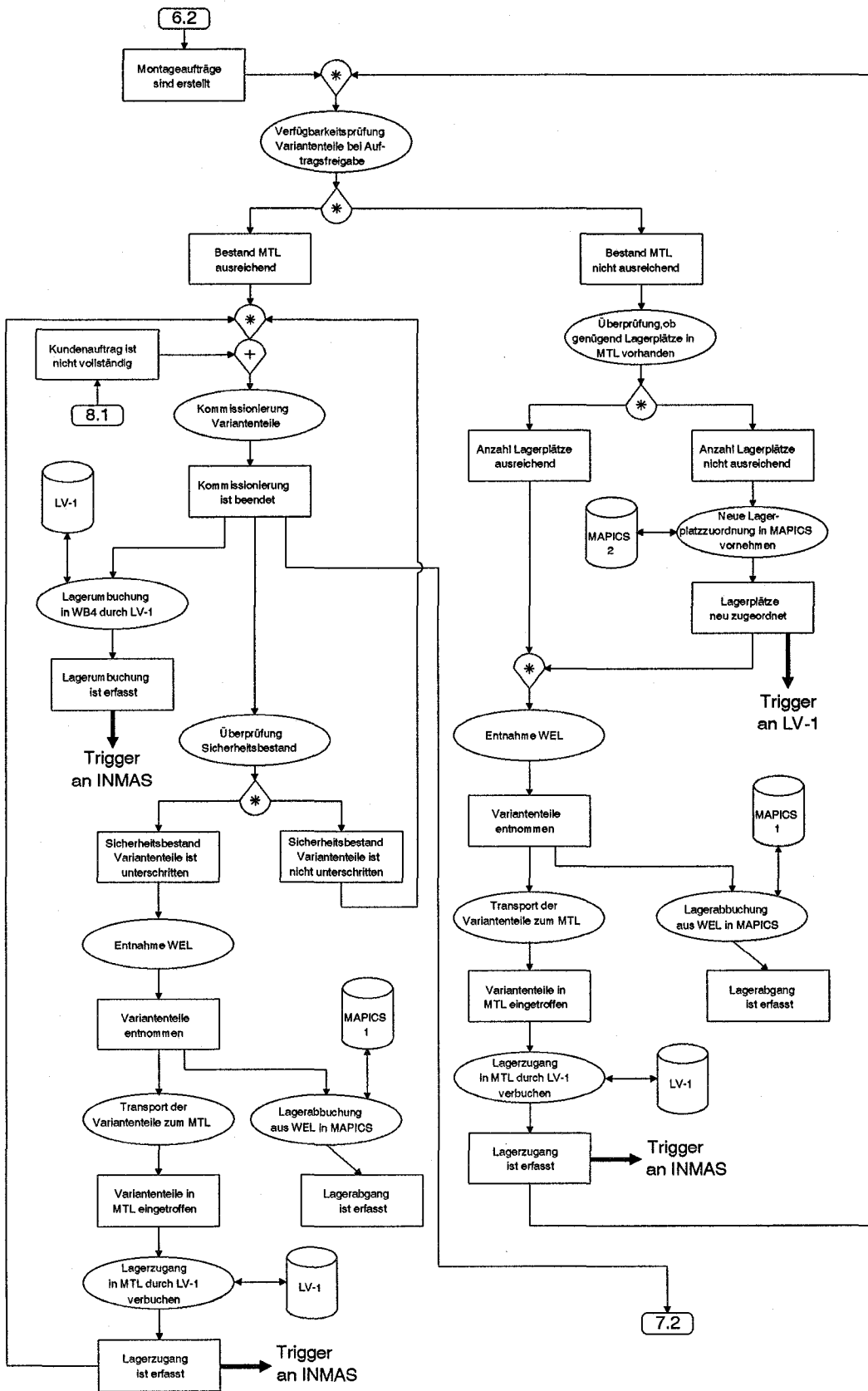


Abb. 17: Kommissionierung Baugruppen

2.6 Die Teilprozeßebene 5

Nach der Kommissionierung erfolgt auf der letzten Teilprozeßebene (Ebene 5) zunächst die Montage und anschließend, wenn der Kundenauftrag vollständig ist, die Auslieferung der Uhren an den Kunden (vgl. Abb. 5). Die Montage wird, wie zuvor beschrieben, durch jede komplette Kommissionierung angestoßen (vgl. Abb. 18). Ist die Montage beendet, wird die fertige Uhr zum EPL transportiert. Ist sie im EPL eingetroffen, wird der Lagerzugang durch LV-1 verbucht und es wird ein Trigger zum Update in der MAPICS-Datenbank an INMAS gesendet. Außerdem wird überprüft, ob der Kundenauftrag vollständig ist. Ist dies nicht der Fall, werden Kommissionierung und Montage fortgesetzt. Dies geschieht so lange, bis der Kundenauftrag vollständig ist. Ist der Kundenauftrag vollständig, wird er freigegeben und das EPL erhält eine Nachricht, welche Uhren in welcher Menge ausgeliefert werden sollen. Nach der Auslieferung wird der Lagerabgang in LV-1 verbucht, und es wird wiederum ein Trigger an INMAS gesendet, damit ein Update der Daten in der MAPICS-Datenbank durchgeführt wird.

Somit ist der Produktionsdurchlauf eines Kundenauftrags vollständig beschrieben.

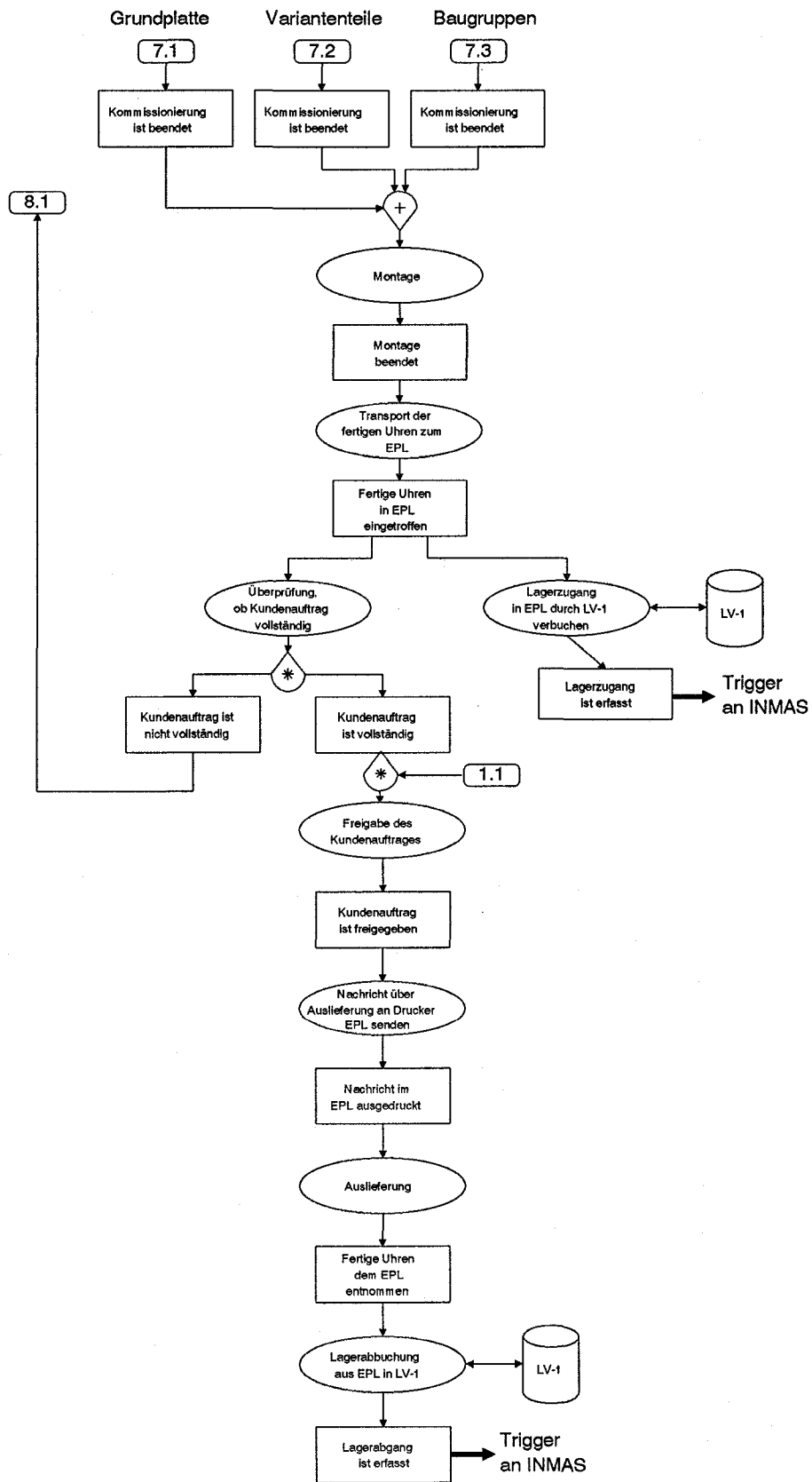


Abb. 18: Endmontage und Freigabe des Kundenauftrages

3. Literaturverzeichnis

Heß, H.; Scheer, A.-W.: Kopplung von CIM-Komponenten - ein europäisches Projekt. Handbuch der modernen Datenverarbeitung, 157/1991

Houy, Chr.; Heß, H.; Klein, J.; Herterich, R.; Scheer, A.-W.: Datenintegration verteilter, heterogener CIM-Applikationen, Vortrag zur 20. DGOR-Jahrestagung am 05.09.91 in Stuttgart.

Keller, G.; Kirsch, J.; Nüttgens, M.; Scheer, A.-W.: Informationsmodellierung in der Fertigungssteuerung. In: Scheer, A.-W. (Hrsg.): Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Heft 80, Saarbrücken 1991.

Klein, J.: Datenintegrität in heterogenen betrieblichen Informationssystemen - Die Konzeption eines konfigurierbaren Informationsmanagementsystems, Rechts- und Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Universität des Saarlandes, Dissertation Saarbrücken 1991.

Scheer, A.-W.: Wirtschaftsinformatik - Informationssysteme im Industriebetrieb. 3. Auflage. Berlin et al. 1990.

Scheer, A.-W.: Architektur integrierter Informationssysteme - Grundlagen der Unternehmensmodellierung. Berlin et al. 1991.