

Digitale Neuausrichtung der Produktionsplanung und -steuerung im Werkzeug- und Formenbau in der PRAGMA GmbH Zittau

Diplomarbeit - Lilly Geißler 2021



Hochschule
Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Fakultät Wirtschaftswissenschaften und
Wirtschaftsingenieurwesen

Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen

1. Problem- und Zielstellung

Die Leistungserstellung in Industriebetrieben erfolgt in der Fertigung durch die Herstellung von Produkten und trägt damit maßgebend zum Unternehmensziel bei. Die Produktion hat somit einen direkten Einfluss auf den Preis, die Qualität und die Lieferzeit, sowie die Liefertermintreue, welche die Kundenzufriedenheit in äußerstem Maße beeinflussen. Auf Grund dessen ist es wichtig, die Fertigung durch eine aussagekräftige Produktionsplanung und -steuerung (PPS) so effektiv wie möglich zu gestalten [PEA05, S.119ff; WND19, S.15]. Durch das zunehmende Voranschreiten der Digitalisierung ist es sinnvoll, auch in der Fertigung auf digitale Hilfsmittel wie z.B. Manufacturing Execution System (MES) zurückzugreifen [BNG16; WND19, S.281ff].

Das mittelständische Unternehmen PRAGMA GmbH in Zittau stützt sich auf die drei Geschäftsbereiche Werkzeug- und Formenbau, Kommunikationstechnik und Technikum. So zählen neben sicheren und funktionalen Kommunikationslösungen für den Gesundheits- und Pflegebereich, Werkzeugabmusterungen, Prototypen- und Kleinserienfertigungen und der Herstellung von Kunststoffteilen mittels additiver Fertigungsverfahren vor allem Spritzgießwerkzeuge und Vulkanisierungsformen zum Leistungsspektrum [PRG21].

Gerade im Bereich des Werkzeug- und Formenbaus spielt PPS eine wichtige Rolle, denn die komplexen Bearbeitungsreihenfolgen, eine Vielzahl von Bauteilen pro Werkzeug und die Bearbeitung von kurzfristigen Wartungs-, Reparatur- oder Änderungsaufträgen erfordert eine aussagekräftige und flexible Planung und Steuerung der Produktionsprozesse. In der PRAGMA GmbH Zittau erfolgt die PPS durch den Fertigungsleiter ohne Hilfsmittel und durch eine mündliche Kommunikation mit der Konstruktion und den Fertigungsmitarbeitern. Auf Grund der fehlenden Übersicht über anstehende Aufgaben, kommt es durch die Mitarbeiter zu vermehrten Rückfragen nach Bearbeitungsaufgaben. Außerdem ist eine optimale Ausnutzung der vorhandenen Produktionsfaktoren auch im Hinblick auf die Annahme neuer bzw. zusätzlicher Aufträge nicht möglich, da ein Überblick über die Auslastung der einzelnen Bearbeitungstechnologien fehlt. Eine Rückmeldung nach der Fertigstellung von einzelnen Arbeitsgängen erfolgt nur durch die Erfassung der Betriebsdaten in Form von Maschinenlaufzeiten und auftragsbezogenen Arbeitszeiten der Mitarbeiter. Diese werden durch die Fertigungsmitarbeiter in Papierform erfasst und am nächsten Tag durch die Verwaltung ins ERP-System (engl. Enterprise Resource Planning, Unternehmens-Ressourcen-Planung) übertragen. Eine detaillierte Aussage über die benötigte Fertigungszeit und die entstanden Kosten für einzelne Aufträge ist mit der momentanen Betriebsdatenerfassung (BDE) nur grob für das Gesamtprojekt und nicht für einzelne Bauteile möglich.

Das Ziel der Diplomarbeit war die Schaffung eines Hilfsmittels in Form eines MES zur Unterstützung des Fertigungsleiters bei seinen Planungs- und Steuerungsaufgaben im Geschäftsbereich Werkzeug- und Formenbau. Unternehmensweit soll eine bessere Übersicht über die Fertigungsaufträge in der Produktion und die Auslastung der Produktionsfaktoren ermöglicht und die Selbstständigkeit der Mitarbeiter im Rahmen ihrer Technologie durch eine Übersicht über anstehende Bearbeitungsaufgaben gefördert werden. Zusätzlich soll die BDE digitalisiert werden.

2. Theoretische Grundlagen

2.1 Produktionsplanung und -steuerung

PPS wird auch als Arbeitssteuerung bezeichnet und umfasst die termin-, kapazitäts- und mengenbezogenen Planung und Steuerung der Produktionsprozesse [EVH3-89, S.7].

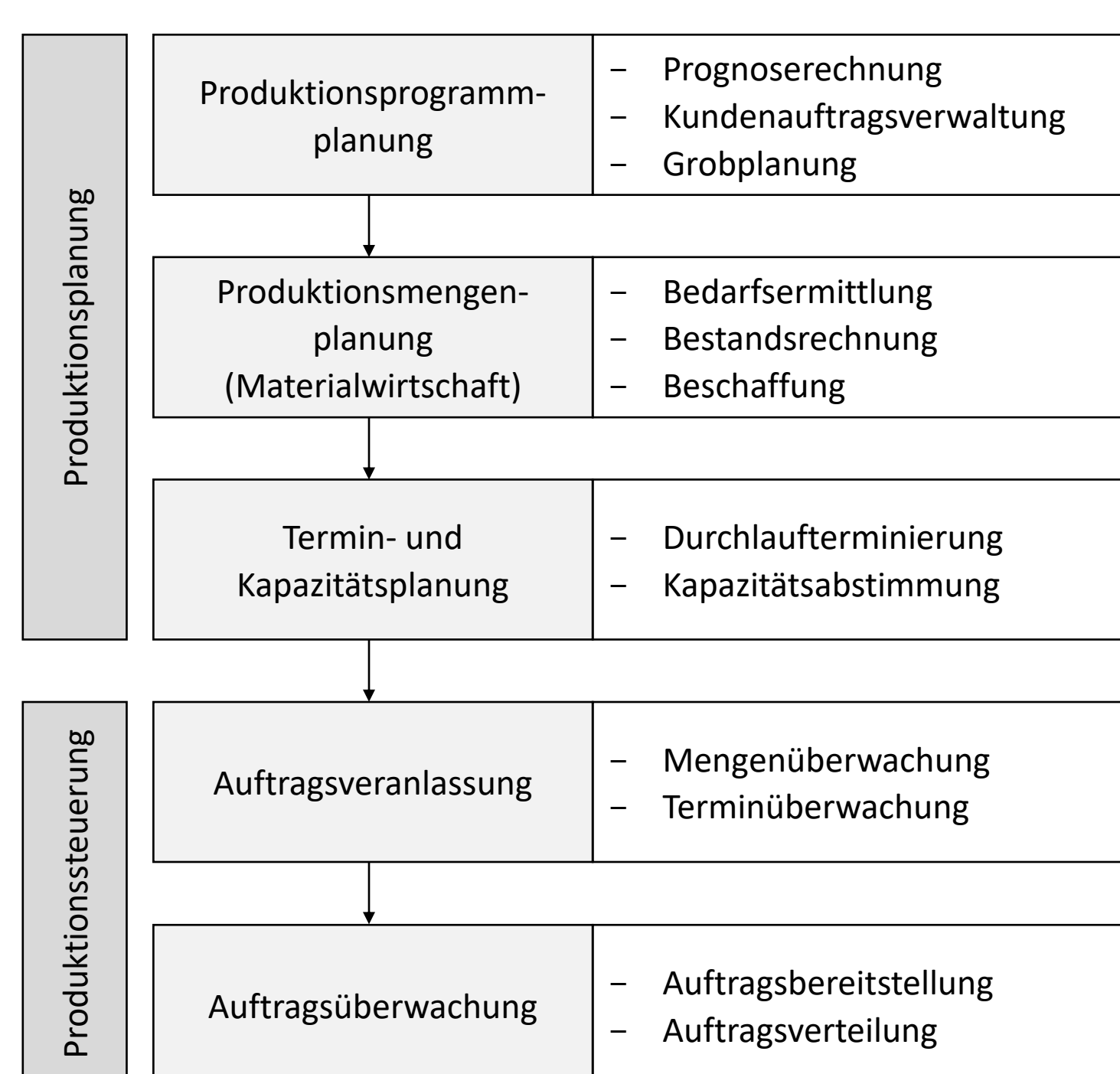


Abbildung 1 - Bestandteile der Produktionsplanung und -steuerung [nach EVH1-90, S.62]

2.2 Manufacturing Execution Systems

Der integrierten Produktionsabwicklung stehen MES (engl. Manufacturing Execution System, etwa: Fertigungsdurchsetzungssystem) mit einer realistischen Einplanung der Fertigungsaufträge und einer administrativen Unterstützung der Produktionsabwicklung zur Seite. Im Rahmen des Fertigungsmanagements werden Reihenfolge- und Belegungspläne erstellt, Fertigungsdaten erfasst und ein Soll-/Ist-Vergleich durchgeführt. Sie bilden die Verbindung zwischen der Fertigung und der Unternehmensebene vertreten durch ein ERP-System [WND19, S. 280ff; KLT07, S. 7, 57].

Vor allem die Aufgaben der Eigenfertigungsabwicklung wie die Auftragsfreigabe, die Belegerstellung, die Bereitstellung aller Fertigungshilfsmittel, die Arbeitsverteilung, die Kapazitätssteuerung, die Reihenfolgebildung und die Auftragsüberwachung werden durch MES abgedeckt [WND19, S. 285f].

Neben einer modularen Softwarestruktur ist es notwendig, dass MES eine einfache Anpassbarkeit der Standardmodule vorweisen. So werden die entsprechenden Anforderungen des Anwenders individuell umgesetzt. Um eine einfache Kommunikation mit anderen Systemen im Unternehmen sicherzustellen, stehen standardisierte Schnittstellen auf allen Ebenen der Software zur Verfügung. Grundsätzlich ist es erforderlich, dass MES alle Anforderungen unterhalb eines ERP/MRP II-Systems* vollständig abbildet [KLT06, S.103].

Tabelle 1- Funktionen eines MES [nach KLT07, S.60f]

Fertigungsmanagement	Qualitätsmanagement	Personalmanagement
- Betriebsdatenerfassung (BDE)	- Statische Prozessregelung (SPC)	- Personalzeiterfassung (PZE)
- Maschinendatenerfassung (MDE)	- Reklamationsmanagement (REK)	- Leistungslohnermittlung (LE)
- Leitstand als Plantafel	- Wareneingang (BEK)	- Personaleinsatzplanung (PEP)
- Werkzeug- und Ressourcenmanagement (WRM)	- Prüfmittelverwaltung (PMC)	- Zutrittskontrolle (ZKS)
- Einstellendatenübertragung (DNC)	- Prozessdatenverarbeitung (PDV)	
- Material- und Produktionslogistik (MPL)		

3. Ist- Analyse

Im Rahmen der Ist- Analyse wurden durch Befragungen und Beobachtungen die Fertigungsorganisation zusammen mit dem Fertigungsaufbau bestehend aus den verwendeten Bearbeitungstechnologien, den Maschinen und der Zuordnung der Mitarbeiter zu den einzelnen Arbeitsplätzen, sowie die aktuellen Abläufe in der Produktionsplanung und -steuerung und das Softwareumfeld erfasst.

Die Erfassung der Prozesse der PPS erfolgte mit Hilfe von Leitfadenterviews aller Mitarbeiter der Fertigung und Konstruktion. Dabei wurden auch neben den Informationsflüssen, den Prozessabläufen und den Qualifikationen der Mitarbeiter fehlende Informationen für den Prozessablauf und Wünsche und Anregungen der Mitarbeiter zur Verstärkung der Akzeptanz für die Umgestaltung der PPS-Prozesse dokumentiert. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Wünsche und Anregungen der Mitarbeiter sich grundsätzlich mit den Erwartungen des Geschäftsführers an die Neuausrichtung der PPS-Prozesse decken.

Tabelle 2 – Ergebnisse der Ist-Analyse

Stärken	<ul style="list-style-type: none"> - Weitgefächerte Qualifizierung der Mitarbeiter - Flexibilität beim Einsatz der Arbeitskräfte - Hohe Bereitschaft der Fertigungsmitarbeiter zur selbstständigen Organisation der Bearbeitungsaufgaben - Intuitive Nutzung von Bearbeitungsreihenfolgen
Defizite	<ul style="list-style-type: none"> - Fehlende Dokumentation der Produktionsplanung - Fehlende Einheitlichkeit bei der Auftragsfreigabe durch die Konstruktion - Fehlende Übersicht über anstehende Bearbeitungsaufgaben für Fertigungsmitarbeiter - Lückenhafte Informationstransparenz/-erfassung - Fehlende Struktur beim Umgang mit Änderungen - Bindung von Bearbeitungskapazitäten durch händische Projekterfassung - Keine Einheitliche Struktur Projekterfassung
Handlungsansätze	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung MES - Dokumentation wiederkehrende Bearbeitungsreihenfolgen - Bereitstellung priorisierte Aufgabenlisten für Fertigungsmitarbeiter - Schaffung Dokumentenmanagements - Definition einheitlicher Prozessabläufe bei Auftragsfreigabe

4. Konzeptentwicklung für die Neuausrichtung der Produktionsplanung und -steuerung

4.1 Anforderungen an das Manufacturing Execution System

Tabelle 3 - Anforderungen an das zukünftige MES

Muss-Anforderungen	Wunsch-Anforderungen
- Möglichkeit Übernahme Auftragsdaten	- Möglichkeit Vermerk Mitarbeiterabwesenheiten
- Übernahme CAD-Bauteildaten von Konstruktion – Einlesen Stückliste	- Hinterlegung Dokumente zu Werkzeug, Bauteilen oder Arbeitsgängen
- Anlegen einzelner Arbeitsgänge für Bauteile	- Hinterlegung Informationen zu Werkzeug, Bauteil, Arbeitsgängen durch Konstruktion
- Hinterlegung typischer Bearbeitungsreihenfolgen	- Zeitliche Übersicht über alle Projekte für Konstruktion
- Zeitliche Übersicht über alle Projekte für Fertigungsleiter	- Hinterlegung Informationen zu Werkzeug, Bauteil, Arbeitsgängen durch Fertigungsleiter
- Festlegung fester Termine für Arbeitsgänge	- Möglichkeit Priorisierung Fertigungsaufträge
- Möglichkeit Priorisierung Fertigungsaufträge	- Übersicht über Auslastung Mitarbeiter, Maschinen, Arbeitsplätze
- Übersicht über Auslastung Mitarbeiter, Maschinen, Arbeitsplätze	- Übersicht über Fertigungsfortschritt gesamtes Werkzeug
- Übersicht über Fertigungsfortschritt gesamtes Werkzeug	- Übersicht über anstehende Aufgaben und deren Priorität (Fertigungsmitarbeiter)
- Übersicht über anstehende Aufgaben und deren Priorität (Fertigungsmitarbeiter)	- Möglichkeit Rückmeldungen nach Arbeitsgängen
- Möglichkeit Rückmeldungen nach Arbeitsgängen	- Zeiterfassung Projektzeiten
- Zeiterfassung Projektzeiten	- Zentrales Steuerungselement für Korrekturmaßnahmen
- Zentrales Steuerungselement für Korrekturmaßnahmen	

Neben den in der Tabelle aufgeführten Anforderungen werden Maschinenanbindungen und Schnittstellen zu dem vorhandenen ERP-, CAD-System**, der Datenablage in den Laufwerken, der verwendeten Werkzeugkalkulation und der Arbeitszeiterfassung zur Übergabe von Mitarbeiterabwesenheiten benötigt.

Auf Grund der Anforderungen sind die Funktionen Leitstand als Plantafel, Betriebsdatenerfassung, Maschinendatenerfassung und Personaleinsatzplanung Hauptbestandteile des zukünftigen MES.

4.2 Marktanalyse und Softwarevergleich

Durch Kontakte zum Verband Deutscher Werkzeug- und Formenbauer (VDWF) und zum bisherigen CAD-Softwareanbieter CADSys, sowie durch Internet- und Literaturrecherche sind verschiedene MES-Anbieter zusammengetragen worden. Neben den drei speziell für den Werkzeug- und Formenbau entwickelten Softwarelösungen Hummingbird, EVOMECS und ProLeis wurden mit CIMCO, HYDRA X und Ulysses drei nicht speziell auf den Werkzeug- und Formenbau abgestimmte Softwarelösungen analysiert. HYDRA X kommt als spezielle Lösung für Smart Factories für die PRAGMA GmbH Zittau nicht in Frage und EVOMECS und CIMCO erfüllen nicht alle Muss-Anforderungen. Als mögliche MES-Systeme bleiben folglich Hummingbird, ProLeis und Ulysses.

Für den weiteren Vergleich der Systeme wurde das Verfahren der Nutzwertanalyse herangezogen. Dabei haben sich Hummingbird und Ulysses als klare Favoriten herausgestellt. Weitere Entscheidungsfaktoren wie der Ersatz des derzeitigen ERP-Systems mit dessen Funktionen durch die neue Software und die mögliche Erweiterbarkeit der Software mit NC-Verwaltung, Werkzeugmanagement und Datenverwaltung für das Elektrodenmanagement konnten keine Entscheidung zwischen den beiden Systemen herbeiführen. Als endgültiger Entscheidungsfaktor hat sich die Schnittstelle zwischen ERP-System und MES herausgestellt. Da Ulysses beide Systeme in einer Software vereint, wird diese in der PRAGMA GmbH Zittau eingeführt.

5. Einführungsstrategie

1. Konzeptphase	<p>a) Festlegung der Anforderungen der PRAGMA GmbH Zittau an ein MES-System und die Ableitung von notwendigen Software-Funktionen → bereits im Rahmen der Diplomarbeit erfolgt</p> <p>b) Entwurf eines Lasten- und Pflichtenhefts zur Detaillierung des Software-Konzeptes und die Festlegung von Projektzielen zur Überwachung des Projekts</p>
2. Implementierung	<p>Schrittweise Implementierung der MES-Software</p> <p>Voraussetzung: Einführung der ERP-Funktionen der Software für den Werkzeug- und Formenbau.</p> <p>Grundsätzliches Vorgehen bei der Einführung der ERP-/ MES-Software:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ERP-Funktionen Werkzeug- und Formenbau 2. MES-Funktionen Werkzeug- und Formenbau 3. ERP-Funktionen Kommunikationstechnik und Technikum <p>Zukunft: Erweiterung der Software um weitere ERP-/ MES-Funktionen</p>

6. Zusammenfassung

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass PPS im Werkzeug- und Formenbau von den theoretischen Vorstellungen abweichen. Die Einführung eines standardisierten MES führt somit zu einer Einschränkung der Handlungsfähigkeit im Rahmen der PPS, denn die Prozesse in der Fertigung unterscheiden sich von Unternehmen zu Unternehmen. Für den Werkzeug- und Formenbau kommen MES-Lösungen speziell abgestimmt auf die Einzel- und Kleinserienfertigung in Frage, denn in den Bearbeitungsreihenfolgen der einzelnen Bauteile eines Werkzeuges kann eine Standardisierung weitreichend umgesetzt werden.

Die Einführung eines MES ist im Unternehmen mit großem Personal- und Zeitaufwand verbunden. Auf Grund dessen ist grundsätzlich eine schrittweise Erweiterung des MES anzustreben. So kann zunächst Abhilfe bei dringenden Angelegenheiten, wie z.B. die fehlende Übersicht über Prozesse in der Fertigung, geschaffen und anschließend das MES zur weiteren Unterstützung ausgebaut werden. Klar definierte Prozesse sind hierbei eine zwingende Voraussetzung für die Einführung eines MES.

Durch die Einführung des MES in der PRAGMA GmbH existiert in Zukunft eine Übersicht über die anstehenden Aufgaben für die Fertigungsmitarbeiter. Dadurch und durch die Dokumentation von Informationen rund um den Fertigungsprozess können Rückfragen beim Fertigungsleiter verringert werden. Neben einer Übersicht über die Auslastung der Bearbeitungstechnologien wird dem Fertigungsleiter ein kurzfristiger Überblick über die aktuellen Vorgänge in der Fertigung ermöglicht. Das MES unterstützt zusätzlich die einheitliche Dokumentation der Fertigungszeiten und die daraus resultierende Nachkalkulation. Neben der digitalen Neuausrichtung der Produktionsplanung und -steuerung werden durch die Einführung des neuen ERP-Systems die Schwachstellen des derzeitigen ERP-Systems beseitigt.

Zum heutigen Zeitpunkt (Mai 2022) steht die Firma PRAGMA GmbH Zittau mitten in der Einführung des MES und ERP-Systems. Dabei wird sich auf Grund der zeitlichen Notwendigkeit vor allem auf den MES-Teil der Software für den Geschäftsbereich Werkzeug- und Formenbau konzentriert. Die ERP-Funktionen werden schrittweise zunächst im Werkzeug- und Formenbau und anschließend in den Geschäftsbereichen Kommunikationstechnik und Technikum nachgezogen.

* MRP II engl. Manufacturing Resource Planning, Produktions-Ressourcen-Planung
**CAD engl. Computer-Aided Design, rechnerunterstütztes Konstruieren

Quellen:
[BNG16] Bengler, K.; Schmauder, M.(2016): Digitalisierung. In Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 70, S. 75–76.
[EVH1-90] Eversheim, W.(1990): Organisation in der Produktionstechnik Band 1. Grundlagen. VDI-Verlag, Düsseldorf.
[EVH3-89] Eversheim, W.(1989): Organisation in der Produktionstechnik Band 3. Arbeitsvorbereitung. VDI-Verl., Düsseldorf.
[KLT06] Klett, J.(2006): MES - Manufacturing Execution System. Moderne Informationstechnologie zur Prozessfähigkeit der Wertschöpfung. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
[KLT07] Klett, J. Hrsg. (2007): Konzeption und Einführung von MES-Systemen. Springer-Verlag, S.I.
[PEA05] Peters, S. H. F.; Brühl, R.; Stelling, J. N.(2005): Betriebswirtschaftslehre. Einführung. Oldenbourg, München.
[PRG21] PRAGMA GmbH Zittau: PRAGMA GmbH - Zittau - Werkzeug- und Formenbau/Kommunikationstechnik/Technikum. <https://www.pragma-zittau.de/de/>, zuletzt geprüft am 10.06.2021.
[WND19] Wiendahl, H.-P.; Wiendahl, H.-H.(2019): Betriebsorganisation für Ingenieure. Hanser, München.