

## Kurzzusammenfassung

Der Wandel in gesellschaftlichen Ansprüchen, technologischen Möglichkeiten und ökonomischen wie ökologischen Rahmenbedingungen induziert neue Anforderungen in der Produktionsplanung der Automobilindustrie. Eine wachsende Variantenvielfalt an Fahrzeugen ist nach individuellen Wünschen des Kunden weltweit verteilt zu fertigen. Ständige Veränderungen in der technischen Produktbeschreibung oder unvorhersehbare Störungen in der Lieferkette schaffen ein Höchstmaß an Dynamik. In diesem Umfeld muss die Produktionsplanung sowohl eine kurze Lieferzeit als auch eine hohe Liefertreue sicherstellen. Die ausreichende Verfügbarkeit von Material und Fertigungsressourcen sowie die richtige Allokation von Aufträgen auf Fertigungszeitpunkte und Produktionsstandorte sind die hierfür notwendigen Voraussetzungen. Im Sinne der Nachhaltigkeit sind stets ökonomische, ökologische und soziale Rahmenbedingungen zu berücksichtigen.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt konnten keine Lösungen identifiziert werden, die diesen Herausforderungen methodisch umfassend, echtzeitnah, durchgängig und unter hoher planerischer Qualität gerecht werden. Reale Implementierungen von Produktionsplanungsprozessen benötigen in der Automobilindustrie mehrere Wochen. Sowohl die hohe Komplexität der Endprodukte als auch die hohe Anzahl an Ressourcenrestriktionen können in den verwendeten Berechnungs- und Prognosemodellen häufig nur stark vereinfacht abgebildet werden. Insbesondere die Dynamik aller planungsrelevanten Größen überfordert tradierte Planungssysteme. Manuelle Datenaufbereitungsmaßnahmen fallen verteilt über mehrere Planungsabteilungen an und führen zu kostenintensiven, fehleranfälligen und organisatorisch aufwändigen Abläufen. Weiterhin konnte keine Beschreibung eines Verfahrens identifiziert werden, das bei der Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen im Bedarfs- und Kapazitätsmanagement deren integrierte Identifikation, Dimensionierung, Terminierung und Validierung gestattet.

Im Rahmen dieser Arbeit wird eine neuartige prozess- und IT-gestützte Methode für die Produktionsplanung bei variantenreichen Serienprodukten vorgestellt. Sie gliedert sich in die Darstellung eines szenariobasierten Planungsprozesskonzepts und in ein informationstechnisches Fachkonzept.

Das Prozesskonzept stellt einen Rahmen für eine echtzeitnahe und szenariobasierte Ablauflogik dar. Im Fokus steht hierbei eine dynamisch abgesicherte Planvalidität bei höchster Flexibilität und Qualität. Zur Identifikation, Dimensionierung und Absicherung von Anpassungsmaßnahmen stellt die vorliegende Arbeit außerdem einen Maßnahmenkatalog bereit und integriert das Konzept der Virtuellen Experimentierfelder in die Gesamtmethode. Ein Logistisches Assistenzsystem kapselt alle quantitativen Verfahren, verantwortet die Prozessablaufsteuerung und stellt die synergetische Kooperation von Mensch und IT sicher.

Das IT-Fachkonzept umfasst die Darstellung eines digitalen Informationsmodells sowie mehrerer algorithmischer Bausteine. Letztere wandeln zunächst heterogen vorliegende planungsrelevante Daten in ein integriertes, konsistentes, redundanzarmes digitales Informationsmodell um. Außerdem überführen sie die Informationen im Modell unter Beibehaltung hoher Informationsqualität in einen dynamisch abgesicherten Produktionsplan.

Die Bausteine der Methode sind durchgängig implementiert und werden mittlerweile operativ bei mehreren Automobilherstellern eingesetzt. Deren jeweilige Anwendbarkeit wird so anhand realer Ergebnisse demonstriert. Die Darstellung eines vollständigen Planungslaufs mit mehreren Planungszyklen zeigt auf, wie die Einzelkomponenten zusammenwirken und in kurzer Zeit zu einem Planungsergebnis führen.

## Abstract

The changes in societal demands, technological capabilities and economical as well as ecological frame conditions result in new requirements to the production planning within the automotive industry. A growing variety of models appealing to the needs of each individual customer has to be manufactured on distributed production sites. Permanent changes to the technical product structure or unforeseeable disruptions of the supply chain trigger an utmost high degree of dynamics. In this environment, production planning has to ensure a short delivery time and high delivery reliability. The availability of stock, manufacturing resources and the proper allocation of orders to the respective production slots and manufacturing facilities are the mandatory prerequisites. From the perspective of sustainability, economic, ecological and social conditions shall always be taken into account.

At the present time however, there are not any solutions that meet these challenges and are methodically comprehensive, near real time, integrated and which provide high-quality planning results. In order to generate results, real implementations of production planning processes in the automotive industry need several weeks. Not only the high complexity of the final products, but also the high number of resource constraints can only be depicted in calculation and prediction models, if they are simplified to a large extent. Beyond that, the dynamic of all variables being relevant for the planning overcharges traditional planning systems. The complete planning process and many manual processing steps are scattered among several planning departments and lead to costly, error-prone and organizationally complex procedures. If during the course of demand and capacity management, adaptation measures become necessary, there is no method for their integrated identification, dimensioning and virtual validation. In this thesis a new process- and IT-based methodology for production planning of customized mass products is presented. It is subdivided into the presentation of a scenario-based model of the planning process and a concept of the information technology.

The process model provides a framework for a near real-time and scenario-based production planning. The focus is on a dynamically validated production plan in combination with maximum flexibility and quality. For the purposes of identification, sizing and validation of adaptation measures, this work also provides a catalogue of structured measures and integrates the concept of virtual experimental fields in the methodology. A logistical assistance system encapsulates all the quantitative methods and it is responsible for the process management and provides the synergistic cooperation between humans and IT.

The IT concept comprises a digital information model and several algorithmic modules. The latter generate automatically and near real time an integrated and optimized digital model. On the other hand, they transfer the planning-relevant information within the model whilst maintaining a high degree of quality into a dynamically validated production plan.

All building blocks of the methodology are fully implemented and are used in several industrial projects within the automotive sector. Their respective applicability is demonstrated with real use cases. The presentation of a complete planning encompassing several planning cycles indicates how the components interact with each other to produce accurate and reliable planning results.