

# X-Kanban

Entwicklung eines selbstlernenden eKanban-Systems unter Verwendung autonomer Sensormodule



Links: Selbstlernende Materialnachschub-Optimierung, Foto: © knssr/adobe stock.com | Oben: Bestandsüberwachung Industrieller Lagerplatzregale, Foto: © Richard/adobe stock.com

## Motivation

Eine bestandsarme und zeitnahe Materialbereitstellung ist essentiell für moderne Logistiksysteme. Das Kanban ist eine gängige Methode für dessen Realisierung, wobei die optimale Dimensionierung der Kanban-Regelkreise häufig problematisch ist. Dies erfordert eine durchgehende Bestandsüberwachung sowie Prognose der Bestands- und Wiederbeschaffungszeiten. Aktuelle Lösungen zur Bestandsüberwachung sind nicht kosteneffizient und besitzen einen hohen Integrationsaufwand. Zudem ist die Prognose der Bestands- und Wiederbeschaffungszeiten schwierig, weil Programmschwankungen, Produktionsausfälle oder technische Störungen antizipiert werden müssen.

## Vorgehen

Im Rahmen des Projektvorhabens wurde ein selbstlernendes eKanban-System unter Verwendung autonomer Sensormodule zur Bestandsüberwachung entwickelt. Für die Sensormodule kam eine kostengünstige Tiefenkamera zum Einsatz, um mit hoher Genauigkeit den Füllstand von Klein- sowie Großladungsträger zu ermitteln. Mit effektiven Algorithmen konnte dabei vom BIBA der Ladungsträger erkannt und der relevante Bildausschnitt extrahiert werden, um den

Füllstand zu ermitteln. Die Informationen wurden anschließend an die Reinforcement Learning (RL) Algorithmen übergeben, um hiermit den zukünftigen Materialverbrauch zu prognostizieren.

## Ergebnis

Die Bestandsüberwachung, bestehend aus den Sensormodulen und der Füllstandserkennung, wurde anhand von Metallgussteilen in der Größe 10x15x5 cm validiert. Das System war in der Lage den Füllstand auf ein Gussteil genau zuverlässig zu erkennen. Die Ausführung auf dem verwendeten Einplatinencomputer benötigte dabei etwa fünf bis sechs Sekunden. Über die Bestandsvorhersagen der entwickelten Reinforcement Learning Modelle wurde ein intelligenter Materialnachschub als Anwendungsszenario entwickelt. Im Rahmen einer Validierung mittels einer Materialflusssimulation zeigte sich, dass sich hierdurch Lagerbestände um bis zu 30 % reduzieren lassen.

## Publikation

Kreutz, M.; Ait Alla, A.; Lütjen, M.; Freitag, M.: Autonomous, low-cost sensor module for fill level measurement for a self-learning electronic Kanban system. In: IFAC PapersOnLine 54(2021)1. Proc. of IFAC INCOM 2021, Elsevier, Amsterdam, 2021, S. 623-628

GEFÖRDERT DURCH:

PROJEKTPARTNER:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## LAUFZEIT:

01.2020 - 03.2022

## ANSPRECHPARTNER:

Dr.-Ing. Michael Lütjen  
E-Mail: ltj@biba.uni-bremen.de  
Tel.: +49 421 218 50 123

Dr.-Ing. Abderrahim Ait Alla  
E-Mail: ait@biba.uni-bremen.de  
Tel.: +49 421 218 50 082

Markus Kreutz, M. Sc.  
E-Mail: kre@biba.uni-bremen.de  
Tel.: +49 421 218 50 049

## ADRESSE:

BIBA – Bremer Institut für Produktion  
und Logistik GmbH  
Hochschulring 20  
28359 Bremen



Das BIBA ist ein ingenieurwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität Bremen. Es forscht in den Bereichen Produktion und Logistik und verbindet dabei die prozessorientierte mit der produktorientierten Sicht. Durch die organisatorische und inhaltliche Verknüpfung mit dem universitären Fachbereich Produktionstechnik engagiert sich das BIBA sowohl in der Grundlagenforschung als auch in anwendungsorientierten Verbundprojekten sowie der industriellen Auftragsforschung.

Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Dieter Thoben  
Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag

[WWW.BIBA.UNI-BREMEN.DE](http://WWW.BIBA.UNI-BREMEN.DE)

# X-Kanban

Development of a self-learning eKanban-System using autonomous sensor modules



Left: Self-learning material replenishment optimization, Foto: © knssr/adobe stock.com | Above: Stock monitoring of industrial storage locations, Foto: © Richard/adobe stock.com

## Motivation

A low-inventory and timely material supply is essential for modern logistics systems. Kanban is a common method for its realization, whereby the optimal dimensioning of the Kanban control loops is often problematic. This requires end-to-end inventory monitoring and forecasting of inventory and replenishment times. Current inventory monitoring solutions are not cost effective and have a high integration overhead. In addition, forecasting inventory and replenishment times is difficult, because program fluctuations, production downtime, or technical malfunctions must be anticipated.

## Approach

As part of the project, a self-learning eKanban system was developed using autonomous sensor modules for inventory monitoring. For the sensor modules, a low-cost depth camera was used to determine the fill level of small and large load carriers with high accuracy. Using effective algorithms, BIBA was able to recognize the load carrier and extract the relevant image section to determine the fill level. The

information was then passed to the reinforcement learning (RL) algorithms to predict future material consumption.

## Results

The inventory monitoring system, consisting of the sensor modules and the level detection system, was validated using metal castings measuring 10x15x5 cm. The system was able to reliably detect the full level on one casting. Execution on the single-board computer used, took about five to six seconds. Intelligent material replenishment was developed as an application scenario using the inventory predictions of the reinforcement learning models developed. Validation by means of a material flow simulation showed that this can reduce inventories by up to 30 %.

## Publication

Kreutz, M.; Ait Alla, A.; Lütjen, M.; Freitag, M.: Autonomous, low-cost sensor module for fill level measurement for a self-learning electronic Kanban system. In: IFAC PapersOnLine 54(2021)1. Proc. of IFAC INCOM 2021, Elsevier, Amsterdam, 2021, S. 623-628

## DURATION:

01.2020 - 03.2022

## CONTACT:

Dr.-Ing. Michael Lütjen  
E-mail: ltj@biba.uni-bremen.de  
Tel.: +49 421 218 50 123

Dr.-Ing. Abderrahim Ait Alla  
E-mail: ait@biba.uni-bremen.de  
Tel.: +49 421 218 50 082

Markus Kreutz, M. Sc.  
E-mail: kre@biba.uni-bremen.de  
Tel.: +49 421 218 50 049

## POSTAL ADDRESS:

BIBA – Bremer Institut für Produktion  
und Logistik GmbH  
Hochschulring 20  
28359 Bremen



BIBA is an engineering research institute located at the University of Bremen. It is committed to basic research as well as to application-oriented development projects and engages itself in practice-oriented implementations, whereby it relies on cross-national, institutional and interdisciplinary cooperation and transfer. BIBA always considers the entire value-added chain: from the idea, concept and production, through to the use and the end recycling of a product.

Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Dieter Thoben  
Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag

[WWW.BIBA.UNI-BREMEN.DE](http://WWW.BIBA.UNI-BREMEN.DE)

## FUNDED BY:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## PROJECT PARTNERS:

