

## **16. Internationale Kranfachtagung 2008**

Von  
innovativer Krantechnik  
bis  
Virtual Reality

---

### **Kranautomatisierung der 3. Generation**

unter Verwendung von Datenbanken werden Kraninstallationen  
zu einem integrierten Bestandteil der Warenlogistik

Anwendung, Simulation, Praxis und virtuelle Realität mit einer „Offenen Lager“ Installation

**Jürgen Sauer und Herrn Dipl.-Ing (FH) Christoph Niehaus**



**Jürgen Sauer,**  
**Dipl.-Ing (FH) Christoph Niehaus**  
automatiX GmbH  
Neue Str. 11  
28790 Schwanewede

## Kranautomatisierung der 3. Generation

*unter Verwendung von Datenbanken werden Kraninstallationen zu einem integrierten Bestandteil der Warenlogistik*

*Anwendung, Simulation, Praxis und virtuelle Realität mit einer „Offenen Lager“ Installation*

### 1. Einführung

Wir betrachten den Automatisierungsgrad einer Krananlage nach den historisch gewachsenen Generationsstrukturen:

#### 1. Generation

kennzeichnet sich unter Verwendung von SPS Techniken mit begrenzten Funktionen. Es ist ein Kranführer notwendig, diesem stehen triviale Assistenzfunktionen zur Verfügung:

- Positionierhilfen
- Grabautomatiken für Greifer
- Umfahr- und Warngelbetsabschaltungen zur Sicherung von Anlagenteilen.

#### 2. Generation

ist gekennzeichnet, daß die Krananlage mannfrei betrieben werden kann. Die Lösung des Automatisierungsproblems erfolgte unter Verwendung geschickter SPS Programmierungen.

Pro SPS	Contra SPS
technologisch einfach	Programmierung in SPS Geräten für komplexe Aufgaben ist aufwendig, der Code ist schwer zu warten
keine weitere Technik außer SPS nötig	ausschliesslich einfachste Bewegungsmuster möglich (Schachbrett Strategien)

### 3. Generation

Die 3. Generation kennzeichnet sich durch eine Aufgabenteilung. Die nunmehr höchst anspruchsvollen Aufgaben werden in Prozessrechnern unter Verwendung von Datenbanken erledigt. Die Arbeitsteilung trennt eine reine Maschinenebene, hier steuert nach wie vor eine SPS die Krananlage, jedoch werden der SPS nur triviale Aufgaben zugewiesen. Die elektrotechnische Konstruktion, einschliesslich SPS, zeichnet ebenfalls für die Einhaltung der erforderlichen Maschinenrichtlinien und Sicherheitskategorien verantwortlich.

## 2. Möglichkeiten der 3. Generation

### 2.1. Automatisierung: Kranführer Emulation

Ein Prozessrechner übernimmt die Funktionen eines Kranführers und bildet dessen Aufgabenbereich ab. Dieser Prozessrechner steuert unter Abgabe von Steueranweisungen die Krananlage. Auf diese Weise werden die komplexesten Automatisierungsaufgaben möglich:

- dynamische Entscheidungen, was zu tun ist
- verschiedenste Lager- und Materialfluss Strategien (FIFO, LIFO, höchster & tiefster Punkt, „Greiferplateau“)
- Materialcontrolling
- Warenflussanalysen, Warenstrombilanzen
- Integration in betriebswirtschaftliche Prozesse

Krananlagen der 3. Generation sind nunmehr seit ca. 10 Jahren im Bereich mannfreier Schüttgutumschlag, im Allgemeinen, als auch in der Müllwirtschaft im Einsatz. Im Schüttgutbereich (semifluide Massenfeststoffe) kann der „*nachgemachte Kranführer*“ anhand der strukturiert vorliegenden Daten in einer Datenbank entscheiden, was, wann und wie etwas in diesem Aufgabenbereich zu tun ist.

Unter Verwendung eines datenbankgestützten Systems werden äußerst komplexe Problemlösungs- und Logistikstrategien möglich. Es ist beispielsweise realisiert, dass ein solches System mit einem Greiferkran in einem Zementwerk selbsttätig und Bedienpersonal frei (Ausnahme:

Grobüberwachung auf Störungen aus einem zentralem Leitstand heraus)  
diesen Aufgabenkreis übernimmt:

- bestimmen, wann eine Zementmühle Material benötigt
- erkennen, welches Material benötigt wird und in welcher Menge
- Erstellung einer Verfügbarkeitsliste des benötigten Materials in der erreichbaren Lagerhalle
- Berechnung des möglichst effektiven und zur aktuellen Situation passenden Anfahrtsweges
- Abarbeitung des Vorganges Material Holen und Bringen, bis Anforderung sich verändert
- Beachtung zusätzlicher Direktiven der Produktionssteuerung, z.B. vom Leitstand angeordneter unvorhergesehener Sonderaufgaben. (Lagerräumung, Lager-Lager Umschichtungen, etc.)
- Abstimmung mit übrigen Anforderungen, Sortierung nach Priorität

## 2.2. Kranintegration in die Warenlogistikkette des Unternehmens

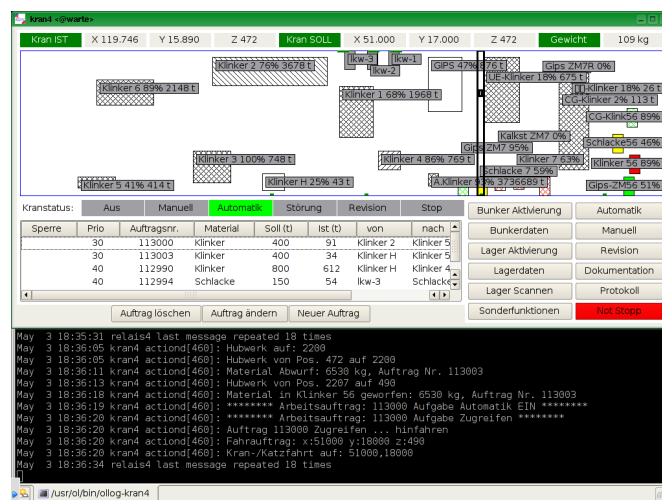


Abbildung 1: Offenes Lager Leitstand

Es war nur noch ein kleiner Schritt, die bei der Kranführer-Emulation anfallenden Material und Prozessdaten zu nutzen, um weiße Flecken in der Warenwirtschaft und Logistikkette eines Unternehmens aufzulösen. Die Betriebs- und Warencontroller erhalten Zugriff auf stets aktuelle Bestandsdaten in Schüttgutlagerungen und in der Müllwirtschaft.

### **2.3. Erfassung von logistischen Warendaten**

Die Anlagen der 3. Generation protokollieren und „buchen“ jegliche Material- und Warenflüsse kontinuierlich mit, speichern diese Daten zur späteren Analyse und Verwendung. Dabei ist unerheblich, ob der Umschlag im automatisiertem Robotbetrieb oder durch einen Kranführer erfolgt ist. Die Datenhaltung nach Haltezeit und Speicherdauer, wie auch, welche Daten erhoben werden ist konfigurationsabhängig.

### **2.4. Erfassung von technischen Anlagenbetriebsdaten**

Technische Anlageninformationen werden selbstredend ebenso effektiv erfasst und dem Betreiber dieser Anlagentypen bereitgestellt.

Als da wären: Tonnensummenlasten, Störmeldungen, Verfügbarkeiten.

Wobei gerade in Punkto Störmeldungen, das System äusserst flexibel ausgelegt ist. Somit ist es ohne größeren Aufwand möglich, beliebige Störmeldungen, Warnmeldungen, Trends und Warnschwellen dynamisch zu erstellen. Ebenso ist die Meldekette vom Leitstand bis hin zur SMS an das Wartungspersonal konfigurierbar.

### **2.5. Vorbereitende Wartung & Wartungsplanung**

Die Erhebung von Prozessdaten und Speicherung in einer Datenbank ermöglichen eine umfassende Analyse von Anlagendaten und erlauben innovative vorbeugende Problemerkennung anhand von Trendbestimmungen. Z.B. der Wirkstrom von Antrieben einer Krananlage wird erfasst und langfristig beobachtet. Da Wirkstrom und aufgewandtes Moment korrelieren und weitergehende Lastfaktoren bekannt sind, weist ein atypischer Trend bei Wirkstromerhöhung in der Regel auf ein mechanisches Problem hin. Dieses Erkennungsverfahren hat in der Praxis bereits einige Anlagenstillstände verhindern helfen, da Probleme mit Bremsen, Lagern und Getrieben erkannt und in geplanter Wartung behoben wurden.

### **2.6. Simulation von Krananlageninstallationen**

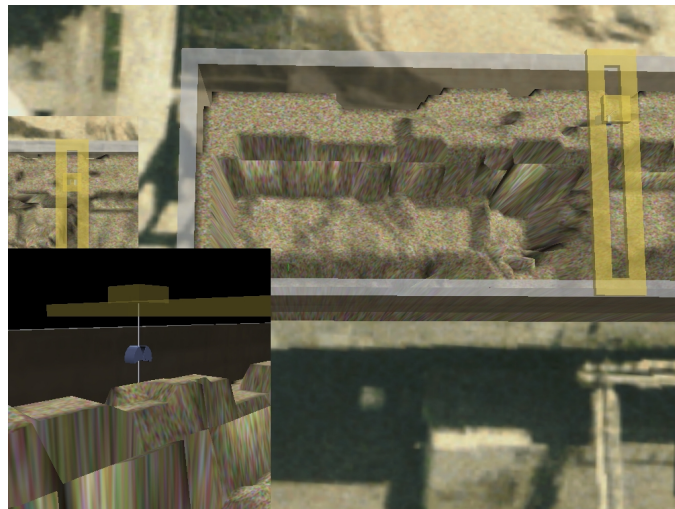
Das „Offene Lager“ System ist aufgrund der Konzeption in der Lage die „Hardware“, die reale Installation, einer Anlage in Software zu simulieren. Dazu wird eine Software SPS von dem System angesprochen. Diese simuliert die Reaktionen und Aktionen einer realen Anlage. Mittels Parametrierung ist es uns möglich, eine beliebige Brücken/Portal-

Krananlage (rechteckige, karthesischer Aufbau) zu simulieren.

- Waren-/Umschlagssimulation und Vorausberechnungen
- Leistungsanalysen in Punkto erwarteter Kranleistungen
- Antriebsleistungsoptimierung
- Bewegungspielanalysen
- Ermöglicht klare Aussagen über komplexeste Logistikaufgaben im Kranbereich ebenso bei komplexen Lagerflächengeometrien
- „Was-wäre-Wenn ...“ Versuche

## 2.7. VR: Virtuelle Realität

Bei Verwendung eines geeigneten Datenmodells (Modellierung der Realität im virtuellem Raum einer Datenbank) wird eine Kranlagerhalle mit den Produktionswerkzeugen und Materialhalden in Echtzeit räumlich dargestellt.



*Abbildung 2: Offenes Lager V2.2 / VR  
Visualisierung*

Im Manuellen Betrieb ist es dem Kranführer möglich unter Sichtbehinderungen, z.B. Müllbunkerbrand, die Anlage zu fahren.

Die umfassende und geeignete Datenhaltung ermöglicht es die Struktur und Fülldaten, Prozessdaten und andere Daten einer oder mehrerer Krananlagen in einer Halle realitätsnah im 3D Raum zu visualisieren, diese

Darstellung der Realität wird auch als „VR/Virtual Reality“ bezeichnet und ermöglicht, den Kran im manuellem Betrieb aus der Ferne oder bei Sichtbehinderungen zu führen, als säße man in der Krankanzel.

Bei der Betrachtung der Möglichkeiten der Fernwirkungen eines „Fernen Kranführers“ unter Verwendung dieser Technologie sind die geltenden Maschinensicherheitsrichtlinien noch nicht evaluiert worden, ob diese Technologie den Maschinenrichtlinien entspricht. Deshalb werden diese Techniken bislang nicht in produktiven Krananlageninstallationen eingesetzt und stellen lediglich den Stand unserer Forschungen auf diesem Gebiet dar. Bislang finden die VR-Techniken lediglich Einsatz als Leitstandvisualisierung und im Erprobungsmodell in unserem Entwicklungslabor.

### **3. Kosten- und Nutzenbetrachtungen**

Die Kosten für eine solche Installation werden unter Verwendung von OpenSource Systemen für Server- und Visualisierungs/Client Systeme recht gering gehalten.

Die Robustheit von verwendeten Datenbank Komponenten wie auch die ausschliessliche Verwendung von OpenSource Komponenten in der Software sichert einen störungsfreien Betrieb über Jahre hinweg. Die älteste Installation dieser Art ist seit 1998 im Dauerbetrieb (24/7/365).

Ebenfalls sichert eine kostengünstige Fernwartungsarchitektur den Regelbetrieb, auch falls mal eine Störung auftreten sollte.

### **4. Ausblicke**

Die Kranlogistik- und Simulationssoftware ist als umfassendes Paket für rechteckige Halleninstallationen mit einer oder mehreren Kranbrücken verfügbar für produktive Anlagen.

Die 3D - Virtuelle Realitätsversion der Visualisierungskomponente des Systems „Offenes Lager“ einschliesslich der Steuerungstechnik sind in der abschliessenden Praxiserprobung und können nach abschliessender Gefährdungsanalyse und sicherheitstechnischer Begutachtung für einzelne Anlagen eingesetzt werden. Für Hochschulen und Universitäten ist das „Offene Lager“ System kostenfrei erhältlich, sprechen Sie uns einfach an.

## 5. Zusammenfassung

Kranhalleninstallationen der 3. Generation lösen die komplexesten Aufgaben.

Datenbanken als Betriebs- und Logistikdatenspeicher bewältigen auch anspruchsvollste Betriebsdatenerfassungen in Zusammenarbeit mit einem Prozessrechner, welcher als „Kranführer“ agiert und diesen „nachmacht“.

In der Anlagenplanung hilft die Simulation des Systems um effizient die geplante Anlage auszulegen.

Um das „Offene Lager“ System in der Gesamtheit zu beschreiben, reicht der Rahmen hier leider nicht aus. Sprechen Sie uns an, wir helfen Ihnen gerne bei der Lösung Ihres Logistikproblems.

## 6. Material & Methodik

Der Vortrag wie auch sämtliche zum Offenen Lager gehörende Dokumentation wurden erstellt unter Verwendung freier Dokumentationsformate, nach ISO/IEC 26300 (vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/OpenDocument>).

Das „Offene Lager“ wurde vollständig in ANSI C/C++ geschrieben, sämtliche Quelltexte und Programmierungen wurden im Hause automatiX GmbH erstellt und unterliegen dem Urheberrecht der Fa. automatiX GmbH. Bislang wurden ca. 25 Mannjahre an Forschung und Entwicklung von der Fa. automatiX GmbH in das „Offene Lager“ System investiert.

Das „Offene Lager“ System benötigt für den Simulationsbetrieb eine Debian GNU/Linux (vgl. <http://www.debian.org>) oder Ubuntu Linux (<http://www.ubuntu-linux.com>) Laufzeitumgebung mit einer Datenbank (SapDB™ (vgl. <http://www.sapdb.org>), oder PostGreSQL (vgl. <http://www.postgresql.org>)).

## 7. Weitergehende Informationen & Quellenverzeichnis

Fördern und Heben 08/1999, Jürgen Sauer, „Vom Kran zum Roboter“

**Linux-Magazin 12/2000**, Ullrich Wolf, Jürgen Sauer, „Kranführer Emulator“

<http://www.kranautomatisierung.de/>

<http://www.automatix.de/>



## **8. Autoren**

Herr Jürgen Sauer ist der ges. Geschäftsführer der automatiX GmbH, er hat seit 1995 das Offene Lager System entworfen, entwickelt und realisiert.

eMail: [juergen.sauer@automatix.de](mailto:juergen.sauer@automatix.de) Tel. 04209-4699

Herr Dipl.-Ing. (FH) Christoph Niehaus entwickelt aktiv das Kranautomatisierungssystem „Offenes Lager“. eMail [christoph.niehaus@automatix.de](mailto:christoph.niehaus@automatix.de) Tel. 04209-4699