

Quelle: FML

## Lagerplanung am PC

**Mithilfe einer neuen Planungssoftware können Planer von Distributionszentren nicht nur das Layout der Anlage berechnen, sondern auch das wirtschaftlich optimale Lagersystem ermitteln.**

Wer jemals bei der Planung eines Lagers dabei war, weiß: Die herkömmliche Planungsvorgehensweise automatischer Lagersysteme, die mit schienengeführten Regalbediengeräten (RBG) betrieben werden, ist aufwändig und anspruchsvoll. Die Planung dieser Systeme, die sich in Palettenhochregallager (HRL), Automatische Kleinteilelager (AKL) und Tablarlager untergliedern, ist von mehreren Einflussfaktoren abhängig.

Neben dem Platzbedarf, der Stellplatzanzahl und der Umschlagsleistung ist vor allem der Investitionsaufwand ein entscheidendes Planungskriterium. Bei herkömmlicher Vorgehensweise wird im ersten Schritt deshalb zunächst ein Groblayout erarbeitet, das eine ausreichende Zahl an Stellplätzen vorsieht und das in einem zweiten Schritt in puncto Umschlagsleistung bewertet wird. Erst im Anschluss werden der Investitionsaufwand abgeschätzt und, bei schlechter Wirtschaftlichkeit, in iterativen Schritten Änderungen am Layout oder der technischen Ausführung vollzogen. Neben dem hohen manuellen Aufwand, der durch dieses Verfahren entsteht, ist es schwierig, das Leistungs- und Kostenoptimum zu finden. Weil vor allem für komplexere Lagerkonfigurationen Berechnungsmodelle fehlen, werden oftmals nur einfache Planungsvarianten berücksichtigt.

Aus dieser Problemstellung heraus ist im Rahmen des Forschungsprojekts „Integrierte Lagersystemplanung“ die Planungssoftware „LSP“ (LagerSystemPlanung) entstanden. Sie unterstützt den Nutzer in der Grobplanungsphase und erlaubt es, mit geringem Zeitaufwand eine große Bandbreite an komplexen Planungsvarianten zu vergleichen. Dieses IGF-Vorhaben 15990 N „Integrierte Lagersystemplanung“ der Forschungsvereinigung Bundesvereinigung Logistik e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert.

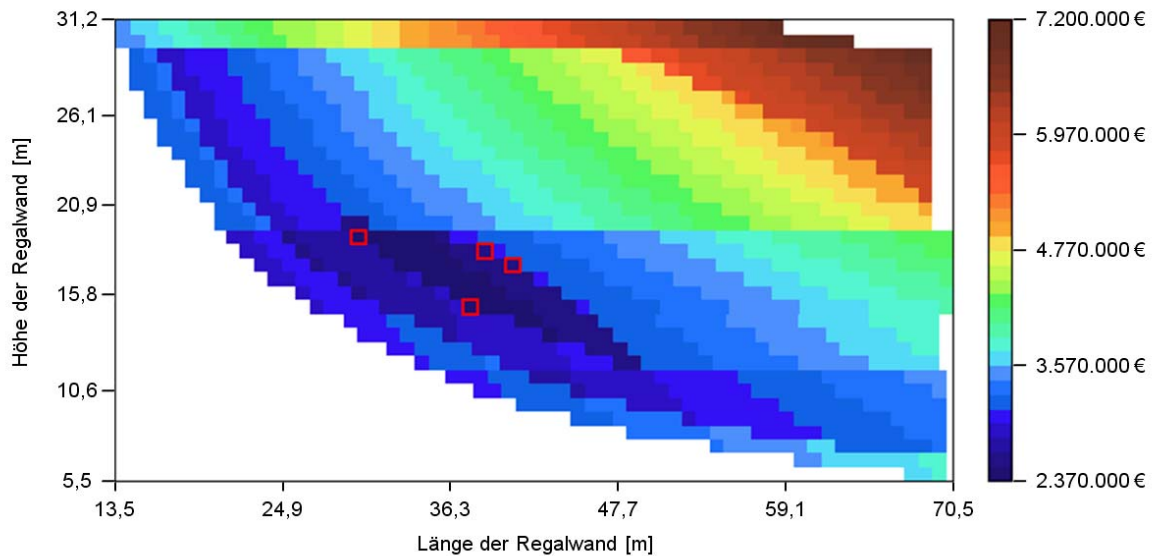
Das Werkzeug unterteilt die Planung in zwei Phasen: die Definition der Planungsvorgaben und die eigentliche Ausarbeitung von Varianten. Die Planungsvorgaben geben die Anforderungen an das Lagersystem wider und fixieren alle planungsrelevanten Rahmenbedingungen. Die Planungsdaten beinhalten die Gebäudedaten wie die maximal zur Verfügung stehende Länge, Höhe und Breite, die Abmessungen der zu lagernden Ladeeinheiten, die minimal benötigte Stellplatzanzahl, die Lage der Übergabepunkte und die maximal auftretenden Materialflüsse über die Übergabepunkte.

Alle Planungsvarianten müssen diesen Planungsdaten genügen, um gültig zu sein. Die Varianten unterscheiden sich in Lagerkonfiguration, -strategie und Dimensionierung. Die Konfiguration beschreibt dabei den technischen Aufbau des Distributionszentrums und die Lagerstrategie den operativen Ablauf der Arbeitsspiele der RBG. Die Dimensionierung bestimmt die physische Ausführungsgröße der Planungsvariante.

Der Planer hat mit der Software die Möglichkeit, diese Parameter manuell zu bestimmen und dadurch Planungsvarianten zu erzeugen. Im Hintergrund wird dabei in Echtzeit zur Benutzereingabe das resultierende Lagersystem berechnet. Dazu wird die exakte Lagergeometrie bestimmt und die Stellplatzanzahl abgeleitet. Anschließend kann der Nutzer die Umschlagsleistung ermitteln und den Investitionsaufwand abschätzen. Das Rechenwerkzeug greift dabei auf eine Datenbank zu, in der die Kosten- und Leistungsdaten sowie die geometrischen Eigenschaften einer Vielzahl an Lagerkomponenten hinterlegt sind.

Diese Datenbank kann vom Planer gepflegt, erweitert und somit an die jeweiligen Bedürfnisse angepasst werden. Je größer die Anzahl an hinterlegten Datensätzen ist, desto genauer werden die Planungsvarianten berechnet. Nach derzeitigem Stand können AKL und HRL aller Höhen- und Gewichtsklassen abgebildet werden. Es werden Lagerkonfigurationen mehrfachtiefer Lager und von RGB mit mehreren, auch doppelbreiten, Lastaufnahmemitteln berücksichtigt.

Eine optimal dimensionierte Planungsvariante wird über eine mathematische Optimierung gefunden. Diese verändert die Dimensionierung einer Variante, also die Länge, Höhe, Breite und das verwendete RBG, und sucht das Minimum einer festgelegten Zielfunktion. Diese ist in der Regel der Betrag des Investitionsaufwands, sie kann aber auch wahlweise der Betrag des Verhältnisses der Kosten zur Umschlagsleistung oder zur Stellplatzanzahl sein. Die Nebenbedingungen sind die Planungsvorgaben für die Umschlagsleistung, die Stellplatzanzahl, die Abmessungen der Lagerhalle etc. Für eine gültige Planungsvariante müssen sämtliche Bedingungen erfüllt sein. Der implementierte Optimierungsalgorithmus wird auf dem verwendeten Testrechner im Zehntelsekundenbereich durchgeführt. Als Ergebnis werden alle relevanten Informationen zu den gefundenen Optimalstellen ausgegeben. Zusätzlich wird der gefundene Lösungsraum grafisch in einem Diagramm dargestellt (*siehe Grafik*).



Anzahl Geometrieberechnungen = 44.3052	Anzahl Leistungsberechnungen = 5.566	Anzahl Kostenberechnungen = 2.589
--	--------------------------------------	-----------------------------------

### **Graphische Visualisierung des Lösungsraums und Ausgabe der Optimalstellen**

Die Grafik zeigt für jede gültige Lösung die Regallänge und Regalhöhe, die dabei günstigste Gassenanzahl mit dem am besten geeigneten RBG und den resultierenden Investitionsaufwand. Die Lösungen sind je nach Investitionsaufwand unterschiedlich eingefärbt. Ähnlich gute Ergebnisse können somit vom Planer einfacher gefunden und betrachtet werden. Neben dem globalen Minimum können auch lokale Minima attraktive Lösungen für die Lagerauslegung darstellen.

Der Nutzer des Tools kann mit dem Rechenwerkzeug mehrere Varianten zu jeder Planung anlegen und dimensionieren. Sie werden in einer grafischen Oberfläche tabellarisch aufgelistet und über die entscheidenden Kennwerte miteinander verglichen.

Zusätzlich können mithilfe Sensitivitätsanalysen die Auswirkungen von veränderten Planungsvorgaben auf das optimal ausgelegte Lager untersucht und visualisiert werden. Bei veränderten Größenbeschränkungen, steigenden oder fallenden Leistungsanforderungen beziehungsweise anderer Stellplatzanforderungen stellen sich in der Regel sprungfixe Kostenfunktionen für die optimal dimensionierten Planungsvarianten ein. Die beste Lösung wechselt womöglich bei veränderten Anforderungen. Für eine genauer zu untersuchende Planungsvariante kann damit auch die Robustheit in puncto veränderte Rahmenbedingungen bestimmt werden.

Das Projekt zeigte: Durch die enge Kooperation mit Partnern aus der Wirtschaft konnte mit der Software LSP ein für die Praxis relevantes Planungswerkzeug geschaffen werden. Unter der Voraussetzung einer aktuellen Datenbank können zahlreiche verschiedene, teilweise auch komplexe Planungsvarianten erzeugt, dimensioniert und miteinander verglichen werden. Gegenüber der herkömmlichen

Planungsvorgehensweise wird dadurch ein wesentlich größerer Suchraum aufgespannt. Unwirtschaftliche Lösungen werden so schnell erkannt.

**Autoren:** Thomas Atz, wissenschaftlicher Mitarbeiter Lehrstuhls für Fördertechnik Materialfluss Logistik und Prof. Dr. Willibald A. Günthner, Inhaber des Lehrstuhls für Fördertechnik Materialfluss Logistik, TU München