

Scheid, Wolf-Michael :

Auswahl und Optimierung von Lager- und Transporteinheiten

Zuerst erschienen in:

Marktbild Lager. - Mainz : Vereinigte Fachverl., Bd. 19 (1999), S. 23-25

Auswahl und Optimierung von Lager- und Transporteinheiten

PROF. DR.-ING. WOLF-MICHAEL SCHEID

Dieses Anforderungsprofil unterliegt dem Wandel. Wenig wird bleiben wie es ist. Generell lässt sich sagen, dass Bestände weiter reduziert, der Durchsatz weiter erhöht wird. Kleiner, leichter, schneller ist der langfristige Trend. Letztlich ist damit immer wieder, insbesondere für Neuplanungen, zu hinterfragen, welches Lager- und Transporthilfsmittel als für den Planungshorizont optimal anzusehen ist. Hier sollen die folgenden Hinweise eine Anleitung zur systematischen Vorgehensweise geben.

Einheitliche Hilfsmittel sollen den Einsatz homogener Lager- und Transportsysteme, die Manipulation mit gleichen Arbeitsmitteln sicherstellen. Hilfsmittel sollen den Schutz des Gutes verbessern, Be- und Entlade-, Übergabe- und Entnahmevorgänge vereinfachen sowie die Voraussetzungen für eine eventuelle Mechanisierung oder gar Automatisierung solcher Vorgänge schaffen.

Worauf müssen wir achten? Vorhandene oder fest eingeplante Förder- und Lagersysteme, vorhandene Verkehrswege und Arbeitsmittel, die Beschaffenheit zu ver- und entsorgender Produktionsmittel, die Eignung für eine beabsichtigte oder zwischenbetriebliche durchgängige Transportkette sind Randbedingungen, die es zu berücksichtigen gilt. Dort, wo manuell palettiert und/oder kommissioniert wird, sind natürlich zulässige Greiftiefen und Greifhöhen zu beachten.

Nehmen wir die Pool-Palette! Was sonst? Die Norm gibt uns eine Grundfläche von 800×1200 mm und eine Bauhöhe von 145 mm vor, sonst nichts. Freiheitsgrade verbleiben für die Beladehöhe und, in gewissem Umfang, für die zulässige Masse des zu lagernden und zu transportierenden Guts.

Zielsetzungen

Und wie sehen letztlich unsere Zielsetzungen aus? Das Transporthilfsmittel (THM) soll zugleich Lagerhilfsmittel (LHM)



Prof. Dr.-Ing. W.-M. Scheid

sein. So vermeiden wir zusätzliche Umschlagvorgänge. Der für die Lagerung erforderliche Baukörper soll so klein wie möglich gehalten werden. So minimieren wir den Investitionsaufwand und einen Teil der Betriebskosten. Die Zahl erforderlicher Transportbewegungen, Ein- und Auslagevorgänge, Zugriffe etc. sollte minimiert werden. So minimieren wir die Zahl erforderlicher Arbeitsmittel und den Personaleinsatz. Letztlich geht es also um die Minimierung der laufenden Logistikkosten bei gegebenem Anforderungsprofil in Bezug auf Bestands- und Bewegungsgrößen.

Randbedingungen – Anforderungsprofile

Dabei ist hinsichtlich der Lagerfunktion zu unterscheiden, ob eine feste oder freie (chaotische) Lagerordnung oder eine Mischform verwendet werden soll. Es ist zu prüfen, ob Kommissionier- und Reserve-lager integriert oder separiert werden sollen. Schließlich ist zu überlegen, ob die mit der Lagerfunktion verbundene Kommissionierfunktion nach dem Prinzip Mann-zu-Ware oder Ware-zu-Mann, auftragsbezogen einstufig oder artikelbezogen zweistufig realisiert werden soll.

Abhängig von den jeweiligen Kombinationen der vorgenannten Punkte ergeben sich nämlich unterschiedliche Anforderungsprofile bezogen auf die Bewegungsdaten, in gewisser Hinsicht auch an die Bestandsdaten (soweit damit auf die Anzahl vorzusehender Lagerplätze Bezug genommen wird). Gehen wir davon aus, dass alle Waren sich in quaderförmigen Verpa-

ckungseinheiten befinden. Bei unverpackter loser Ware und/oder nicht quaderförmigen Geometrien von Ware bzw. Verpackungseinheiten ist analog der nachstehenden Hinweise vorzugehen.

Schrittweise Vorgehensweise

Zunächst geht es darum, die zu lagernden und zu transportierenden Waren artikelrein Hilfsmitteln zuzuordnen. Sinnvollerweise werden die Daten der Verpackungseinheiten je Artikel (Breite, Länge, Höhe, Masse, Stückzahl, Stapelbarkeit der Verpackungseinheit mit und ohne Ladungssicherung) erfasst. Danach wird für eine erste Ausgangslösung ein Hilfsmittel festgelegt, das durch maximal zulässige Breite, Länge, Höhe und Masse gekennzeichnet ist. Je Artikel wird dieses entsprechend möglicher und auch zulässiger (Stapelbarkeit!) so gefüllt, dass sich abhängig von der zu lagernden Stückzahl des Artikels eine optimale Ausnutzung des vorgegebenen Kubus ergibt. Dabei ergeben sich je Artikel n Lager- und Transporthilfsmittel mit $n \geq 1$.

Sofern n für die im Mittel zu lagernde Stückzahl sowie den maximalen und minimalen Lagerbestand des Artikels 1 ergibt, spielt es zumindest für diesen Artikel bei der vorgegebenen Größe des gewählten Hilfsmittels keine Rolle, ob eine fest oder freie Lagerordnung gewählt wird. Erst für im Regelfall große n beim überwiegenden Teil der Artikel macht es Sinn, über die Frage der Lagerordnung und die anderen zuvor genannten Punkte nachzudenken. Erst dann werden auch Einflüsse von Restmengen (Anbrucheinheiten) so weit eingeschränkt, dass sich bei einem einheitlich für alle Artikel gewählten Kubus des Hilfsmittels ein guter Füllungsgrad ($= \sum \text{Volumina der Verpackungseinheiten} / \sum \text{Volumina der Anzahl der erforderlichen Hilfsmittel}$) ergibt. Ein Füllungsgrad von 60% bis 80% sollte bei geeigneter Wahl des Hilfsmittels erreicht werden. Hierfür werden Breite, Länge und Höhe so lange variiert, bis ein Optimum erreicht ist.

Es kann vorkommen, dass einige (wenige) Artikel nicht in dem sich jeweils ergebenden Kubus untergebracht werden können. Diese Artikel sind separat auszuweisen. Ihre Daten gehen in die Optimierungsrechnung nicht ein. Dadurch kann abgeschätzt werden, ob für solche Artikel ein eigener „Sperrgutbereich“ gebildet wird, um ein wirtschaftlich vertretbares Gesamtoptimum zu erreichen oder ob es Sinn

macht, eventuell unterschiedliche Artikelbereiche mit jeweils für den Bereich zu optimierendem Lager- und Transporthilfsmittel zu bilden. In einem solchen Fall wäre zusätzlich zu untersuchen, ob untereinander ein modularer Aufbau der gewählten Hilfsmittel möglich ist.

Weitere Optimierung

Für das Hilfsmittel, das bei wechselnden Beständen je Artikel stabil den optimalen Füllungsgrad über alle Artikel repräsentiert, kann sich dann eine Massenoptimierung anschließen. Dies bedeutet, dass schrittweise die zulässige Masse reduziert wird und geprüft wird, ob sich dadurch in nennenswertem Umfang ein Bedarf an zusätzlichen Hilfsmitteln (bei gleichzeitiger Verschlechterung des Füllungsgrades) ergibt. In gewissem Umfang kann beispielsweise eine durch die Verringerung der Masse reduzierte Zahl von Verpackungseinheiten/Hilfsmittel zunächst durch Auffüllen der meist vorhandenen Anbruchpalette aufgefangen werden, bevor es zu einer Verschlechterung des Füllungsgrades kommt. Diese Optimierung kann u.U. zu deutlich verringerten Anforderungen an die Statik einer Regalanlage und an das Leistungsvermögen erforderlicher Arbeitsmittel (Stapler, Regalbediengeräte, Förderer etc.) führen.

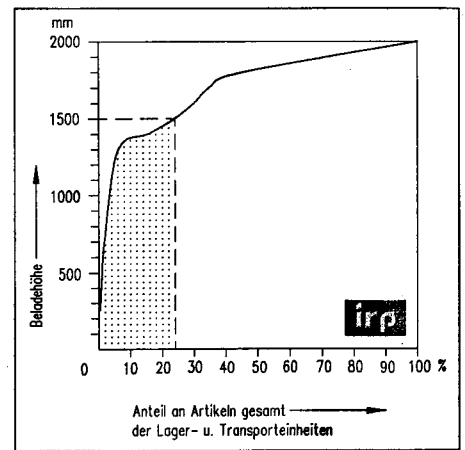
Für das letztlich als Optimum erkannte Hilfsmittel kann in einem weiteren Schritt geprüft werden, ob noch ein Optimierungspotenzial durch Höhenzonung vorhanden ist. Hierfür werden die sich ergebenden Hilfsmittel nach der sich ergebenden tatsächlichen Höhe geordnet und über alle Artikel kumuliert. Bei einheitlicher Grundfläche und damit einheitlicher Manipulationsfähigkeit kann so abgeschätzt werden, ob unterschiedlich hohe Lagerfächer (Höhenzonung) zu Verbesserungen führen. Die Zuordnung von Lagerfächern zu Artikeln wird natürlich eingeschränkt, d.h. niedrige Einheiten können im Notfall auch in für hohe Einheiten vorgesehenen Fächer eingelagert werden (jedoch nicht umgekehrt). So können Verbesserungen des Füllungsgrades um 10%, d.h. eine Erhöhung von 80 auf 90% erreicht werden.

Berücksichtigung der Bewegungsgrößen

Es wurde zu Anfang darauf hingewiesen, dass neben den vorstehend im Vordergrund stehenden Bestandsgrößen natürlich auch die Bewegungsgrößen zu optimieren sind. Gegeben sind natürlich die Anzahl der je Auftragsposition zu entnehmenden Stücke. Derartige Werte streuen naturgemäß. Entsprechend resultieren daraus Verpackungseinheiten, die zu entnehmen sind, eventuell auch der erforderliche Anbruch von Einheiten. In einem Fall zeigt es sich beispielsweise, dass ein bestimmter Artikel bei seiner Entnahme immer zum Anbruch von Verpackungseinheiten führte. Zusätzlich wurden in diesem Fall Versandverpackungen stets von Hand „maßgeschneidert“, da es für die häufigste Versandmenge keinen vorrätigen Standard-Karton gab.

Dieses Beispiel zeigt, dass mittels der Entnahmemengen zunächst einmal Größe und Vielfalt der Verpackungseinheiten untersucht werden sollte mit dem Ziel einer Minimierung eines möglichst modular aufgebauten Spektrums an Verpackungseinheiten und mit dem Ziel einer Minimierung der erforderlichen Entnahmezugriffe in Form von Zugriffen in Verpackungseinheiten (nicht Stück). Da hier natürlich auch Fertigungs- bzw. Beschaffungslosgrößen mit eine Rolle spielen, kann es abhängig von der Verteilung der Entnahmewerte bei einzelnen Artikeln durchaus zweckmäßig sein, mehrere Verpackungseinheiten mit unterschiedlichen Stückzahlen einzuführen und so (unter Umgehung eines strengen fifo-Prinzips) erforderliche Bewegungsdaten weiter zu minimieren.

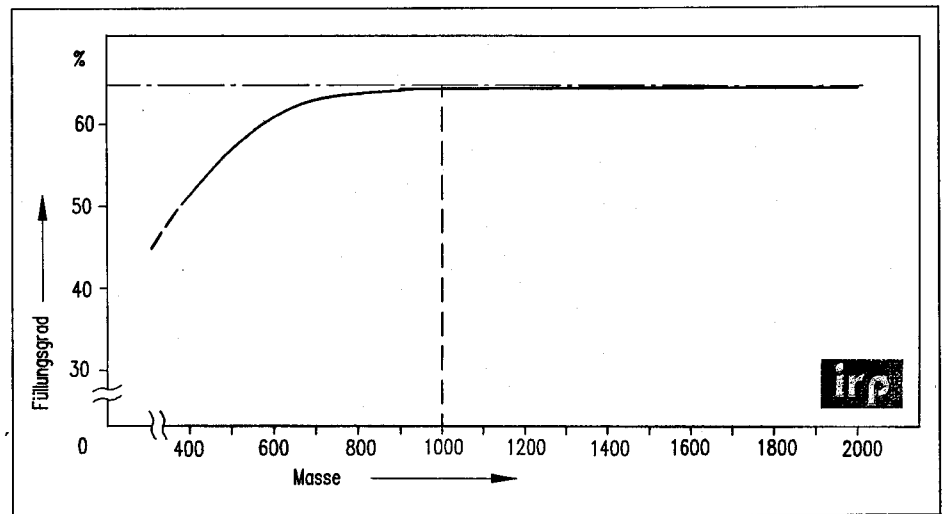
Erst danach sollte untersucht werden, ob ein Kommissionierprinzip Mann-zu-Ware oder Ware-zu-Mann in Verbindung mit unterschiedlichen Vorgehensweisen (auftragsbezogen Istufig, artikelbezogen mehrstufig) geeignet erscheint. Beim Prinzip Mann-zu-Ware spielt erneut das Volumen eine Rolle, da (ohne zusätzliche technische Vorkehrungen) nur ein bestimmtes Volumen gesammelt werden kann. Beim Prinzip Ware-zu-Mann, etwa in Verbindung mit Automatiklagern, kann es sinnvoll sein, die



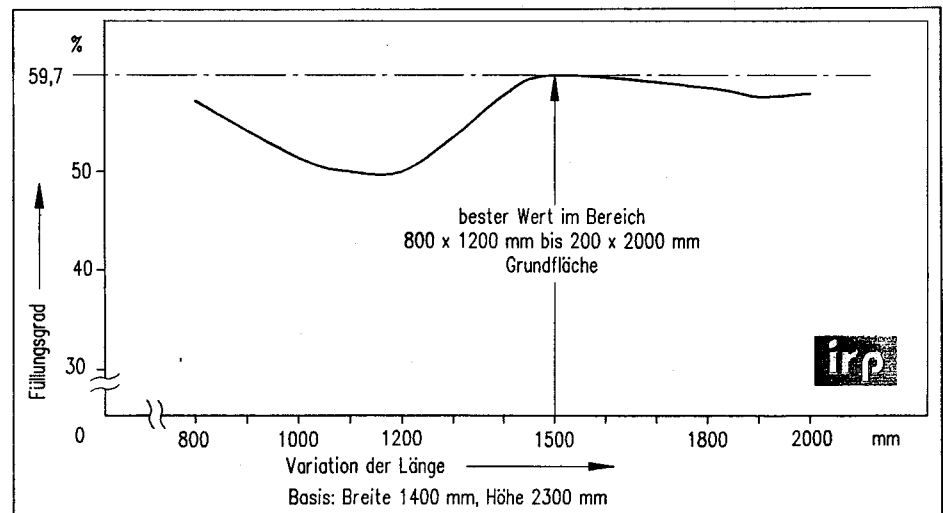
1: Höhenzonung führt zu zusätzlicher Optimierung.

zuvor gefundene Volumenoptimierung der Hilfsmittel noch einmal zu überprüfen, wenn sich beispielsweise durch eine deutlich größere Zahl von Lager- und Transporthilfsmitteln bei allenfalls geringfügiger Beinträchtigung des Füllungsgrades eine drastische Reduzierung von Ein- und Auslagevorgängen ergibt, weil es zu weniger Rück-Einlagerungen von Anbrucheinheiten nach Entnahmen kommt.

Bei einer Trennung von Reserve- und Kommissionierlager spielt hier zugleich der rechtzeitige Nachschub eine Rolle. Ab-



2: Massenoptimierung nach Volumenoptimierung.



3: Beispiel für die Variation von Ausgangsdaten-Volumenoptimierung.

1.) Palette - Vergleich von Standard-LHM

Breite [mm]	Länge [mm]	Höhe [mm]	Masse [kg]	Anzahl Lager-einheiten	Erreichter Füllungsgrad
800	1200	2240	600	5394	44,10%
1000	1200	2240	600	4177	47,43%
1200	1400	2240	600	3820	50,26%
1000	1300	2240	600	4125	58,80%

gewählt:

1000 x 1200 mit zulässiger Überladung 1000 x 1300

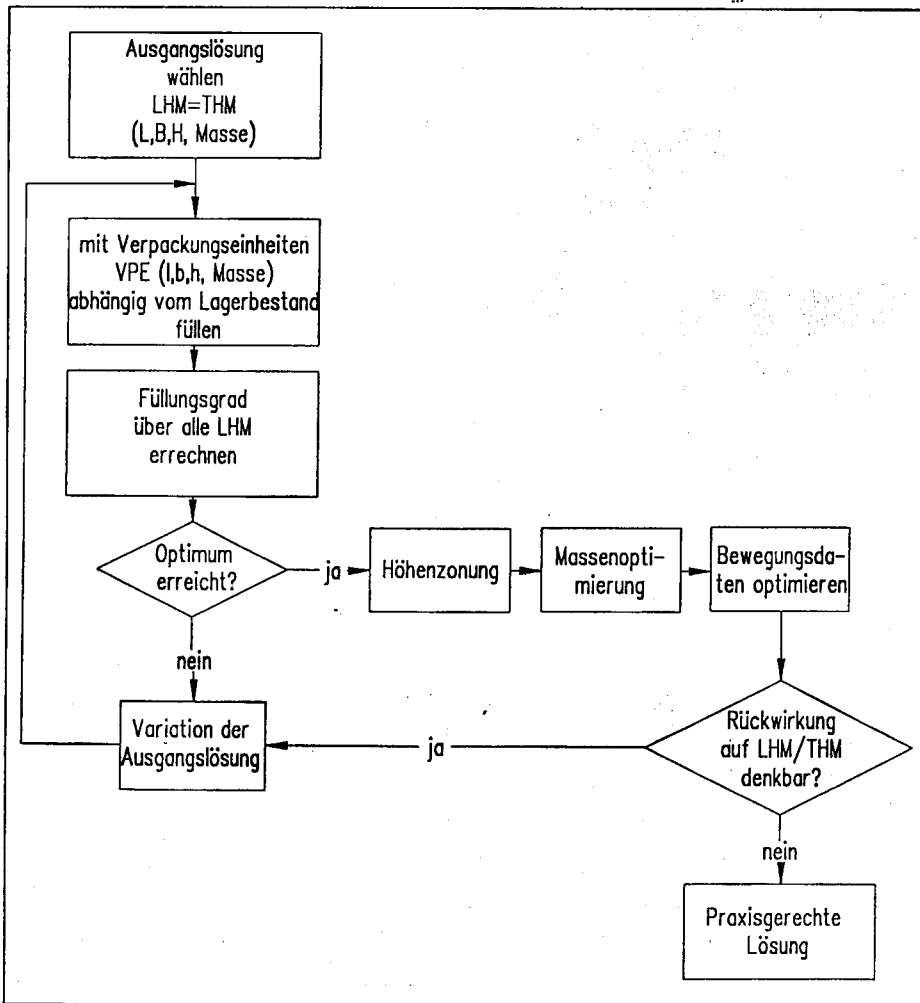
2.) Behälter - Optimierung Sonder-LHM

760	540	400	200	5170	83,28%
-----	-----	-----	-----	------	--------

gewählt:

800	600	400	60	5480	78,91%
-----	-----	-----	----	------	--------

4: Ergebnisbeispiel. Palette: Vergleich von Standard-LHM. Behälter: Optimierung Sonder-LHM.



5: Vorgehensweise bei der Optimierung von Lager- und Transporteinheiten.

hängig von der gewählten Strategie können sich bei freier Lagerordnung auch im Kommissionierlager dort deutliche Einsparungen an Stellplätzen ergeben. Auch zu dieser Thematik wurden detaillierte Überlegungen vorgenommen und mittels Simulation verifiziert.

einer systematischen unternehmensspezifischen Optimierung von Bestands- und Bewegungsgrößen für einheitlich gestaltete Lager- und Transporthilfsmittel führt. Implizit wird damit eine Senkung der Logistikkosten erreicht.

Zusammenfassung

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die vorstehend skizzierte Vorgehensweise zu

W.-M. Scheid ist Professor für Fabrikbetrieb an der Technischen Universität Ilmenau und Leiter des Instituts für rechnerunterstützte Produktion, IRP, der Fakultät Maschinenbau.