

1. Einleitung

Ausgangspunkt einer fundierten Ersatzteilbedarfsermittlung ist die qualitative und quantitative Analyse der bedarfsbeeinflussenden Faktoren. Dabei ergeben sich für den Ersatzteilbedarf der Landtechnik Besonderheiten.

- Die funktionell bzw. zufallsbedingten Abnutzungsprozesse an den Bauteilen der in Nutzung befindlichen Finalerzeugnisse sind besonderen Bedingungen unterworfen, die aus klimatischen Einflüssen, spezifischen Bodenverhältnissen, Art und Zustand des Arbeitsgegenstands (Boden, Pflanze bzw. Erntegut), Abstellungsverhältnissen sowie anwenderseitigen subjektiven Elementen resultieren.
- Es existieren zeitliche und räumliche Bindungen an agrotechnische Termine, d. h. an den Ablauf biologischer und klimatischer Naturprozesse, deren Beeinflussbarkeit durch den Menschen gegenwärtig noch stark differenziert ist. Daraus entstehen saisonabhängige Einsatzrhythmen bei landtechnischen Arbeitsmitteln.
- Stillstands- und Wartezeiten der landtechnischen Arbeitsmittel während der Durchführung von Bodenbearbeitungs- und Erntetechnologien ziehen nicht nur finanzielle Verluste für den landwirtschaftlichen Betreiber nach sich, sondern können zur Vernichtung bzw. erheblichen Qualitätsminderung des Arbeitsgegenstandes und darüber hinaus zum zeitlichen Verzug in nachfolgenden Bodenbearbeitungsprozessen führen.

Die im Ergebnis der Bedarfsanalyse gewonnenen Aussagen finden als Ausgangsdaten Verwendung für die Bedarfsvorhersage. Dabei hängt die Gestaltung der Bedarfsanalyse von der angestrebten Methodik zur Bedarfsberechnung ab. Bei der Analyse der Einflußfaktoren ist es sinnvoll, diese nach ihrer Wirkungsweise auf Sortiment und Volumen (Bild 1) sowie auf die zeitliche Verteilungscharakteristik des Ersatzteilbedarfs (Bedarfsrhythmus) vorzunehmen.

Ersatzteilbedarf tritt auf in der Phase der anlaufenden, laufenden und auslaufenden Finalproduktion sowie im gesetzlich fixierten Versorgungszeitraum nach Einstellen der Finalproduktion. In den vorliegenden Ausführungen soll eine einfache Berechnungsmethodik für die Bestimmung des Ersatzteilbedarfs während der anlaufenden und laufenden Produktion bei landtechnischen Bodenbearbeitungs- und Erntemaschinen vorgestellt werden.

* VEB Kombinat Fortschritt — Landmaschinen — Neustadt/Sa.

2. Besonderheiten bei der Bedarfsermittlung

Für die Ersatzteilbedarfsplanung ergeben sich in der Phase der anlaufenden Finalproduktion, die im Landmaschinenbau bis zu 2 Jahren nach Beginn der Serienproduktion dauert, folgende Besonderheiten

- das Ersatzteilbedarfsverhalten weist einen noch „untypischen“ Verlauf auf und läßt keinen eindeutigen Trend erkennen
- die Bedarfsinflußfaktoren sind in ihrer Gesamtheit noch nicht vollständig analysierbar.

Für eine Bedarfsberechnung ist es notwendig, quantitative Aussagen zu erlangen über

- die Grenznutzungsdauerwerte aller Ersatzteilpositionen
- die tatsächliche durchschnittliche Jahreshektarleistung der in Nutzung befindlichen Arbeitsmittel
- die Entwicklung des effektiv zu versorgenden Maschinenbestands
- den Unifizierungsgrad
- die Bestandsentwicklung bei Finalproduzent, Handelsorgan und Bedarfsträger (Instandsetzungseinrichtungen, landwirtschaftliche Betreiber)
- den Umfang der Regenerierung.

Die Sicherheit dieser Angaben ist zwangsläufig nicht so hoch, wie das während der laufenden Produktion der Fall ist. Auf die zur Erarbeitung der Ausgangsdaten notwendigen Maßnahmen durch die betriebliche Ersatzteilwirtschaft soll hier nicht eingegangen werden.

3. Berechnung des Ersatzteilbedarfs

Die Aussagefähigkeit dieser Berechnungsmethodik ist an die Erarbeitung der oben angeführten Daten gebunden und in hohem Maß von deren Qualität abhängig. Für die Berechnung des Ersatzteilbedarfs je Position und Maschinentyp im Rahmen der Jahresplanung wurde folgende Formel erarbeitet:

$$BE_{ij} = M_{ij} \cdot n_{ij} \cdot a_{ij} \cdot u_{ij} + B_{vij} \quad (1)$$

$$\text{mit } a_{ij} = \frac{HL_{Bi}}{HL_{GMi}} \quad \text{und } u_{ij} = \frac{HL_{ij}}{HL_{GETI}}$$

- i Ersatzteilposition
- j Jahr des zu berechnenden Bedarfsaufkommens
- BE Ersatzteilbedarf innerhalb eines Maschinentyps
- M effektiv zu versorgender Bestand an Maschinen eines Typs

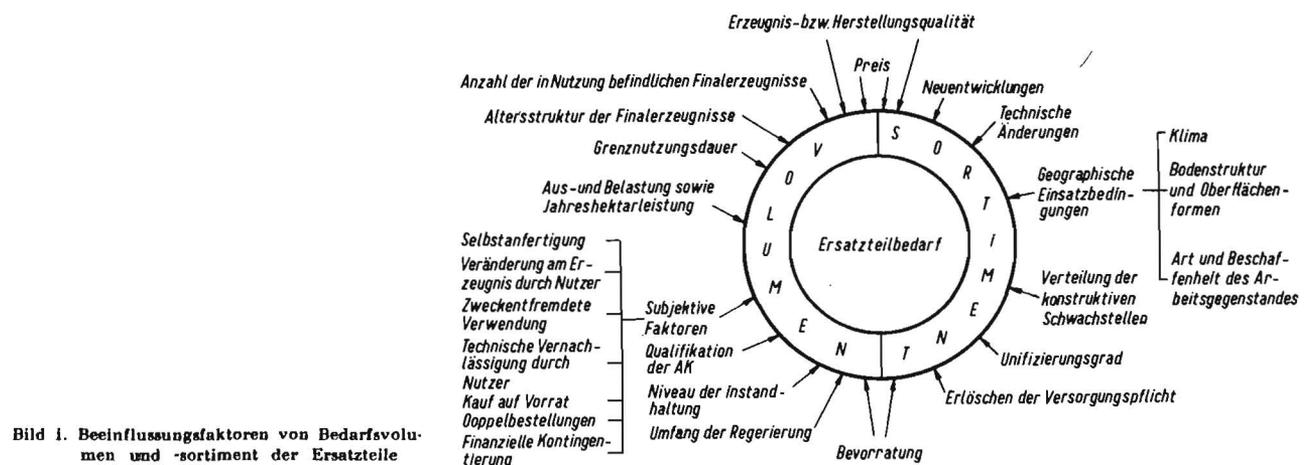


Bild 1. Beeinflussungsfaktoren von Bedarfsvolumen und -sortiment der Ersatzteile

- " Anzahl gleicher Ersatzteile pro Finalerzeugnis
- HL_B bisher erbrachte Hektarleistung im Durchschnitt je Maschinentyp
- HL_{G_M} Grenznutzungsdauer des Finalerzeugnisses in ha
- a Alterungsfaktor
- HL durchschnittliche jährliche Hektarleistung
- HL_{G_{ET}} Grenznutzungsdauer des betreffenden Ersatzteils in ha
- " Faktor des wiederholten Umschlags des Ersatzteils/Jahr
- B_V Bevorratungsvolumen

	j	i					
			x ₁₁	-	-	...	-
			x ₂₁	x ₂₂	-	...	-
			⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
			⋮	⋮	x ₃₃	⋮	⋮
			⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
			x _{m1}	x _{m2}	x _{m3}	⋯	x _{mn}

Bild 2. Matrix der kumulierten Jahreshektarleistungen: i Zuführungsjahr, j Jahre der Nutzungsdauer einer nach dem Zuführungsjahr i zusammengefaßten Maschinenbestandsgruppierung, x kumulativer Wert der Jahreshektarleistungen

Neben der rechnerischen und statistischen Ermittlung der Grenznutzungsdauer ist die Bestimmung der durchschnittlichen Jahreshektarleistung über einen statistisch gesicherten Stichprobenumfang vom Maschinenbestand vorzunehmen. Dadurch ist es möglich, die bis zum jeweiligen Berechnungszeitpunkt erbrachte Hektarleistung der betreffenden Arbeitsmittel festzustellen.

Der jeweils zu subtrahierende Umfang der Regenerierung vom errechneten Bedarfswert kann nicht als allgemeine Größe in Formel (1) erscheinen, da die Regenerierung von Ersatzteilen gegenwärtig nur teilweise möglich ist bzw. oft einer großen Spontanität unterliegt und die jeweils den Ausfall einer Baugruppe verursachenden Bauteile infolge der Variationsmöglichkeiten nicht exakt vorzubestimmen sind.

Die Bevorratung stellt eine wichtige Größe bei der Bedarfsvorhersage dar. Da es dem Finalproduzenten nicht möglich ist, von sich aus die Bestandsentwicklung bei den verschiedenen Bevorratungsebenen zu erfassen, muß einerseits eine umfassende Information des Finalherstellers durch die Bevorratungseinrichtungen erfolgen, andererseits sind Formen einer Reduzierung der Zwischenbevorratungsstufen in der Ersatzteilversorgung durchzusetzen.

Bei der Erarbeitung der Formel (1) wurde für den Alterungsfaktor die Nebenbedingung $0 < a_{ij} \leq 1$ aufgestellt. Das heißt, daß bei Erreichen der Grenznutzungsdauer des Finalerzeugnisses die Aussonderung erfolgen müßte. Ist das nicht der Fall, wird also $a_{ij} > 1$, dann erlangt der Alterungsfaktor eine stärkere Wichtigkeit; der Bedarf wird entsprechend der verzögerten Aussonderung ausgewiesen. Es ist am konkreten Beispiel zu untersuchen, in welchem Maß die Vergrößerung von $a_{ij} > 1$ die Aussagefähigkeit der Bedarfsberechnung beeinträchtigt, da infolge sorgfältiger Instandhaltungsmaßnahmen die Ersatzteilbedürftigkeit des Arbeitsmittels trotz Erreichen der Grenznutzungsdauer relativ gemindert werden kann.

Geht man von den Nebenbedingungen für a_{ij} aus, so ist weiterhin zu untersuchen, ob a_{ij} oder $(1 + a_{ij})$ als Faktor in Formel (1) zu verwenden ist. Anhand von Vergleichsrechnungen mit empirischen Daten des Ersatzteilverbrauchs verschiedener Positionen stellte sich heraus, daß mit der vorliegenden Form von Formel (1) bessere Näherungswerte erreicht werden. Das schließt jedoch die Anwendung eines Faktors $(1 + a_{ij})$ für die Widerspiegelung der Alterung prinzipiell nicht aus. Vor allem dürfte diese Form dann zur Anwendung gelangen, wenn sich durch eine andere Art der Berechnung sehr kleine Werte für a_{ij} ergeben würden. Aus Formel (1) lassen sich zwei Berechnungsvarianten ableiten, die von der unterschiedlichen Bestimmung der bisher durchschnittlich erbrachten Hektarleistung HL_{B_i} herrühren.

Variante I

HL_{B_i} wird nach einem Programmablaufplan als Durchschnittswert berechnet. Dazu werden die Jahreshektarleistungen der nach dem jeweils gleichen Zuführungsjahr zusammengefaßten Maschinenbestandsgruppierungen kumulativ in einer Matrix angeordnet. Die Anwendbarkeit des Ablaufplans gilt jedoch nur bei Vorliegen einer quadratischen Matrix. Er wird also ungültig mit dem Einstellen der Finalproduktion der betreffenden Maschinentypen. Zu diesem

Zeitpunkt kann jedoch bereits zur Anwendung von mathematisch-statistischen Verfahren der Bedarfsberechnung oder zu Variante II von Formel (1) übergegangen werden. Die kumulierten Jahreshektarleistungen besitzen die in der Matrix dargestellte Form (Bild 2).

Variante II

Für die nach gleichen Zuführungsjahren zusammengefaßten Maschinenbestände und zugehörigen HL_{B_i}-Werte wird Formel (1) jeweils gesondert berechnet, und anschließend werden die Ergebnisse über die Bestandsgruppierungen summiert. Formel (1) wird für diese Variante wie folgt gestaltet:

$$BE_{ij}^{(m)} = \sum_{m=1}^j M_{ij}^{(m)} \cdot n_{ij}^{(m)} \cdot a_{ij}^{(m)} \cdot u_{ij}^{(m)} + B_{Vij} \quad (2)$$

m Unterscheidungsindex für die in unterschiedlichen Jahren zugeführten Arbeitsmittel

j Jahr des zu berechnenden Ersatzteilbedarfs

Es erweist sich als zweckmäßig, diese Berechnungsmethodik nur für die Jahresplanung zu verwenden, da die HL_{B_i}-Werte als bis zum Zeitpunkt des Bedarfsaufkommens erbrachte definiert sind. Für den Vorhersagezeitraum existieren aber noch keine vollständig summierten HL_{B_i}-Werte. Die bis zum Bedarfsaufkommen erbrachten Leistungen können zum Berechnungszeitpunkt demzufolge nur als „zu erbringende“ Hektarleistungen geschätzt werden. Für einen Zeitraum von 1 bis 2 Jahren ist sie jedoch aufgrund bisheriger Erntekampagnen und Erprobungen ohne große Abweichungen möglich.

Werden gleiche Ersatzteile in mehreren Maschinentypen verwendet, muß die Berechnung nach (1) bzw. (2) noch über die einzelnen Typen differenziert durchgeführt werden.

Die Bedarfsberechnung nach Variante II ist zwar aufwendiger, wird aber den Bedarfsveränderungen durch die nach Altersstufen und Jahreshektarleistungen unterschiedlichen Maschinengruppierungen besser gerecht.

Es ist für die Anwendung in der Planungspraxis zu prüfen, ob der größere Rechenaufwand gegenüber der auf durchschnittlichen HL_{B_i}-Werten basierenden Variante I durch bessere Näherung gerechtfertigt ist. Das Problem der Wirtschaftlichkeit und Übersichtlichkeit einer derartigen Berechnungsweise trat auch bei Überlegungen zur Anwendung von Formel (1) bzw. (2) bei verschiedenen Fruchtarten zutage. Diese weitere Unterteilung kann jedoch notwendig werden, wenn die unterschiedlichen Fruchtarten einen in dieser Hinsicht wesentlichen Einfluß auf das Ersatzteilbedarfsverhalten ausüben.

Da die vorliegenden Ausführungen die komplizierten Probleme der Bedarfsanalyse nur andeutungsweise berühren konnten, sei auf die Diplomarbeit von Dipl.-Ing. Ök. J. Damm verwiesen zum Thema „Die Planung des Ersatzteilbedarfs als Grundlage für eine bedarfsgerechte Ersatzteilversorgung — Bestandteil einer wissenschaftlich begründeten Planung des Absatzes von Erzeugnissystemen unter den Bedingungen des Landmaschinenbaus“, TU Dresden 1972.

A 9155