

Technologische Probleme der Verfügbarkeit landtechnischer Arbeitsmittel in der Pflanzenproduktion¹

Dr. sc. agr. H. Weber, KDT*

1. Problemstellung

Nach bisherigen Untersuchungen in sozialistischen Landwirtschaftsbetrieben und deren kooperativen Einrichtungen in den Nordbezirken der DDR werden die möglichen Leistungen wichtiger Maschinen und Maschinenketten in der Pflanzenproduktion durch zu geringe Verfügbarkeit bzw. Einsatzbereitschaft um durchschnittlich 20 Prozent vermindert. Maßnahmen zur Erhöhung der Verfügbarkeit sind daher entscheidende Faktoren zur Rationalisierung des komplexen Maschineneinsatzes, um durch bessere Einhaltung der agrotechnischen Termine ohne Einsatz zusätzlicher Grundmittel höhere Erträge zu realisieren. Insbesondere sind die Forderungen nach Erhöhung der Verfügbarkeit zu erfüllen:

- a) Bei leistungsstarken Arbeitsmitteln, die mit geringer Gruppenbreite zum Einsatz kommen;
- b) beim Einsatz von Maschinenketten, vor allem bei der Kombination mobiler und stationärer Maschinengruppen.

Die Forderung nach einer hohen Verfügbarkeit gilt sowohl für die Arbeitsmittel in der Pflanzen- als auch in der Tierproduktion. Erst dadurch können Kontinuität und stetiger Rhythmus als wichtige Merkmale industriemäßiger Produktion verwirklicht werden.

Den Aufgaben im Fünfjahrplan entsprechend gilt der wissenschaftlichen Bearbeitung dieser Problematik gemeinsam mit den Produktionsbetrieben und der staatlichen Leitung besondere Beachtung. Der gegenwärtige Stand in der forschungsmäßigen Bearbeitung in der DDR kann noch nicht befriedigen.

International gibt es auf dem Gebiet der Verfügbarkeit landtechnischer Arbeitsmittel ebenfalls wenig Erkenntnisse. Erste Ergebnisse sind aus der UdSSR und der CSSR bekannt.

Bei all unseren Überlegungen gingen wir bisher immer von den Anforderungen des komplexen Einsatzes von Maschinenketten aus, die für technologische und ökonomische Entscheidungen bei der Entwicklung zukünftiger Maschinensysteme im Mittelpunkt stehen müssen.

2. Begriffsdefinition und verfügbareitsbeeinflussende Faktoren

Unter Verfügbarkeit verstehen wir die Einsatzbereitschaft landtechnischer Arbeitsmittel für den landwirtschaftlich-technologischen Prozeß. Verfügbarkeit läßt sich demnach als Quotient aus störungsfreier Zeit (T_{02}) zu störungsfreier Zeit + Pflege-, Wartungs- und Instandsetzungszeit ($T_3 + T_{41} + T_{421}$) während der geplanten Feldarbeitszeit ausdrücken. Da nur die während der geplanten Einsatzzeit auftretenden Standzeiten berücksichtigt werden, kann man sie im Unterschied zu anderen Definitionen auch als technologische Verfügbarkeit bezeichnen. Eine Übersicht über bekannte Definitionen und Anwendungsgebiete geht aus Tafel 1 hervor.

Während die Meinungen von Bitter, Hillebrand und Hackler aus anderen Volkswirtschaftszweigen nur indirekt für die saisonbedingte Pflanzenproduktion von Bedeutung sind, ist eine Unterscheidung der von Gieske gegebenen Definition (auch als technische Verfügbarkeit zu bezeichnen) und der von uns vorgeschlagenen erforderlich. Beide Definitionen widersprechen einander nicht. Die von uns vorgeschlagene

berücksichtigt nur die während der geplanten Feldarbeitszeit auftretenden Standzeiten. Da die Kennzahl Verfügbarkeit auch für die Einsatzplanung von Maschinenketten Verwendung finden muß, erscheint die getroffene Einschränkung auf einen Teil der Gesamtinstandsetzungszeit gerechtfertigt. Diese Überlegungen stimmen auch mit Erkenntnissen von Spelina zur Maschinenkettenabstimmung überein.

Methodisch werden zur Ermittlung der Verfügbarkeit gleichzeitig zwei Wege beschritten:

- a) Über Kampagneerhebungen — sie liefern wertvolle Unterlagen über Maschinenausnutzung, Leistungen, Standzeiten und deren Ursachen.

Tafel 1. Verfügbarkeitsdefinitionen

Lfd. Nr.	Autoren	Formel	Anwendungsgebiete
1	Bitter Hillebrand	$A = \frac{\text{nutzbare Zeit}}{\text{Kalenderzeit}}$	Luft- und Raumfahrt, Industrie, Großanlagen
2	Hackler	$A = \frac{\tau}{\tau + \tau_r + \tau_p}$	Elektronik und Elektrotechnik
3	Köhler	$A = \frac{\tau_x}{\tau + \tau_r}$	Maschinen in der Pflanzenproduktion
4	Swirschtschewski Tatarenko	$Kg = \frac{T}{T + T_b}$	Maschinen in der Pflanzenproduktion
5	Fleischmann	$K_{41} = \frac{T_1}{T_1 + T_{41}}$ $K_{42} = \frac{T_1}{T_1 + T_{42}}$	Maschinen in der Pflanzenproduktion
6	Gieske	$A = \frac{T_{02}}{T_{02} + T_{41} + T_{42} + T_3 + T_{81} + T_{62}}$	Maschinen der Pflanzenproduktion (technische Verfügbarkeit)
7	Weber Rohde	$A = \frac{T_{02}}{T_{02} + T_3 + T_{41} + T_{421}}$	Maschinen und Maschinenketten der Pflanzenproduktion (technol. Verfügbarkeit)

Tafel 2. Mittlere Verfügbarkeit in der Saison für einige Traktoren und Maschinen

Traktoren- bzw. Maschinentyp	Verfügbarkeit (A)		x
	von	bis	
1. Traktoren	K-700	—	0,90
	D 4 K-B	0,69 ... 0,88	0,74
	ZT 300	0,50 ... 0,94	0,82
	U 650/651	0,68 ... 0,94	0,89
	MTS-50	0,83 ... 0,99	0,94
2. Schwadmäher und Feldhäcksler	E 301	—	0,70
	E 280	—	0,76
	E 066	0,20 ... 0,96	0,78
	E 069	0,73 ... 0,97	0,88
3. Kartoffelerntemaschinen	E 665	0,48 ... 0,91	0,67
	E 660	0,80 ... 0,92	0,84
4. Zuckerrübenerntemaschinen	E 734	0,75 ... 0,97	0,86
	E 765	0,63 ... 0,97	0,82
5. Krane	T 157	0,89 ... 0,93	0,91
	T 174	0,87 ... 0,94	0,92
	T 172	0,85 ... 0,97	0,92
6. Kartoffelsortierer	K 771	—	0,96
	Gabo 66	—	0,80
7. Trocknungsanlagen	UT 66	—	0,76

* Universität Rostock, Sektion Landtechnik (Direktor: Prof. Dr.-Ing. habil. Eichler)

¹ Gekürzte Fassung eines Referats, das Dr. Weber auf der 1. Landtechnischen Tagung der Sektion Landtechnik der Universität Rostock am 16. und 17. Sept. 1971 nicht mehr vortragen konnte, weil er kurz zuvor verstorben war (s. S. 3)

(Nach unseren Erfahrungen kann auf derartige von Landwirtschaftsbetrieben durchzuführende Erhebungen nicht verzichtet werden).

- b) Über Komplexmessungen beim Einsatz von Maschinenketten — sie dienen vor allem der detaillierten Erfassung von technologischen und technischen Parametern.

Daneben sind Analysen über Zeitanteile der technisch bedingten Standzeit erforderlich, um organisatorische Schlußfolgerungen für Instandhaltungsmaßnahmen treffen zu können. Um weitere organisatorische und vor allem ökonomische Schlußfolgerungen aus den Verfügbarkeitsuntersuchungen treffen zu können, ist die Erfassung der Instandhaltungsaufwendungen erforderlich.

3. Analyse des Istzustands der Verfügbarkeit an Beispielen

In Tafel 2 sind vorläufige Ergebnisse unserer letzten Untersuchungen zusammengestellt.

Die Werte für Traktoren schwanken im Mittel zwischen 0,74 und 0,94, wobei die Verfügbarkeit der sowjetischen Traktoren MTS-50 und K-700 mit 0,94 bzw. 0,90 am günstigsten liegt. Dann folgen U 650 und ZT 300.

Für die Feldhäcksler ist kennzeichnend, daß die Verfügbarkeit mit zunehmender theoretischer Leistungsfähigkeit und Kompliziertheit abnimmt. Alarmierend sind die Ergebnisse vor allem bei den Feldhäckslern wegen der geringen Gruppenbreite beim Einsatz selbstfahrender Häcksler, wegen der großen Maschinenkettenlänge und der geringen Möglichkeit der Zwischenlagerung des Futters. Berücksichtigt man weiterhin die außerordentlich großen technologischen Schwierigkeiten bei der Einsilierung, so wird deutlich, welche Schwerpunktaufgaben bei der Gestaltung dieser Maschinenkette und in der Instandhaltung der Schlüsselmaschinen unbedingt zu lösen sind.

Die geringste Verfügbarkeit haben die Kartoffelsammelroder (0,67), die höchste Anforderungen an die Organisation der Instandhaltung stellen.

Nach wie vor ist die Standzeit zur Beseitigung technischer Störungen maßgebend für die Verfügbarkeit. Dieses wird weniger durch die reine Instandsetzungszeit bedingt als bekanntlich durch instandhaltungsorganisatorische Probleme. Einen ersten Überblick sollen dazu die im Bild 1 zusammengestellten Zeitanteile der technisch bedingten Standzeit geben. Es muß bemerkt werden, daß diese Werte direkt während des Komplexeinsatzes bei den genannten Maschinen erfaßt wurden und bei diesen Einsätzen eine ständige technische Betreuung auf dem Felde vorhanden war.

Eine Ausnahme bilden für das eben Gesagte die Ergebnisse der Krane. Die Unterteilung der Standzeit zur Beseitigung technischer Störungen wurde wie folgt vorgenommen:

- Erkennungszeit
- Informationszeit
- Wartezeit
- Transportzeit
- Ersatzteilbeschaffungszeit
- Instandsetzungszeit.

Ausgewertetes Material über Maschinen und Traktoren, die über mehrere Tage bzw. Wochen nicht einsatzbereit waren und in den Kreisbetrieben oder auch in den Betriebswerkstätten instand gesetzt wurden, liegt gegenwärtig noch nicht vor. Es kann jedoch eingeschätzt werden, daß der Anteil der Warte- und Ersatzteilbeschaffungszeiten in diesen Fällen meist größer als 70 Prozent ist.

Die sich aus dieser Situation ergebenden Schlußfolgerungen sind allgemein bekannt, sollen an dieser Stelle lediglich nochmals in ihrer Bedeutung für den Komplexeinsatz von Maschinenketten bei der Futter- und Hackfruchternte unterstrichen werden.

Nimmt man einen Vergleich der Ursachen technisch bedingter Standzeiten nach standortbedingten, maschinen- bzw. traktorbedingten und subjektivbedingten vor, so ergibt sich

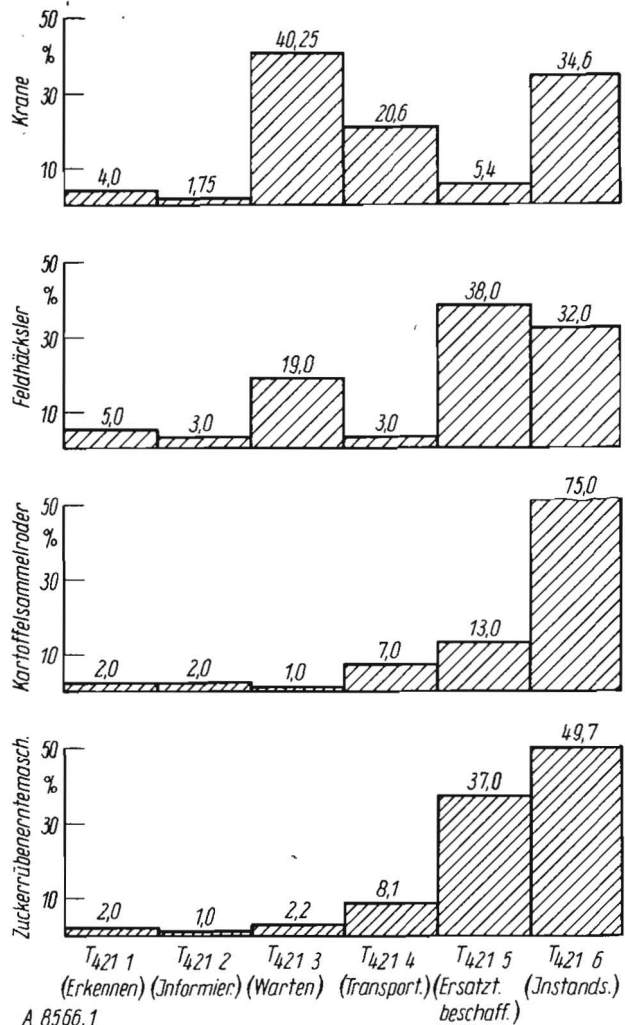


Bild 1. Zusammensetzung der einzelnen Zeitanteile an der technisch bedingten Standzeit T_{421}

folgende Tendenz: Während bei den Traktoren, Kranen und Zuckerrübenerntemaschinen der Anteil der standort- und subjektivbedingten Faktoren kaum in Erscheinung tritt, beträgt er nach ersten Untersuchungen bei Kartoffelerntemaschinen um 50 Prozent und bei Futtererntemaschinen 15 bis 25 Prozent. Diese Tatsache unterstreicht die Verantwortung und das Bemühen von Landmaschinenindustrie und Landwirtschaftsbetrieben für das Entstehen der Ackerkrume.

Insgesamt muß eingeschätzt werden, daß die genannten Ergebnisse keinerlei Anspruch auf statistische Sicherheit erheben können und sich die Notwendigkeit von Erhebungen in größerem Umfang in der DDR unbedingt ergibt.

4. Zur Ermittlung der theoretisch erforderlichen Verfügbarkeit in Maschinenketten

Eine Berechnung von Varianten der erforderlichen Verfügbarkeit und der Leistungen von Maschinenketten ist letztlich nur dann sinnvoll, wenn die Varianten mit Hilfe bestimmter technischer, technologischer und ökonomischer Kriterien bewertet werden.

Ohne die Zuhilfenahme ökonomischer Kriterien wird die optimale Verfügbarkeit infolge der Kontinuitätsforderungen bei Maschinenketten immer 1 betragen müssen. Da das technisch kaum lösbar und ökonomisch in den meisten Fällen nicht akzeptabel sein dürfte (denn wir können nicht die Verfügbarkeit um jeden Preis erhöhen), muß nach anderen Wegen gesucht werden.

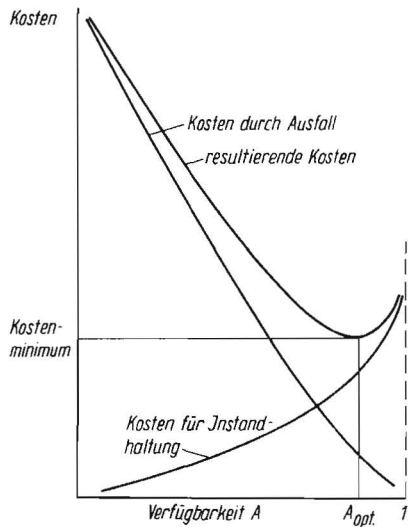


Bild 2. Schematische Darstellung zur Bestimmung der optimalen Verfügbarkeit A nach Michael und Welke (1971)

Zunächst ist zu klären, in welcher Beziehung Verfügbarkeit und Flächen- bzw. Mengenleistungen von Maschinen, Maschinengruppen und -ketten zueinander stehen. Diese Zusammenhänge sind von Braun und Schulz mit Hilfe von Regressionsanalysen für Erntemaschinen der Kartoffel-, Futter- und Zuckerrübenproduktion auf der Grundlage vorliegender Untersuchungsergebnisse bestimmt worden. Für die genannten Arbeitsgänge wurde eine lineare Abhängigkeit der Flächenleistungen von der Verfügbarkeit ermittelt. Die Ergebnisse können für weitere Modellbetrachtungen verwendet werden.

Bei Entscheidungen über die optimale Verfügbarkeit in Maschinenketten können folgende ökonomische Kriterien herangezogen werden:

- Veränderung der Verfahrenskosten, hervorgerufen durch unterschiedliche Abschreibungs- oder Instandhaltungskosten infolge veränderter Flächenleistungen;
- Veränderung des Maschinenbedarfs mit dem Ziel, die agrotechnischen Termine exakt einzuhalten, um Ertragsverluste zu vermeiden;
- Veränderung der Erträge durch eintretende Verluste wegen zu geringer Verfügbarkeit.

Daneben gäbe es eine Reihe weiterer Folgeerscheinungen, die berücksichtigt werden könnten, auf die hier nicht eingegangen werden soll.

Beschränken wir uns zunächst auf das erste Kriterium und sagen, daß die optimale Verfügbarkeit dann erreicht ist, wenn in einer Maschinenkette minimale Verfahrenskosten auftreten. Dabei ist zunächst eine Berechnung der beeinflussbaren Kostenelemente für jede Maschinengruppe vorzunehmen.

Im Bild 2 sind die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Kostenkomplexen schematisch dargestellt. Über der Verfügbarkeit sind die erwähnten Kosten aufgetragen. Die hier als Kosten durch Ausfall bezeichnete Kurve stellt die Verfahrenskosten dar, die der Verfügbarkeit entsprechend in der Maschinenkette anfallen, d. h. je geringer die Verfügbarkeit, um so höher werden die Verfahrenskosten je Bezugseinheit.

Die als Kosten für Instandhaltungen bezeichnete Kurve enthält die Aufwendungen, die für eine zunehmende Verfügbarkeit notwendig sind. Die resultierenden Kosten zeigen ein Minimum, das für die optimale Verfügbarkeit bestimmend sein könnte.

Für die vorgeschlagene Methode zur Ermittlung der optimalen Verfügbarkeit sind gleichzeitige Erhebungen von Verfügbarkeit und Instandhaltungskosten erforderlich, um die

Zusammenhänge weiter zu klären und ausreichend Eingangsdaten für die Verfügbarkeitsoptimierung zu erhalten.

In Testrechnungen wurden von Michael und Welke auf der Grundlage des vorliegenden Modells und eines EDV-gerechten Programmablaufplans mit Hilfe ermittelter und unterstellter Primärdaten erste Verfügbarkeitsoptima berechnet. Deshalb kann eingeschätzt werden, daß der eingeschlagene Weg möglich und zweckmäßig ist.

5. Zusammenfassung

Es war das Ziel gestellt, über erste Erfahrungen und Probleme der Verfügbarkeitsuntersuchungen zu berichten. Beim derzeitigen Stand der Erkenntnisse ergeben sich eine Reihe von Schlussfolgerungen; sie beziehen sich insbesondere auf

- gezielte Forschungsarbeiten zur Klärung der technologisch-ökonomischen Zusammenhänge von Verfügbarkeit und Instandhaltungskosten in Maschinenketten,
- Forschungsarbeiten zum Problem Maschinenketten mit mobilen und stationären Gliedern,
- grundsätzliche Veränderung der operativen Leitung des Einsatzes und der Ersatzteilversorgung, insbesondere für Maschinenketten.

A 8566

(Fortsetzung von Seite 43)

gesetzt, dann werden die Räder und Blechverkleidungen abgenommen, um bei der sich anschließenden Durchlaufwäsche eine äußere Reinigung aller Teile zu erreichen. Nach der Wäsche folgt die weitere Demontage, die Einzelteile gelangen über eine Rollenbahn durch eine weitere Wäsche zur Schadensaufnahme. Hier werden die unbrauchbaren Teile ausgesondert, die Anforderungen für das Lager ausgeschrieben und die Einzelteile zu der parallel zum Haupttakt ablaufenden Einzelteilinstandsetzung geschleust. Die Bilder 1 bis 3 zeigen Abschnitte der Hauptfließstraße. Die Frühstücksecke (Bild 4) beweist, daß man bei dem Neubau auch die notwendigerweise damit verbundene Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen nicht vergessen hat.

Bei der zur Zeit erreichten Kapazität von 2 Stück je Tag trägt die Taktzeit 565 min, die Durchlaufzeit des Traktors 9 Tage. Eine Verkürzung der Taktzeit auf 400 min und der Durchlaufzeit auf 6 Tage wird als nächster Schritt angestrebt. Im Durchschnitt arbeiten an jedem Takt 2 Arbeitskräfte, die derzeitige Besetzung dieser Halle umfaßt mit allen Hilfskräften 70 AK.

Große Anstrengungen hat man in Zerbst zur Sicherung einer lückenlosen Versorgung mit Ersatzteilen und Baugruppen unternommen. Leider sind wir noch immer nicht so weit, daß die Hersteller bereits bei Beginn der Serienproduktion eines neuen Erzeugnisses zumindest vorläufige Materialverbrauchsnormen empfehlen können. So hat man in Zerbst auf der Basis von 150 Traktoren selbst Verbrauchskennziffern als vorläufige Planungsgrundlage erarbeitet.

Zur besseren Versorgung mit Ersatzteilen soll auch der 1972 beginnende Direktbezug der Ersatzteile vom Traktorenwerk Schönebeck dienen.

Für die Sicherung der Baugruppeninstandsetzung bestehen Kooperationsbeziehungen zu 30 Partnern.

Im Jahr 1972 beginnt im KfL Zerbst die Eigeninstandsetzung von Getrieben mit etwa 500 St., bis zum Jahr 1975 soll diese Kapazität auf 1600 Getriebe- und 4000 bis 5000 Motorgrundüberholungen jährlich ausgedehnt werden. Für diese Baugruppeninstandsetzung ist die Halle vorgesehen, die jetzt noch für die Neuproduktion genutzt wird.

Mit dem Aufbau des neuen Kreisbetriebes in Zerbst ist eine moderne Produktionsstätte entstanden. Es kommt nun darauf an, diese Anlagen so rationell wie möglich zu nutzen. Volkswirtschaftlich betrachtet muß das Ziel lauten: Optimierung zwischen den Gesamtkosten für die Instandsetzung und die sich aus der Einhaltung der agrotechnischen Termine ergebenden notwendigen Einsatzbereitschaft und Zuverlässigkeit der Traktoren. Wie dieses Ziel am besten zu erreichen ist, entscheiden letztlich die LPG und VEG.

A 8563