



Fraunhofer Anwendungszentrum
Verarbeitungsmaschinen
und Verpackungstechnik

IVLV-Merkblatt

„Kenngrößen für Verpackungsmaschinen und -linien (Betriebsverhalten)“

für:

Industrievereinigung für Lebensmitteltechnologie und Verpackung
Schragenhofstraße 35
80992 München

bearbeitet von:

Dr.-Ing. Frank Weile

Inhalt

1	Anwendungsbereich und Zweck	3
2	Allgemeine Begriffe	3
2.1	Verpackungsmaschinen und Verpackungslinien	3
2.2	Packung, Packgut, Füllgut, Packmittel und Packhilfsmittel	4
3	Zeitbegriffe	4
3.1	Allgemeines	4
3.2	Vorgehensweise bei der Datenerfassung (Methodik)	4
3.3	Einzelzeiten	6
3.3.1	Qualitätszeit	6
3.3.2	Ausschußzeit	6
3.3.3	Leerlaufzeit	7
3.3.4	Technisch verursachte Ausfallzeit	7
3.3.5	Organisatorisch verursachte Ausfallzeit	8
3.3.6	Ausfallzeit mit unbekannter Ursache	8
3.3.7	Nebenzeit (sonstige Ausfallzeit)	8
3.4	Summarische Zeiten	9
3.4.1	Laufzeit	9
3.4.2	Ausfallzeit	9
3.4.3	Verlustzeit	9
3.4.4	Maschinenarbeitszeit	9
3.4.5	Betriebszeit	9
4	Kenngrößen	10
4.1	Ausbringung	10
4.1.1	Nennausbringung	10
4.1.2	Einstellausbringung	10
4.1.3	Effektivausbringung	11
4.2	Wirkungsgrad	11
4.2.1	Gesamtwirkungsgrad	11
4.2.2	Technischer Wirkungsgrad	12
4.2.3	Organisatorischer Wirkungsgrad	12
5	Nachweis der Kenngrößen	13
	Zeitgliederung	14

Kenngrößen von Verpackungsmaschinen und -linien (Betriebsverhalten)

1 Anwendungsbereich und Zweck

Die Festlegungen dieser Norm gelten für die Verpackungstechnik. Sie bilden eine Grundlage für die Beurteilung technischer Einrichtungen, die zum Verpacken von Waren bestimmt. Das können einzelne Verpackungsmaschinen oder aus deren Verkettung gebildete Verpackungslinien sein. Die Norm hat den Zweck, Benennungen, Kenngrößen und Vorgehensweisen für die Charakterisierung, den Betrieb und die Abnahme von Verpackungsmaschinen und Verpackungslinien festzulegen.

Diese Norm gilt nicht für die Getränke-Abfülltechnik; hier sind DIN 8782 und DIN 8783 zu beachten.

2 Allgemeine Begriffe

2.1 Verpackungsmaschinen und Verpackungslinien

Es gelten die Begriffe nach den Normen der Reihe DIN 8740.

Die Begriffe „Verpackungslinie“ nach DIN 8740 und „Anlage“ nach DIN 8782 besitzen die gleiche Bedeutung und sind als Synonyme zu verstehen. In dieser Norm wird der Begriff „Linie“ verwendet.

Alle in der vorliegenden Norm getroffenen Aussagen zur Verpackungsmaschine gelten in gleicher Weise für Verpackungslinien. In der vorliegenden Norm wird aus Gründen der Vereinfachung nur der Begriff „Maschine“ verwendet.

2.2 Packung, Packgut, Füllgut, Packmittel und Packhilfsmittel

Es gelten die Begriffe nach den Normen der Reihe DIN 55 405.

3 Zeitbegriffe

3.1 Allgemeines

Der Betrieb von Verpackungsmaschinen unterliegt zahlreichen Einflüssen seitens der Maschinen und Verkettungseinrichtungen selbst, der vor- und nachgeschalteten Einrichtungen, des Packgutes, des Packmittels, des Packhilfsmittels, der Produktionsorganisation, der Bedien- und Wartungspersonen und der Umgebungsbedingungen am Aufstellungsort. Dadurch bedingt verläuft der Verpackungsprozeß nicht störungsfrei, sondern von teils planbaren und teils zufälligen Störungen unterbrochen ab.

Während des Betriebes der Verpackungsmaschine wechseln sich Zeiten, in denen qualitätsgerecht produziert wird, zufällig mit Zeiten ab, in denen die Maschine Ausschuß produziert, Leertakte ausführt oder ausgefallen ist. Die Charakterisierung des Betriebes der Verpackungsmaschine erfolgt auf der Grundlage einer ursachenorientierten Gliederung der Maschinenarbeitszeit. Für die Erfassung der notwendigen Daten gelten folgende Grundsätze.

3.2 Datenerfassung (Methodik)

Die Datenerfassung muß eine lückenlose Datenfolge gewährleisten und darf den Ablauf der Produktion nicht beeinflussen.

– **Systemabgrenzung**

Das zu betrachtende System einer Verpackungsmaschine ist hinreichend genau abzugrenzen.

Der Bereich innerhalb der festgelegten Systemgrenzen wird als Technischer Bereich bezeichnet. Der Bereich außerhalb dieser Grenzen wird als Organisatorischer Bereich bezeichnet.

Der technische Bereich umfaßt die Verpackungsmaschine sowie die auf ihr verarbeiteten Güter (Packgut, Packmittel, Packhilfsmittel). Die Abgrenzung des technischen Bereiches muß gegenüber allen, die Verpackungsmaschine betreffenden Verarbeitungsgutströmen erfolgen.

Der organisatorische Bereich umfaßt die Bedingungen des Umfelds des zu betrachtenden Systems einer Verpackungsmaschine. Für diesen Bereich findet sich auch der Begriff des „Betrieblichen Bereichs“. Zu diesem Bereich gehören Bedien- und Wartungspersonal, Produktionsorganisation, Betriebsmittel (elektrische Energie, Druckluft, Dampf, Kühlwasser, usw.) sowie vor- und nachgeschaltete Prozesse.

– **Ausfallkennzeichen**

Der Ausfall einer Verpackungsmaschine ist durch ein eindeutiges Kennzeichen festzulegen. Die Festlegung des Ausfallkennzeichens ist abhängig von der zu betrachtenden Maschine. Dieses Kennzeichen kann beispielsweise die Abschaltung der Packmittelzuführung oder die Abschaltung der Packgutzuführung sein.

– **Ausfallursache**

Nach der Abgrenzung des zu betrachtenden Systems werden alle Ausfallzeiten der entsprechenden Ursache zugeordnet. Die Zuordnung einer Ausfallursache erfolgt nach dem Einzelfehlerprinzip. Das heißt, einem Ausfall der Verpackungsmaschine wird eine Ursache zugeordnet. Dabei ist es unerheblich, daß die Dauer eines Ausfalls durch Faktoren, die nicht der Ursache entsprechen, beeinflußt wird.

Beispiel: Die Umstellung einer Verpackungsmaschine von Produkt A nach Produkt B verlangt eine Rüstzeit. Diese Rüstzeit wird verursacht durch die Produktionsorganisation und wird als organisatorisch verursachte Ausfallzeit bewertet. Dabei wird vernachlässigt, daß die Dauer des Ausfalls von der konstruktive Ausführung der Maschine abhängt.

Die Zuordnung der Ursachen erfolgt in gleicher Weise für Ausschußproduktion und den Leerlauf der Maschine.

– **Sonstige Bedingungen**

Die Bedingungen während der Datenerfassung sind festzuhalten. Dazu zählt die Erfassung der Verarbeitungsgüter (Packgut, Packmittel, Packhilfsmittel), der Einstellungen der Maschine, der Beeinflussungen der Maschine durch das Bedien- und Wartungspersonal sowie der Umgebungsbedingungen.

Die Datenerfassung kann manuell oder mit technischen Hilfsmitteln (Betriebsdatenerfassungssystem) durchgeführt werden.

3.3 Einzelzeiten

Die Zuordnung realer Zeitabschnitte während des Verpackungsprozesses zu den nachfolgend beschriebenen Einzelzeiten folgt dem Verursacherprinzip. Die dargestellten Zuordnungsmöglichkeiten der Ursachen sind als Empfehlungen zu verstehen, die im konkreten Einzelfall von der dargestellten Form begründet abweichen können.

3.3.1 Qualitätszeit

Zeit, in der die Verpackungsmaschine qualitätsgerechte Packungen produziert. Sie kann bei konstanter Einstellausbringung (Definition siehe 4.1.2) als Quotient der Anzahl qualitätsgerecht hergestellter Packungen und der Einstellausbringung berechnet werden.

$$\text{Qualitätszeit} = \frac{\text{Anzahl qualitätsgerecht hergestellter Packungen}}{\text{Einstellausbringung}}$$

3.3.2 Ausschußzeit

Zeit, in der die Verpackungsmaschine nicht qualitätsgerechte Packungen (Ausschußpackungen) herstellt. Es kann zwischen technisch verursachter und organisatorisch verursachter Ausschußzeit unterschieden werden. Sie kann bei konstanter Einstellausbringung als Quotient der Ausschußstückzahl (-menge) und der Einstellausbringung berechnet werden.

$$\text{Ausschußzeit} = \frac{\text{Anzahl nicht qualitätsgerecht hergestellter Packungen}}{\text{Einstellausbringung}}$$

3.3.3 Leerlaufzeit

Zeit, in der die Verpackungsmaschine Arbeitstakte ausführt und keine Packungen herstellt. Es kann zwischen technisch verursachter und organisatorisch verursachter Leerlaufzeit unterschieden werden. Die Leerlaufzeit kann als Quotient der Anzahl der Leertakte und der konstanten Einstellausbringung berechnet werden.

$$\text{Leerlaufzeit} = \frac{\text{Anzahl der Leertakte}}{\text{Einstellausbringung}}$$

3.3.4 Technisch verursachte Ausfallzeit

Zeit, in der die Verpackungsmaschine entsprechend dem Ausfallkennzeichen als ausgefallen gilt und die Ursache des Ausfalls im technischen Bereich liegt. Es kann zwischen maschinentechnisch und verarbeitungstechnisch verursachten Ausfallzeiten unterschieden werden.

Maschinentechnische Ursachen sind begründet durch:

- die Verpackungsmaschine selbst,
- Reparaturen der Verpackungsmaschine (Veränderung des maschinentechnischen Zustands),
- Beschickung der Verpackungsmaschine.

Verarbeitungstechnische Ursachen sind begründet durch:

- das Zusammenspiel von Arbeitsorganen, Packmittel, Packgut und Packhilfsmittel,
- verfahrensbedingte Unterbrechungen (Kontrollen, laufende Reinigung).

Reinigungen werden in der Regel als technisch verursachte Ausfallzeiten bewertet. Die Reinigung infolge Produkt- bzw. Auftragswechsel oder infolge des Schichtablaufs wird als Rüstzeit bewertet.

Nicht in jedem Fall wird eine objektiv begründete, eindeutige Zuordnung der Ausfallursache zur Maschine bzw. zum übrigen technischen Bereich gelingen. Hier sind z. T. Vereinbarungen notwendig.

Beispiel: Wird an einer Maschine die Druckmarkenzentrierung infolge sich häufender Ausfälle verändert, kann die Ursache im Maschinenverschleiß oder in veränderten Packmitteleigenschaften zu finden sein. In jedem Fall handelt es sich um technisch verursachte Ausfallzeiten (vorausgesetzt, das Packmittel besitzt die vereinbarten Eigenschaften).

3.3.5 Organisatorisch verursachte Ausfallzeit

Zeit, in der die Maschine entsprechend dem Ausfallkennzeichen als ausgefallen gilt und die Ursache des Ausfalls im organisatorischen Bereich liegt. Ausfälle können verursacht werden durch:

- den zeitlichen Ablauf der Produktion (Produktionsorganisation) und den daraus resultierenden Rüst- und Umstellzeiten (Zeiten zum Vor- und Nachbereiten der Maschine zu Schichtanfang und -ende sowie Auftragsanfang und -ende),
- die vor- oder nachgeschalteten Systeme wegen
fehlendem Packgut, Packmittel oder Packhilfsmittel,
Stau im Abtransport der Packungen,
Ausfall der Betriebsmittel, wie z. B. Stromunterbrechung,
- fehlendes Bedien- und Wartungspersonal.

3.3.6 Ausfallzeit mit unbekannter Ursache

Zeit, für die es nicht möglich ist, eine Ursache festzulegen. Diese Zeiten sind möglichst gering zu halten.

3.3.7 Nebenzeit (sonstige Ausfallzeit)

Zeit, die außerhalb der Maschinenarbeitszeit liegt. Dazu zählen

- Pausenzeiten und
- Zeiten für vorbeugende Instandhaltung.

3.4 Summarische Zeiten

3.4.1 Laufzeit

Zeit, in der die Maschine Packungen produziert oder sich im Leerlauf befindet. Sie ist zu berechnen als Summe der Qualitätszeit, der Leerlaufzeit und der Ausschußzeit.

3.4.2 Ausfallzeit

Zeit, in der die Verpackungsmaschine entsprechend dem Ausfallkennzeichen als ausgefallen gilt. Es werden nach ihrer Ursache

- technisch verursachte Ausfallzeiten,
- organisatorisch verursachte Ausfallzeiten und
- Ausfallzeiten mit unbekannter Ursache

unterschieden.

3.4.3 Verlustzeit

Zeit, in der innerhalb der Maschinenarbeitszeit keine qualitätsgerechte Produktion erfolgt. Die Zuordnung der Verlustzeiten erfolgt nach deren Ursache. Sie ist zu berechnen als Summe der Ausschußzeit, der Leerlaufzeit und der Ausfallzeit.

3.4.4 Maschinenarbeitszeit

Zeit, in der der Einsatz der Maschine geplant ist. Sie ist zu berechnen als Summe der Laufzeit und der Ausfallzeit.

3.4.5 Betriebszeit

Sie ist zu berechnen als Summe der Maschinenarbeitszeit und der Nebenzeit.

4 Kenngrößen

Kenngrößen beurteilen das Betriebsverhalten von Verpackungsmaschinen unter konkreten Bedingungen. Sie werden aus den erfaßten Zeiten und Mengen berechnet und ermöglichen die Vergleichbarkeit von Verpackungsmaschinen. Kenngrößen sind immer bezogene Größen.

Das zu betrachtende System einer Verpackungsmaschine wird durch Ausbringungen und Wirkungsgrade beschrieben.

4.1 Ausbringung

Der Begriff Produktivität steht als Synonym für Ausbringung.

4.1.1 Nennausbringung

Sie gibt die mit einer Verpackungsmaschine maximal herstellbare Anzahl qualitätsgerechter Packungen je Zeiteinheit, die unter den idealen Bedingungen bezüglich Packmittel, Packhilfsmittel, Packgut, optimalen Umfeld- und klimatischen Bedingungen, eingearbeitetem Bedienungspersonal usw. und einer verlustfreien und nicht unterbrochenen Produktion (kein Ausfall, Ausschuß oder Leerlauf) erzielt werden kann. Die Nennausbringung stellt eine rechnerische Größe dar.

$$\text{Nennausbringung} = \frac{\text{maximale Anzahl qualitätsgerecht hergestellter Packungen}}{\text{Zeiteinheit}}$$

4.1.2 Einstellausbringung

Sie gibt die rechnerisch mögliche Ausbringung je Zeiteinheit an, die bei eingestellter Arbeitsgeschwindigkeit unter den idealen Bedingungen einer verlustfreien und nicht unterbrochenen Produktion (kein Ausfall, Ausschuß oder Leerlauf) innerhalb der Maschinenarbeitszeit erreicht werden kann. Sie ist je nach Maschinenart u.a. abhängig von der Verpackungsart und -größe, von der Verschußart, den Packmitteln und den Packhilfsmitteln, von Art und Beschaffenheit und Menge des Füllgutes sowie den örtlichen Bedingungen.

$$\text{Einstellausbringung} = \frac{\text{eingestellte Anzahl qualitätsgerecht hergest. Packungen}}{\text{Zeiteinheit}}$$

Maschinen mit Folgesteuerung weisen keine eingestellte Arbeitsgeschwindigkeit auf. Die Einstellausbringung wird für diese Maschinen aus der Anzahl der zu verpackenden Güter (Eingangsgroe) innerhalb der betrachteten Maschinenarbeitszeit ermittelt.

4.1.3 Effektivausbringung

Die mit einer Verpackungsmaschine hergestellte Anzahl qualitatsgerechter Packungen innerhalb der Maschinenarbeitszeit.

$$\text{Effektivausbringung} = \frac{\text{Anzahl qualitätsgerecht hergestellter Packungen}}{\text{Maschinenarbeitszeit}}$$

4.2 Wirkungsgrad

4.2.1 Gesamtwirkungsgrad

Der Gesamtwirkungsgrad beschreibt das Verhältnis der Zeit, in der die beabsichtigte Wirkung der Verpackungsmaschine erzielt wurde (Qualitätszeit), zu der dafür zur Verfügung stehenden Zeit (Maschinenarbeitszeit).

$$\text{Gesamtwirkungsgrad} = \frac{\text{Qualitätszeit}}{\text{Maschinenarbeitszeit}}$$

Bei Maschinen mit konstanter Einstellausbringung während des Betrachtungszeitraumes kann der Gesamtwirkungsgrad aus dem Quotienten von Effektivausbringung und Einstellausbringung berechnet werden:

$$\text{Gesamtwirkungsgrad} = \frac{\text{Qualitätszeit}}{\text{Maschinenarbeitszeit}} = \frac{\text{Effektivausbringung}}{\text{Einstellausbringung}}$$

Bei unterschiedlichen Einstellausbringungen während des Betrachtungszeitraumes werden die Zeiten für die jeweilige Einstellausbringung getrennt erfaßt.

4.2.2 Technischer Wirkungsgrad

Der technische Wirkungsgrad beschreibt das Verhältnis der Zeit, in der die beabsichtigte Wirkung der Verpackungsmaschine erzielt wurde (Qualitätszeit), zu der im technischen Bereich der Verpackungsmaschine dafür zur Verfügung stehenden Zeit (Qualitätszeit + technisch verursachte Verlustzeit).

$$\text{Technischer Wirkungsgrad} = \frac{\text{Qualitätszeit}}{\text{Qualitätszeit} + \text{techn. verursachte Verlustzeit}}$$

4.2.3 Organisatorischer Wirkungsgrad

Der organisatorische Wirkungsgrad beschreibt das Verhältnis der Zeit, in der die beabsichtigte Wirkung der Verpackungsmaschine erzielt wurde (Qualitätszeit), zu der dafür im organisatorischen (betrieblichen) Bereiches der Verpackungsmaschine zur Verfügung stehenden Zeit (Qualitätszeit + organisatorisch verursachte Verlustzeit).

$$\text{Organisatorischer Wirkungsgrad} = \frac{\text{Qualitätszeit}}{\text{Qualitätszeit} + \text{org. verursachte Verlustzeit}}$$

5 Nachweis der Kenngrößen

Der Nachweis der Kenngrößen bei Abnahmen oder Funktionsnachweisen hat immer unter vereinbarten Bedingungen bezüglich Maschinenzustand, Maschineneinstellungen, Verarbeitungsgütern (Packmittel, Packgut, Packhilfsmittel), Bedien- und Wartungspersonal und Umgebungsbedingungen zu erfolgen. Die für den Nachweis notwendige Maschinenarbeitszeit muß vorher vereinbart werden.