

Zeitschrift: Mittex : die Fachzeitschrift für textile Garn- und Flächenherstellung im deutschsprachigen Europa

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung von Textilfachleuten

Band: 79 (1972)

Heft: 9

Artikel: Arbeitsstudien

Autor: Relligmann, Heinz

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-677643>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Arbeitsstudien

Erkenntnisse wirtschaftlich gewinnen – Multimomentaufnahmen

Teil I

Einleitung

Obwohl die ersten Multimomentaufnahmen bereits im Jahr 1930 durchgeführt wurden, und zwar in der britischen Textilindustrie durch L.H.C. Tippett, ist es immer wieder erstaunlich, feststellen zu müssen, dass es zahlreiche Betriebe gibt, in denen diese wahrhaft wirtschaftliche Methode zur Gewinnung von Erkenntnissen noch nie angewendet wurde. Man führt zeit- und kostenaufwendige Dauerbeobachtungen durch, macht Fragebogenaktionen, geht den mühsamen Weg der Interviewtechnik oder filmt. Es soll hier keineswegs der Eindruck erweckt werden, als sei das Multimomentverfahren ein Allheilmittel zur Informationsgewinnung – jedes Verfahren hat durchaus seine Daseinsberechtigung und ist, je nach Zielsetzung, angebracht –, aber es lohnt sich wirklich, kritisch zu prüfen, ob das hier beschriebene Verfahren nicht viel öfter in viel mehr Unternehmensbereichen angewandt werden könnte. Tippett fand heraus, dass beispielsweise bei der Beobachtung von 50 Arbeitsplätzen in einer Weberei mit fortschreitend zunehmender Anzahl der Beobachtungsrundgänge und der dabei vorgenommenen Notierungen die festgestellten Häufigkeiten in ihrem prozentualen Anteil zu einem bestimmten Grenzwert hinstreben, sich immer mehr dem wahren Mittelwert nähern. Nach einem, bzw. zehn, bzw. hundert Rundgängen bot sich ihm das folgende Bild:

Rundgänge	1	10	100
Tätigkeit	Anzahl der Beobachtungen bei 50 Arbeitsplätzen		
1. Arbeit an Schussfäden	30 (60 %)	223 (45 %)	2345 (47 %)
2. Arbeit an Kettfäden	6 (12 %)	94 (19 %)	907 (18 %)
3. Uebrige Arbeiten	11 (22 %)	82 (16 %)	792 (16 %)
4. Bereitschaftszeit	3 (6 %)	101 (20 %)	956 (19 %)
Gesamtbeobachtungen	50 (100 %)	500 (100 %)	5000 (100 %)

Nach einer bestimmten Anzahl weiterer Rundgänge stellte er fest, dass sich die Prozentsätze nicht mehr veränderten und brach die Rundgänge ab.

Wir haben es bei dem Multimomentverfahren (im folgenden MM genannt) also mit Beobachtungen in vielen Augenblicken zu tun. Was beobachtet wird, hängt von der Zielsetzung ab, z. B.

- Menschen bei ihrer Tätigkeit;
- Maschinen, die produzieren oder stillstehen;
- Werkstücke, die lagern oder die örtlich und/oder zustandsmässig sich verändern oder verändert werden.

Die Gliederung kann sehr grob sein, also eine Entweder-oder-Aussage sein: Mitarbeiter ist tätig – Mitarbeiter ist untätig, oder sehr viel feiner sein: z. B. bei der Ringspinnmaschine: Vorgarnspule wechseln – Vorgarnfadenbruch beheben – Fadenbruch beheben – Zylinderwickel beseitigen – Putzwalzen, Streckwerk säubern – Läuferwechsel – Abziehen. Bei dem Betriebsmittel lautet die «Entweder-oder-Aussage»: Maschine steht – Maschine läuft. Ist eine feinere Gliederung notwendig, so könnte sie lauten: Verpackungsmaschine steht wegen Personalmangel, Warenmangel, fehlendem Aufmachungsmaterial, wegen Energiemangel, wegen Reparaturbedürftigkeit: Antrieb, Tütenmagazin, Etikettierkopf usw. Bei den Werkstücken könnte die grobe Aussage lauten: Rohstück lagert – Rohstück wird bearbeitet, eine feinere Analyse: Rohstück lagert in der Weberei – hinter der Rohschau – Rohstück läuft über Warenschau – Rohstück wird geknotet, gestopft, vertafelt usw. Der Grad der Gliederung richtet sich also nach dem Ziel, das man sich gesteckt hat, nach dem festgelegten Untersuchungszweck, nach dem, was man wissen, erfahren will. Die Gliederung muss eindeutig sein, der Begriff muss bei dem beobachtenden Anlaufen des Mitarbeiters oder des Betriebsmittels zweifelsfrei erkennbar sein, ohne dass Rückfragen gestellt werden müssen.

Definition des MM-Verfahrens

Das MM-Verfahren ist ein statistisches Verfahren, bei dem eine grosse Anzahl von Beobachtungen über einen unregelmässig ablaufenden Vorgang notiert wird, die anschliessend rechnerisch und statistisch ausgewertet wird. Das MM-Verfahren ist ein Stichprobenverfahren, das verbindliche Aussagen über die prozentuale Häufigkeit von unregelmässig auftretenden Vorgängen oder Grössen beliebiger Art für jede gewünschte Genauigkeit gibt, sofern nur bestimmte mathematisch-statistische Voraussetzungen eingehalten werden. Welcher Prozentsatz an Genauigkeit im Einzelfall angestrebt wird, richtet sich nach den Erfordernissen der Praxis. Im industriellen und wirtschaftlichen Bereich wird im allgemeinen eine Sicherheit von 95 % als ausreichend angesehen. Die Stichprobe oder Teilerhebung ist die Entnahme einer begrenzten Anzahl von Elementen aus einer Gesamtheit oder Grundgesamtheit. Wird sie richtig und unter Beachtung gewisser Regeln durchgeführt, steht nach der Auswertung «das Teil aus dem Ganzen für das Ganze» oder, anders ausgedrückt: das Charakteristikum der Stichprobe entspricht dem Gefüge der Gesamtheit.

Unter Statistik allgemein ist das methodische Erfassen, Ordnen, Bearbeiten und Darstellen (= Aufarbeiten) von Massentatsachen zu verstehen. Das planmässige Sammeln, Ordnen und Auswerten von zahlenmässig festgelegten Vorkommnissen ermöglicht es, mehrere oder viele solche Vorkommnisse oder Ereignisse aus der örtlichen und zeitlichen Vereinzelung herauszulösen und in Gemeinschaften gleicher Art zusammenzufassen. Dabei gilt ganz allgemein, dass je grösser die Anzahl der beobachtenden Fälle, der möglichen Notierungen von Vorkommnissen und Ereignissen ist, um so klarer und eindeutiger die Aussage sein kann.

In seinem Buch «Multimomentaufnahmen in Theorie und Praxis» gibt Ernst Haller-Wendel folgende Erläuterung zum Prinzip der MM-Aufnahme:

«Im Sinne der mathematischen Statistik ist eine MM-Aufnahme grundsätzlich eine mehrfache, unregelmässig durchgeführte Stichprobe gleichen Umfangs bei einer freien Auswahl...»; im einzelnen bedeuten:

Stichprobe: Die beobachteten und notierten Merkmale an einer mehr oder minder grossen Anzahl von Vorkommnissen oder statistischen Ereignissen (Arbeitsplätze, Betriebsmittel, Personen usw.) während eines Rundganges bilden jeweils eine Stichprobe.

Mehrfach: Bei jedem Rundgang wird ein augenblicklicher Querschnitt des Geschehens der beobachteten Arbeitsgruppe notiert. Durch die Wiederholung dieser Rundgänge mitteln sich die Querschnitte immer mehr zu bestimmten Grenzwerten ein.

Unregelmässig: Die Unregelmässigkeit der Beobachtungen bzw. der Notierungen gibt jedem beliebigen Zeitpunkt und damit jedem möglichen Ereignis dieselbe Chance, bei einem Rundgang erfasst zu werden.

Gleicher Umfang: Bei jedem Rundgang soll stets die gleiche Anzahl von Arbeitsplätzen beobachtet werden.

Freie Auswahl: Aus einer festgelegten Reihe von möglichen Fällen, beispielsweise aus der vorher aufgestellten Gliederung eines Arbeitsablaufes, ist es der Zufälligkeit der Beobachtungszeitpunkte überlassen, welcher Einzelvorgang notiert wird...»

Die Anzahl der Beobachtungen

Da man in der Praxis mit möglichst geringem Zeitaufwand ein zuverlässiges Ergebnis erzielen möchte, berechnet man die Beobachtungszahl der Multimomentaufnahmen, den sogenannten Aufnahmeumfang, vor Beginn der Rundgänge. Die sogenannte MM-Formel, mit der sich für jede einzelne Gegebenheit die Anzahl der Aufnahmen berechnen lässt, lautet:

$$N' = \frac{3,84 c 10^4 \times c^2 \times (100 - p')}{\varepsilon^2 \times p'}$$

N' = Anzahl der erforderlichen Notierungen.

3,84 = aus der Gauss'schen Normalverteilung abgeleitete Zahl zur Erreichung einer statistischen Sicherheit von 95 %.

10^4 = der Faktor im Zähler der Formel, der das Schreiben von ε im Nenner als ganze Zahl erlaubt; es erübrigt sich dadurch, im Nenner eine Dezimalzahl schreiben zu müssen.

c = Abhängigkeitsfaktor nach de Jong, mit dem de Jong den Verlust an Zufälligkeit der Beobachtungen bei beispielsweise kleinen Rundgangintervallen oder bei gegenseitiger Abhängigkeit von Ereignissen und ähnlichem ausgleichen will.

p' = Erwartungswert = geschätzter Wert einer zu beobachtenden Verrichtung in Prozent von N' (z.B. 15 % = 15).

ε = Genauigkeitsgrad = \pm Fehler-Toleranz von p' in Prozent von p' (z. B. ± 5 % = ± 5).

Um die erforderliche Anzahl der Beobachtungen bzw. Notierungen N' festlegen zu können, wird der Umfang der im Rahmen des Auftrages wichtigsten Verrichtungen vorerst geschätzt (prozentualer Erwartungswert p').

Der Erwartungswert p' ist auf Grund von Erfahrungen zu schätzen oder bei beispielsweise 300 Notierungen durch Proberundgänge zunächst zu bestimmen. Zeigt sich nunmehr, dass bei der geschätzten Anteiligkeit oder bei den Proberundgängen sich ein ganz anderer Erwartungswert ergibt, so ist p' entsprechend neu einzusetzen und die Anzahl der erforderlichen Notierungen nach der obengenannten Formel neu zu berechnen.

Nur wenn der Erwartungswert kleiner als 1 % ist, liegt im Sinne der mathematischen Statistik ein «seltenes» Ereignis vor; ein solches Ereignis lässt sich im Rahmen des MM-Verfahrens nicht mit genügender Sicherheit erfassen. In der Regel kann davon ausgegangen werden, dass in der textilen Fertigung Ereignisse eintreten, die mehr als 1 % an der Gesamtheit ausmachen.

Erfahrungsgemäss sollten 300 Notierungen überhaupt die kleinste Anzahl sein, die gemacht wird. Bei dieser Anzahl kann eigentlich nicht von der Anwendung des MM-Verfahrens gesprochen werden. Praktisch handelt es sich in einem solchen Falle noch um eine reine Zählung von Elementen. Statistisch ausreichende und wirtschaftliche Aufnahmen liegen vor bei etwa 1600 Notierungen und p' grösser als 5 %. Die Fachliteratur zeigt in Uebersichtstafeln, dass etwa bis zu 10 000 Notierungen ein sogenannter «normaler Bereich» vorliegt, und weist ausserdem die «unwirtschaftlichen», die «nicht empfohlenen» und «die statistisch unsicheren» Bereiche aus.

Die Vorarbeiten

Bevor eine MM-Aufnahme durchgeführt wird, ist – wie bei allen anderen Verfahren auch – eine Reihe von *Vorarbeiten* zu machen. Dazu gehört zunächst eine Vorbereitung der zu beobachtenden Arbeiter und der Vorgesetzten im Sinne einer *Aufklärung*, wie denn nun das MM-Verfahren funktioniert und welche Ziele damit erreicht werden sollen. Anschauliche, einfache Beispiele, vorgetragen mit viel Einfühlungsvermögen in jene, die zum ersten Male von angewandter Statistik hören, soll das sicherlich noch zunächst vorhandene Misstrauen zerstreuen und helfen, die «innere» Zustimmung zu erhalten.

Wie schon eben gesagt, bestimmt die Zielsetzung der Aufnahme die Gliederung. Die zu notierenden Einzelvorgänge müssen eindeutig und zweifelsfrei bezeichnet werden; auf Proberundgängen soll der Beobachter sich davon überzeugen, dass der Einzelvorgang, das Vorkommnis, das Ereignis in der betrieblichen Praxis auch wirklich eindeutig erkennbar, beobachtbar und dementsprechend auch notierbar ist.

Die *Beobachtungsplätze*, die gleichartig sein sollen, sind festzulegen und dementsprechend ist der *Beobachtungsbogen zu gestalten*.

Die Anzahl der Rundgänge ist festzulegen, sowohl aus der Anzahl der erforderlichen Notierungen als auch aus der Anzahl der zu beobachtenden Arbeitsplätze. Die *Dauer* der Rundgänge ist durch Proberundgänge zu ermitteln.

Die zeitliche Zufälligkeit der Proberundgänge lässt sich sicherstellen, beispielsweise durch die Verwendung von Zufallszeitentafeln oder Zufallszahlen-Würfeln (s. Haller-Wedel S. 70/72/73/74). Manche Verfasser der Fachliteratur sehen in Rundgängen, die in regelmässigen Zeitabständen durchgeführt werden, einen empfindlichen Verstoß gegen die statistische Grundregel einer freien Stichprobe. Sie fordern also «getrennte» Rundgänge; Rundgänge, die getrennt sind durch Pausen wechselnder Länge. Andere Verfasser halten fortlaufende, unmittelbar aufeinanderfolgende Rundgänge oder in regelmässigen Abständen durchgeführte Rundgänge für unbedenklich, wenn in der Hauptformel mit dem Abhängigkeitsfaktor C gearbeitet wird und wenn sichergestellt ist, dass das Beobachtungsintervall (= der Zeitraum zwischen zwei Beobachtungen) nicht gleich der Dauer eines sich ständig wiederholenden Arbeitszyklus oder eines Vielfachen dessen ist. Auf jeden Fall sollen die Aufnahmen an allen Wochentagen und zu den verschiedensten Tagesstunden durchgeführt werden.

Durchführung

Die Beobachtungen und damit die Notierungen müssen zuverlässig erfolgen, d. h. der Beobachter muss das feststellen, was er im Augenblick des Hinsehens bemerkt. Dabei gilt als Zeitpunkt eindeutig der Moment, in dem sich der Beobachter vor dem Gegenstand der Beobachtung befindet. Er darf sich von vorhergehenden oder nachfolgenden Tätigkeiten nicht beeinflussen lassen, vor allem darf er kein Ereignis abwarten, etwa in dem Sinne, dass er wartet «bis der Arbeiter ein Gespräch mit dem Nachbarn beendet hat» oder «bis der Arbeiter vom Materialempfang zurück ist». Trifft er gerade den Schnittpunkt, die Berührungsstelle zwischen zwei Vorkommnissen, so ist jeweils das gerade zu Ende gehende Ereignis einzutragen. Trifft der Beobachter einen unbesetzten Arbeitsplatz an, so darf er den Grund für die Abwesenheit erst nach Beendigung des Rundganges erfragen und nicht etwa seinen Rundgang unterbrechen, um nach dem Abwesenheitsgrund zu forschen. Die Notierung selbst erfolgt durch einen Strich: /. Ein irrtümlich eingetragener Strich ist klar und deutlich als ungültig zu kennzeichnen.

Verschiedenes

Das Leistungsgradschätzen bei der MM-Aufnahme im Augenblick der Beobachtungen ist, soweit man sich auf amerikanische Literatur stützt, durchaus üblich. In der deutschen Literatur wird es überwiegend abgelehnt mit der Begründung, dass die Beobachtung einer Verrichtung für die Dauer eines Moments gar nicht ausreicht, um überhaupt in so kurzer Zeit ein Urteil über den gezeigten Leistungsgrad abgeben zu können. Es wird darauf hingewiesen, dass der Beobachter bei der MM-Aufnahme innerhalb von Minuten auf verschiedene Arbeiter trifft, die ganz unterschiedliche Verrichtungen durchführen. Vereinzelt wird auch berichtet über die folgende Verfahrensweise: In den Fällen, in denen Unterlagen über den Leistungsgrad gewünscht werden, wechseln die Beobachtungen von Teilvorgängen mit solchen der Schätzung des Leistungsgrades

ab, z. B. Erfolge auf jeweils 5 Rundgängen, auf denen Teilvorgänge eingetragen werden, ein Rundgang, auf dem der Leistungsgrad jedes Arbeiters geschätzt wird. Dabei ging es nicht um die Beurteilung eines einzigen «unteilbaren» Augenblickes wie bei der Beobachtung der Verrichtungen, sondern es würde während einiger Zeit beobachtet.

Der Verfasser des Artikels, der selbst zahllose MM-Aufnahmen gemacht hat, hat dabei noch nicht versucht, den Leistungsgrad zu schätzen.

Die Auswertung der Aufnahmen liefert «prozentuale Ergebnisse», die man, um sie sprechender zu machen, in Säulen- oder Kreisdiagrammen darstellen sollte.

Im Teil II in der Oktober-Ausgabe der mittex wird die praktische Anwendung an Hand von Beispielen besprochen.

Heinz Relligmann, D-612 Michelstadt

Separatdrucke

Autoren und Leser, die sich für Separatas aus unserer «mittex», Schweizerische Fachschrift für die gesamte Textilindustrie, interessieren, sind gebeten, ihre Wünsche bis spätestens zum 25. des Erscheinungsmonates der Redaktion bekanntzugeben.

Ihre «mittex»-Redaktion