

Zeitschrift: ASMZ : Sicherheit Schweiz : Allgemeine schweizerische Militärzeitschrift
Herausgeber: Schweizerische Offiziersgesellschaft
Band: 140 (1974)
Heft: 4

Artikel: Eine Methode zum Erfassen des Verhaltens von Waffen- und Betriebssystemen
Autor: Dürig, Walter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-48780>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.01.2026

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

Eine Methode zum Erfassen des Verhaltens von Waffen- und Betriebssystemen

Oberst Walter Dürig

Die Problemstellung

Der militärische Führer hat sich seit jeher mit dem Verhalten von Menschen auseinandergesetzt. Spätestens seit der industriellen Revolution und in vermehrtem Maße in jüngster Zeit hat er es in seinem Einflußbereich auch mit Maschinen zu tun. Das Verhalten der Maschinen ist in hohem Maße von der Anzahl der Einzelteile, aus denen sich die Maschine zusammensetzt, das heißt von der Komplexität, abhängig. Es ist deshalb notwendig, daß sich der militärische Führer mit dem Verhalten komplexer Maschinen in seinem Einflußbereich bis zu einem gewissen Grade auseinander setzt.

Die nachfolgenden Ausführungen zeigen praktische Möglichkeiten für das Verstehen und Erfassen dieses Verhaltens auf.

Über das Verhalten von Maschinen

Ein offensichtlicher Unterschied zwischen dem Verhalten eines Menschen und einer Maschine liegt darin, daß der Mensch einen Defekt vielleicht mit dem eigenen Willen, einem aufgezwungenen Willen oder einer suggerierten Motivation zu überspielen in der Lage ist. Das kann eine Maschine – vorläufig – niemals. Sie verhält sich nach physikalischen und mathematischen Gesetzmäßigkeiten. Diese Gesetzmäßigkeiten sind, obwohl teilweise nur schwer erfassbar, heute weitgehend bekannt.

Maschinen weisen in der Regel Kinderkrankheiten auf, die meist im Zusammenhang mit physikalischen Mängeln (Konstruktionsfehlern) stehen. Nach der Überwindung dieser Frühperiode entstehen Fehler durch das Erreichen der Lebensdauer einzelner Bestandteile. Das bedeutet, daß in dieser Phase stets eine gewisse Wahrscheinlichkeit des Eintretens von Fehlern besteht. In einer späteren Phase häufen sich die Fälle des Erreichens der Lebensdauer von Komponenten. Damit erhöht sich die Fehlerwahrscheinlichkeit. Die Maschine wird altersschwach.

Das Verhalten der Maschinen kann zahlenmäßig ausgedrückt werden. Es sind mehrere Begriffe und Größen bekannt, welche dieses Verhalten beschreiben. Die meisten sind bei uns (und übrigens auch international) leider nicht eindeutig definiert.

Von besonderem Interesse für militärische Führer sind die Begriffe «Zuverlässigkeit» und «Verfügbarkeit». Auf diese Begriffe wird in der Folge näher eingetreten. Es wird versucht, nicht mit der Theorie in Konflikt zu geraten. Dabei wird aber kein Anspruch auf Endgültigkeit der Verwendung dieser Begriffe erhoben.

Zuverlässigkeit von Maschinen

Die Zuverlässigkeit ist gleich der Wahrscheinlichkeit, daß ein System eine definierte Mission (das heißt: eine geforderte Funktion unter vorgegebenen Arbeitsbedingungen während einer bestimmten Zeit) ausführt¹.

Es kann aber auch ermittelt werden, mit welcher Zuverlässigkeit vorbestimmte Missionen erfüllt wurden.

Praktisch bedeutet dies am Beispiel eines Flab-Systems folgendes: *Wieviele Prozent der total ausgeführten Missionen (Einsätze) waren erfolgreich?* Bei der Ermittlung dieser Zuverlässigkeit sind die folgenden Randbedingungen zu beachten:

- Die Missionen müssen genau definiert sein (das heißt zum Beispiel: Flugzeug getroffen).
- Mißerfolge aus andern als technischen Gründen sind der Zuverlässigkeit nicht anzulasten (das heißt zum Beispiel: Richtfehler oder Anflüge außerhalb der Systemspezifikationen zählen nicht als Mißerfolg).
- Der Benützer (und nicht der Techniker) bestimmt Erfolg oder Mißerfolg der Mission.
- Es gibt nur Erfolge oder Mißerfolge (keine halben Erfolge).

Die erreichte Zuverlässigkeit für eine bestimmte Einsatzperiode läßt sich wie folgt berechnen:

$$\begin{aligned} \text{Zuverlässigkeit} &= \\ &= \frac{\text{effektive Anzahl Missionen minus Mißerfolge}}{\text{effektive Anzahl Missionen}} \times 100 \% \end{aligned}$$

Die Verwendung der Missionszuverlässigkeit ist angezeigt für die Ermittlung des Verhaltens von Flugzeugen, Flab-Systemen, Fahrzeugen aller Art und Waffen, welche Missionen von definierter Dauer, Leistung und Wirkung ausführen sollen.

Verfügbarkeit von Maschinen

Für Betriebssysteme ist die Ermittlung der punktwisen Missionsverfügbarkeit² zu empfehlen. Diese sagt aus, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein System in einem beliebigen Zeitpunkt eine vorausbestimmte Mission erfüllt. Es kann aber auch ermittelt werden, wie groß die Verfügbarkeit eines Systems während einer bestimmten Missionsperiode war.

Praktisch bedeutet dies am Beispiel eines Radargerätes folgendes: *In wieviel Prozent der totalen Missionszeit (Einsatzzeit) wurde die Mission erfüllt?* Bei der Ermittlung der Verfügbarkeit sind folgende Randbedingungen zu beachten:

- Die Mission muß genau definiert sein (das heißt zum Beispiel: das Radargerät funktioniert gemäß Spezifikationen; Defekte, welche die Spezifikationen nicht berühren, zählen nicht).
- Der Benützer (und nicht der Techniker) bestimmt, ob die Mission erfüllt wird oder nicht.
- Es gibt nur «erfüllte» oder «nicht erfüllte Missionen», das heißt: keine Zwischenstufen.

¹ CEI, Publication 271: Preliminary list of basic terms and definitions for the reliability of electronic equipment and the components (or parts) used therein, Genève 1969.

² Hosford, J. E.: Measures of Descendability, Operations Research, No. 8, 1960.

Die erreichte Verfügbarkeit für eine bestimmte Einsatzperiode läßt sich wie folgt berechnen:

$$\text{Verfügbarkeit} = \frac{\text{vorbestellte Missionszeit minus totale Ausfallzeit}}{\text{vorbestellte Missionszeit}} \times 100 \%$$

Diese Berechnungsart verzichtet auf die Erfassung des Verhaltens der Maschine außerhalb der Missionszeit, also zum Beispiel während Revisions- oder Unterhaltsperioden oder während Stilllegungszeiten. Es sind somit nur Ausfallzeiten während der vorbestellten Missionszeit zu berücksichtigen.

Diese Vereinfachung trägt ganz wesentlich zur Durchführbarkeit der Methode überhaupt bei. Sie ist, vom militärischen Führer aus betrachtet, durchaus zulässig und sogar sinnvoll.

Die Verwendung der Missionsverfügbarkeit eignet sich besonders für Systeme mit langen Einsatzzeiten, wie zum Beispiel Radar- und Richtstrahlanlagen, Rechner, Funkgeräte.

Ein Rezept für «technisierte» militärische Führer

Wenn Ihnen das Verhalten Ihrer technischen Mittel Sorge bereitet, dann befolgen Sie die nachstehenden Ratschläge:

Ermitteln Sie für Waffensysteme die Zuverlässigkeit = «Z»

- Anzahl Einsätze = «E»
- Anzahl Mißerfolge aus technischen Gründen = «M»

$$Z = \frac{E - M}{E} \times 100 \%$$

Ermitteln Sie für Betriebssysteme die Verfügbarkeit = «V»

- Totale vorbestellte Einsatzzeit des Systems = «T»
- Totale Ausfallzeit während der Einsatzzeit des Systems = «A»

$$V = \frac{T - A}{T} \times 100 \%$$

Vergleichen Sie

- mit den Sollwerten («Leistungsnormen» der Maschinen)
- mit früheren Erfahrungswerten

Planen Sie

- Maßnahmen zur Verbesserung des Verhaltens der Maschinen, wenn notwendig (zum Beispiel: Verkürzung der Reparaturzeiten)
- Ihre Entschlüsse in Kenntnis des wahrscheinlichen Verhaltens Ihrer Maschinen in der Zukunft.

Schlußbetrachtung

Für den militärischen Führer geht es weniger darum, die mathematischen und physikalischen Zusammenhänge als vielmehr das wirkliche Verhalten seines Materials zu erfassen und zu kennen.

Die angegebene Methode geht von Vereinfachungen aus, die zu einer überblickbaren und infolgedessen auch miliztauglichen Lösung führen.

Das Mehrzweck-Kampfflugzeug McDonnell Douglas F4E (F) Phantom II

Major Paul Küng

Die F4E (F) Phantom II ist zur Zeit unbestritten eines der besten, zuverlässigsten, kampfstärksten und meistgebauten Mehrzweck-Kampfflugzeuge der Welt. Sie hat sich im praktischen Einsatz bewährt und dürfte zur Zeit auch ihren Höchststand an Kampfbereitschaft erreicht haben (Bild 1).

Die «Phantom II» wird als allwettertaugliches Mehrzweck-kampfflugzeug entweder als Interzeptor, Luftüberlegenheits-kampfmittel oder als Jagdbomber und als taktischer Aufklärer eingesetzt. Für die eine oder andere Aufgabe kann dieses Flugzeug innert sehr kurzer Zeit umgerüstet und bereitgestellt werden.

Die F4E (F) ist als 11. Baumuster der «Phantom»-Baureihe zellenseitig eigentlich nur durch ihre Ausrüstung mit beweglichen Vorflügeln am Innen- und Außenflügel und gleichzeitigen Wegfall der bisher verwendeten Grenzsichtausblase gekennzeichnet, wozu noch die verbesserten Luftbremsen gehören. Alles in allem werden die Flugeigenschaften im Kampfbereich wesentlich verbessert, was sich ganz besonders in einer Steigerung der Manövrierfähigkeit ausdrückt.

Das einsitzige Baumuster kann zweiseitig umgerüstet werden, sei dies zu Schulungszwecken oder für die Umrüstung auf die Zweiseitzerversion mit Kampfbeobachter im hinteren Sitz. Die Zweiseitzerversion führt naturgemäß zu einer Arbeitsteilung Pilot/Beobachter, die Einsatzerfolg und Sicherheit von Besatzung und Flugmaterial nur steigern kann, eine Erkenntnis übrigens, die keineswegs neu, leider aber etwas in Vergessenheit geraten ist. Sämtliche Einheiten einer beschafften Serie verfügen also über vollen Kampfwert.

Die flugtechnische Leistungsfähigkeit der F4E (F) kann am besten durch einige Zahlen dargelegt werden. So erreicht dieses Flugzeug eine Flughöhe von 30000 m in nur 371,43 Sekunden. 12000 m werden in rund 77 Sekunden, also in gut einer Minute erreicht. Dementsprechend sind die Leistungen für Beschleunigung und Höchstgeschwindigkeit.

Allgemeine Daten und Leistungen der F4E (F) «Phantom II»

(Diese Angaben sind auf- oder abgerundet.)

- Kampfgewicht mit 4 × AIM-9-Lenk Waffen	
und internem Brennstoff	16 500 kg
- Startrollstrecke	min. 600 m
- Landerollstrecke	min. 700 m
- Startrollstrecke über 15-m-Hindernis	min. 720 m
- Landerollstrecke über 15-m-Hindernis	min. 1 000 m
- Abfluggewicht maximal	20 300 kg
- Flächenbelastung	412 kg/m ²
- Maximalgeschwindigkeit v_{\max} in Höhe	
H = 11 000 m	entsprechend M = 2,1
- Beschleunigung von M = 0,9 bis M = 2,0	3,4 Min
- Kurvenradius mit M = 0,9	0,9 NM
- Steigzeit auf 12 km Höhe über Meer	77,15 sec
- Spannweite	11,70 m
- Länge über alles	19,40 m
- Höhe über alles	4,96 m
- Radstand	7,09 m
- Spurbreite	5,46 m

Die Daten der Triebwerksanlage sind

- zwei General Electric J-79-GE-17-Triebwerke	
- Schubleistung trocken	
(Military Thrust)	2 × 5390 kp