

Die technisch-ökonomische Aufgabenstellung bei der Entwicklung von Landmaschinen mit hohem Gebrauchswert

Dr. oec. Dipl.-Ing. H. Röthig, KDT, VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen, Leitbetrieb Weimar-Werk

Die technisch-ökonomische Aufgabenstellung (TÖA) ist das verbindliche Dokument für die Entwicklung neuer Erzeugnisse. In ihr sind solche entscheidenden Orientierungen enthalten, wie

- Entwicklung der Leistungsparameter
- Leistungs-Masse-Verhältnis
- Zuverlässigkeit
- Verfügbarkeit
- Arbeitsqualität u. a.

Die Funktion der TÖA als Leitungs-, Planungs- und Kontrolldokument für den Forschungs- und Entwicklungsprozeß wird sowohl theoretisch als auch praktisch anerkannt. In dieser Aufgabenstellung ist u. a. die zu erreichende Erzeugnisqualität mit dem zukünftigen Erzeugnis zu konzipieren.

Bei der Erarbeitung der Aufgabenstellung wird dieser Funktion meist aber noch unzureichend Rechnung getragen. Das hat vor allem seine Ursachen in der oft noch von den Konstrukteuren vertretenen Meinung, daß das technisch-ökonomische Ergebnis einer Erzeugnisentwicklung im allgemeinen nicht vorausbestimmbar sei und so die Aufgabenstellung nur orientierenden Charakter habe.

Deshalb fehlen den TÖA in der Praxis oft noch die notwendige Verbindlichkeit und Komplexität in ihren Vorgaben in bezug auf den gesamten Reproduktionsprozeß beim Hersteller und Anwender des zukünftigen Erzeugnisses.

Um diesen Erscheinungen entgegenzutreten und der Aufgabenstellung im Entwicklungsprozeß die notwendige Autorität zu verleihen, wurden vom Gesetzgeber in der DDR Anordnungen erlassen, die den Hauptinhalt und die Verbindlichkeit von Aufgabenstellungen in Form des Pflichtenheftes für Aufgaben der

Erzeugnis- und technologischen Verfahrensentwicklung eindeutig regeln.

Einen inhaltlichen Schwerpunkt bildet dabei der Nachweis des Niveaus der konzipierten Erzeugnisqualität durch Vergleich der technisch-ökonomischen Parameter des neu zu entwickelnden Erzeugnisses mit internationalen Spitzenzeugnissen unter Beachtung des jeweils festgelegten Zeitraums der Produktionseinführung.

Die für das zu entwickelnde Erzeugnis festgelegte Erzeugnisqualität, die im allgemeinen anhand der Forderungen des Anwenders und des internationalen Entwicklungsstandes unter Berücksichtigung des geplanten Produktionszeitraums abgeleitet werden sollte, ist eines der wichtigsten Kriterien bei der Konzipierung der Einheit zwischen Ökonomie und Technik. Im Rahmen der Verteidigung der Aufgabenstellung ist der Nachweis zu erbringen, daß die betreffende Forschungs- und Entwicklungsaufgabe volkswirtschaftlich begründet, materiell-technisch und personell abgesichert sowie ökonomisch gerechtfertigt ist. Erst dann kann die weitere Bearbeitung der Aufgabe in den Leistungsstufen erfolgen, wie sie allgemein bekannt sind (Bild 1).

Nachdem in der TÖA die Einheit zwischen Ökonomie und Technik sowohl für das Entwicklungsvorhaben selbst als auch für den Entwicklungsprozeß bis hin zur Produktionseinführung konzipiert und in einer Verteidigung nachgewiesen wurde, ist diese Einheit und damit auch die geplante Erzeugnisqualität im weiteren Entwicklungsablauf durchgängig zu sichern.

Bedingt durch den besonders zu Entwicklungsbeginn stark ansteigenden Erkenntnisfortschritt

tritt dann in der Praxis die Situation ein, daß nach komplexer Kontrolle des Entwicklungsstandes im Ergebnis der Konstruktion, des Baues und der Erprobung der Entwicklungsmuster die Aufgabenstellung nicht mehr aktuell ist, d. h., bestimmte Vorgaben wurden überboten und andere wiederum nicht erreicht.

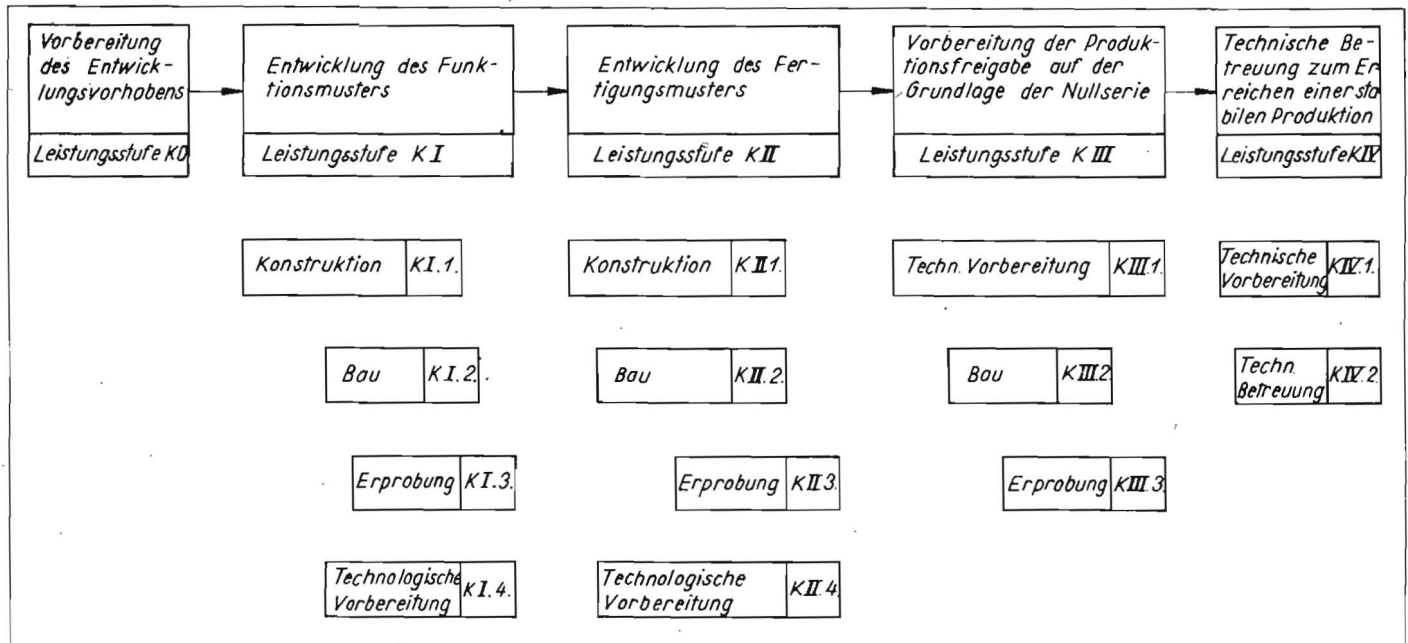
Damit aber die TÖA über den gesamten Entwicklungsablauf bis hin zur Produktionseinführung Leitungs-, Planungs- und Kontrolldokument bleibt, ist an bestimmten Eckpunkten im Entwicklungsprozeß eine *Präzisierung* der Aufgabenstellung notwendig.

Die Präzisierung der TÖA beinhaltet die Aufgaben, die der Anpassung der TÖA an den laufenden Erkenntniszuwachs zur Erreichung eines möglichen ökonomischen Nutzens mit dem Entwicklungsvorhaben dienen. Die Anpassung der TÖA erfolgt nur zu bestimmten Zeitpunkten im Entwicklungsprozeß. Sie umfaßt die Einengung der Toleranzen vorgegebener Zielgrößen sowie notwendige Korrekturen der Vorgaben. Die so präzisierten Zielgrößen stellen dann die Planvorgaben für den weiteren Entwicklungsablauf dar.

Bei der Präzisierung sollten folgende grundsätzliche Regeln beachtet werden:

- Mit Hilfe der Präzisierung ist der Erkenntniszuwachs durch Einengung der Toleranzvorgaben für die entsprechenden technischen und ökonomischen Parameter für den weiteren Entwicklungsablauf zu nutzen.
- Bei der Präzisierung sind aus dem Erkenntnisstand abgeleitete notwendige Korrekturen einzelner Parameter in die TÖA einzuarbeiten.
- Die Komplexität des volkswirtschaftlichen

Bild 1. Typischer Entwicklungsablauf von Erzeugnissen



Reproduktionsprozesses ist zu beachten; so soll die Präzisierung der TÖA nur im Komplex aller technischen und ökonomischen Parameter erfolgen, um die bei der Erarbeitung der TÖA konzipierte Einheit zwischen Ökonomie und Technik auch im nachfolgenden Entwicklungsprozeß zu sichern.

- Die Entscheidungen zur Präzisierung der TÖA müssen von dem Leiter getroffen werden, der die TÖA nach deren Verteidigung bestätigt hatte.
- Die Präzisierung ist auf solche Etappen im Entwicklungsablauf zu beschränken, wo kontrollfähige Entwicklungsstufen und Entwicklungsergebnisse in umfassender Komplexität vorliegen.

Der gewonnene Erkenntnisstand ist zur Sicherung und Überbietung der geplanten Effektivität beim Hersteller und Anwender und damit auch zur Sicherung und Überbietung der geplanten Erzeugnisqualität zu nutzen und in der Aufgabenstellung für den nachfolgenden Entwicklungsablauf verbindlich vorzugeben.

Eine weitere Methode zur Sicherung der geplanten Erzeugnisqualität stellt die *Detaillierung* der Aufgabenstellung dar.

Die Detaillierung der TÖA ist die Voraussetzung für

- arbeitsteilige Bearbeitung von Funktionsgruppen der Erzeugnisentwicklung während des Entwicklungsprozesses
- Schaffung von Planungsgrundlagen für den nachfolgenden arbeitsteiligen Produktionsprozeß
- Kontrolle von abrechenbaren Teilergebnissen bei der Erzeugnisentwicklung.

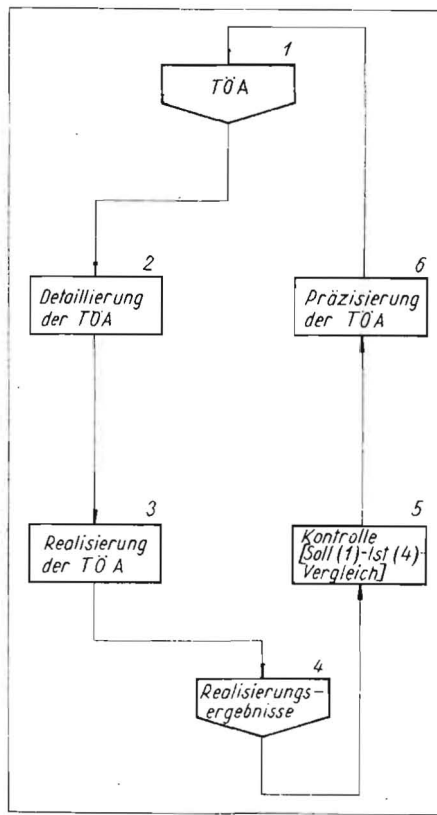
Die detaillierten Vorgaben werden als Aufgabenstellung den jeweils zuständigen Kollektiven vorgegeben und im Verlauf des Entwicklungsprozesses kontrolliert.

Schwerpunkte bei der Detaillierung stellen neben Vorgaben für Termin und Kapazität die Parameter dar, die die Erzeugnisqualität und Ökonomie entscheidend beeinflussen, wie z. B.

- Leistungsparameter
- Parameter der Zuverlässigkeit
- Arbeitsqualitätsparameter
- Kostenlimits.

Folgende Grundsätze sollten bei der Detaillierung von TÖA beachtet werden:

- Die Ableitung von detaillierten Vorgaben hat auf der Grundlage einer bestätigten TÖA am Anfang einer Leistungsstufe zu erfolgen.
- Detaillierungen dürfen nur unter Verantwortung des Leiters vorgenommen werden, dem der betreffende Aufgabenkomplex zur vollständigen Realisierung übertragen wurde. Sind Aufgabenkomplexe zu detaillieren, die in einer Leitungsebene und in verschiedenen Struktureinheiten zu realisieren und miteinander verflochten sind, so trägt der übergeordnete Leiter die Verantwortung.
- Inhaltliche Schwerpunkte bei der Detaillierung der TÖA sind solche Zielgrößen, die unter Wahrung der in der TÖA konzipierten Einheit von Ökonomie und Technik zur Sicherung des beim Anwender und Hersteller geplanten Nutzeffekts und der Erzeugnisqualität mit dem zukünftigen Erzeugnis dienen.
- Die detaillierten Vorgaben sind verantwortungsbewußt und in hoher Qualität aus der TÖA abzuleiten. Die Detaillierung der TÖA ist eine Aufgabe, deren Realisierung einen hohen Grad geistig-schöpferischer Arbeit



2)

von dem dafür verantwortlichen Leiter und seinem Kollektiv abverlangt.

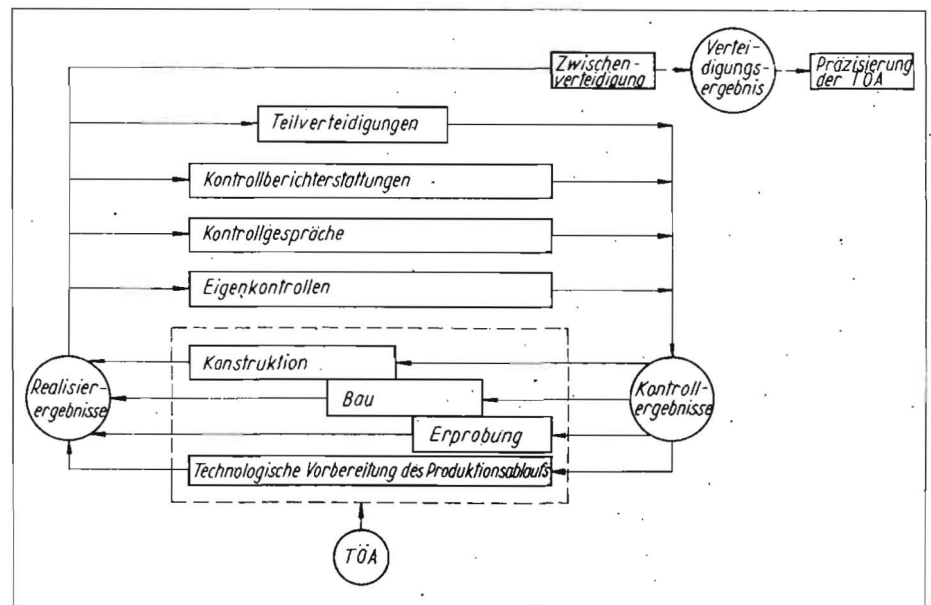
Eine formale Bearbeitung der Detaillierungsaufgaben kann zu weitgehend unrealistischen Zielstellungen für die Kollektive und Mitarbeiter führen. Diese wiederum könnten negative Auswirkungen auf Moral und Arbeitsweise der Kollektive und damit auf die Effektivität des Prozesses sowie dessen Ergebnisse selbst haben.

Auf ein Problem der Detaillierung muß noch

Bild 2. Prinzipielle Abhängigkeit der Detaillierung, Präzisierung und Kontrolle der TÖA innerhalb des Entwicklungsprozesses von Erzeugnissen

Bild 3. Einordnung in der Praxis bewährter Kontrollformen in den Entwicklungsablauf eines Erzeugnisses innerhalb einer Leistungsstufe

3



hingewiesen werden. Der Umfang der detaillierten Vorgaben darf nicht dazu führen, daß die geistig-schöpferische Arbeit in den Kollektiven gehemmt wird, indem die Detailvorgaben zu wenig Spielraum zur Anwendung verschiedener Konstruktionslösungen zulassen. Es sollten auch wirklich nur detaillierte Vorgaben erarbeitet und als Aufgabenstellung vorgegeben werden, die im nachfolgenden Entwicklungsprozeß kontrolliert werden können.

Zwischen beiden Extremen ist auf der Grundlage langjähriger Erfahrungen das richtige Maß zu finden.

Wie aufgezeigt, stellen die Präzisierung und Detaillierung eigenständige Methoden dar, um im Verlauf des Entwicklungsprozesses mit Hilfe der Arbeit an der TÖA eine hohe Erzeugnisqualität zu realisieren. Zwischen Präzisierung und Detaillierung bestehen aber auch wechselseitige Zusammenhänge, die in Verbindung mit einer planmäßig in den Entwicklungsprozeß eingeordneten Kontrolle zur Sicherung und Überbietung der konzipierten Erzeugnisquantität zu nutzen sind. Im Bild 2 sind diese Zusammenhänge dargestellt.

Der hohe Grad geistig-schöpferischer Arbeit im Entwicklungsprozeß erfordert die ständige Einflußnahme des Leiters auf das Kollektiv und die Arbeitsergebnisse. Um den gewonnenen Erkenntnisstand zur Sicherung, nach Möglichkeit zur Überbietung der vorgegebenen Aufgabenstellung schnell ohne großen Effektivitätsverlust zu nutzen, erfordert das vor allem vorbeugende Kontrollen auf der Grundlage von Vorschauwerten zu dem zu erwartenden Entwicklungsergebnis.

Diese Werte lassen sich durch „vorausschauende“ Schätzungen, Berechnungen und Kalkulationen auf der Basis des gegenwärtigen Erkenntnisstandes ermitteln.

Ein Problem stellt dabei die Einschätzung dar, wie bestimmte Parameter sich durch entsprechende konstruktive oder technologische Maßnahmen im Verlauf des Entwicklungsprozesses noch entwickeln können. Eine weitere Schwierigkeit ist die Ableitung von Ist-Größen anhand von konstruktiven und technologischen Dokumenten, ohne daß dabei eine Kontrolle unter Praxisbedingungen möglich ist.

Nur auf der Grundlage langjähriger praktischer Erfahrungen, möglichst bei der Entwicklung gleicher oder ähnlicher Erzeugnistypen, lassen

sich die zu erwartenden Entwicklungsergebnisse unter Auswertung von Dokumenten, wie sie z. B. zum Bau der Entwicklungsmuster vorliegen, mit relativ hoher Sicherheit und Genauigkeit ableiten. Durch Anwendung von Vergleichskennziffern, wie z. B. massebezogene Leistungs- und Kostenangaben, sind diese Kontrollgrößen weiter zu objektivieren.

Zur Sicherung der Einheit von Ökonomie und Technik und damit auch der konzipierten Erzeugnisqualität muß der Schwerpunkt bei den komplexen Kontrollen liegen, d. h. bei Kontrollen, die den umfassenden Vergleich der erreichten Ist-Größen mit denen der Aufgabenstellungen zulassen.

Im Entwicklungsprozeß liegen aber nur nach der Konstruktion, dem Bau und der Erprobung der Funktions- und Fertigungsmuster solche umfassenden Ist-Größen vor. Zwischen diesen Zeitpunkten sind vor allem die detaillierten Vorgaben im Rahmen der Einzelkontrollen auf ihre Einhaltung hin zu prüfen. In der Praxis des Landmaschinenbaues der DDR bewährte Kontrollformen werden im Bild 3 vorgestellt. In der TÖA werden u. a. die für die Qualität des zukünftigen Erzeugnisses ausschlaggebenden technisch-ökonomischen Parameter vorgegeben. Diese Parameter wurden auf der Basis des z. Z. vorhandenen Erkenntnisstandes abgeleitet, so daß im weiteren Verlauf der Entwicklung häufig Abweichungen von den Vorgaben zu erwarten sind, die sowohl positiv als auch negativ in bezug auf die angestrebte Zielsetzung sein können.

Um diese Abweichungen im Sinn der Qualitätssicherung bzw. deren weiterer Steigerung zu nutzen, sind diese Abweichungen untereinander bei Wahrung der Einheit von Ökonomie und Technik zu regulieren. Dabei sind die Zusammenhänge und Wechselbeziehungen zwischen den verschiedenen technisch-ökonomischen Parametern zu nutzen, so daß eine maximal mögliche Erzeugnisqualität erreicht wird.

Entscheidungshilfen zur Regulierung von Abweichungen bei den ökonomischen Vorgaben für Preis, Gewinn und Grundkosten können in Form von Nomogrammen und Tabellen aufgestellt und sowohl bei der Erarbeitung der Aufgabenstellung als auch bei deren Präzisierung genutzt werden.

So lassen sich aus den in den Bildern 4 und 5 dargestellten Nomogrammen die Auswirkungen von Veränderungen z. B. bei Preis, Lohn- und Materialkosten sowie Gewinn wechselseitig ablesen. Derartige Entscheidungshilfen stellen eine wichtige Grundlage dar, um effektive Entscheidungen zur Regulierung von Abweichungen im Verlauf des Entwicklungsprozesses treffen zu können.

An dieser Stelle seien einige allgemeingültige Grundsätze zur Regulierung von Abweichungen, die aus Analysen und Erfahrungen im VEB Weimar-Kombinat abgeleitet wurden, formuliert:

- Die Regulierung sollte im allgemeinen nach dem Prinzip des Abweichungsausgleichs erfolgen. Durch Erhöhung bzw. Senkung bestimmter Limits gegenüber den Vorgaben der TÖA müssen die festgestellten Abweichungen so ausgeglichen werden, daß der in der TÖA geplante ökonomische Nutzeffekt und die konzipierte Erzeugnisqualität in ihrer Gesamtheit mindestens realisiert werden.
- Die unter Regulierung von Abweichungen verstandene Korrektur von wissenschaftlich-technischen und ökonomischen Vorgaben der TÖA erfolgt auf der Grundlage der zu den jeweiligen Komplexkontrollen

(Zwischenverteidigungen) festgestellten Ist-Größen im Vergleich zu den Plangrößen. Dabei muß die Abweichung der jeweiligen Ist-Größe zur toleranzbehafteten Plangröße so groß sein, daß nach Einschätzung des weiteren Entwicklungsablaufs durch das Verteidigungsgremium die Plangröße innerhalb der vorgegebenen Toleranzen nicht mehr zu realisieren ist.

- Die Notwendigkeit zur Regulierung von Abweichungen ist am Entwicklungsbeginn sehr hoch. Das liegt im vorhandenen Erkenntnisstand bei der Ausarbeitung der TÖA begründet. Mit zunehmendem Erkenntnisstand nimmt zwangsläufig auch die Notwendigkeit zur Regulierung von Abweichungen ab.
- Die Zusammenhänge zwischen den einzelnen technischen und ökonomischen Vorgaben der TÖA sind bei der Regulierung der TÖA zu beachten und im positiven Sinn zur Erfüllung der Entwicklungsziele zu nutzen. Ein Problem bei der Regulierung besteht darin, die Wirkung der Änderung eines bestimmten Parameters auf andere Zielstellungen innerhalb des Entwicklungsvorhabens oder sogar auf andere Entwicklungsaufgaben zu erkennen.

Zusammenfassend sollen einige Thesen abgeleitet werden, deren methodische Anwendung eine wichtige Voraussetzung zur Realisierung einer hohen Qualität bei der Erzeugnisentwicklung im Maschinenbau darstellt:

- Die Bearbeitung von Entwicklungsaufgaben, ausgehend vom Plan bis hin zur Produktion, darf nur auf der Grundlage einer bestätigten TÖA erfolgen. Dabei müssen in der Aufgabenstellung anspruchsvolle Aufgaben zur Sicherung einer dem internationalen Stand entsprechenden Erzeugnisqualität formuliert und verbindlich bis hin zur Produktionseinführung und dem Verkauf der Erzeugnisse vorgegeben werden.
- Detaillierung und Präzisierung der technisch-ökonomischen Aufgabenstellung im Verlauf des Entwicklungsprozesses sind in Verbindung mit planmäßig durchgeführten Kontrollen Voraussetzung zur Sicherung der geplanten Erzeugnisqualität bzw. deren Überbietung.
- Die Kontrollen im Entwicklungsprozeß sind stärker auf inhaltliche Schwerpunkte zu orientieren und müssen vor allem vorbeugenden Charakter tragen, um besonders mit der Produktionseinführung des neuen Er-

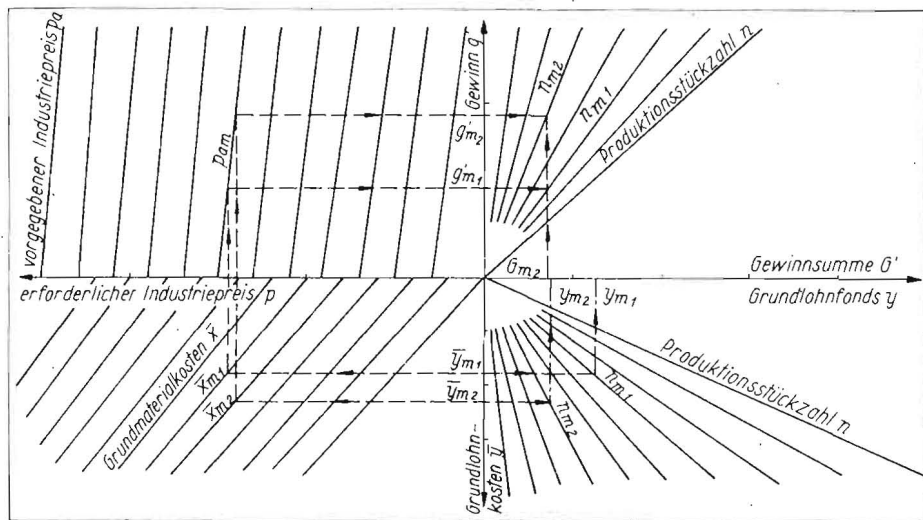
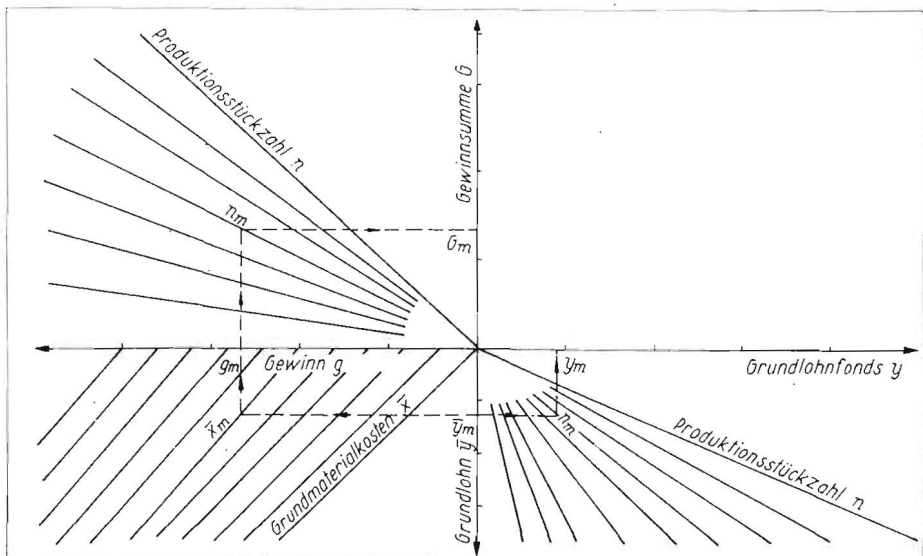


Bild 4. Ermittlung des Gewinns je Erzeugnis bei vorgegebenem Industriepreis und bei Variation der Grundlohn- und Grundmaterialkosten sowie Ermittlung der Gewinnsumme und des erforderlichen Grundlohnfonds bei beliebigen Produktionsstückzahlen

Bild 5. Ermittlung des Gewinns je Erzeugnis bei vorgegebenen Werten für Grundlohn und Grundmaterialkosten sowie der Gewinnsumme bei beliebigen Produktionsstückzahlen (sowie Ermittlung des dazu erforderlichen Grundlohnfonds bei beliebigen Produktionsstückzahlen)



zeugnisses die geplante Qualität und Effektivität zu erreichen bzw. zu überbieten.

— Die im Verlauf der Kontrollen festgestellten Abweichungen zu Vorgaben aus der Aufgabenstellung sind so zu regulieren, daß die geplante Erzeugnisqualität und Effektivität insgesamt gesichert und nach Möglichkeit weiter überboten werden.

Mit diesen Darlegungen sollten einige Methoden aufgezeigt werden, wie z. B. auf der Grundlage einer TÖA im Verlauf des Entwicklungsprozesses leitungseitig eine hohe Erzeugnisqualität gesichert werden kann.

Die praktische Anwendung dieser Grundlagen brachte im VEB Weimar-Kombinat bereits kurzfristig eine wesentliche Verbesserung der planmäßigen Erfüllung der geplanten Entwicklungsaufgaben.

Durch Anwendung der hier vorgestellten und beschriebenen Methoden wurden u. a. die Haupterzeugnisse Rodelader E 684 und automatische Trennanlage E 691 vorfristig in die Produktion überführt. Dabei konnte die Erzeugnisqualität im Verlauf des Entwicklungsprozesses im Vergleich zur ursprünglich vorgegebenen Aufgabenstellung weiter verbessert

werden. Beide Erzeugnisse stellen in bezug auf ihre Gebrauchseigenschaften internationale Spitzenerzeugnisse dar.

Damit wurde der Nachweis erbracht, daß die praktische Anwendung der hier dargelegten theoretischen Grundsätze eine wesentliche Voraussetzung darstellt, damit zukünftige Entwicklungsvorhaben auf der Grundlage von entsprechenden Aufgabenstellungen mit hoher Qualität und Effektivität geplant und im Entwicklungsprozeß bis hin zur Produktionseinführung auch realisiert werden.

A 2138

Lastannahmen — eine Übersicht über das Gebiet der Belastungsermittlung für Bemessungszwecke

Dr.-Ing. E. Puls, KDT, VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen, Betrieb Traktorenwerk Schönebeck

1. Allgemeine Grundlagen

Bei der Entwicklung von Landmaschinen und Traktoren werden konkrete Nutzungsdauern vorgegeben. Zum Nachweis dieser Nutzungsdauern sind Lebensdauernachweise erforderlich. Diese sind nicht nur auf einen prinzipiellen Eignungsnachweis gerichtet, sondern erfordern, daß zur Sicherung der projektierten Werte nur die unbedingt notwendigen Material- und Fertigungsaufwendungen erbracht werden. Dabei ist es das Ziel dieses Nachweises, die Bauteile so zu bemessen, daß innerhalb der projektierten Nutzungsdauer Funktionsausfälle oder maßgebliche Funktionseinschränkungen nur mit begrenzten Wahrscheinlichkeiten erfolgen.

Bei Neu- und Weiterentwicklungen von kompletten Maschinen, deren Baugruppen und Bauteilen ist vor der Produktionsaufnahme die Serienreife nachzuweisen. Dieser Nachweis ist innerhalb des Konstruktions- und Erprobungsprozesses zu erbringen und betrifft folgende Bereiche:

- Funktion
- Zuverlässigkeit
- Ergonomie.

Der Nachweis einer ausreichenden Zuverlässigkeit erfordert innerhalb dieses Prozesses die größten zeitlichen und materiellen Aufwendungen. Die Erreichung einer hohen Zuverlässigkeit ermöglicht über Steigerungen der Verfügbarkeit, der Materialökonomie und der Instandhaltungseignung einen maßgeblichen Beitrag zur Intensivierung der gesellschaftlichen Produktion. Das erfordert die Anwendung moderner Bemessungsverfahren.

Alle Bemessungsverfahren, unabhängig welchem Nachweis sie dienen und ob sie analytisch oder experimentell erfolgen, erfordern die Beachtung folgender Einflußgrößen:

- Belastung
- Werkstoff
- Gestaltung
- Umstände, unter denen die drei erstgenannten Einflußgrößen wirken.

Der Belastung kommt dabei eine außerordentlich große Bedeutung zu, denn Analysen im Bereich des Traktoren- und Landmaschinenbaus ergaben als Hauptursache für unzulässige Ausfälle vor allem mangelhafte Kenntnisse über die Betriebsbelastungen.

Unter Belastung wird im folgenden die Einwirkung von Kräften und Momenten auf die Bauteile verstanden, unter Lastannahme die für analytische oder experimentelle Bemessung aufbereitete Belastung. Teilweise ist es im Rahmen dieser Darlegungen erforderlich, statt der Belastung die Beanspruchung der Bauteile (Einwirkung der Schnittgrößen) zu betrachten.

2. Gliederung der Betriebsbelastung

Die Erscheinungsformen der Betriebsbelastungen bzw. -beanspruchungen sind außerordentlich vielfältig. Eine sinnvolle Bearbeitung erfordert deshalb die Einführung bestimmter ordnender Grundsätze. Im folgenden wird durch Anwendung mehrerer aufeinander aufbauender Kriterien eine Systematik zu Bauteilbeanspruchungen aufgestellt.

Landmaschinen und Traktoren sind Maschinen, in denen Energieübertragungs- und Energieumformungsprozesse ablaufen. Dabei treten gewollte und ungewollte Massenkräfte durch ungleichförmige Bewegungen und durch Bauteilverformungen auf. Daraus ergibt sich eine Untergliederung der Bauteilbeanspruchungen nach der Funktion (Bild 1):

- Eigenspannungen
- energetische Beanspruchungen
- dynamische Beanspruchungen.

Die dynamischen Beanspruchungen sind von größter Bedeutung für die Bemessung. Sie werden deshalb im folgenden gesondert behandelt. Der allgemeine Fall ist durch die Überlagerung von Beanspruchungen aller drei beschriebenen Kategorien gekennzeichnet.

Die dynamischen Betriebsbeanspruchungen resultieren aus dem Schwingungsverhalten der Maschinen einschließlich ihrer Anbau- und Anhängergeräte. Dieses Schwingungsverhalten ist die Reaktion des durch konstruktive Parameter gekennzeichneten Systems auf die Einwirkung von Kräften, deren Frequenz, Amplitude und Einwirkungsstelle. Die wesentlichsten Erregerquellen sind Massenkräfte infolge ungleichförmiger Bewegungen und Unwuchten sowie die Kopplung des Schwingungssystems mit der Fahrbahn. Zur Beschreibung der dynamischen Betriebsbeanspruchung ist deshalb die Antwort des Schwingungssystems zu beschreiben. Sie ist folgendermaßen gliederbar:

- Stationäre Beanspruchung:
 - harmonisch
 - periodisch
 - stationär stochastisch
- Instationäre Beanspruchung:
 - transient
 - instationär stochastisch
 - pseudoperiodisch.

Grundlage des experimentellen und rechnerischen Betriebsfestigkeitsnachweises ist das Lastkollektiv. Das Lastkollektiv enthält die während der gesamten Lebensdauer (bzw. während bestimmter Zeitabschnitte) auftretenden Belastungen geordnet nach Größe und Häufigkeit. Die kennzeichnenden Parameter eines Kollektivs sind im folgenden dargestellt:

- Lastkollektivparameter:
 - Umfang

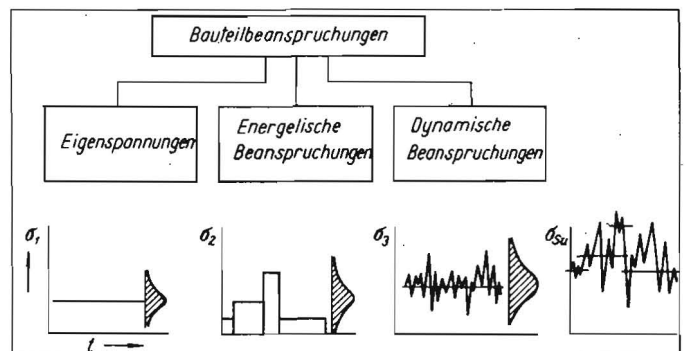


Bild 1. Gliederung der Bauteilbeanspruchungen