

Aus der Entwicklungsarbeit an Schleppern und Systemfahrzeugen

Von Bert Breuer, Köln*)

DK 631.372.001.6:629.114.2

Für die technische Entwicklung neuer Produkte bis zur Serienreife müssen beträchtliche Mittel aufgebracht werden.

Organisation und Aufgabenverteilung sind für die angestrebte hohe Effizienz des Personal- und Finanzmittleinsatzes im technischen Bereich ebenso wichtig wie die Anwendung moderner Methoden und kosten- und zeitsparender Prüfeinrichtungen, die anhand von Beispielen erläutert werden.

Der Weg eines Produktes von der Idee über die Definitionsphase, die Baugruppen- und Prototypentwicklung bis zur Serieneinführung und Serienbetreuung wird verfolgt.

1. Einleitung

Unternehmensziel eines Schlepperherstellers sind die Fertigung und der Absatz von wettbewerbsfähigen, also modernen, kostengünstigen und zuverlässigen Fahrzeugen für die Landwirtschaft. Die Aufgabe des Entwicklungsbereiches besteht vor allem darin, die Entwicklung eines Fahrzeuges von der Produktidee bis zur Übergabe der Bauunterlagen an den Fertigungsbereich in möglichst kurzer Zeit, zu möglichst niedrigen Kosten und mit größtmöglicher Sicherheit hinsichtlich Fertigung und Betrieb des Produktes zu vollziehen.

Im folgenden soll ein Einblick in die Entwicklungsarbeit der Klöckner-Humboldt-Deutz AG, Köln, an modernen Schleppern und Systemfahrzeugen gegeben werden.

2. Entwicklungsablauf

Den schematisierten chronologischen Ablauf der Entwicklung zeigt Bild 1.

Die Marktforschung des Vertriebes und eine anwendungsorientierte Analyse der Produktplanung bilden mit dem an Gewicht zunehmenden Faktor "Vorschriften" die Basis des Lastenheftes.

Ein positiver Ausgang der nachfolgenden Studien auf der technischen und fertigungstechnischen Seite einerseits und des Vertriebes andererseits führt zur Entwicklungsfreigabe. Zu dieser Phase der Entwicklungsarbeit gehören bei Produkten mit hohem Neuheitsgrad die Überprüfung der erwarteten Funktionen im Einsatz mit Hilfe eines sogenannten Vorprototyps und bei allen Produkten Modellstudien, z.B. zu den Themen Formgestaltung und Umsturzverhalten, Bilder 2 und 3.

Vorgetragen auf der Jahrestagung der VDI-Fachgruppe < Landtechnik > am 15. Nov. 1973 in Braunschweig.

*) Dr.-Ing. Bert Breuer ist Leiter des Bereiches Produktführung Traktoren und Systemfahrzeuge der Klöckner-Humboldt-Deutz AG, Köln.

3. Organisation

Zur Erfüllung der genannten Aufgaben hat die Klöckner-Humboldt-Deutz AG dem Entwicklungsbereich Schlepper und Systemfahrzeuge eine Organisation gegeben, deren Struktur unterhalb der Vorstandsebene in Bild 4 dargestellt ist. Sie ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

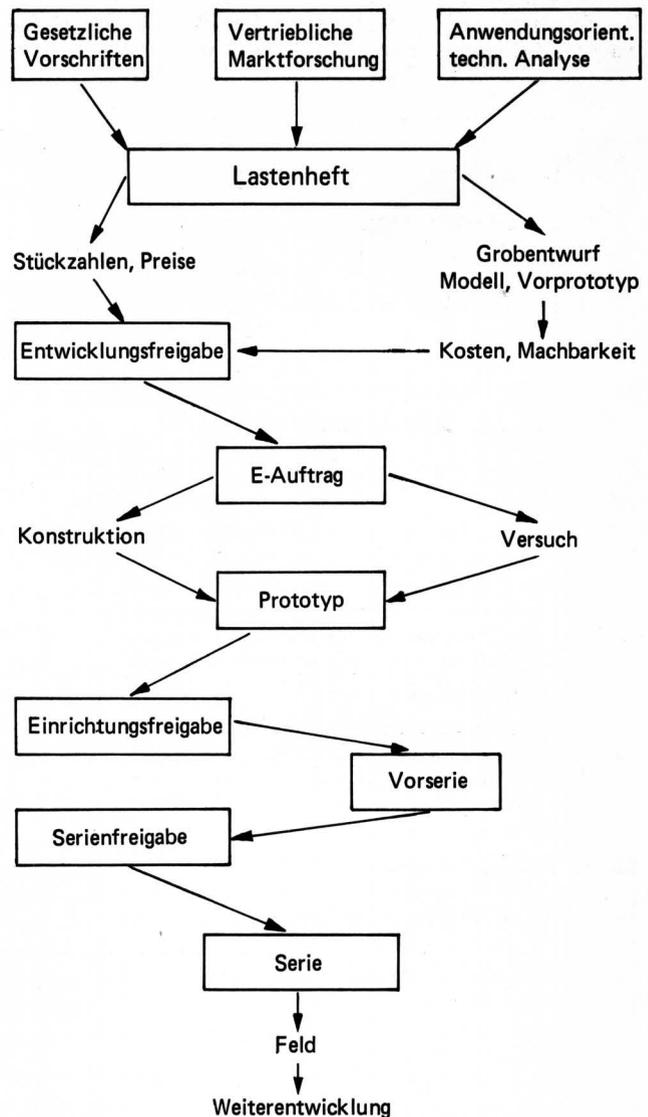


Bild 1. Schema des Entwicklungsablaufes.

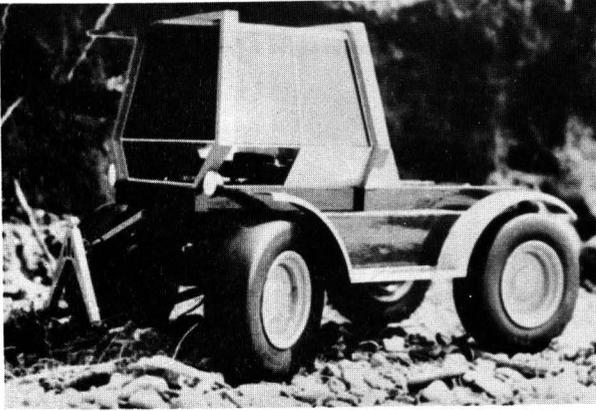


Bild 2. Modell 1 : 10 eines Systemfahrzeuges.

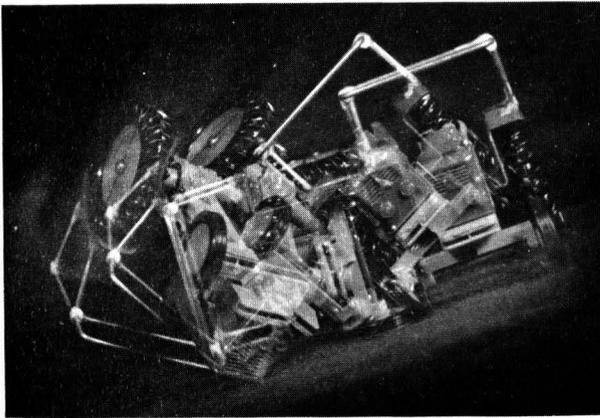


Bild 3. Umsturzstudie mit einem Schleppermodell 1 : 10.

Konstruktion und Versuch konzentrieren sich auf ihre fachliche Arbeit und werden von allen hierfür nicht notwendigen Management-Funktionen befreit. Diese werden in der sogenannten Produktführung konzentriert. Die Produktführung ist Partner aller internen und externen Stellen, die an dem Produkt mitwirken. Sie budgetiert und überwacht die Entwicklungskosten. Sie ist für das Produkt technisch verantwortlich. Sie erarbeitet auf der Grundlage des Lastenheftes das technische Konzept neuer Produkte und Baugruppen mit Hilfe einer Abteilung Vorentwicklung. Diese fertigt auch Studienarbeiten von grundsätzlichem Charakter – z.B. hinsichtlich der technischen Realisierung von Vorstellungen der Produktplanung – unter Einbeziehung erster Kostenanalysen an.

Die Produktführung veranlaßt die Arbeiten in Konstruktion und Versuch in Form von Entwicklungsaufträgen und betreut die Arbeit an den neuen Produkten mit Hilfe von Projektleitern, die jeweils ein Projekt in zentraler Federführung bis zum Serienanlauf führen. Zu diesem Zeitpunkt wird das Produkt von der Abteilung Serienbetreuung übernommen und von dieser ggf. weiterentwickelt.

Konstruktion und Versuch sind nicht produkt-, sondern baugruppenbezogen gegliedert. Dies schafft korrespondierende Abteilungen für das Gesamtfahrzeug und für seine Baugruppen, in denen Fachingenieure die Entwicklung einer Baugruppe des einen Produktes – z.B. des Getriebes eines Schleppers – mit dem Know-how aus der Entwicklung der gleichen Baugruppe eines anderen Produktes – evtl. des Getriebes eines Flugzeuges – befruchten.

Als Beispiel hierfür zeigt Bild 5 Getriebe des Unternehmensbereiches Luftfahrtgeräte auf einem Leistungsprüfstand der Abteilung Triebwerkversuch, deren Hauptaufgabe die Versuchsarbeit an Schleppertriebwerken ist. Für diese Arbeit ziehen die Ingenieure der Abteilung Schlepperversuch großen Nutzen aus den anspruchsvollen Spezifikationen der Flugzeugteile-Entwicklung.

4. Entwicklungsführung

4.1 Baugruppenentwicklung

Nach Erteilung der Entwicklungsfreigabe müssen beim Verfolgen eines Ablaufplanes vor allem entwicklungs- und investitionsintensive oder für die Fertigung terminbestimmende Baugruppen möglichst schon vor ihrem Zusammenfügen zum Fahrzeugprototyp durch Versuchsarbeit rasch funktionssicher gemacht werden.

Voraussetzung für eine den Ansprüchen genügende, zeittraffende und kostensparende Erprobung ist die Kenntnis der im Betrieb auftretenden Beanspruchungen, deren Ermittlung deshalb ein entsprechender Anteil der Entwicklungskapazität gewidmet wird, vgl. Bild 6.

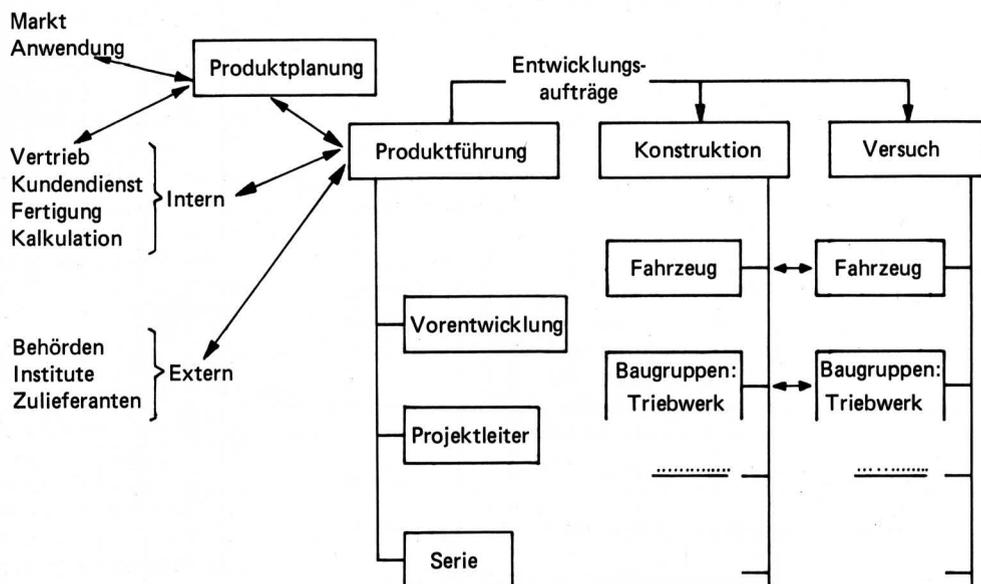


Bild 4. Organisation des Entwicklungsbereiches.

Aus den Betriebsbeanspruchungen ergeben sich die Lastannahmen für dynamische und statische Prüfungen, so z.B. für Spannungsuntersuchungen an einem Fahrzeugrahmen oder Verformungsmessungen an Teilen des Schleppertriebwerkes bei gleichzeitiger Einwirkung einer sogenannten Brückenlast an der Hinterachse und eines Drehmomentes, Bild 7.

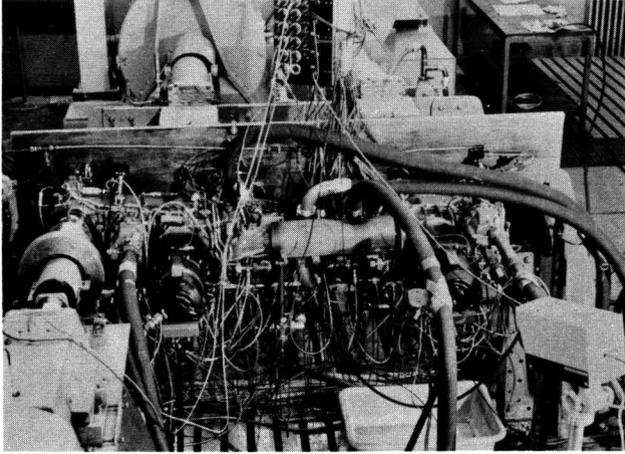


Bild 5. Flugzeuggetriebe auf dem Leistungsprüfstand.

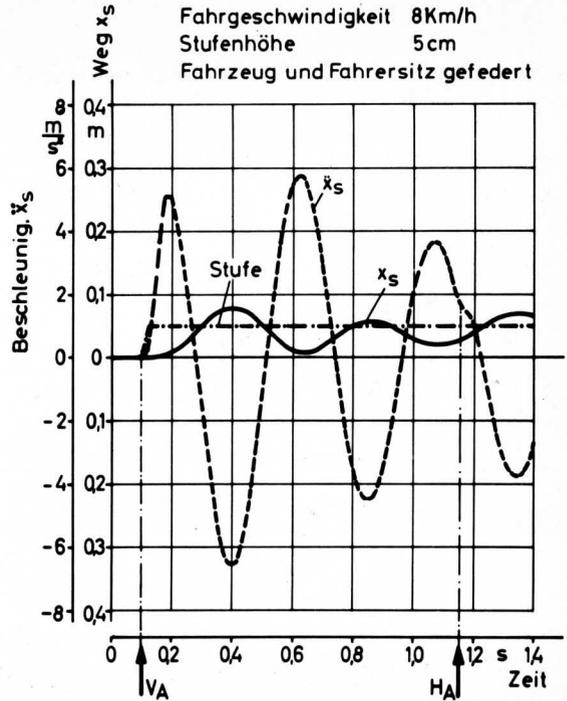


Bild 8. Berechnete Werte des Weges und der Beschleunigung an einem Fahrersitz bei Überfahren einer Stufe.

V_A : Vorderachse fährt auf die Stufe
 H_A : Hinterachse fährt auf die Stufe

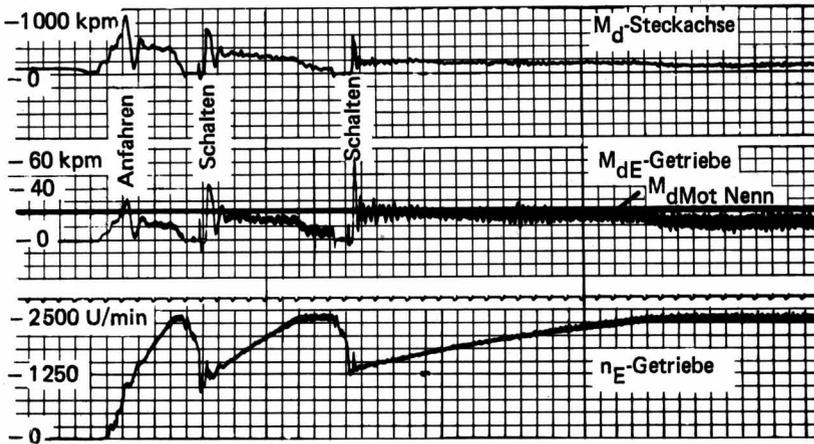


Bild 6. Zeitlicher Verlauf der Drehmomente an der Steckachse und am Getriebeeingang sowie der Drehzahl am Getriebeeingang beim Anfahrvorgang eines Schleppers.

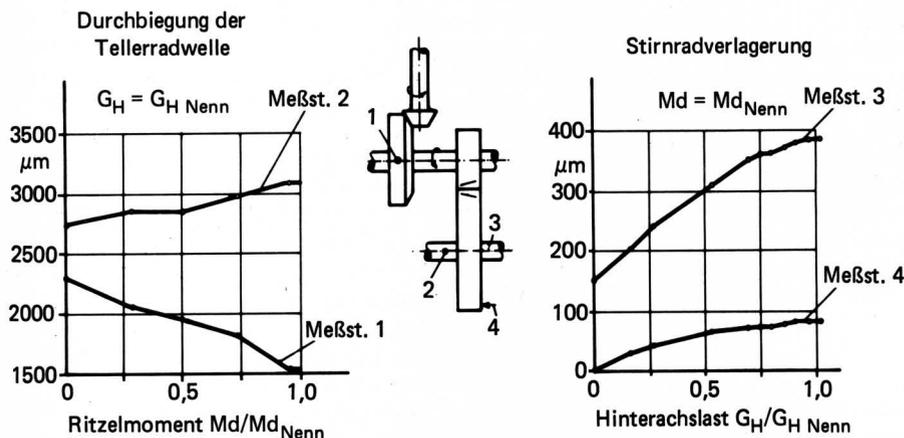


Bild 7. Verformungen von Teilen des Schleppertriebwerkes bei unterschiedlicher Belastung.

Solche manchmal sehr einfachen Untersuchungen geben dem Konstrukteur wichtige Hinweise für die betriebslastengerechte Ausführung der Teile, z.B. durch eine entsprechende Korrektur an der Verzahnung des Getriebes.

In dieser Phase der Entwicklung der Baugruppen spielt der Computer eine wichtige Rolle als Hilfsmittel bei Optimierungsaufgaben oder zur Vorausberechnung komplexer Systeme. Als Beispiel aus diesem Bereich ist in Bild 8 das Ergebnis einer Berechnung zum Übertragungsverhalten des Fahrersitzes dargestellt.

Bei der Durchführung von Versuchen steht heute nicht die kostspielige, von Spezialisten erworbene Einrichtung im Vordergrund. Auch darf sich der Versuchsingenieur nicht auf die bloße Ausführung eines vom Konstrukteur erteilten Auftrages beschränken. Er ist vielmehr

Mitentwickler, der an der Gestaltung des Produktes von Anfang an mitwirkt. Es wird von ihm erwartet, daß er seine Arbeit mit Kreativität und Pfliggkeit mit Hilfe von jeweils möglichst einfachen Einrichtungen durchführt. Hierfür möge die Dauerprüfung eines Fahrersitzes, Bild 9, oder die Erstellung eines Trommel-Brems- und Leistungsprüfstandes unter Verwendung sonst zu verschrottender Versuchsteile, Bild 10, Beispiel sein.

Besonderer Aufmerksamkeit bedürfen in aller Regel diejenigen Baugruppen, die von Zulieferanten bezogen werden. Hier ist der eigene Entwicklungsaufwand leider nicht nur dann groß, wenn sich die spärliche Versuchskapazität des Zulieferanten in der Preiswürdigkeit des Produktes niederschlägt. Der Abnehmer größerer Stückzahlen leistet hier oft

Entwicklungsarbeit, auch bei der Bereinigung von Serienproblemen, deren Ergebnis über den Zulieferanten auch den mit einer weniger leistungsfähigen Entwicklung ausgestatteten Wettbewerbern zugute kommt.

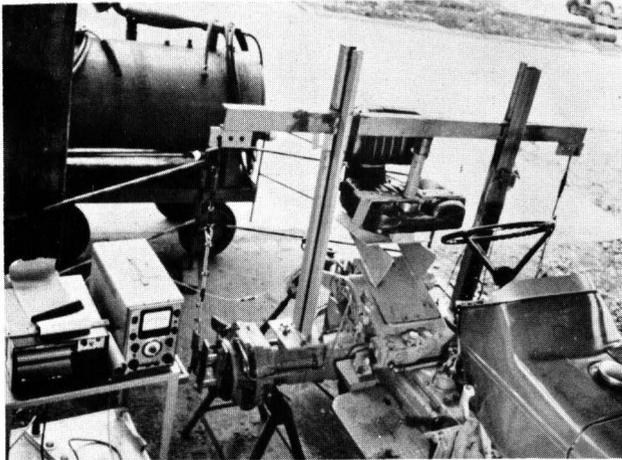


Bild 9. Dauerprüfung eines Fahrersitzes. Die Schwingbewegung wird über ein Querjoch erzeugt, das von im Hub verstellbaren, an den Radnaben angeordneten Kurbeln bewegt wird.

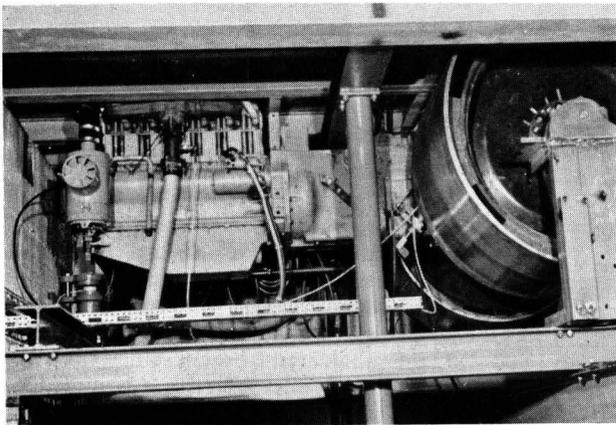


Bild 10. Trommelprüfstand für Leistungs- und Brems-/Schleppversuche (Verbrennungsmotor als Arbeits- bzw. als Kraftmaschine) in Unterfluranordnung auf der Basis eines Schleppertriebwerkes.

Bild 11 zeigt einen Prüfstand für die Dauerprüfung von Hydraulikpumpen in Drillingsanordnung.

In der Zeit bis zur Erstellung des Prototypfahrzeuges stützt sich die Konstruktion bei der Lösung von Fragen des Gesamtfahrzeuges auf ein sogenanntes konstruktionsbegleitendes 1:1-Modell. Dieses entsteht im Musterbau, teilweise in Holz und Kunststoff, teilweise in Metall. An ihm werden Probleme der Formgestaltung und Ergonomie, komplizierte räumliche Fragen und Fragen des Zusammenwirkens von Baugruppen – z.B. die Luftführung des Motors – studiert bzw. geklärt. Außerdem wird spätestens zu diesem Zeitpunkt der Technische Überwachungsverein als Gutachter des Kraftfahrtbundesamtes erstmals mit dem neuen Produkt bekanntgemacht.

4.2 Prototypfahrzeug

Ein entscheidender Punkt im Ablauf der Entwicklung ist die Montage des ersten Prototypfahrzeuges in der Regie der Versuchsabteilung. Schon hier werden für die Entwicklung, die Fertigung und den Kundendienst wertvolle Erkenntnisse gewonnen.

Der Schwerpunkt der Erprobung von Prototypfahrzeugen liegt bei der Prüfung des Zusammenwirkens aller Baugruppen im Gesamtverbund. Beispiele hierfür sind das Kaltstartverhalten, **Bild 12**, und die Prüfung auf Umsturzsicherheit, **Bild 13**.

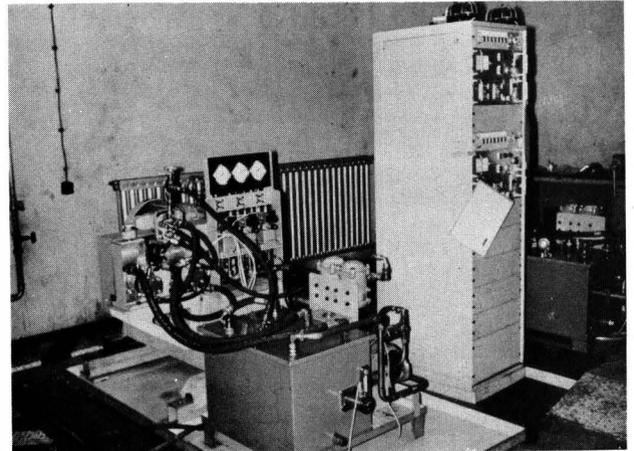


Bild 11. Prüfstand für die gleichzeitige Dauerprüfung von 3 Hydraulikpumpen.

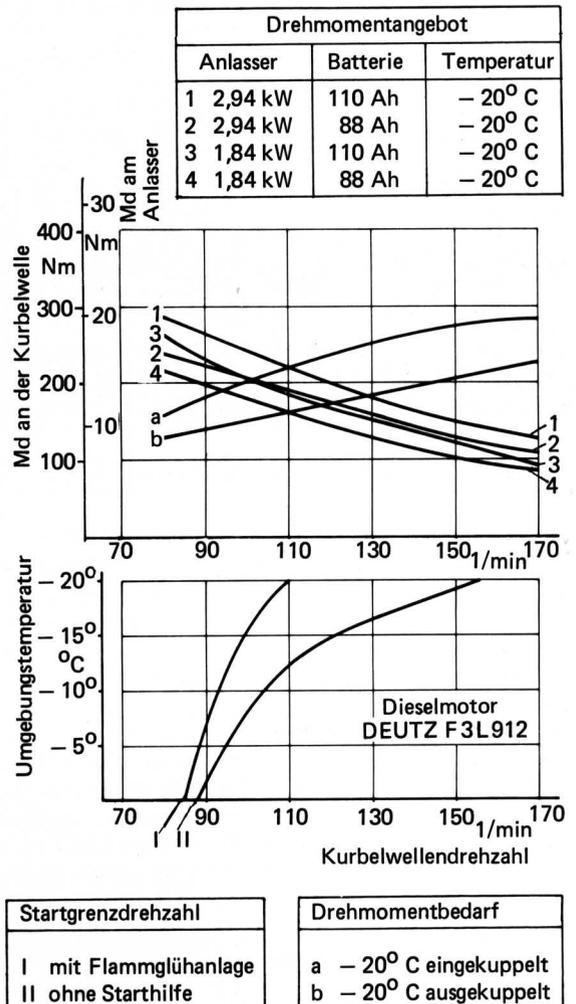


Bild 12. Kaltstartkennfeld.

Auf dem Gebiet der Umsturz-sicherheit wird bei der Entwicklung angestrebt, den hohen Versuchsaufwand (u.a. Pendelschlag-Anlage) durch bessere Vorausberechnung des Verhaltens der energieaufnehmenden Teile des Fahrzeuges zu verringern.

Geltende und in der Zukunft zu erwartende Vorschriften – Umsturz-sicherheit, Geräusch – bewirken einen immer größer werdenden Aufwand bei der Entwicklung und am Produkt selbst, dessen Kosten der Betreiber zu tragen hat. Außerdem können sie die Entwicklung zukünftiger Fahrzeuge ganz maßgeblich beeinflussen, u.U. in falscher Richtung, wenn sie über das Ziel hinaus-schießen. Beispiele von sich widersprechenden Anforderungen aus dem Bereich Personenkraftwagen sind:

- Abgasreinheit – Wirtschaftlichkeit
- Sicherheit – Kosten-Nutzen-Verhältnis.

Für den Bereich des Umsturzschutzes an Schleppern ergibt sich ein gewisser Widerspruch durch die neue OECD-Vorschrift, nach der die Pendelschlagenergie dem Quadrat des Radstandes proportional sein soll. Es wird hierdurch die Entwicklung von Fahrzeugen nahegelegt, die einen kleinen Radstand und eine entsprechend geringere Sicherheit gegen einen Umschlag nach hinten haben.

Die Schlepperindustrie muß sich z.Zt. mit einer Vielzahl von Vorschlägen auseinandersetzen, die in OECD, EG, ISO, BVLBG und anderen Gremien diskutiert werden, und muß die legislativen Gremien aufrufen, bald einheitliche Vorschriften zu erlassen, damit sie beizeiten an ihrer Erfüllung arbeiten kann.

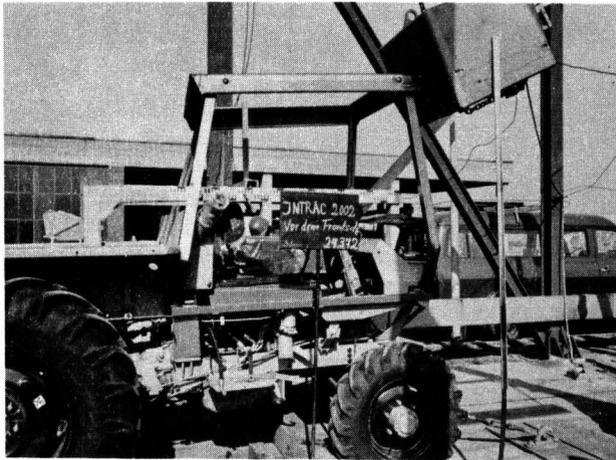


Bild 13. Pendelschlagtest einer Umsturzschutzvorrichtung.

In Versuchen mit dem Prototypfahrzeug zeigt sich, ob voraus-rechnete und an ausgeführten Bauteilen gemessene Einzelfunk-tionen in der gewünschten Weise zur Gesamtfunktion beitragen. Ob z.B. die in Bild 14 aufgetragene Drosselkennlinie eines Bausteins der automatischen Getriebesteuerung einer hydrostatischen Kraft-übertragung das Fahrverhalten eines Systemfahrzeuges bei kombi-nierter Zapfwellen- und Zugbelastung in richtiger Weise beeinflusst, wird in Fahrversuchen mit dem Prototypfahrzeug, Bild 15 Mitte, bei Simulation einer variablen Zapfwellenlast durch ein geschobe-nes Fahrzeug (Motorbremse über Zapfwelle) und einer variablen Zuglast durch ein gezogenes Fahrzeug (Motorbremse über Getrie-be) überprüft. Alle Meßdaten werden in einem Meßwagen am Ende des Zuges registriert.

Mit dem Einsatz von Prototypfahrzeugen durch die eigene Ver-suchsabteilung oder auch in der Hand ausgewählter Kunden, Bilder 16, 17 und 18, werden noch vorhandene Lücken aufgedeckt und geschlossen – z.B. bei der Geräteabstimmung, Verbesserung von Wartung und Reparatur, Abstellen bisher nicht erkannter tech-nischer Mängel, Kundenwünsche. Der erfolgreiche Einsatz der Pro-typtypfahrzeug führt mit der Abgabe der Bauunterlagen an die Fertigung zur Einrichtungs-freigabe für die Serie.

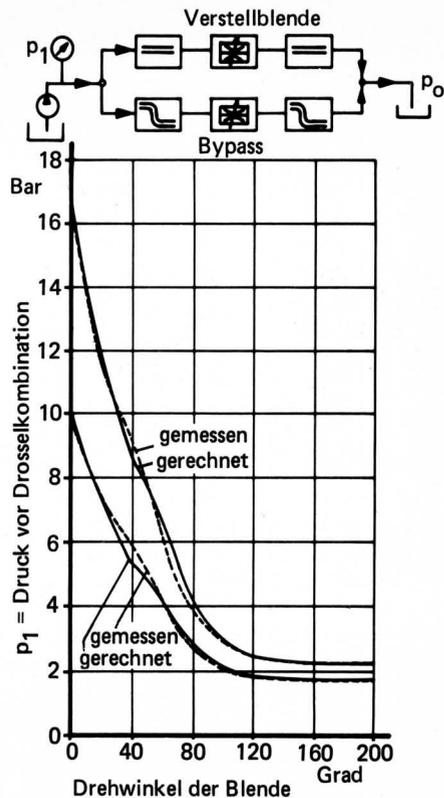


Bild 14. Kennlinie einer Verstellblende in der automatischen Steuerung eines hydrostatischen Getriebes.

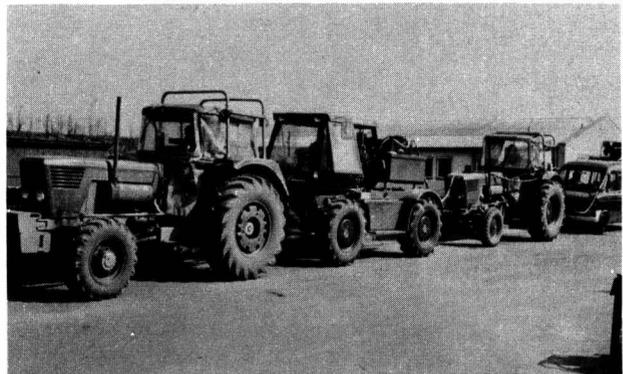


Bild 15. Meßzug bei der Prüfung des Prototypfahrzeuges durch variable Zug- und Zapfwellenlasten.



Bild 16. Systemfahrzeug INTRAC 2002 (37,5 kW) mit Schneeschleuder.



Bild 17. Systemfahrzeug INTRAC 2005 (68,5 kW) bei der Getreideaussaat.



Bild 18. Systemfahrzeug INTRAC 2005 beim Rübentransport mit Kipp-Aufsattelanhängen.

4.3 Vorserienfahrzeuge

Die ersten Fahrzeuge aus den Serienwerkzeugen, die sogenannte Vorserie oder Nullserie, vgl. Bild 1, dienen vorwiegend in der Abteilung Fertigung zu Studien der Fertigungsverfahren. Die Techniker können an diesen Fahrzeugen diejenigen Mängel erkennen, die von den Einflußgrößen Serienwerkzeuge (u.a. geänderte Toleranzen) und Serienmontage herrühren. Den Abteilungen Fertigung und Vertrieb sowie dem technischen Kundendienst wird in dieser Phase die während der Entwicklung gewonnene Produktkenntnis – z.B. durch Beteiligung erfahrener Versuchsmonteur an der Montage der ersten Serienfahrzeuge – möglichst vollständig übertragen.

4.4 Serienfahrzeuge

An Produkten aus der Serie gewinnt die Entwicklungsabteilung die für die Weiterentwicklung benötigten Informationen bezüglich der Fertigung und der Bewährung im Einsatz. Bei der Beseitigung von Qualitätsmängeln, die mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung erfaßt, geordnet und aufbereitet werden, ist die manchmal schwierige Frage zu beantworten, ob die Herstellung oder der technische Sollzustand fehlerhaft ist.

Zur permanenten Qualitätssicherung und Produktverbesserung sind besonders periodische umfassende Prüfungen geeignet. Diese werden von der Versuchsabteilung im Auftrag der Qualitätskontrolle durchgeführt und erfassen von der Qualitätskontrolle abgenommene Serienfahrzeuge, die einer von der Versuchsabteilung und der Qualitätskontrolle gemeinsam erarbeiteten Prüfprozedur – z.B. auf einer Hindernisbahn, **Bild 19** – unterworfen werden. Auch das Erfassen und Auswerten der sogenannten Langzeitschäden – dies sind Schäden außerhalb der Garanzzeit – gehören zu diesem wichtigen Bereich.



Bild 19. Prüfung eines Schleppers mit schwerem Anbaugerät auf der Hindernisbahn.

5. Zusammenfassung

Zusammenfassend lassen sich die Hauptmerkmale der Entwicklungsarbeit an Schleppern wie folgt beschreiben:

1. Präzise Definition des Zielwertes nach technischem Inhalt, Termin, Kosten der Entwicklung und Herstellung.
2. Durchführung der Entwicklung in einer durch Produktplanung und Produktführung einerseits und ausführende Abteilungen für Konstruktion und Versuch andererseits gekennzeichneten Organisation des technischen Bereiches.
3. Einsatz moderner, aber möglichst kostengünstiger und zeitsparender Mittel und Methoden.
4. Betreuung und Verfolgung des Produktes bis weit über den Serienanlauf hinaus besonders mit dem Ziel, die Qualität zu sichern und Informationen zur weiteren Entwicklung zu sammeln.