

Verbesserte Entwicklungsplanung und Entwicklungssteuerung in der Serienfertigung

Von Joachim Paul, Bad Oldesloe*)

Professor Dr.-Ing. Hans Jürgen Matthies zum 60. Geburtstag

DK 65.012.2

Für die termin- und kostengerechte Planung des Konstruktionsbereiches wird ein Planungssystem vorgestellt. Ausgehend von den wichtigsten Parametern für die Planung und Steuerung eines Entwicklungsprojektes von der Idee bis zur Serienfertigung eines Produktes wird im ersten Schritt ein manuell einsetzbares System definiert. Anschließend wird ein EDV-orientiertes System vorgestellt, das durch schnellere Informationsverarbeitung in der Praxis effektiver nutzbar ist.

1. Einleitung – in zusammenfassender Darstellung

Der vorliegende Beitrag soll zeigen, wie durch systematische Vorgehensweise und Anwendung von Planungssystemen auf manueller Basis und im Anschluß daran durch Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung Termine und Kapazitätsbelastung im Entwicklungsbereich transparent und damit besser steuerbar gemacht werden können.

Das manuelle Planungsverfahren wird seit 1974 im Entwicklungsbereich der Hako-Werke, Bad Oldesloe, erfolgreich eingesetzt. Ein EDV-orientiertes Planungssystem befindet sich z.Zt. noch in einer längeren Testphase.

Die Hako-Werke sind ein mittleres Maschinenbauunternehmen mit etwa 1000 Mitarbeitern, von denen 50 Mitarbeiter im Entwicklungsbereich arbeiten. Das Produktionsprogramm umfaßt Motorgereäte für die Betriebsreinigung und die Grundstückspflege, die in Klein- und Mittelserie gefertigt werden.

2. Manuelles Planungssystem

2.1 Der Ablaufplan

Der Terminplanung liegt ein Ablaufplan des Entwicklungsprojektes, Bild 1, zugrunde. Dieser Ablaufplan orientiert sich an Vorschlägen [1, 2], die auf die Belange des Unternehmens zugeschnitten wurden. Voraussetzung für eine erfolgreiche Planung eines Objektes ist die möglichst klare Aufgabenstellung, zu der ein Produktplan, Bild 2, und eine den Produktplan ergänzende Anforderungsliste in fast allen Fällen dringend erforderlich sind.

Wesentlich für die Steuerung eines Entwicklungsprojektes sind die jeweiligen Freigaben (Bild 1) für die nacheinander abzuarbeitenden Bearbeitungsphasen: Entwerfen, Konzipieren, Konstruieren und Serienbetreuung. Bei jeder dieser Freigaben muß festgestellt werden, ob das bis dahin erarbeitete Konzept bzw. der erreichte Projektstand mit den vorgegebenen Zielvorstellungen in

Einklang stehen. Treten Diskrepanzen auf, so muß klar entschieden werden, welche Änderungen sinnvoll sind oder ob schlimmstenfalls das Projekt frühzeitig abgebrochen werden muß. Diese Freigaben sind sogenannte Meilensteine im Ablauf eines Projektes und werden zunächst als feste Termine vorgegeben. Jede Freigabe sollte mit der Beteiligung aller betroffenen Bereiche des Unternehmens erfolgen.

Mit der Konstruktionsfreigabe tritt das Projekt aus dem Verantwortungsbereich der Entwicklung in die Phase der Serienvorbereitung und damit in den Bereich der Fertigung ein.

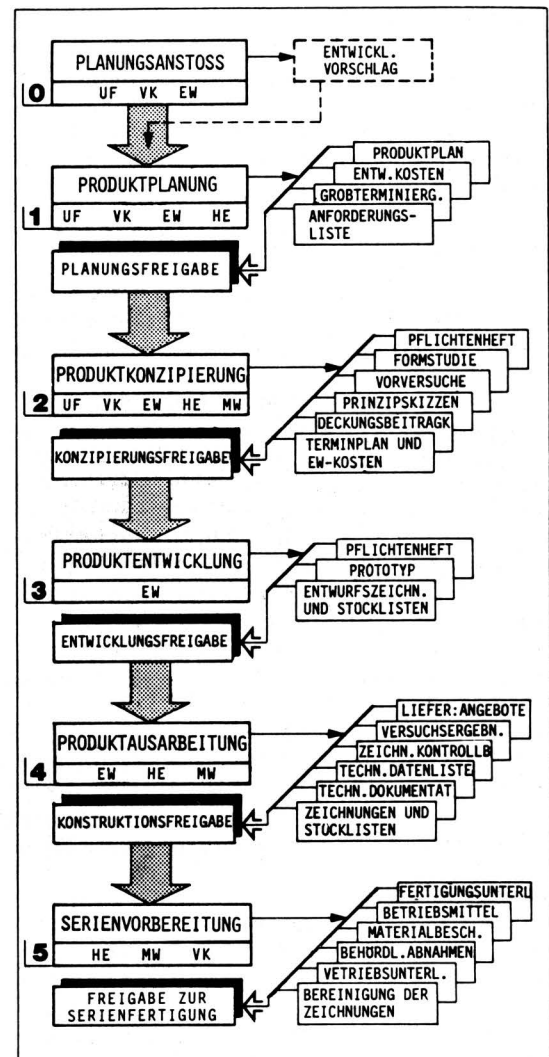


Bild 1. Ablaufplan eines Entwicklungsprojektes.

*) Dr.-Ing. J. Paul war von 1966 bis 1973 Mitarbeiter von Herrn Prof. Dr.-Ing. H.J. Matthies am Institut für Landmaschinen der TU Braunschweig; er ist seit 1973 Hauptabteilungsleiter des Bereiches Entwicklung der Hako-Werke, Bad Oldesloe.

PRODUKTPLAN	GEPROBT UND GENEHMIGT			
	UF	VK	EW	HE
1. PRODUKT- UND FUNKTIONSDEFINITION:				
2. DEFINITION DES ANBAUPROGRAMMES:				
3. QUALITÄTSANFORDERUNG:				
4. MARKTANALYSE:				
5. STAND DER TECHNIK:				
6. AMTLICHE PRÜFUNGEN, VORSCHRIFTEN, RICHTLINIEN IN- UND AUSLAND, NORMEN:				
7. ZUKUNFTSENTWICKLUNGEN:				
8. TERMINE:				
9. GRÖSSEN UND LEBENSDAUER:		10. HERSTELLKOSTEN:		11. ENTWICKLUNGSKOSTEN:
12. PRIORITÄT ZU LAUFENDEN AUFTRÄGEN:				AUFTRAGS-NR.:

Bild 2. Produktplan – Formular.

2.2 Die Planungsparameter

Zur Ermittlung des Gesamtumfanges eines neu zu planenden Entwicklungsprojektes werden folgende Parameter berücksichtigt:

- Projektstruktur
- Konstruktionsart
- firmenspezifische Planwerte.

Die Projektstruktur umfaßt sowohl Baugruppen des neu zu entwickelnden Projektes als auch projektbezogene Tätigkeiten wie beispielsweise die Erstellung der Anforderungsliste.

Im Regelfall besteht ein Produkt aus 10 bis 20 Baugruppen, wobei die Baugruppen beispielsweise Funktionen wie Antriebsmotor, Fahrtrieb, Lenkung und Rahmen umfassen.

Der Entwicklungsaufwand für eine Baugruppe ist von der Konstruktionsart abhängig. Unterschieden werden die Konstruktionsarten:

- Neukonstruktion
- Anpassungskonstruktion und
- Variantenkonstruktion.

Bei der Neukonstruktion ist das Funktionsprinzip der Baugruppe neu, bei der Anpassungskonstruktion kann ein bekanntes in einem früheren Projekt benutztes Funktionsprinzip durch veränderte Abmessungen zu einem neuen Produkt führen. Eine Variantenkonstruktion liegt vor, wenn beispielsweise bei einer Motorgruppe ein Viertaktmotor gegen einen Zweitaktmotor ausgetauscht wird, wobei nur kleinere Anpassungsarbeiten notwendig sind. Eigene Untersuchungen im Unternehmen haben gezeigt, daß bei bereits abgeschlossenen Projekten eine Ermittlung des Zeichnungsumfanges der Baugruppen eines Projektes aufgrund der für die Fertigung notwendigen Zeichnungen leicht möglich ist. Um zu einer mengenmäßigen Aussage zu kommen, wurden alle Zeichnungsformate in das Standardformat DIN A4 umgerechnet. Dabei ergibt eine Zusammenstellungszeichnung des Formates DIN A0 beispielsweise 16 Zeichnungen vom Format DIN A4. Aus der Summe aller für das Projekt notwendigen Konstruktions- und Versuchszeiten lassen sich nun Planwerte finden, die eine Aussage über den für die Erstellung eines Standardformates DIN A4 erforderlichen Zeitaufwand darstellen.

In Bild 3 sind diese aus 60 abgewickelten Projekten ermittelten Planwerte des Zeitaufwandes pro Standardformat DIN A4 für die drei Konstruktionsarten dargestellt. Der Aufwand im Versuch und in der Konstruktion sind getrennt wiedergegeben. In der Konstruktion liegt der Aufwand etwa 20 % höher als im Versuch. Für die Neukonstruktion wurden im Durchschnitt 8 Stunden pro Zeichnung des Formates DIN A4 benötigt, für die Anpassungskonstruktion waren es 6 Stunden und für die Variantenkonstruktion schließlich 2 Stunden.

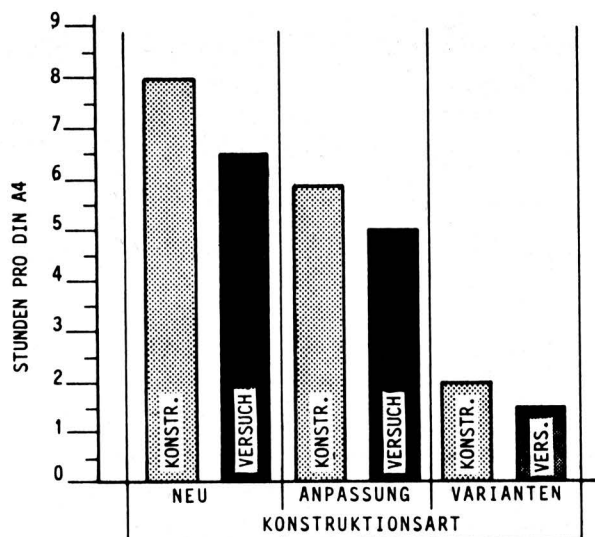


Bild 3. Zeitaufwand für die Erstellung einer Zeichnung im Format DIN A4.

Nach dieser relativ groben ersten Planwertermittlung für die gesamte Projekterstellung wurden verfeinerte Planwerte definiert. Diese beinhalten die jeweilige Bearbeitungsphase und sind baugruppenbezogen. Sie sind in einem Plandatenkatalog erfaßt, der sämtliche Produktgruppen des bisherigen Fertigungsprogramms, ihre Hauptbaugruppen und die pro Bearbeitungsphase benötigten Arbeitszeiten, getrennt nach Konstruktionsart und Tätigkeit, enthält. Dieser Plandatenkatalog wird durch die Auswertung aktueller z.Zt. laufender Projekte ergänzt und berichtigt.

2.3 Ermittlung des Gesamtumfanges eines Entwicklungsauftrages

Wie bereits angedeutet, wird der Gesamtumfang eines Entwicklungsauftrages aufgrund der ausführlichen Aufgabenstellung und mit Hilfe des Plandatenkataloges ermittelt. Dabei werden einerseits die bereits erläuterten Baugruppen, andererseits Tätigkeiten wie die Erstellung des Pflichtenheftes, der Technische-Daten-Liste, die Funktions- und Dauererprobung, sowie die für den Prototypenbau benötigten voraussichtlichen Versuchszeiten berücksichtigt. Hierzu wird ein sogenannter Standard-Netzplan, Bild 4, verwendet, der für den Ablauf des Projektes, getrennt nach "Konzipieren", "Entwickeln", "Konstruieren" und "Vorserienbetreuung" sowie nach Tätigkeiten und Baugruppen, in Form einer Matrix aufgebaut ist.

Für die einzelnen Bearbeitungsphasen wird nach Tätigkeitsart: Konstruieren, Zeichnen, Bauen, Erproben, Normung und Freigabe unterschieden. Diese im Vergleich zur ersten Plandaten-erfassung sehr viel feinere Aufgliederung eines Projektes ermöglicht eine größere Genauigkeit dann, wenn für diese einzelnen Aktivitäten bereits Plandaten vorliegen. Andernfalls sind diese Aktivitäten in Bezug auf ihren wahrscheinlichen Bearbeitungsumfang einzeln zu schätzen.

Die Summe aller Bearbeitungsschritte, ausgedrückt in Bearbeitungsstunden, ergibt den Gesamtzeitaufwand für das neu zu entwickelnde Produkt. Bereits mit dieser Methode der baugruppenweisen Einzelermittlung des Entwicklungsaufwandes und damit der Aufsummierung einer Vielzahl von Schätzungen zum Gesamtaufwand wird nach dem bekannten statistischen Gesetz der großen Zahl eine erheblich verbesserte Planungsgenauigkeit erreicht. Dadurch ist eine wesentliche Voraussetzung für die realistische Planung des Projektes gegeben.

HAKOTERM		AUFTRAGS-NR.: 01-										BENENNUNG:									
STANDARD-NETZ 00-6200		PLAN		KONZIPIEREN 1					ENTWICKELN 2					KONSTRUIEREN 3							
GR.-NR.	FREIG.	KON	ZEI	BAU	ERPR	NORM	FREIG.	KON	ZEI	BAU	ERPR	NORM	FREIG.	KON	ZEI	BAU	ERPR	NORM			
	9	1	2	3	4	5	9	1	2	3	4	5	9	1	2	3	4	5			
Pflichtenheft	01		6211																		
Technische Datenliste	02														6231			6234	6235		
Farbgebung/Beschriftung	03														6231	6232			6235		
Funktions-u. Dauererprobung	06										6224										
VES-Erprobungsliste	07										6224										
Teilefertigung für ZKB	08																6233				
Betreuung/Vorserie	10																				
Rahmen	12		6211	6212					6221	6222	6223	6224		6231	6232				6235		
Elektrische Batterieantr.	26		6211	6212					6221	6222	6223	6224		6231	6232				6235		
Holmlenkung	39		6211	6212					6221	6222	6223	6224		6231	6232				6235		
Kehrwalze mit Antrieb	70		6211	6212					6221	6222	6223	6224		6231	6232				6235		
Seitenbesen m. Antrieb	71		6211	6212					6221	6222	6223	6224		6231	6232				6235		
Schmutzbehälter	74		6211	6212					6221	6222	6223	6224		6231	6232				6235		
Sauggebläse/Staubabsaug.	76		6211	6212					6221	6222	6223	6224		6231	6232				6235		
Fertigmeldung Sach-Nr.	999		6211	6212					6221	6222	6223	6224		6231	6232	6233	6234	6235			
Fertigmeldung Meilenstein		6209						6219						6229							

Bild 4. Ausschnitt aus dem Standard-Netz für Entwicklungsprojekte.

2.4 Terminierung des Projektes

Aus der Zuordnung des Gesamtaufwandes zu der für das Projekt vorgesehenen Kapazität, d.h. Anzahl der Mitarbeiter für die verschiedenen Bearbeitungsphasen, ergibt sich die Gesamtbearbeitungsdauer des Projektes.

Bereits jetzt wird man feststellen, daß das neue Projekt zu Engpafsituationen infolge bereits laufender Entwicklungsprojekte führen wird. Eine kapazitätsgerechte Planung wird in den meisten Fällen notwendig sein, da der Einsatz zusätzlicher Mitarbeiter häufig nicht möglich ist.

Es wird ein iteratives Vorgehen einsetzen müssen, wobei durch realistische Kapazitätsbelegung neue von den ursprünglichen Wunschterminen abweichende Fertigstellungstermine erkennbar werden. Bereits zu diesem Zeitpunkt muß entschieden werden, welche Planungsparameter geändert werden können oder müssen, um die Erreichung strategischer Unternehmensziele nicht zu gefährden.

Diese Entscheidungen führen dann, unter Berücksichtigung der vorliegenden Planung, zu Terminplanübersichten, die laufend aktualisiert werden müssen und die wesentliche Basis für Abstimmungsgespräche mit allen beteiligten Bereichen des Unternehmens bilden. Diese Abstimmungsgespräche sollten regelmäßig in einem Abstand von etwa einem Monat erfolgen.

2.5 Die Rückmeldung

Eine Aussage über den bei der Bearbeitung eines Projektes erreichten Stand ist nur durch eine kontinuierliche Rückmeldung möglich. Hierzu ist ein entsprechendes Formular "Tätigkeitsnachweis", Bild 5, vorgesehen.

2.6 Nachteile des manuellen Planungsverfahrens

Der Einsatz manueller Planungsverfahren ist mit Erfolg so lange möglich, wie die zu bearbeitenden Datenmengen schnell bewältigt und zu aktuellen Terminübersichten bearbeitet werden können. Läßt die Komplexität eines einzelnen Projektablaufes trotz der Vielzahl der Planungsparameter noch eine erfolgreiche manuelle Terminplanerstellung zu, so wird der Planungsaufwand bei mehreren gleichzeitigen auch zeitlich zueinander verschobenen Projekten sehr groß. In der Praxis zeigen sich folgende Nachteile:

- Bei der Parallelbearbeitung mehrerer Aufträge in unterschiedlichen Abteilungen werden oft Engpässe bei der Bearbeitung dieser Aufträge in nachgeschalteten Abteilungen und Bereichen nicht ausreichend erkannt, weil eine Verdichtung aller Informationen mit manuellen Verfahren kaum möglich ist.
- Die Information über die verschiedenen Projekte ist infolge der Schwerfälligkeit der Bearbeitung aller projektbezogenen Daten oft nicht genügend aktuell.
- Die terminplanmäßige Verarbeitung neuer Überlegungen im Hinblick auf:
Veränderung der Priorität, Veränderung des Umfangs des Projektes durch geänderte Aufgabenstellung und größere Anzahl von Projekten führen häufig zu völlig neuen Terminalsituationen. Für diese können neue aktuelle Terminplanübersichten manuell nur mit außerordentlich hohem Aufwand erzeugt werden.

Diese Nachteile können bei gleicher Planungsphilosophie leicht durch den Einsatz eines EDV-orientierten Planungssystems, das dem Konstruktionsbereich und seinen im Vergleich zum Produktionsbereich anders gearteten Problemen gerecht wird, beseitigt werden.

Bild 7 zeigt einen Ausschnitt aus dem Netzplan, wie er für das EDV-orientierte Planungssystem aufbereitet wurde. Das Projekt beginnt nach der Planungsfreigabe, Kennziffer 099, mit der Konzipierung, die in die parallel und nacheinander angeordneten Arbeitsgänge: Konstruieren, Zeichnen, Beschaffen, Bauen gegliedert ist. So berücksichtigt das Planungssystem die im Konstruktionsprozeß häufige Parallelbearbeitung eines Projektes durch verschiedene Mitarbeiter, wobei eine strenge Vorgänger-Nachfolger-Zuordnung nicht möglich bzw. sinnvoll ist. Die zu unterschiedlichen Anfangsterminen (A) begonnenen Bearbeitungsschritte führen gemeinsam zum Endtermin (E), dem Meilenstein 199: Konzipierungsfreigabe.

Ähnlich stellen sich die folgenden Bearbeitungsphasen der Entwicklung und der Konstruktion dar.

Die aktuellen Rückmeldungen beinhalten die Zeitnachweise der einzelnen Mitarbeiter sowie die Meldungen des voraussichtlichen Restaufwandes zur Fertigstellung einzelner Bearbeitungsschritte (Konzipieren, Entwickeln, Konstruieren) durch den Projektleiter.

Bei den Kapazitäten muß die Anzahl, die Tätigkeitsart und der Auslastungsgrad der am Projekt beteiligten Mitarbeiter eingegeben werden. Der Auslastungsgrad ist der prozentuale Anteil der Arbeitszeit, mit dem der einzelne Mitarbeiter projektbezogen arbeitet. Sämtliche anderen Tätigkeiten wie z.B. Betreuung von Änderungen, Serienbetreuung, Schulung, Informationsbeschaffung Urlaub und Krankheit werden als "sonstige Tätigkeiten" berücksichtigt.

Durch die bewußte Steuerung der sonstigen Tätigkeiten läßt sich der Auslastungsgrad erheblich beeinflussen. So kann beispielsweise die Einrichtung eines zentralen Änderungsdienstes im Konstruktionsbereich für die gesamte Serienbetreuung wirkungsvoller sein als die Bearbeitung der Änderungen parallel in allen Konstruktionsabteilungen.

Die Eingabe der kapazitätsbezogenen Daten umfaßt auch den Betriebskalender (Arbeitstage pro Planungsperiode).

Alle Ausgabeinformationen des EDV-unterstützten Planungssystems sind Listenbilder mit Soll-Ist-Vergleichen. Diese beziehen sich sowohl auf den Einzelauftrag (Aufwand-, Termin- und Kostenübersicht) als auch auf die Kapazitäten (Belastungs- und Belegungsübersicht einzelner Abteilungen).

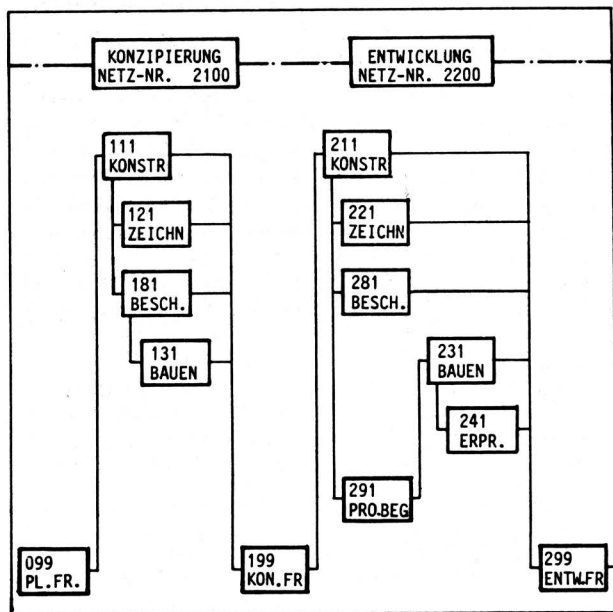


Bild 7. Netzplanausschnitt aus dem Projektablauf.

In Bild 8 ist der Soll-Ist-Vergleich eines Entwicklungsauftrages dargestellt. Aufgelistet sind die Arbeitsgänge und die Meilensteine, mit dem inzwischen angefallenen Bearbeitungsaufwand in Mannstunden sowie den geplanten und den erreichten Ist-Terminen. In stark komprimierter Form erhält der Projektleiter alle auftragsbezogenen Informationen und kann durch entsprechende Maßnahmen die termingerechte Abwicklung des Projektes frühzeitig beeinflussen.

Die in Bild 8 gezeigte Liste wird durch drei weitere Übersichten ergänzt:

- Soll-Ist-Vergleich der Kapazitätsbelastung
- Soll-Ist-Vergleich aufgelaufener und geplanter Kosten
- Terminübersicht aller im Bereich bearbeiteten Aufträge.

Werden mehrere Projekte in einer Abteilung gleichzeitig bearbeitet, so ist der Soll-Ist-Vergleich der Kapazitätsbelastung das wichtigste Arbeitsmittel für die Steuerung der Abteilung. Bei der Kapazitätsbelastung wird nach der Art des Auftrages zwischen erteilten, d.h. aktuellen Aufträgen, und Aufträgen, die in der Angebotsphase sind, unterschieden.

HAKOTERM	TERMINUEBERSICHT	EMPFÄNGER: EBERT
	LANGFRISTIG	STAND: 14.07.81
	T=TERMINPLANUNG	DRUCK: 27.07.81
S=SOLL	I=IST	SEITE: 01

TÄTIGKEITEN	AUSF. KAPAZIT.	MANN STD.	EIN- SATZ	TERMINE ANFANG-ENDE	WERK. TAGE	81 AUG SEP OKT
PROJEKT: 4001		116%		200881-310482	162	SSSSSSSS
ENTWICKLUNG		133%		270881-130582	168	TTTTTTTT
EINER KEHRMASCHINE		80%		200881-260881	5	II
VORGANG 111	50-1-02	466	90%	200881-150981	23	SSSS
KONZIPIER. BEYER				270881-300981	32	TTTT
KONSTRUIER.				200881-280881	5	II
VORGANG 121	50-2-01	219	80%	040981-031081	22	SSSS
KONZIPIER. PETERS				110981-101081	22	TTTT
ZEICHNEN						

Bild 8. Soll-Ist-Vergleich für Termine.

3.2 Anwendung der Planungsergebnisse von HAKOTERM

Die Ausgabeinformationen als wichtigstes Mittel zur Steuerung der Entwicklung können wöchentlich oder monatlich erstellt werden. Durch den Einsatz des EDV-unterstützten Planungssystems ist eine schnelle und daher kostengünstige Erstellung und eine hohe Aktualität gewährleistet.

Anhand dieser Informationshilfen sind alle im Planungsprozeß tätigen Mitarbeiter in der Lage, bei sich ergebenden Abweichungen sofort Vorschläge zur Erreichung der ursprünglichen Planung zu machen und entsprechende Maßnahmen einzuleiten. Darüberhinaus werden kurzfristige Aussagen bei Veränderung der Planungsparameter wie Auftragsumfang, Prioritätsänderung, Kapazitätsänderung und Terminänderung möglich.

Erst durch diese Entscheidungshilfen kann eine Optimierung von Entwicklungsabläufen im Entwicklungs- und Konstruktionsbereich erreicht werden, was als wesentliche Voraussetzung zur Vermeidung und zum Abbau von Engpässen anzusehen ist.

4. Zusammenfassung

Bereits vor Beginn der Projektbearbeitung lassen sich Engpaßsituationen im Entwicklungs- und Konstruktionsbereich durch eine frühzeitige, realistische Planung erkennen und durch geeignete Maßnahmen vermeiden.

Aufgrund der Grenzen des manuellen Planungsverfahrens war es notwendig, den Planungsprozeß durch ein EDV-orientiertes Planungssystem TERMIKON in einer firmenspezifischen Variante zu unterstützen.

Der wesentliche Rationalisierungsvorteil durch das EDV-Planungssystem ist darin zu sehen, daß:

- wichtige Entscheidungen bei Planabweichungen rechtzeitig getroffen werden können,
- sehr kostenintensive Maßnahmen in den nachfolgenden Bereichen wie Materialwirtschaft, Herstellung und Vertrieb vermieden werden,
- strategische Ziele des Gesamtunternehmens termingerecht erreicht werden können und
- das Planungssystem für den Entwicklungs- und Konstruktionsbereich schlagkräftig, d.h. aktuell, flexibel und leicht zu handhaben ist.

Wesentlich bei der Einführung eines Planungssystems im Entwicklungs- und Konstruktionsbereich ist die Beteiligung der planenden und ausführenden Mitarbeiter, damit psychologische Hemmnisse rechtzeitig erkannt und abgebaut werden können.

Schrifttum

Bücher sind durch ● gekennzeichnet

- [1] ● Pahl, G. und W. Beitz: Konstruktionslehre. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag 1977.
- [2] VDI-Richtlinie 2222, Blatt 1: Konzipieren technischer Produkte. Berlin/Köln: Beuth-Verlag 1977.
- [3] Reinking, J.: TERMIKON – Leistungsspektrum, Arbeitsweise und Benutzeranpassung. In: Warnecke, H.J., R. Hichert und A. Voegelé: Planung in Entwicklung und Konstruktion. Band 52 der Reihe Kontakt und Studium, Grafenau: Expert Verlag 1980.

Einrichtungen zur Kornabscheidung im Mähdrescher

Von Heinz Dieter Kutzbach und
Werner Hendrik Grobler, Stuttgart-Hohenheim*)

Professor Dr.-Ing. Hans Jürgen Matthies zum 60. Geburtstag

DK 631.354.2:631.361.025

Die Anforderungen an die Stofftrennung im Mähdrescher sind durch die Zunahme der Flächenerträge und einen vermehrten Anbau in Hanglagen stark angestiegen. Die heute im allgemeinen für die Korn-Stroh- und Korn-Spreu-Trennung verwendeten Trennelemente Hordenschüttler und Reinigung können wegen der festliegenden äußeren Mähdrescherabmessungen kaum noch vergrößert werden. Ihre Trennwirkung ist außerdem stark abhängig von der Neigung der Siebfläche. Eine deutliche Verbesserung der Stofftrennung im Mähdrescher wird deshalb vor allem aus der Entwicklung von Verfahren erwartet, die über die Fallbeschleunigung hinaus mit zusätzlichen Beschleunigungsfeldern arbeiten. Im vorliegenden Beitrag sind verschiedene für den Einsatz im Mähdrescher vorgeschlagene Bauformen zusammengestellt.

1. Einleitung

Im Mähdrescher wird das vom Schneidwerk abgeschnittene Erntegut zum Dreschaggregat gefördert und dort entkörnt. Aus dem Gemisch aus Körnern, Stroh, Ähreanteilen und Kurzstroh wird das Korn abgetrennt, wofür heute überwiegend Hordenschüttler und luftdurchströmte Schwingsiebe verwendet werden. In zwei Stufen werden dabei zuerst auf dem Schüttler die noch im Stroh verbliebenen Körner abgetrennt und dann auf dem Schwingsieb die auf dem Schüttler mitabgeschiedenen Nichtkornbestandteile entfernt.

*) Prof. Dr.-Ing. H.D. Kutzbach war von 1967 bis 1971 Mitarbeiter von Herrn Prof. Dr.-Ing. H.J. Matthies am Institut für Landmaschinen der TU Braunschweig und ist jetzt Inhaber des Lehrstuhls für Grundlagen der Landtechnik des Instituts für Agrartechnik der Universität Hohenheim. Dipl.-Ing. W.H. Grobler ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Sonderforschungsbereich 140 (Fachgebiet Grundlagen der Landtechnik).

Die Arbeitsqualität dieser Verfahren ist nur in einem bestimmten Durchsatzbereich und bei guter horizontaler Ausrichtung des Mähdreschers ausreichend; bei größeren Durchsätzen steigen die Verluste stark an. Bei feuchtem Erntegut, beispielsweise bei der Maisernte, neigen die Trennelemente zudem zum Zusetzen der Sieböffnungen.

Beide Bauelemente, Schüttler und Schwingsiebe, sind heute weitgehend konstruktiv optimiert und können bei den größeren Maschinen in ihren Siebflächen kaum noch vergrößert werden. Es gibt zwar noch gewisse Leistungsreserven in der Gebläsauslegung und einer verbesserten Feinabstimmung von Luftstrom und Siebkinematik, doch kann davon keine grundsätzliche Beseitigung der angesprochenen Nachteile wie beispielsweise der Hangempfindlichkeit erwartet werden. Eine deutliche Verbesserung der Stofftrennung im Mähdrescher ist deshalb vor allem aus der Untersuchung und Entwicklung neuer Verfahren zu erwarten.

Im folgenden Beitrag werden verschiedene im Schrifttum und im Patentwesen vorhandene Vorschläge für die Stofftrennung im Mähdrescher dargestellt; es wurden dabei nur solche Verfahren berücksichtigt, die auf einem Größenvergleich der zu trennenden Stoffe beruhen. Bei der Darstellung dieser Verfahren wurde bewußt auf die Unterscheidung in die bisherigen Aufgaben von Schüttler und Reinigung verzichtet, da die erzielbare Trennschärfe dieser Verfahren meist nicht bekannt ist. Obwohl eine saubere Trennung von Spreu, Halmknoten und Körnern ohne Luftunterstützung kaum erreichbar ist, sollen hier die Windsichtverfahren nicht beschrieben werden. Diese reichen auch allein für eine Trennung nicht aus, da sich die Schwebegeschwindigkeiten der Gemischbestandteile überschneiden. Jedes der gezeigten Siebverfahren kann jedoch mit den verschiedenen Formen der Windsichtung kombiniert werden.

2. Anforderungen an die Kornabscheidung

Der Mähdrescher wird heute als Erntemaschine für eine Vielzahl unterschiedlicher Pflanzenarten sowohl bei extrem trockenen als auch bei feuchten Erntebedingungen eingesetzt. Daraus leiten sich die folgenden, teilweise schwer zu erfüllenden Anforderungen an die Bauelemente zur Kornabscheidung ab: