

# Mehrzweckanlage: Eine Chance aus der Vielfalt mehr zu machen

Jean-Marie Higel\*

## Multipurpose Units: How Diversity Leads to Higher Productivity

**Abstract:** Ciba Specialty Chemicals (SWX: CIBN, NYSE: CSB) is an international key player with 7200 million SFr. sales in 1999. The process development of the *Additives Division* is based in Schweizerhalle (CH). To optimize the utilization of the pilot and small-scale plant, mathematical design methods are applied.

**Keywords:** Campaign optimisation · Ciba · Multipurpose plants · Production unit

## 1. Einführung

Ciba Spezialitätenchemie (SWX: CIBN, NYSE: CSB) ist ein führendes Unternehmen, ausgerichtet auf hochwertige Effekte für die Produkte seiner Kunden. Schon in kleinen Mengen verbessern seine chemischen Spezialitäten Leistungsfähigkeit, Aussehen und Beschaffenheit von Endprodukten. Der Geschäftserfolg von Ciba basiert auf einer langfristigen Strategie mit starker Ausrichtung auf Innovation und Prozessoptimierung. Die neuen

und kreativen Ideen fließen in die Prozesse und Produkte der Kunden in über 120 Ländern ein. Das Unternehmen erzielte 1999 in den fortgeführten Geschäften (Divisionen Additives, Colors und Consumer Care) einen Umsatz von rund 7,2 Milliarden SFr. und investierte 250 Millionen SFr. in Forschung und Entwicklung zur Förderung der Innovation innerhalb des Unternehmens [1][2].

Die Prozessentwicklung der Division Additives ist im Werk Schweizerhalle angesiedelt. In den Gebäuden WS-2090 (Fig. 1) und 2094 (Fig. 2) befindet sich der Bereich Kilolabor/Pilot-/Kleinfabrikation.

In den zwei Gebäuden werden aus der Verfahrensentwicklung stammende neue Prozesse für die Synthese und die Formulierung (Mischung verschiedener Komponenten) entsprechend der Philosophie von Ciba Spezialitätenchemie erprobt. Nach erfolgreicher Pilotierung wird die Herstellung der Produkte in Produktionsbetriebe des Konzerns verlagert. Bei kleinen Jahrestonnagen werden diese Produkte weiter in der Kleinfabrikation hergestellt. Um die vielfältigen Aufträge erledigen zu können, verfügen die Betriebe über Reaktoren in diversen Grössen von 15 bis 6300 l, verteilt auf verschiedene Stockwerke (Fig. 3).

Dank einer flexiblen und modernen Infrastruktur können im Betrieb die verschiedensten Rohstoffe wie Amine, Aluminiumpulver, Aluminiumchlorid, Thionylchlorid, Tetrahydrofuran, Thiole, Borfluorid, Chlor, Ammoniak usw. eingesetzt werden und dadurch die verschiedensten chemischen Reaktionen wie

Umlagerung, Diels-Alder, Wittig, Substitution, Zyklisierung, Kondensation, Grignard usw. durchgeführt werden. Eine Besonderheit ist die Kühlanlage 'POLARIS' (Fig. 4) mit einer Kühlkapazität von 30kW bei  $-50^{\circ}\text{C}$ . Damit können bei  $-30^{\circ}\text{C}$  im 630-Liter-Kessel exotherme Reaktionen gefahren werden.

## 2. Optimale Kampagnengrösse

In einem Betrieb mit einem breiten Dienstleistungsspektrum von Kilolabor, Pilot bis Kleinfabrikation ist eine optima-



\*Korrespondenz: Dr. J.-M. Higel  
Ciba Spezialitätenchemie Werke Schweizerhalle AG  
WS-2090.5.06  
P.O. Box 1130  
CH-4133 Pratteln 1  
Tel.: +41 61 636 97 53  
Fax: +41 61 636 94 39  
E-Mail: jean-marie.higel@cibasc.com

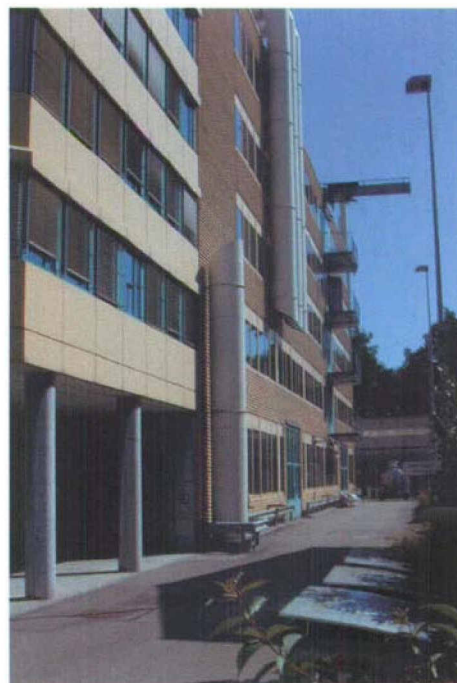


Fig. 1. Betrieb WS-2090





Fig. 2. Betrieb WS-2094



Fig. 3. Reaktor 4000 Liter im WS-2090.3

le Kampagnengröße bei der Kleinfabrikation das wichtigste, um genügend Kapazitäten für eine Entwicklung aufrechtzuerhalten. Die kostengünstigste Kampagnengröße wird in Funktion von verschiedenen Parametern wie Marktnachfrage, Lagerkosten und Umrüstkosten eruiert. Die Produktion grosser Mengen liefert Vorteile wie Reduktion der Fehler durch Lerneffekte, stabilere Qualität und Reduktion der Produktionskosten. Einige

Nachteile sind die Lager verwalten mit 'slow and non movers', die Alterung der Produkte mit zunehmender Lagerzeit und das im Lager gebundene Kapital. Bei kleinen Kampagnen entstehen keine grossen Lager [3][4]. Allerdings besteht das Risiko, den Kunden im Falle von Liefer Schwierigkeiten zu verärgern. Sowohl eine Über- wie auch Unterproduktion bedeuten für das Unternehmen in jedem Fall Geld- und Imageverlust.

### 3. Ermittlung der optimalen Produktkosten in Abhängigkeit der Kampagnengröße in Mehrzweckanlagen

#### 3.1. Parameter

Die Gesamtkosten ( $T_k$ ) eines Produktes in SFr./kg sind die Summe aller Kosten wie Lagerkosten ( $K_l$ ), Umrüstkosten ( $K_u$ ) und Herstellungskosten ( $K_h$ ) [5].

$$T_k = \Sigma K_i = K_l + K_u + K_h$$

$K_l$ : Lagerkosten (Zins, Ein/Auslagerung, Platzkosten...)

$K_u$ : Umrüstkosten (Reinigung, Leerkosten, Reinigung, Ökokosten, Validierung der Reinigung,...)

$K_h$ : Herstellkosten (Rohstoffe, Arbeit, Ökokosten, Energie, Gebinde, Analytik...).

#### 3.2. Die Lagerkosten (pro Herstelleinheit)

Die Lagerkosten setzen sich aus Kosten für Ein- und Auslagern, Platzbedarf und Zinskosten des gebundenen Kapitals zusammen. Die Lagerkosten sind ein Bruchteil des Lagerwertes ( $L_w$ ). Dieser Bruchteil ( $B$ ) beträgt je nach Situation zwischen 1/20 und 1/5 (was 5 bis 20% entspricht).

$$L_w = (K_h * \underline{M} + K_u)$$

Mit  $\underline{M}$  optimale Menge (Kampagnengröße) um die Gesamtkosten ( $T_k$ ) zu minimieren.

Der vorgesehene Umsatz in kg, die man voraussichtlich verkaufen möchte ist  $U$  in kg/Monat. Pro Jahr entspricht das 12  $U$ . Teilt man den Bruchteil des Lagerwertes durch den Jahresumsatz 12  $U$ , so erhält man die Lagerkosten pro Stück  $K_l$ .

$$K_l = B * L_w / 12U = B * (K_h * \underline{M} + K_u) / 12U$$

#### 3.3. Umrüstkosten (pro Herstelleinheit)

Die Umrüstkosten pro Einheit sind die Umrüstkosten per Kampagne ( $K_u$ ) dividiert durch die hergestellte optimale Menge  $\underline{M}$ .

$$K_u = U_k / \underline{M}$$

#### 3.4. Gesamtkosten (SFr./kg)

Aus der Summe entstehen die Gesamtkosten in SFr./kg in Funktion der optimalsten Menge  $\underline{M}$ .

$$T_k = B * (K_h * \underline{M} + K_u) / 12U + U_k / \underline{M} + K_h \quad (\text{Gleichung 1})$$





Fig. 4. POLARIS (Kühlsystem)

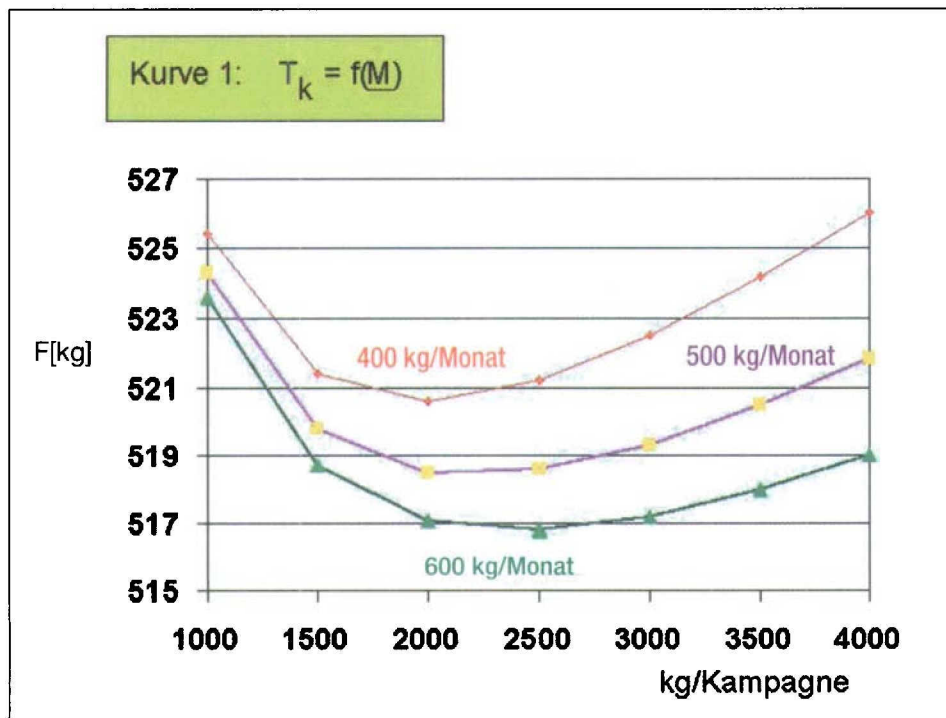


Fig. 5. Optimale Produktkosten

#### 4. Anwendung/Umsetzung

In der Feinchemie können als Beispiel die Herstellungskosten  $K_h$  um 500 SFr./kg, die Kosten der Umrüstung als 20000 SFr. und der voraussichtliche Verkauf bei 500 kg/Monat angenommen werden.

$$K_h = 500 \text{ SFr./kg} \quad K_u = 20000 \text{ SFr.}$$

$$U = 500 \text{ kg/Monat}$$

Mit  $B = 1/20$  kann  $T_k$  in Funktion von  $M$  gezeichnet werden. Ein Minimum wird bei 2300 erreicht. Bei einem tieferen Verkauf (400 kg/Monat) liegt das Optimum bei 2000 kg und für 600 kg/Monat bei 2500 kg pro Kampagne (Fig. 5). Damit kann eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt werden.

Verluste könnten damit berechnet werden wenn eine optimale Kampagne aus diversen Gründen reduziert oder verlängert wird.

Eine weitere Methode besteht darin, dass man die Gleichung 1 ableitet. Mit  $B = 1/20$  erhält man die Formel von F. W. Harris [6]. Mit dieser Formel kann direkt die optimalste Kampagnengröße  $Q$  in kg gerechnet werden.

$$Q = 10^3 \cdot (240 \cdot U \cdot K_u / K_h / 10^6)^{1/2}$$

(Gleichung 2)

#### 5. Schlussfolgerung

Mittels einer einfachen Gleichung kann die optimale Kampagnengröße in einer Mehrzweckanlage ausgerechnet werden. Auf Basis der Gleichung 1 kann die Kostengünstigste Variante mit einer Sensitivitätsanalyse durchgeführt werden. Die Gleichung 2 ermöglicht eine direkte Ermittlung der optimalsten Kampagnengröße.

Eingegangen am 12. Oktober 2000

[1] Ciba Spezialitätenchemie Jahresbericht 1999, Klybeckstrasse 141, CH-4002 Basel.  
 [2] <http://www.cibasc.ch>  
 [3] F.C. Jelen, 'Cost and Optimization Engineering', McGraw-Hill, 1970.  
 [4] H. Wildemann, 'Produktionscontrolling', TCW Transfer Centrum, 1995.  
 [5] J.-M. Higel, 'Rentabilitätsuntersuchung der Regeneration von DY 950', Ciba Geigy AG, 1993.  
 [6] W. Harris, 'Factory', *The Magazine of Management*, 1913.