

spielhaft dafür steht die Entwicklung eines neuen Lastwagen-Fahrerhauses. Auf den Gebieten, auf denen wir sehr stark oder gar bereits Marktführer sind, werden wir von uns aus aktiv. So haben wir in Tönder mit Hydro Alunova ein Anwendungs- und Entwicklungszentrum zu dem Zweck installiert, die Entwicklung neuer Produkte für den Wärmetauschermarkt voranzutreiben. Als konkrete Zielstellung ist vorgegeben, dass diese bis zum Jahre 2007 50% unserer jetzigen Wärmetauscherprodukte durch neue ersetzen.

ALUMINIUM: Einige Ihrer Wettbewerber sehen die Bedeutung der Produktentwicklung vermutlich anders. Diese konzentrieren sich auf ihre Kernkompetenz, das Strangpressen, und dabei auf das Optimum von Kosten und Produktivität.

J.-C. RAIMONDI: Das wird auf Dauer nicht ausreichen. Produktentwicklung bedeutet letztlich Kontakt zu den Märkten und Zusammenarbeit mit dem Kunden. Wir können und wollen darauf auf keinen Fall verzichten. Uns ist dieser Kontakt vielmehr so wichtig, dass

wir unsere Organisation darauf ausgerichtet haben. Für wichtige Märkte - Bauwesen, Wärmetauscher und Automobil - haben wir gesonderte Geschäftsbereiche installiert, die sich ganz auf diese Märkte konzentrieren. Alle Presswerke, die vom Produkt her einem dieser Märkte zuzuordnen sind, gehören auch organisatorisch zu diesem Bereich. Das einzelne Werk wäre überfordert, wollte es auf allen großen Produkt-Märkten aktiv sein.

Auf Kernkompetenzen konzentrieren wir uns im übrigen nicht weniger. Dazu haben wir bei-

spielsweise Profilverstellung und Profilverarbeitung konsequent voneinander getrennt. Die Profilverarbeitung ist bei uns in separaten Werken oder Werksteilen konzentriert, weil sie ein gänzlich anderes Denken erfordert. Beim Strangpressen haben wir es mit einem gleichförmigen, quasi-kontinuierlichen und auf maximale Ausbringung ausgerichteten Prozess zu tun, bei der Profilverarbeitung hingegen mit einer Vielzahl unterschiedlicher Prozesse und Anforderungen.

Die Dynamik des "Pipeline Filling"-Effektes in der Aluminiumhalbzeugindustrie

Dynamic of the "pipeline filling" effect in the aluminium semis industry

B. Rüttimann, Singen

Bei jedem wirtschaftlichen Aufschwung wiederholt sich das gleiche Phänomen: Der Auftragseingang wächst überproportional zur Endmarktnachfrage an, begleitet von länger werdenden Lieferfristen. Welches sind die Gründe, die dahinterstecken? Ist das Ausmaß vorhersehbar? - Der Beitrag beschreibt die treibenden Kräfte, die sich hinter diesem Phänomen verbergen, und er modelliert die relativen Zusammenhänge.

Die Endnachfrage nach Aluminiumhalbzeug ist in den letzten Jahren jährlich um ca. 4% gestiegen, was über dem durchschnittlichen BIP Wachstum der industrialisierten Nationen liegt und eine nachhaltige Entwicklung dokumentiert. Während die konjunkturellen Nachfrageschwankungen von -5% bis +11% variierten, weist der dazugehörige Halbzeugauftrags-

eingang eine weit höhere Sensitivität und Volatilität auf. Dies macht es schwer, aus dem Halbzeugauftragseingang verlässliche Rückschlüsse auf den Endmarkt zu ziehen.

Wir können davon ausgehen, dass in einer stationären Marktsituation Aluminiumpreis, Endmarktnachfrage und Auftragseingang in einem bestimmten Gleichgewicht zueinander stehen: Der Auftragseingang entspricht der Endmarktnachfrage und der Aluminiumpreis liegt je nach Angebot und Nachfrageverhältnis tiefer oder höher. Bei einer nicht stationären Marktsituation, d.h. z.B. bei einem konjunkturellen Aufschwung mit steigender Endmarktnachfrage, ist der Auftragseingang größer als die Endmarktnachfrage, bei fallendem Markt genau umgekehrt. Das Warum sei nachfolgend beschrieben und an-

Whenever there is an upswing of the economy, the same phenomenon is repeated: the inflow of orders (order entry) grows disproportionately rapidly compared with end use market demand, and delivery lead-times consequently become longer. What are the reasons underlying this? Can its extent be predicted? This contribution describes the driving forces behind the phenomenon and models the relevant relationships involved.

End use demand for aluminium semis has grown by around 4% per year over the last few years. This is above the average GDP growth in industrialised countries and attests to persistent development. While aluminium-end market demand for the economy as a whole has fluctuated from -5% to +11%, that part of it related to orders for

semis shows far higher sensitivity and volatility. This makes it difficult to draw reliable conclusions about the end use market from the order entry for semis.

It can be assumed that in a stationary market situation the price of aluminium, the end use market demand for it, and order entry, will be in a certain equilibrium relative to one another: order entry will correspond to end use market demand, and the aluminium price will be higher or lower depending on the demand/supply ratio. In a non-stationary market situation, i.e. for example when trade is on the upswing with increasing end use market demand, order entry becomes greater than end use market demand, while when the market is falling the converse applies. The reasons for this are described below and then also simulated in a physical model.

The semantic model

What is the relationship between end use market demand and order entry in the semis industry? The relationship between causes and effects can be analysed with the help of systemic modelling. In this consideration directly proportional relationships are denoted by a plus sign and inversely proportional ones with a minus sign. Dynamic simulation makes it possible to understand complex systems characterised by feedback.

Fig.1 shows that there is a directly proportional relationship between end use market demand and order entry. It can be said even more precisely that increased end use demand signifies at least the same order entry quantity for semis. On the other hand, there is also a direct relationship between end use demand and the price of aluminium, i.e. increasing end use market demand also leads to an increase of the LME price. Concerning the driving forces U_1 of end use demand, nothing will be said here.

When end use demand is increasing, the stocks held by companies also have to be adapted in line with the new demand situa-

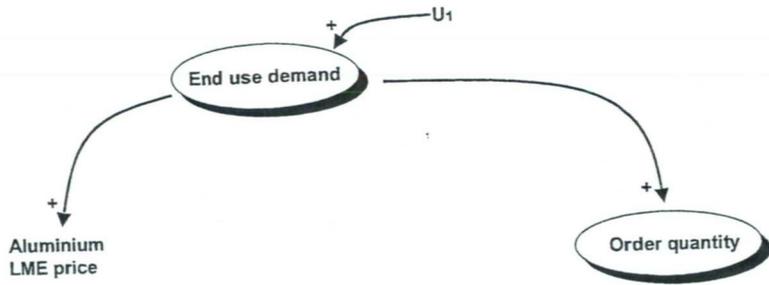


Bild 1: Auswirkungen auf den Auftragseingang: Der reale Bedarf

Fig. 1: Effect on order entry: the real demand

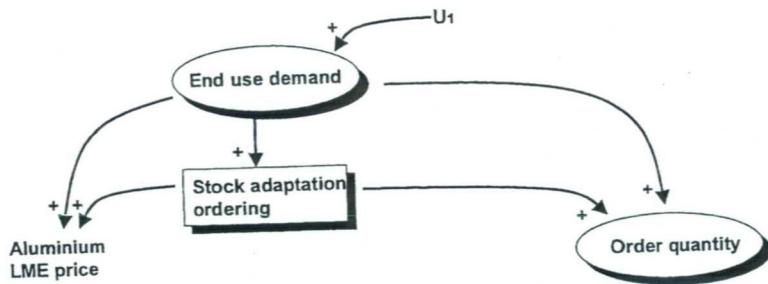


Bild 2: Auswirkungen auf den Auftragseingang: Die physische Lageranpassung

Fig. 2: Effect on order entry: adaptation of physical stocks

schließend in einem physischen Modell auch simuliert.

Das semantische Modell

Welcher Zusammenhang besteht nun zwischen der Nachfrage im Endmarkt und dem Auftragseingang in der Halbzeugindustrie? Wir analysieren den Zusammenhang zwischen Ursachen und Auswirkungen mit Hilfe der systemischen Modellierung. In dieser Betrachtungsweise sind direkt proportionale Zusammenhänge mit einem Pluszeichen, umgekehrt proportionale mit einem Minuszeichen gekennzeichnet. Die dynamische Simulation gibt die Möglichkeit, durch Rückkopplung charakterisierte, komplexe Systeme zu verstehen.

Aus Bild 1 ist ersichtlich, dass ein direkt proportionaler Zusammenhang zwischen Endmarktnachfrage und Auftragseingang besteht. Hier kann sogar genauer gesagt werden, dass die gestiegene Endnachfrage mindestens die gleiche Menge Auftragseingang an Halbzeug induzieren. Andererseits besteht auch zwischen Endnachfrage und Aluminiumpreis ein direkter Zusammenhang, d.h.

eine zunehmende Endmarktnachfrage lässt auch den LME Preis steigen. Auf die treibenden Kräfte U_1 der Endnachfrage soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden.

Bei steigender Endnachfrage müssen auch die innerbetrieblichen Lager entsprechend der neuen Nachfragesituation angepasst werden. Dies wird einen, wenn auch nur geringen, zusätzlichen Auftragseingang bescheren. Es ist klar, dass dieser zusätzliche Auftragseingang - wie auch die nachfolgend noch beschriebenen - nicht an den Endmarkt geliefert werden, sondern dazu gebraucht werden, um den physischen Bedarf zeitgerecht zu liefern. Der Aluminiumpreis wird von diesem zusätzlichen Auftragseingang auch zusätzlich beeinflusst. Dieser Sachverhalt ist in Bild 2 dargestellt.

Nun geschieht etwas, was in der Aluminiumindustrie oder generell in der börsenkotierten Rohstoffindustrie Unruhe stiftet: Durch exogene Einflüsse U_2 und/oder von steigenden Metallnotierungen angezogene Spekulanten kaufen an der LME aus rein finanziellem Interesse Aluminium und treiben damit den Preis weiter in die Höhe (Bild 3). Dies hat ebenfalls eine

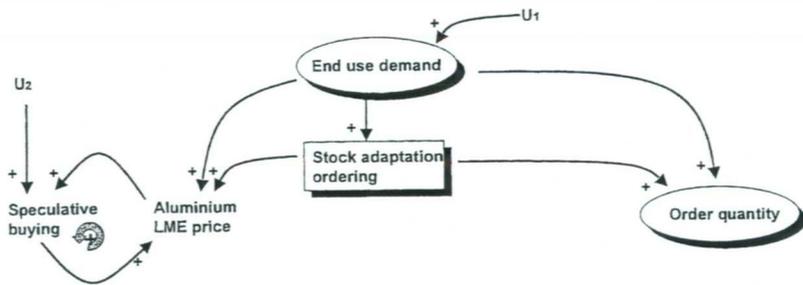


Bild 3: Unerwünschter Beieffekt: Die finanzielle Spekulation als Preistreiber

Fig. 3: Undesired side effect: price driving influence of financial speculation

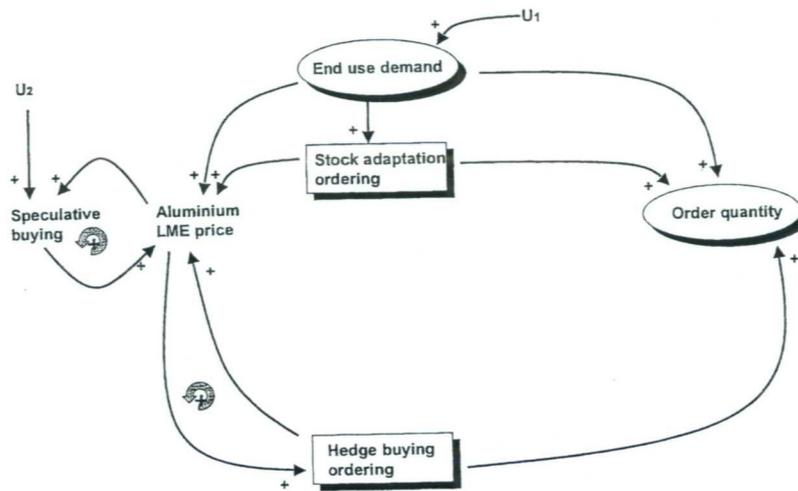


Bild 4: Auswirkungen auf den Auftragseingang: Induzierte spekulative physische Komponente

Fig. 4: Effect on order entry: induced speculative physical component

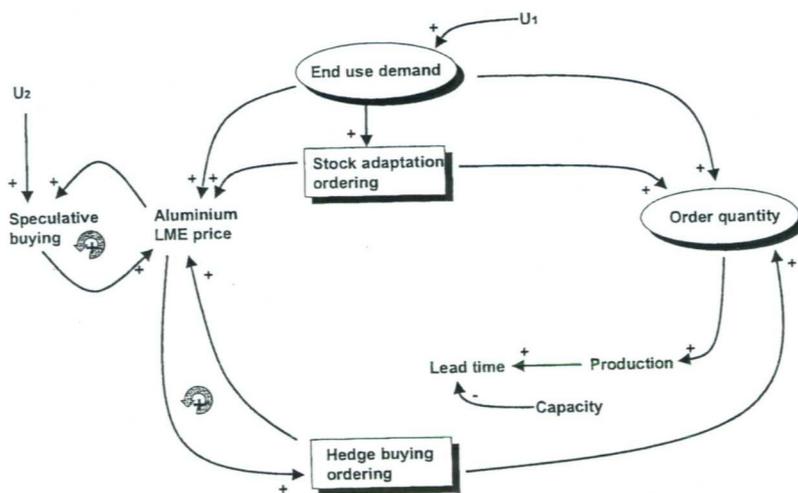


Bild 5: Systemischer Beieffekt: Enger werdende Lieferfristen

Fig. 5: Systemic side effect: tighter lead-times

sich verstärkende Rückkoppelung auf den Aluminiumpreis zur Folge, was in Bild 3 mit der positiven Schleife dargestellt ist.

Um sich vor steigenden Preisen zu schützen (Hedgings), oder um von noch günstigen Metallnotierungen zu profitieren, bestellen die Marktteilnehmer zusätzliche physische Mengen zu noch günstigeren Preisen, was in letzterem

Falle zu einem zusätzlichen Auftragseingang führt (Bild 4).

Der höhere Auftragseingang führt zu einer gesteigerten Produktion. Da die Kapazität kurzfristig - über zusätzliche Schichten hinaus - nicht gesteigert werden kann, mündet der erhöhte Auftragseingang zwangsläufig in einem höheren Auftragsbestand mit steigenden Lieferfristen (Bild 5).

tion. This results in additional order entries, even if only relatively small. It is clear that these additional order entries - as also those described in what follows - are not delivered to the end use market but rather, necessary to supply physical needs in good time. The price of aluminium is further influenced by this additional order entry, as depicted in fig. 2.

Now something happens which, whether in the aluminium industry or more generally in any commodity industry quoted on the stock exchanges, perturbs the situation: speculators attracted by exogenous circumstances U_2 and/or by the increasing quoted price of the metal buy aluminium on the LME for purely financial reasons and so drive the price still higher (fig. 3). This too has an increasing feedback effect on the price of aluminium, as indicated in fig. 3 by the positive loop.

To protect themselves against rising prices (hedging) or to benefit from metal quotations while they are still favourable, market participants order additional physical quantities at more favourable prices, and in the final analysis this again leads to additional order entry (fig. 4).

Higher order entry leads to increased production. Since in the short term - other than by additional shifts - capacity cannot be increased, the higher order entry necessarily results in a higher order backlog with longer lead-times (fig. 5). In this first modelling treatment the pipeline (stockpiling/stock depletion) situation will not be considered in a physical sense: only the driving forces will be considered.

Customers respond to longer lead-times with additional orders, to bridge over the longer lead-times and avoid any risk of "stockout". This leads to additional, system-related order entry that results in positive (destabilising), over-amplifying feedback, which further influences the price of aluminium, as can be seen from fig. 6.

This happens in a verticalised industry at every added value lev-

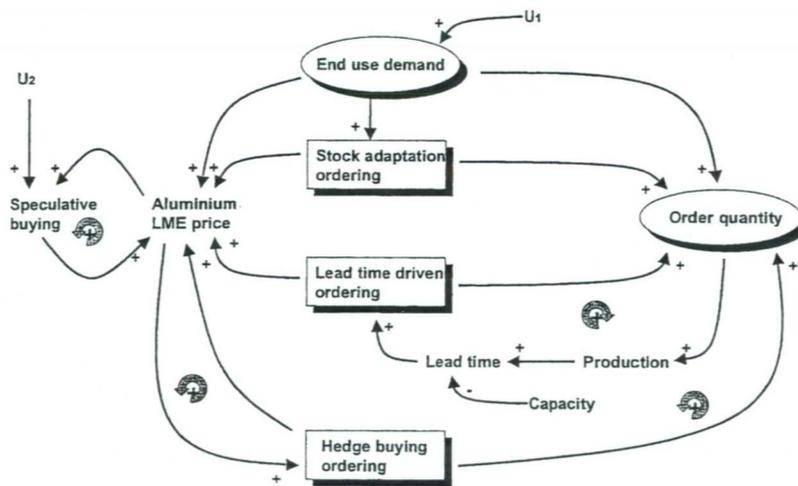


Bild 6: Auswirkungen auf den Auftragseingang: Lieferfristen bedingte Komponente

Fig. 6: Effect on order entry: lead-time related component

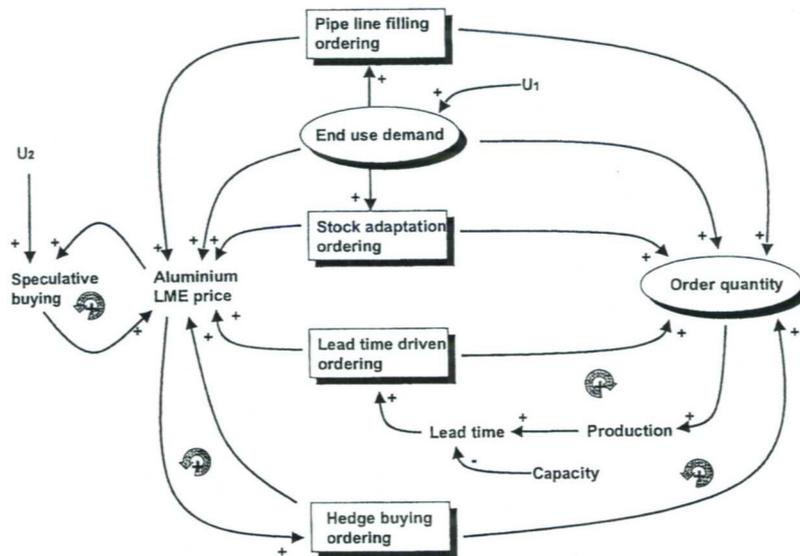


Bild 7: "Pipeline filling" bezogener Auftragseingang: Multiplizierende Wirkung auf den Auftragseingang durch Wiederholung der Dynamik auf jeder Wertschöpfungsstufe

Fig. 7: "Pipeline filling" related order entry: cumulative effect on order entry due to repetition of the dynamics at each added value level

Die physische Betrachtung der Pipeline (Lagerauf-/abbau) soll in dieser ersten Modellbetrachtung nicht berücksichtigt werden; wir beschränken uns auf die Beschreibung der treibenden Kräfte.

Der Kunde antwortet auf die verlängerten Lieferzeiten mit zusätzlichen Aufträgen, um die verlängerten Lieferzeiten zu überbrücken und kein "Stockout" zu riskieren. Das führt zu einem zusätzlichen systembedingten Auftragseingang, welcher eine positive (destabilisierende), übersteuernde Rückkoppelung mit sich bringt. Der Aluminiumpreis wird dadurch

zusätzlich beeinflusst, wie aus Bild 6 ersichtlich ist.

Dies geschieht nun in einer vertikalisierten Industrie auf jedem Niveau der Wertschöpfungskette. Dieses Phänomen wird als das Füllen der Pipeline bezeichnet (Bild 7), was zu einem zusätzlichen, weit übersteuernden Auftragseingang mit sich weiter verlängernden Lieferfristen und Aufbau von Lagern auf jeder Stufe führt.

Der Aluminiumpreis hat mittlerweile ein Niveau erreicht, welches zu Substitution oder sogar einer Abkühlung der Nachfrage führen kann und eine stabilisierende

el. This phenomenon is known as pipeline filling (fig. 7), and it leads to additional, greatly over-amplifying order entry with even longer lead-times and stock piling at all levels.

Meanwhile, the aluminium price will have reached a level that can lead to the substitution with alternative materials or even to falling demand and this results in a stabilising feedback for the system as a whole. This is represented in fig. 8 with its many negative loops. The system results in a rapid decrease of order entries, which fall to or below the physical level. Deliveries to customers are made from the full stockpiles of the system (known as the destocking effect), so that production is cut disproportionately and production facilities become underutilised. This lasts until quantities at every added value level in the pipeline have been normalised. Aluminium mills then attempt to secure orders by competitive price reductions in order to keep their production facilities active, and this leads to additional product price cuts (not LME-related) with reduced margins. Meanwhile, lower demand for the exchange-quoted raw metal will cause the LME price to start falling and speculators will be cashing in on their positions, pushing the price down even further. Market participants are now sitting on expensively purchased raw material or semis, and are likely to suffer material loss in so cyclic an industry. So what has been learned from all this?

Above all, two things: so far as the functioning of the market is concerned, the entire process can in fact be structured into three interrelated but different types of order entry:

- the physical (with end use demand and internal stock adaptation),
- the speculative (comprising speculation/hedging and precautionary coverage), and
- logistical order entry (system-related consequences).

These characterise the phenomenon of pipeline filling.

Secondly, that the phenomenon can hardly be influenced by market participants, but knowledge about it gives a deep understanding whereby the current market position can be better interpreted. The logical behaviour of individual industry participants can be left to the imagination of the attentive reader.

Do the dynamics really operate as described above? Now since the system considered is an organic one, the relationships mentioned above in a sequential way for the sake of better understanding are concurrent, although with different intensities at different points in time. For example, for psychological reasons hedging takes place even when an upswing is coming to its end, and this is particularly "painful" when it occurs at the high point.

The physical model

Fig. 9 shows a simplified version of the systemic order entry model described above. In this, "pipeline" means the physical stocks of orders produced and not delivered to the end use market within the industry system, and not the nature of the order entry as in the previous consideration. Here too, it is evident that systemic feedback produces an additional effect on order entry.

No more will be said here about the nature of this feedback. To assist understanding, this cause-effect diagram will be transformed into a hydraulic model from the theory of system dynamics (see fig.10 for the flow diagram). In this, "containers" (level variables, which describe the state of the system) are connected by "ducts" (flow variables) whose through-flow is regulated by "valves" (corresponding to decisions). Valve-control information is denoted by thin lines. The containers in fig. 10 represent on the one hand the order book B and on the other hand the stock quantity S of semis in the pipeline of the industry system as a whole.

The following equation applies

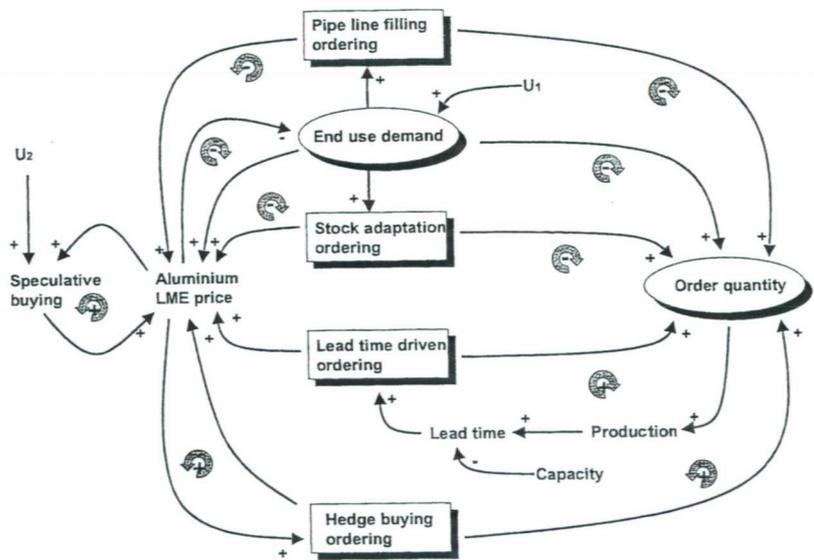


Bild 8: Das systemische Zusammenwirken der den Auftragseingang beeinflussenden Faktoren: Die stabilisierende Rückkoppelung auf die Endnachfrage

Fig. 8: Systemic interaction of factors influencing order entry: stabilising feedback on end use demand

Rückkoppelung auf das gesamte System zur Folge hat. Dies ist in Bild 8 mit den zahlreichen negativen Schleifen dargestellt. Der Auftragseingang geht dann systembedingt rasch zurück und pendelt sich auf oder unterhalb des physischen Niveaus ein. Die Ablieferungen an die Kunden werden aus den vollen Lägern des Systems gespeist (was als Destocking Effekt bezeichnet wird), so dass die Produktion überproportional reduziert wird und sich eine Unterauslastung der Produktion einstellt. Dies dauert so lange an, bis sich die Mengen auf jeder Wertschöpfungsstufe innerhalb der Pipeline normalisiert haben. Aluminiumwerke versuchen nun durch gegenseitige Preisunterbietungen Aufträge zu buchen, um die Produktion auszulasten, was einen zusätzlichen (nicht LME-bedingten) Produktpreisverfall mit sinkenden Margen bedeutet. Mittlerweile haben sinkende Nachfrage nach dem börsenkotierten Rohmetall die LME-Preise zum Fallen gebracht und die Spekulanten steigen aus ihren Positionen aus. Dabei sinken die LME-Preise weiter. Die Marktteilnehmer sitzen jetzt auf teuer eingekauften Roh- oder Halbfabrikaten mit absehbarem materiellen Schaden innerhalb einer zyklischen Industrie. - Welche

sind nun die dabei gewonnen Erkenntnisse?

Es sind vor allem zwei: Was das Funktionieren der Märkte betrifft, so lässt sich tatsächlich der ganze Vorgang in drei miteinander zusammenhängende, aber unterschiedliche Arten des Auftragseinganges strukturieren:

- den physischen - (mit Endnachfrage und interner Lageranpassung),
- den spekulativen - (zusammengesetzt aus Spekulation/Hedgings und vorsorglicher Eindeckung) und
- den logistischen Auftragseingang (systembedingte Konsequenz),

welche das Phänomen des Pipeline-filling charakterisieren.

Zweitens, dass das Phänomen seitens der Marktteilnehmer kaum beeinflussbar ist, aber die Erkenntnis darüber ein tiefes Verständnis gibt, um die aktuelle Marktlage besser zu interpretieren. Das folgerichtige Benehmen der einzelnen Industrieteilnehmer sei hier dem aufmerksamen Leser überlassen.

Läuft die Dynamik wirklich so ab, wie oben beschrieben? Nun, da es sich um ein organisches System handelt, bestehen die zur besseren

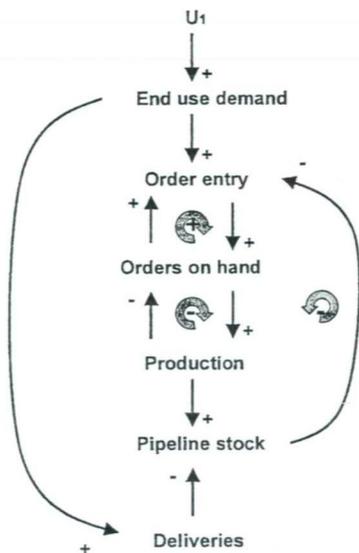


Bild 9: Vereinfachtes Ursache-Wirkung-Diagramm der "Pipeline Filling"-Dynamik

Fig. 9: Simplified cause-effect diagram of pipeline filling dynamics

Verständlichkeit nacheinander ins Spiel gebrachten Zusammenhänge nebeneinander, aber mit unterschiedlichen Intensitäten in verschiedenen Zeitpunkten. Hedgings z.B. finden aus psychologischen Gründen auch im auslaufenden Aufschwung statt, was dann besonders "schmerzhaft" ist, wenn dies sogar am höchsten Punkt erfolgt ist.

Das physische Modell

Bild 9 zeigt eine Vereinfachung des vorher beschriebenen systemischen Auftragseingangs-Modells. Dabei bedeutet "Pipeline" der physische Stock an produzierten und

nicht am Endmarkt ausgelieferten Aufträgen innerhalb des Industriesystems und nicht wie in der vorhergehenden Betrachtung, die Natur des Auftragseingangs. Wir sehen auch hier, dass durch die systemische Rückkoppelung ein zusätzlicher Effekt auf den Auftragseingang gegeben ist. Auf die Natur dieser Rückkoppelung soll an dieser Stelle nicht mehr eingegangen werden. Zur besseren Verständlichkeit transformieren wir dieses Ursache-Wirkung-Diagramm in ein hydraulisches Modell aus der Theorie der Systemdynamik (Flussdiagramm, siehe Bild 10). Darin sind "Behälter" (Niveauvariablen, welche den Zustand des Systems beschreiben) mit "Leitungen" (Flussvariablen) verbunden, deren Durchfluss mittels "Ventile" (welche den Entscheidungen entsprechen) geregelt werden. Die Informationen zur Ventilsteuerung sind durch dünne Linien gekennzeichnet. Dabei repräsentieren die Behälter in Bild 10 einerseits das Auftragsbuch B und andererseits die Lagermenge S an Halbzeug in der Pipeline des gesamten Industriesystems.

Für die Niveauveränderung eines "Behälters" gilt folgende Gleichung

$$dY/dt = \sum_i q_i(in) - \sum_j q_j(out)$$

Y Zustand des Systems, dY/dt die Niveauveränderung des jeweiligen Behälters, q die Einfluss- resp. Ausflussrate.

Gegeben ist, dass die Summe der

to the level variation of a "container":

$$dY/dt = \sum_i q_i(in) - \sum_j q_j(out)$$

in which Y is the status of the system, dY/dt is the level variation of the respective container, and q is the inflow or outflow rate.

It is given that (considered over a certain time period), the sum of end use market deliveries $\int b_1(t) \cdot dt$ is not larger than the effective end use market demand D with the orders conferred $\int a_1(t) \cdot dt$. The additional order entry $a_2(t)$ is industry-system-related and has no effect on deliveries $b_1(t)$ to the end use market. The variation of the order backlog B is determined by order entries and production rate, which is limited by the production capacity c. The level of the pipeline stock S is determined by the production rate and by deliveries to the end use market. This model explains why production p(t) can fall far below capacities in the event of an economic downswing, even though end use market deliveries are still at a relatively higher level. When orders largely dry up, the order situation is distributed within the entire pipeline of the industry system. That is to say, end use market demand can now for a time be satisfied by depleting the pipeline without giving any actual orders to the production system. This is expressed formally as follows:

$$dB/dt = a_1(t) + a_2(t) - p(t)$$

$$dS/dt = p(t) - b_1(t)$$

$$\int a_1(t) \cdot dt = \int p(t) \cdot dt = \int b_1(t) \cdot dt = D$$

The integral extends over a trade cycle T. The minimum time τ for pipeline depletion (and hence for lower utilisation of production facilities) can be approximated as follows:

$$\tau \approx \int a_2(t) \cdot dt / b_1$$

where b_1 is the average demand rate expected in the time interval τ of the downswing phase and the integral extends over the economic upswing phase. In summary,

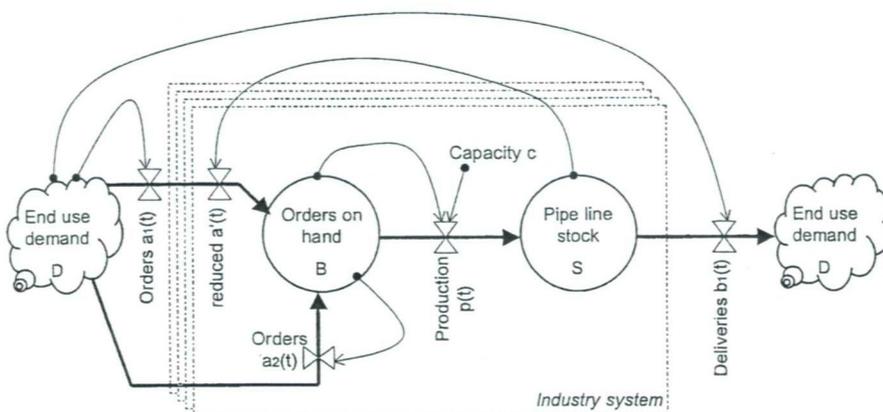


Bild 10: Hydraulische Modelldarstellung der "Pipeline Filling"-Dynamik

Fig. 10: Hydraulic model of pipeline filling dynamics

this can also be represented as follows:

$$\int [a_1(t) + a_2(t)] \cdot dt = \int b_1(t) \cdot dt$$

where the integral on the left extends over the period T and that on the right extends over the period $T + \tau$. Thus, ideally said a demand $D' > D$ is satisfied over a period $T + \tau$. When the downswing starts, the system-related order entry a_2 falls to zero and the ultimately production-effective order entry $a_1(t)$ falls additionally compared to $b_1(t)$ during the time span τ , since the difference is made up by destocking within the pipeline. Thus, production shows a higher volatility than end use market fluctuations and due to systems dynamic must show a capacity compared with the normal situation. Consequently, on average such industries show capacity utilisation levels which are structurally far below their capacity limits.

This state of affairs was simulated using a simplified, discrete mathematical model. The results are summarised graphically in fig. 11. In this, end use demand is portrayed as various harmonic oscillations, the first with a period (trade cycle) of 24 months, the second with the same period but higher amplitude, and the third with a normal amplitude but a period of 48 months. The simulation based on the simplified model (fig. 10) shows, for all three forms, an order entry increase during the trade upswing which is above the deliveries (= end use demand). Production (= deliveries into the pipeline) proceeds at a correspondingly high rate and approaches the production capacity limit in order to avoid an excessive rise in the order backlog (with lead-times becoming longer). The quantities produced over and above deliveries to the end use market and therefore going to fill the pipeline, are indicated by the "pipeline" curve.

From the graph it is apparent that the total order entry (consisting of the sum of a_1 and a' and a_2 from fig. 10, with $0 < a' < a_1$) up to the high point of the trade cycle is disproportionately high (for

Endmarkt-Ablieferungen $\int b_1(t) \cdot dt$ nicht höher als die effektive Endmarkt-Nachfrage D mit den erteilten Aufträgen $\int a_1(t) \cdot dt$ ist (über eine gewisse Zeitperiode betrachtet). Der zusätzliche Auftragseingang $a_2(t)$ ist industrie-systembedingt und wirkt sich nicht auf die Ablieferungen $b_1(t)$ an den Endmarkt aus. Die Veränderung des Auftragsbestandes B wird durch die Auftragseingänge und die Produktionsrate bestimmt, welche durch die Produktionskapazität c limitiert wird. Das Niveau des Pipeline-Stocks S wird durch die Produktionsrate und die Ablieferungen in den Endmarkt bestimmt. Dieses Modell erklärt, warum die Produktion $p(t)$ anlässlich eines wirtschaftlichen Abschwungs weit unter den Kapazitäten ausfallen kann, obwohl sich die Endmarkt-Ablieferungen auf noch relativ höherem Niveau befinden. Nach dem weitgehenden Leerfahren des Auftragsbestandes haben sich die Aufträge innerhalb der gesamten Pipeline des Indus-

triesystems verteilt. Das heißt, dass die Endmarkt-Nachfrage jetzt zuerst durch das Leerfahren der Pipeline befriedigt werden kann ohne eigentliche Auftragsorder an das Produktionssystem zu geben. Formal dargestellt:

$$dB/dt = a_1(t) + a_2(t) - p(t)$$

$$dS/dt = p(t) - b_1(t)$$

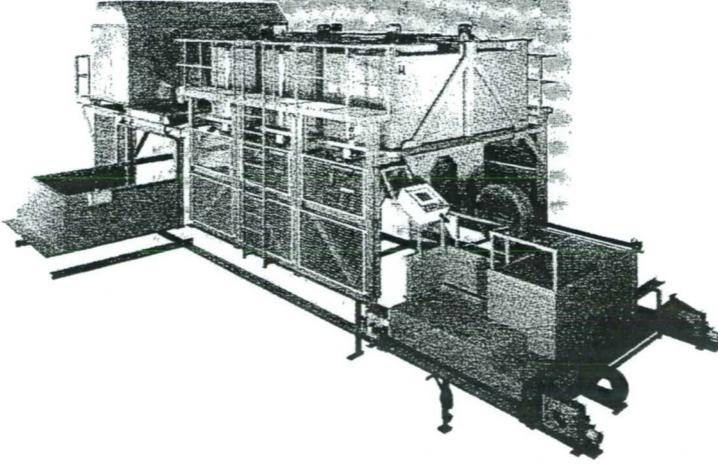
$$\int a_1(t) \cdot dt = \int p(t) \cdot dt = \int b_1(t) \cdot dt = D$$

Das Integral erstreckt sich über einen Konjunkturzyklus T . Die minimal notwendige Zeit τ des Pipeline-Leerfahrens (und damit der tieferen Produktionsauslastung) kann wie folgt approximiert werden:

$$\tau \approx \int a_2(t) \cdot dt / b_1$$

wo b_1 die durchschnittlich zu erwartende Nachfragerate im Zeitintervall τ der Abschwungphase ist und sich das Integral über die wirtschaftliche Aufschwungphase er-

die heaters



HOFMANN Industrieofenbau

HOFMANN Industrieofenbau GmbH & Co KG, Gewerbezeile 7, A-4202 Hellmonsödt/Austria
 Tel.: +43 (0)7215/3601, Fax: +43 (0)7215/36066, office@hi-furnaces.com, http://www.hi.furnaces.com

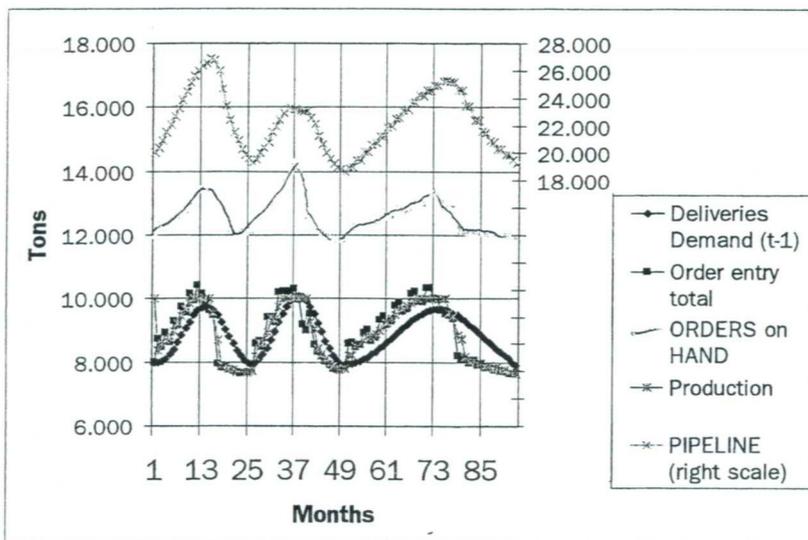


Bild 11: Simulation der "Pipeline Filling"-Dynamik bei unterschiedlichen Konjunkturzyklus-Szenarien

Fig. 11: Simulation of pipeline filling dynamics under different economic cycle scenarios

streckt. Zusammenfassend kann dies auch wie folgt dargestellt werden:

$$\int [a_1(t) + a_2(t)] \cdot dt = \int b_1(t) \cdot dt$$

wo sich das linke Integral über die Periode T und das rechte über T+τ erstreckt. Damit ist ideell eine Nachfrage D' > D über eine Periode T+τ befriedigt worden. Beim Abschwung wird sich der systembedingte Auftragseingang a₂ auf null verringern und sich der schlussendlich produktionswirksame Auftragseingang a₁(t) gegenüber b₁(t) während der Zeitspanne τ zusätzlich reduzieren, da die Differenz aus dem Lagerabbau innerhalb der Pipeline gespeist wird. Die Produktion weist also eine höhere Volatilität als die Endmarkt-Schwankungen aus und muss systembedingt eine Überkapazität zur Normalsituation bereitstellen. Solche Industrien weisen folglich im Durchschnitt Auslastungsgrade auf, welche strukturell weit unter den Kapazitätsgrenzen liegen.

Dieser Sachverhalt wurde anhand eines vereinfachten, diskreten mathematischen Modells simuliert. Die Resultate sind in Bild 11 graphisch zusammengefasst. Dabei wurde die Endnachfrage als unterschiedliche harmonische Schwingung unterstellt, die Erste mit einer Periode (Konjunkturzyklus) von 24 Monaten, die Zweite

ebenfalls, aber mit einer höheren Amplitude und die Dritte mit einer normalen Amplitude aber einer Periode von 48 Monaten. Die auf dem vereinfachten Modell (Bild 10) basierte Simulation zeigt bei allen drei Formen während des konjunkturellen Aufschwungs einen Anstieg des Auftragseingangs, welcher über den Ablieferungen (=Endnachfrage) liegt. Die Produktion (=Ablieferungen in die Pipeline) läuft entsprechend hoch und läuft alsbald auf dem Produktions-Kapazitätslimit, um einen übermäßigen Anstieg des Auftragsbestandes (mit länger werdenden Lieferfristen) zu vermeiden. Die produzierte Menge, welche über den Ablieferungen in den Endmarkt liegen und das Füllen der Pipeline bedeutet, wird durch die Kurve "Pipeline" gezeigt.

Es ist aus der Grafik ersichtlich, dass der totale Auftragseingang (bestehend aus der Summe von a₁ und a' sowie a₂ aus Bild 10 (wobei 0 < a' < a₁ ist) bis zum Konjunkturföhhepunkt übermäßig hoch ist (eben systembedingt über der eigentlichen Endnachfrage), um sich dann an die Endnachfrage wieder anzugleichen. Der produktionswirksame Auftragseingang fällt dann während der Abschwungphase abrupt zusammen (aufgrund der Reduzierung durch a'), sobald die Ablieferungen an den Endmarkt durch das Entleeren

system-related reasons, above the actual end use demand), but then approaches the end use demand again. The production-effective order entry then collapses abruptly during the downswing phase (due to its reduction by a') for as long as deliveries to the end use market are made by depleting the full pipeline.

Producers have been producing at full speed until the beginning of the downswing, in order to reduce the order backlog. It is interesting that, as might be expected, the order situation in the upswing phase of the second trade cycle also shows a marked increase, while in contrast the pipeline fills less, because of the higher end use requirements. During the build-up of the pipeline production activity is close to 100% of limiting capacity, and then falls back to about 75%. Consequently, average normal capacity utilisation is approximately something over 85%. In this example the fluctuation width of production ranges over a little more than 2000 t.

Needless to say, the minimum utilisation in the model can be altered by bringing down the order backlog still further. From the graph it can also be seen that when end use demand in the model fluctuates by 2000 t, the order entry fluctuation amounts to 3000 t, i.e. 150% in this model. For an industry these fluctuations are the wider, the further away from the end use market is the company along the chain of added value, so that consequently, the size of the pipeline grows.

Summary

The above modelling has revealed the causes of order entry over-subscription. Since order entry is composed not only of the physical needs but also embodies a speculative and a logistical component, actual end user demand can also not be deduced from order entry, the less so the further away is the industry concerned from the end user market and the more raw material is delivered via stockists. Or-

der entry is therefore only an indicator for feeling the pulse of the end use market.

Quantitative simulation shows that over-subscription of order entry also brings about marked production fluctuations and therefore requires great flexibility on the part of the workers (which can be compensated by time rates). These fluctuations are the greater and deviate more from actual end use demand, the deeper and more widely branched is the "pipeline". However, the sum of order entries over a given trade cycle is identical to end use market demand.

This shows that price reductions in excess of the LME price changes during a trade downturn make no sense from a market theory point of view, and the aluminium industry as a whole generates no more orders thereby. Such aggressive competitive behaviour, however, apart from producing a slight individual capacity utilisation increase to the cost of a competitor, only accelerates the overall price fall. Price tactics as a whole, however, and the order entry and capacity utilisation policy connected therewith, are the subject of a game-theory consideration. This will be the subject of a later contribution.

der vollen Pipeline erfolgt.

Die Produktion hat dabei bis in den beginnenden Abschwung hinein voll produziert, um den Auftragsbestand abzubauen. Interessant ist, dass erwartungsgemäß der Auftragsbestand in der Aufschwungphase des zweiten Konjunkturzyklus ebenfalls einen höheren Ausschlag aufweist, dagegen die Pipeline - aufgrund des höheren Endbedarfes - weniger füllt. Die Produktionsauslastung hat während des Pipeline-Aufbaus bis an die Kapazitätsgrenzen von 100% betragen und fällt anschließend bis auf ca. 75% zurück. Die durchschnittliche Normalauslastung kann folglich mit über 85% angenähert werden. Die Schwankungsbreite der Produktion umfasst in diesem Beispiel etwas über 2000 Tonnen.

Die minimale Auslastung kann im Modell selbstverständlich durch ein weiteres Herunterfahren des Auftragsbestandes verändert werden. Aus der Grafik ist des weiteren ersichtlich, dass, wenn die Endnachfrage im Modell eine Schwankungsbreite von 2000 Tonnen aufweist, diese beim Auftragseingang über 3000 Tonnen beträgt, d.h. in diesem Modell 150%. Diese Schwankungen sind für eine Industrie um so größer, je weiter weg vom Endmarkt sich das Unternehmen in der Wertschöpfungskette befindet und folglich die Größe der Pipeline wächst.

Zusammenfassung

Die vorangegangene Modellierung zeigte die Ursachen für die Überzeichnung des Auftragseingangs. Da der Auftragseingang nicht nur aus dem physischen Be-

darf, sondern auch aus einer spekulativen und einer logistischen Komponente besteht, kann aus dem Auftragseingang die echte Endnachfrage nicht abgeleitet werden. Dies um so weniger, je weiter weg die betrachtete Industrie vom Endmarkt ist und um so mehr Vormaterial über den Handel geht. Der Auftragseingang ist also nur ein Indikator um den Puls des Endmarktes zu fühlen.

Die quantitative Simulation zeigt, dass durch die Überzeichnung des Auftragseingangs auch die Produktion starken Schwankungen unterlegen ist und deshalb eine hohe Flexibilität von den Mitarbeitern abverlangt (welche über Zeitkonten kompensiert werden kann). Diese Schwankungen sind um so größer und weichen um so mehr von der eigentlichen Endnachfrage ab, je tiefer und weiterverzweigt die "Pipeline" ist. Die Summe des Auftragseingangs über einen bestimmten Konjunkturzyklus ist jedoch identisch mit der Endmarktnachfrage.

Dies zeigt auch, dass Preissenkungen über die LME-Preisveränderung hinaus während des konjunkturellen Abstieges rein markttheoretisch einen Unsinn bedeuten und die Aluminiumindustrie als Ganzes damit nicht mehr Aufträge generiert. Durch dieses aggressive Konkurrenzverhalten wird aber - neben einer individuellen geringen Auslastungserhöhung zu Lasten eines Wettbewerbers - lediglich der gesamte Preisverfall beschleunigt. Die gesamte Preistaktik und damit verbundene Auftragseingangs- und Auslastungspolitik sind jedoch Gegenstand einer spieltheoretischen Betrachtung. Diese sollen Thema eines weiteren Beitrages werden.

We purchase and supply

• Rolling mills cold/hot	• Slitting lines	• Tube welding machines
• Roll grinding machines	• Cut-to-length lines	• Extrusion presses
• Continuous casters	• Coilers	• Joining presses
• Levellers / straighteners	• Coil carriages	• Packing lines for strips
• Drawing machines	• Rollformers	

Please ask for our sales list


 Postfach 1348 · 57253 Freudenberg
 Tel.: (02734) 27 11 90 · Fax: (02734) 27 11 95
<http://www.coiltec.de>
 e-mail: coiltec@t-online.de