Impact of technological development, market and environmental regulations on the past and future performance of chemical processes

Doctoral Thesis**Author(s):**

Mendivil, Ramon

Publication date:

2003

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004598977>

Rights / license:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

Impact of technological development, market and environmental regulations on the past and future performance of chemical processes

A dissertation submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZURICH

For the degree of
Doctor of Technical Sciences

Presented by
RAMON MENDIVIL
Chem. Eng. IQS
Ind. Eng. Univ. Ramon Llull
MBA, Univ. Ramon Llull
Born November 11th, 1972

Prof. Dr. K. Hungerbühler, Examiner
Prof. Dr. G. J. McRae, co-examiner
Dr. U. Fischer, co-examiner

Zurich 2003

Diss. ETH No. 15159

ABSTRACT

With its products used by virtually every other manufacturing industry, the chemical industry is one of paramount importance. In recent years, numerous changes have affected the way business is carried out in the chemical industry. New regulatory requirements, globalization, shorter product life cycles, and emerging technologies, among others, are forcing this industry to re-establish its statements and objectives. Chemical industry in the past has been characterized by static and inflexible responses to external influences. The effect of economy of scale converted many specialty chemicals into commodities thereby forcing a reduction of manufacturing cost and shrinking profits. This had a dual effect: only those technologically competitive processes would prevail and from that moment on their flexibility to affront external influences was reduced. This combined effect forced the chemical industry to act reactively to change, thereby losing the competitive advantage of acting proactively.

This thesis aims to study the influences of technology, market situation, and environmental regulations upon a chemical process during its lifetime. With knowledge of the major driving forces, resources can be allocated more wisely, and a traditionally reactive action can be transformed into a proactive one. Of course no one can predict the future, but proactive action based on the knowledge and experience gathered to current date will better position the chemical industry to face incoming and unknown events. This study was based on three major aspects: On a first level, the evolution of the technology for the production of hydrogen cyanide and its precursors was studied. On a second level, the evolution of the market situations regarding prices and demand along with the evolution of environmental regulations were studied. A new Dynamic Life Cycle Analysis (DLCA) method was developed to obtain the evolution of the environmental performance. The evolution of prices was used to obtain the economic performance of the process over time.

Results allowed investigating the relationship economy-environment and the influence of environmental regulations and the market situation on the chemical process of study. These investigations resulted in the conclusion that technological improvements in the process, besides improving the economic performance, also produce a higher impact on the environmental performance of the process than the environmental regulations.

As a final step, the information obtained from the evolution of the economic and environmental performance was used in addition to state of the art retrofit methodologies to identify potential process improvements. The combined information obtained from the retrofit analyses and the evolution of the process allowed identification of possible process alternatives better positioned towards future changes in market or in environmental legislation.

ZUSAMMENFASSUNG

Mit dem Breiten einsatz chemische Produkte in allen Produktionssektoren kommt der Chemischen Industrie eine besondere. Eine grosse Anzahl von Veränderungen haben in den letzten Jahren die Geschäftsabwicklung der chemischen Industrie beeinflusst. Unter anderem zwingen neue regulatorische Anforderungen, die Globalisierung, kürzere Produktlebenszyklen und neu aufkommende Technologien diese Industrie dazu, ihre Aussagen und Ziele neu zu formulieren. Die Reaktion der chemischen Industrie auf äussere Einflüsse wurde früher als statisch und unflexibel charakterisiert. Der Effekt der erhöhten Wirtschaftlichkeit durch Massenproduktion zwang die Spezialitätenchemie zu tieferen Produktionskosten und zu sinkenden Gewinnen. Dies hatte eine doppelte Wirkung: es könnten sich nur die technologisch konkurrenzfähigen Herstellungsprozesse durchsetzen, aber deren Flexibilität, externen Einflüssen zu trotzen, wurde gleichzeitig reduziert. Dieser kombinierte Effekt zwang die chemische Industrie, reaktiv auf Veränderungen zu reagieren, unter Verlust des wettbewerblichen Vorteils der proaktiven Handlung.

Diese Doktorarbeit will den Einfluss der Technologien, der Marktsituation und der Umweltgesetzgebung auf einen chemischen Prozess während dessen Lebensdauer untersuchen. Ressourcen können mit dem Wissen der hauptsächlichen Triebkräfte effektiver verteilt werden und eine traditionell reaktive Handlung kann in eine proaktive umgewandelt werden. Natürlich kann die Zukunft nicht vorhergesagt werden, aber eine proaktive Handlung, basierend auf dem bis heute gesammelten Wissen und der Erfahrung, wird der chemischen Industrie eine bessere Ausgangslage geben, zukünftige und wenig bekannte Herausforderungen anzugehen. Diese Studie basiert auf drei Aspekten: In einer ersten Stufe wird die Technologieentwicklung der Herstellung von Blausäure und dessen Vorläufern untersucht. In einer zweiten Stufe wird die historische Entwicklung der Marktsituation in Bezug auf Preise und Bedarf zusammen mit der Entwicklung der Umweltgesetzgebung untersucht. Eine neue *Dynamic Life Cycle Analysis* (DLCA) Methode wurde entwickelt um die Evolution der Effizienz von Umweltschutz-Massnahmen zu untersuchen. Die Preisentwicklung wurde verwendet, um die ökonomische Leistung des Prozesses während der betrachteten Zeit zu beurteilen.

Die Resultate erlauben die Untersuchung der Ökonomie-Umwelt-Beziehung und des Einflusses der Umweltgesetzgebung sowie der Marktentwicklung auf den betrachteten chemischen Prozess. Diese Untersuchungen resultierten im Befund, dass technologische Fortschritte des Herstellungsprozesses zu Verbesserungen der ökonomischen Leistung einen höheren Einfluss auf die Verringerung der Umweltbelastung durch den Prozess ausübten als die Umweltgesetzgebung.

Schlussendlich wurden die Informationen der ökonomischen und ökologischen Effizienz zusammen mit modernsten *Retrofit* Methoden

angewendet, um potentielle Prozessverbesserungen zu identifizieren. Die kombinierten Erkenntnisse der *Retrofit* Analyse und der Prozessentwicklung erlauben, mögliche Prozessalternativen zu identifizieren, die gegenüber kommenden Veränderungen des Marktes oder der Umweltgesetzgebung Vorteile bieten.