

Diss. ETH Nr. 8299

**Die Methylcyclohexan - Dehydrieranlagen  
MTH-1 und MTH-2  
auf wasserstoffangetriebenen Lastwagen**

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines  
Doktors der technischen Wissenschaften  
der  
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE  
ZÜRICH

vorgelegt von  
NIKLAUS GRÜNENFELDER  
Dipl. Chem.-Ing. ETH  
geboren am 26. Juni 1957  
von Vilters - Wangs SG

Angenommen auf Antrag von  
Prof. Dr. D.W.T. Rippin, Referent  
Prof. Dr. W. Richarz, Korreferent



ADAG Administration & Druck AG

Zürich 1987

## **Abstract**

During the next century, hydrogen will play a decisive role as a secondary energy-carrier. It is therefore important to initiate long-term preparations for the introduction of hydrogen-technology in spite of long time constants and current low oil-prices. The MTH-system already offers a possibility to demonstrate the advantages of hydrogen-technology in a specific field of application (transportation sector).

The MTH-system is based on a closed circuit in which initially solar-, nuclear- and/or hydroelectricity is transformed into hydrogen which is then bound to toluene and can thus be stored. With the existing infrastructure, the methyl cyclohexane so obtained is delivered to a net work of service-stations and supplied to heavy vehicles through the adapted filling-stations. On the vehicle itself, the hydrogen is split off catalytically from the methyl cyclohexane and used in a modified internal-combustion engine to drive the vehicle. At the next refuelling, the recovered toluene is returned to the service-station and from there transported to the central hydrogen-plant.

The most interesting part of the circuit is the mobile dehydrogenation-plant. In this dissertation, the development and further investigation of the only known mobile dehydrogenation-plants MTH-1 and MTH-2 are reported.

The concept was realized successfully in the dehydrogenation-plant MTH-1. A truck equipped with the hydrogen-engine WM-1 and the dehydrogenation-plant MTH-1 covered a short flat distance of altogether 5 km. The dehydrogenation-heat was provided by the burning of propane.

The average yield of toluene lay between 15 and 20%, once reaching 71% under particular circumstances.

MTH-2 is the successor of MTH-1. The most important improvements are the thermal exploitation of the hot exhaust gas from the motor, semiautomatic control of the operation and strongly improved safety measures. The truck with the hydrogen-engine WM-2 (which if required can also be run on toluene) and with the dehydrogenation-plant MTH-2 covered short distances including gradients amounting to 45 km.

Technical difficulties still standing in the way of a decisive breakthrough appear to be soluble in the near future.

## Zusammenfassung

Wasserstoff wird im nächsten Jahrhundert eine entscheidende Rolle als Sekundärenergieträger einnehmen. Darum ist es wichtig, trotz langen Zeitkonstanten und niedrigen Oelpreisen die langfristigen Vorbereitungen zur Einführung der Wasserstofftechnologie bereits jetzt in Angriff zu nehmen. Das MTH-System bietet schon jetzt eine Möglichkeit, die Vorzüge einer Wasserstoffwirtschaft, in einer Anwendungsnische (Transportsektor) zu zeigen.

Das MTH-System arbeitet mit einem geschlossenen Kreislauf an dessen Anfang Kern-, Solar- oder Hydro-Elektrizität in Wasserstoff umgewandelt, dieser an Toluol gebunden und damit speicherbar wird. Das erhaltene Methylcyclohexan wird mit der bestehenden Infrastruktur auf das Tankstellennetz und von dort über angepasste Tankstellen an schwere Fahrzeuge abgegeben. Der Wasserstoff wird auf dem Fahrzeug katalytisch vom Methylcyclohexan abgespalten und in einem modifizierten Verbrennungsmotor für den Fahrzeugantrieb genutzt. Das Toluol wird an der Tankstelle beim nächsten Tanken von Methylcyclohexan zurückgenommen und zur Hydrieranlage transportiert.

Das interessanteste Glied im Kreislauf ist die mobile Dehydrieranlage. In dieser Dissertation werden die zur Zeit einzig bekannten mobilen Dehydrieranlagen MTH-1 und MTH-2 vorgestellt und untersucht.

Mit der Dehydrieranlage MTH-1 konnte die Machbarkeit erfolgreich gezeigt werden. Der Lastwagen, ausgerüstet mit dem Wasserstoffmotor WM-1 und der Dehydrieranlage MTH-1, legte kurze, flache Teststrecken von insgesamt 5 km zurück. Die Dehydrierungswärme wurde durch die Verbrennung von Propan geliefert.

Die durchschnittliche Ausbeute an Toluol lag zwischen 15 – 20%, unter besonderen Bedingungen einmal bei 71%.

MTH-2 ist die Folgeanlage von MTH-1. Als wichtigste Verbesserungen sind die thermische Nutzung der heißen Motorabgase, die halbautomatische Regelung und Steuerung sowie ein stark verbessertes Sicherheitskonzept zu nennen. Der Lastwagen mit dem Wasserstoffmotor WM-2, der redundant mit Toluol betrieben werden kann und der Dehydrieranlage MTH-2 überwand kurze Teststrecken von insgesamt 45 km, inklusive Steigungen.

Die noch anstehenden technischen Schwierigkeiten, die einen entscheidenden Durchbruch vorläufig noch verhindern, scheinen in naher Zukunft lösbar zu sein.