

ULTRALEICHTE E-MOBILE – ENTWICKLUNGEN IM INEM

HUGO GABELE, MARTIN ZIEGLER, KLAUS FRENZEL



Institut für Nachhaltige Energietechnik und Mobilität

Die Mobilität wird in Zukunft komplexer und vielschichtiger. Eine bunte Mischung aus Hybridfahrzeugen und immer neuen Elektrofahrzeugen beleben heute schon das Straßenbild. Bislang noch kaum bedacht sind Lösungen für die Mobilität dort, wo die Straße bzw. die Bahn aufhört. Man spricht in diesen Fällen von der „Last Mile Mobility“ (LMM) und der so genannten „Ergänzenden Mobilität“ in Großräumen (Messen oder Flughäfen) und überfüllten Megacities, die zunehmend „verstopfen“ unter der Last konventioneller Fahrzeuge. Das aus dem Institut für Brennstoffzellentechnik (IBZ) hervorgegangene Institut für nachhaltige Energietechnik und Mobilität (INEM) hat sich dieser besonderen Herausforderung angenommen und beschäftigt sich daher seit 2012 auch mit der Entwicklung ultraleichter und nachhaltiger Kleinstfahrzeuge.

Hierbei sind folgende drei Kriterien zu erfüllen:

1. So kompakt wie möglich
2. So leicht wie möglich und
3. Nicht schneller als notwendig!

Die reduzierte Geschwindigkeit ist das wirksamste Mittel zur Begrenzung des Gewichts. Leichtbau ist aber nicht nur eine Frage des Materials, sondern ganz entscheidend der Konstruktion und ihrer Bauweise. Darunter versteht man das Zusammenspiel verschiedener Leichtbaustoffe in Form einer optimalen Topographie. Es geht also um mehr als nur den Ersatz von Stahl durch Aluminium oder Carbon [1].

STAND DER TECHNIK

Im Internet findet man eine bunte Vielfalt kleiner Leichtbau-E-Mobile. Keine der Entwicklungen ist aber so konsequent durchdacht wie das Ultra Light Vehicle (ULV) von Prof. Janach von der Hochschule Luzern (siehe Abbildung 1). Er ist der Urvater der Idee. Mit ihm arbeitet das INEM seit 2012 eng zusammen.

Die Schlüsselinnovationen des ULV sind [1]:

- Sandwichplattform aus vernietetem Alublech (oben 0,5 mm, unten 0,25 mm dick) mit Styroporkern (100 mm dick)
- Midstick für die Lenkung
- In die Plattform integrierter Radnabenmotor mit Kette zum Differential.



Abb. 1: Der Prototyp des ULV von Prof. Janach. (Foto: Janach)

Technische Daten:

- 1,25 m lang,
- 0,85 m breit,
- 18 kg ohne Batterie,
- 12 km/h für Flughäfen, Messen und Fußgängerzonen mit 180 Watt Motor
- 20 km/h für asiatische Megacities, mit 350 Watt Motor.

Dabei wiegt das Fahrzeug nicht mehr als ein E-Bike und verfügt über zwei Sitze.

INEM-ENTWICKLUNGEN

Das Thema Ultraleicht E-Mobil (ULEM) eignet sich in besonderer Weise für die Lehre, da es ganzheitlich die wissenschaftlichen Bereiche der Fahrzeugtechnik wie Leichtbau, Design, Fertigungstechnik, Mechatronik, Simulation und anderes miteinander verknüpft. Über den Anspruch, mit dem ULEM auch Mobilitätslücken für ältere und in Ihrer Bewegungsfreiheit eingeschränkte Menschen zu schließen, ergeben sich interessante Anknüpfungs-

punkte zur Fakultät Soziale Arbeit, Gesundheit und Pflege (SAGP) und zum Studienzentrum für Nachhaltige Entwicklung (SNE).

DESIGN STUDIEN

In Zusammenarbeit mit dem Lehrbeauftragten für Formgestaltung Dipl.-Des. (FH) Klaus Frenzel entstand zunächst die Idee, mit Studenten des Studienschwerpunktes Karosserie neue Design-Vorschläge auf der Basis des reinen Funktions-Designs des ULV zu erarbeiten unter Beibehaltung der Hauptabmessungen und der Antriebskomponenten.

Die Abbildungen 2 bis 5 zeigen erste erfolgversprechende Konzeptstudien: Eine Classic-Variante, eine Sport-Variante, und eine Kunststoffkonstruktion nach dem Prinzip „Bobby-Car“. Bei der Classic-Variante mit dem angedeuteten „Retro-Kutschen-Design“ (Abbildung 2) kommt neben der Effizienz noch ein weiteres Nachhaltigkeitsthema ins Spiel, nämlich die Verwendung nachwachsender Rohstoffe wie Holz (dünne Schichtholzplatten, statt Aluminiumblech bzw. organische Wabenstrukturen statt Styroporplatten).



Abb. 2: Styling Studie „Classic“ (Quelle: INEM, Hochschule Esslingen)

Im Rahmen einer weiteren Projektarbeit wurde die Styling Studie in eine CAD-Konstruktion überführt mit dem Ziel, gegebenenfalls ein Prototypfahrzeug zu bauen (siehe Abbildung 3).



Abb. 3: CAD Konstruktion „Classic“. (Quelle: INEM, Hochschule Esslingen)

Das besondere Merkmal der Sport-Variante ist die geschwungene Plattform aus Schichtholz (vergleiche Abbildung 4).

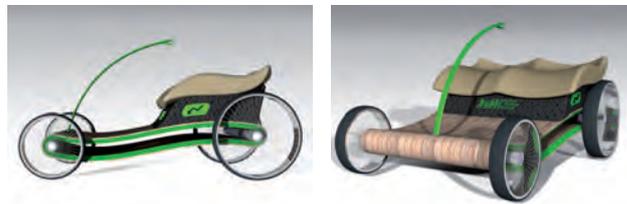


Abb. 4: Styling Studie „Sport“ mit geschwungener Schichtholz-Plattform. (Quelle: INEM, Hochschule Esslingen)

Eine weitere Studentische Projektgruppe beschäftigte sich mit der Aufgabe, anstelle der Sandwich-Grundplatte eine selbsttragende Kunststoffstruktur (Carbonfaser verstärkt) zu generieren (siehe Abbildung 5).



Abb. 5: Styling Studie eines CFK-Modells. (Quelle: INEM, Hochschule Esslingen)

WEITERENTWICKLUNG DES ULTRALEICHT-KONZEPTS

Einen vielversprechenden neuen Ansatz verfolgt Martin Ziegler M. Eng. (ehemaliger IBZ-Mitarbeiter und heutiger Geschäftsführer der Hyliontec GmbH Stuttgart und Lehrbeauftragter am INEM). Grundsätzlich soll ein möglichst robustes, simples und zugleich kostengünstiges Fahrzeug entstehen, das allen Ansprüchen des ULV gerecht wird und zudem den Charme eines Lifestyle-Produkts verkörpert.

Mit dem Fokus auf eine mögliche Serienfertigung sollen neben dem Gewicht auch die Herstellkosten weiter sinken. Ein wichtiger Schritt vorab ist die Substitution der Niettechnik durch eine selbsttragende Struktur. Die entscheidende Innovation ist aber der Verzicht auf die mechanische Lenkung und den mechanischen Antriebsstrang. Die Lösung von Martin Ziegler kommt mit zwei so genannten Nachlaufrädern vorne (Prinzip Einkaufswagen, jedoch luftbereift) und zwei 12 Zoll Hinterrädern mit integrierten Radnabenmotoren aus, die mit jeweils 250 W Antriebsleistung eine Geschwindigkeit bis max. 25 km/h ermöglichen. Diese können per Joystick an der Mittelarmlehne angesteuert werden – auch gegenläufig, so dass sogar eine Rotation auf der Stelle möglich ist. Bild 6 zeigt eine erste CAD-Konzeptstudie der Tragstruktur.

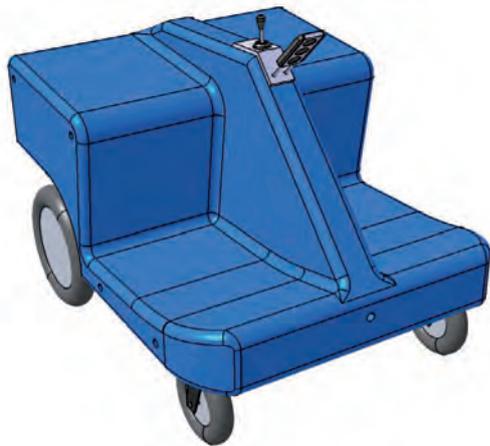


Abb. 6: CAD-Grundkonzept von Martin Ziegler (Quelle: INEM, Hochschule Esslingen)

Der extrem leichte Korpus aus schlagzähem Hartschaum wird so ausgebildet, dass die Struktur praktisch selbsttragend ist und ab sofort ohne Nietbleche auskommt.

Ein zentrales Element stellt die Mittelarmlehne dar. Sie verhindert das Einknicken der Frontpartie und beherbergt zugleich alle elektronischen Komponenten zur Steuerung des Fahrzeugs. Die Antriebsbatterie in der Größe einer kleinen 12V Autobatterie (geplant: Li-Ion) findet unter der Sitzbank Platz. Die rechtwinkligen Außenflächen sind gezielt beabsichtigt und ermöglichen das einfache Aufstapeln oder Aneinanderreihen mehrerer Fahrzeuge. Das vereinfacht später nicht nur den Transport, sondern spart auch Platz und eröffnet vielfältige Möglichkeiten im Verleih sowie als Werbeträger. Ein erstes Modell wurde bereits aus Hartschaum-Platten im Maßstab 1:1 hergestellt und kann für Ergonomie- und Festigkeitsuntersuchungen verwendet werden.



Abb. 7: Modell des Grundkörpers aus Hartschaum im Maßstab 1:1. (Foto: Ziegler)

Durch die gewählte Form stehen drei Herstellverfahren zur Auswahl:

1. Das Ausschneiden von Schichten und anschließendes Verkleben (für kleine Stückzahlen)
2. Als Strangpressverfahren, bei dem der Grundkörper extrudiert und zugeschnitten wird
3. Spritzguss bzw. Aufschäumen in einer Negativform

Bei Variante 3 besteht zudem die Möglichkeit, dass Funktionskomponenten und Armierungen in einem gemeinsamen Fertigungsschritt mit eingeschäumt beziehungsweise umspritzt werden.

„AUF DEM WEG ZUM LIFESTYLE PRODUKT“

Besonders reizvoll erscheint der Gedanke, das Fahrzeug in Richtung „Lifestyle Produkt“ zu entwickeln, bei dem neben einem „stylishen Design“ sog. „Added Values“, also die Mehrnutzen eine wichtige Rolle spielen. So könnte zum Beispiel auf der Armlehne eine Halterung für das Smartphone angebracht werden, die zugleich als Ladestation dient. Das Handy kann einerseits für die Navigation verwendet werden, andererseits mit der Fahrzeugsteuerung kommunizieren. Da das Fahrzeug über keine mechanische Lenkung mehr verfügt und die Fahrtrichtung allein über die beiden Elektromotoren bestimmt wird, könnte das Handy nicht nur die Route planen, sondern das Fahrzeug auch vollständig autonom ans Ziel führen. Den dazu passenden „Handy-Apps“ sind fast keine Grenzen gesetzt.

Das Projekt ULEM bietet also eine hochspannende Projektlandschaft, ganz besonders für visionäre Ideen und die sich daraus ergebende interdisziplinäre Zusammenarbeit. Interessierte Kollegen und Mitarbeiter sind herzlich eingeladen, sich mit weiteren Vorschlägen zum Thema einzubringen.

Prof. Dr.-Ing. Hugo Gabele lehrt an der Hochschule Esslingen in der Fakultät Fahrzeugtechnik. Seine Fachgebiete sind Konstruktion 1,2,3, Verbrennungsmotoren Labor, Brennstoffzellen Labor. Außerdem ist er Leiter der Projektwerkstatt im Institut für Nachhaltige Energietechnik und Mobilität (INEM) der Hochschule.

Martin Ziegler M.Eng. ist Absolvent der Hochschule Esslingen und als Geschäftsführer der Hyliontec GmbH Stuttgart sowie als Lehrbeauftragter im INEM der Hochschule Esslingen tätig.

Klaus Frenzel ist Leiter der Abteilung Design Strategie, Mercedes-Benz Cars Development bei der Daimler AG und Lehrbeauftragter an der Hochschule Esslingen.

Literatur

- [1] Walter JANACH, Luzern University of Applied Sciences, Horw, Switzerland; Xiao-jun TAN Engineering School, Sun Yat-sen University, Guangzhou “Unique Airport Vehicle”, EVS-25 Shenzhen, China, Nov. 5-9, 2010