

## SPL – S-Pedelec Lastenrad für den urbanen Wirtschaftsverkehr

Teilvorhaben: Entwicklung eines Naben-Frontmotors, optimale Abstimmung von Mehrfachantrieben

BMBF, FKZ: 01MX13005C      2013 – 2016

### Zusammenfassung:

Das Vorhaben wurde aus dem Sondervermögen „Energie- und Klimafonds“ finanziert. Die Aufgabe des Fonds ist es laut Bundesregierung, die Finanzierung notwendiger Programmausgaben für die beschleunigte Energiewende sicherzustellen. Seitens des Projektträgers wurde das Vorhaben unter der Rubrik „Technische Innovationen in der Wirtschaft / Elektromobilität“ geführt.

Als ein Schwerpunkt der Energiewende zählt der Umstieg auf Mobilitätskonzepte, die mit einem deutlich geringeren Ausstoß von Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) einhergehen. Dazu zählt insbesondere die Elektromobilität, da bei ihr der Umwandlungsprozess in mechanische Energie auf elektrochemischem Wege, ohne Freisetzung von CO<sub>2</sub>, von staten geht. Weiterhin weisen elektromechanische Wandler, d.h. Elektromotoren, eine höhere Effizienz gegen-über Verbrennungsmotoren auf.

Das durchgeführte Vorhaben handelte von der Projektierung und Inbetriebnahme eines elektrifizierten Lastenrades, das eine Nutzlast von bis zu 100 kg transportieren kann. Damit können, insbesondere in städtischen Gebieten, kleinere Transportgüter auf kurzen und mittleren Strecken energieeffizient zugestellt werden. Bei speziellen Transportunternehmen, bspw. Lieferdiensten für Lebensmittel, stellt das S-Pedelec eine vollwerte Alternative zu konventionellen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor dar. Da die elektrische Antriebsleistung auf 500 W ausgelegt ist, genügt die derzeitig erreichte Energiedichte bei Akkumulatoren aus, um das Gefährt ganztägig zu nutzen und am Abend aufzuladen. Der geringe Energiebedarf resultiert zum einen aus der relativ geringen Masse von Lastenrad plus Fahrer, sowie dem Umstand, dass der Fahrer durch den Pedaltritt zusätzliche Antriebsleistung beisteuert. Genau genommen handelt es daher um einen parallelen Hybrid-Antrieb. Selbst wenn der Akkumulator mit Strom auf Basis des herkömmlichen Strommix aufgeladen wird, fällt die CO<sub>2</sub>-Bilanz des Gefährts um Größenordnungen besser aus als bei konventionellen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor.

Bei elektrischen Fahrentrieben wird der Motor durch einen Wechselrichter gespeist, der wiederum elektrische Energie aus dem Akkumulator aufnimmt. Aus Sicht des Anwenders ist es komfortabel, wenn Motor und Wechselrichter zu einer kompakten Baugruppe vereint sind. Dadurch können die zahlreichen Kabelverbindungen im Inneren der Einheit verborgen bleiben. Das wirkt sich positiv auf die elektromagnetische Verträglich aus. Der Anwender muss nur noch die Batterie elektrisch mit dem Eingang des Wechselrichters verbinden. Aufgrund des geringen Bauraumes im Motor wurden Wechselrichter und Informationsverarbeitung auf zwei Platinen aufgeteilt. Die Entwicklung der Platinen fand im Unterauftrag für die Firma Binova statt.

Das Pedelec-Doppelantriebssystem auf Basis eines konventionellen Naben-Frontmotors unterstützte den Pedaltritt des Fahrers harmonisch und bot insbesondere beim Anfahren einen kraftvollen Vortrieb. Für den parallelen Betrieb beider Antriebe mussten u. a. die Grenzwerte für die Stromaufnahme aufeinander abgestimmt werden, um den Akkumulator sowie das Batterie-Management-System nicht zu überlasten. Der Doppelantrieb bietet neben der Möglichkeit der

Verlustminimierung Potential für weitere Zusatzfunktionen. Beispielsweise neigte das Vorderrad bei Anfahren auf sandigem Boden zum Schlupf. Durch Abfragen der Drehzahlen von Mittel- und Frontantrieb wäre eine Anti-Schlupf-Kontrolle möglich. Zusätzlich wäre eine Aufteilung der zu erbringenden Antriebsleistung unter thermischen Gesichtspunkten sinnvoll. Falls ein Motor zu heiß würde, könnte der andere einen zusätzlichen Drehmomentanteil übernehmen und damit für Entlastung sorgen.

Publikationen:

J. Jung, S. Ulbrich, W. Hofmann: Design Process of a High Torque Density Direct Drive Involving a Transverse Flux Machine, IEEE International Conference on Electrical Machines – ICEM 2014, Berlin, pp. 1096 - 1102, 2014