

# Effizienzsteigerung Kyburz DXP

Studiengang: BSc in Automobiltechnik | Vertiefung: Fahrzeugtechnik

Betreuer: Peter Affolter

Experten: Roberto Martinbianco, Philippe Burri

Industriepartner: KYBURZ Switzerland AG, Freienstein

Das Ziel dieser Bachelor-Thesis ist die Umsetzung einer Effizienzverbesserung des vollelektrischen Dreiradkleinfahrzeugs Kyburz DXP 5, das täglich von der Schweizerischen Post bei der Zustellung betrieben wird. Eine geringfügige Steigerung der Wirkungsgrade hat dank eines Skaleneffekts über mehrere tausend Fahrzeuge schon grosse Auswirkungen auf die Gesamteffizienz und Nachhaltigkeit der Flotte.

## Vorgehensweise

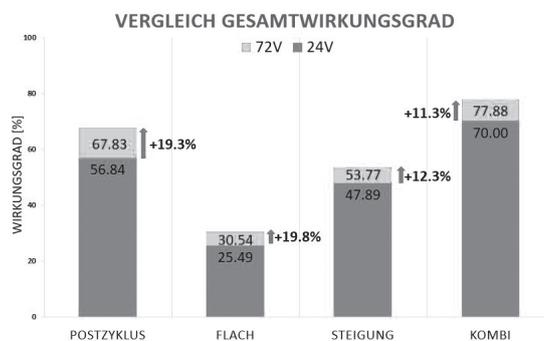
Mit dem serienmässigen DXP werden vier definierte Fahrzyklen auf einem Rollenprüfstand abgefahren. Die Zyklen beinhalten möglichst viele verschiedene Lastzustände, wie das Fahren mit stetiger Steigung, Kombifahrt (Steigung und Gefälle) und Fahrt auf der Ebene. Zudem wird ein Postzyklus verwendet, der bestmöglich den Alltagsbetrieb mit Stop&Go simuliert. Vor jedem Zyklus wird der Akkumulator auf einen gewissen Ladezustand aufgeladen. Somit kann der Gesamtwirkungsgrad anhand elektrischer Energie aus der Steckdose und resultierender Antriebsenergie am Rad bestimmt werden. Dieser wird mit den multiplizierten Einzelwirkungsgraden von Ladegerät, Akkumulatorpaket und Antrieb bzw. Generator im Energierückgewinnungsbetrieb (Rekuperation) verglichen. So wird eine Idee gewonnen, ob Verluste bei diesen Bauteilen oder dazwischen zu finden sind. Währenddessen wird grundlegendes Wissen zu Einflussfaktoren der Effizienz über die verbauten Bauteile erarbeitet und dokumentiert. Auf dieser Basis wird das Fahrzeug unter Berücksichtigung effizienzsteigernden Massnahmen umgebaut. Der Antriebsstrang des umgebauten DXP wird danach unter denselben Messbedingungen kritisch untersucht und mit dem aktuellen Modell verglichen.



Kyburz DXP mit 24 Volt (links) und mit 72 Volt (rechts)

## Resultate

Die Aufrüstung beinhaltet die Steigerung der Spannung im Antriebsstrang von 24 Volt auf ein höheres Spannungslevel von 72 Volt. Bei gleichbleibender Nennleistung der Asynchronmaschine kann der Strom proportional zur Spannungserhöhung gesenkt werden. Da sich mit steigendem Betrag des Stromes die Verlustleistung im Quadrat erhöht, kann die Effizienz durch eine Stromsenkung massgeblich positiv beeinflusst werden. Die Platzverhältnisse begrenzen die Akkumulatordesign auf 72 Volt und 60 Ampèrestunden. So wird bei erhoffter Effizienzsteigerung die Fahrzeugreichweite nicht gesenkt. Beim aufrüsteten Modell zeigt sich ein deutlich höherer Wirkungsgrad im Antrieb (Motorelektronik mit Umrichter, Asynchronmaschine, Getriebe und Reifen) von 9.6% bis 14.7% (zyklusabhängig). Das Akkumulatorpaket wurde zwischen 5.3% und 7.7% ineffizienter. Alle restlichen Komponenten blieben auf einem ähnlichen Niveau. Insgesamt ist eine absolute Steigerung des Gesamtwirkungsgrades von 5% bis 11% zu verzeichnen. Relativ zum aktuellen Modell ist dies eine Verbesserung von 11.3% bis 19.8%.



Effizienzvergleich der beiden Modelle in Abhängigkeit des Fahrzyklus



Fabian Egger



Andreas Hüsey