



# Suncar - Fokusprojekt der ETH Zürich Sponsorenbrochure



# Einleitende Worte von Prof. Dr. David Dyntar

Die Menschheit befindet sich seit einigen Jahrzehnten in einem Ölrausch, auch Ölpeak genannt. Doch die meisten unserer Vorfahren lebten in der Solarzeit, weil sie die Technologien zur Nutzung der nicht erneuerbaren Energiequellen (Öl, Gas, Kohle) nicht kannten. Spätestens wenn die Erdölreserven aufgebraucht sind, wahrscheinlich aber früher, wenn die Umweltkatastrophen uns dazu zwingen - werden unsere Nachkommen wieder in die Solar-Ära zurückkehren müssen. Auch Fracking ändert an dieser Tatsache nichts. Erdöl, Kohle oder Gas zu verbrennen, ist nicht nachhaltig, die Vorräte halten nicht ewig, und ihre Verbrennung erzeugt heute mehr Probleme als sie löst. Wir verbrennen 14 Milliarden Liter Öl pro Tag und pumpen 32 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr in unsere hauchdünne Atmosphäre, mit katastrophalen Folgen für unsere Umwelt.

Wäre die Erde auf eine Kugel von 1 m Durchmesser reduziert, so würde unsere Atmosphäre gerade 1 Millimeter dick!

Im Herbst 2006 stellte sich das Energy Science Center der ETH Zürich die Aufgabe, die zukünftige Ausrichtung der Lehre und Forschung auf die grossen Herausforderungen im globalen Umfeld abzustimmen. Damit die hohen gesellschaftlichen Erwartungen erfüllt und die immensen Aufgaben bewältigt werden können, ist die Forschung für ein nachhaltiges Energiesystem auf grundlegendes Wissen und neue Technologien angewiesen. Erforderlich dazu sind auch bedeutende interdisziplinäre Beiträge aus allen Bereichen der Ingenieurwissenschaften und die dazu notwendigen Ingenieurinnen und Ingenieure ohne hin.

Die zukünftige Energienutzung muss erneuerbar, effizient und elektrisch sein. Die heutigen Autos haben eine Effizienz die deutlich unter 20 % liegt. Sie verbrennen nicht erneuerbare Treibstoffe, sind nicht effizient und nicht elektrisch. Die modernen Elektromotoren und Elektrokomponenten erlauben jedoch Wirkungsgrade die um Faktoren höher liegen. Dazu liefert uns die Sonne 10'000 mal mehr Energie als die Menschheit verbraucht. Investieren in die Forschung in diesem Bereich heisst die Devise, anstatt Milliarden für Ölimporte ausgeben und das Öl dann vorwiegend zu verbrennen. Unsere Kinder werden uns dankbar sein. Die SunCar-Fokusprojekte haben als Ziel, einen Beitrag für die Zukunft unserer nachhaltigen Mobilität leisten. Daran arbeiten wir in den SunCar-Fokusprojekten bereits heute. Nur zusammen sind wir stark.

Prof. Dr. David Dyntar



# Die Vision von Suncar



## Von der Sonne auf die Strasse

Vor mehreren Jahrzehnten stellten sich die Menschen vor, dass man ab dem Jahr 2000 in schwebenden Autos unterwegs ist und keines dieser Autos von Menschen gesteuert werden muss. 14 Jahre, nachdem wir nun fliegen sollten, hat sich die Welt der Mobilität nur wenig geändert. Weder schweben wir, noch fahren unsere Autos autonom. Weder nutzen wir nachhaltige Energien, noch dürfen, aufgrund unserer Gesetze, autonome Fahrzeuge auf Schweizer Strassen fahren. Suncar will, dass dies in 25 Jahren anders aussieht. Wir können keine Gesetze ändern, doch wir können die Technologie soweit entwickeln und erforschen, dass es keine Bedenken und Ängste mehr gibt. Weiter soll die Technologie im Gegensatz zu heute so effizient und günstig sein, dass es keine Gründe mehr gibt, Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren einzusetzen - weder Autos noch Baumaschinen, weder Lastkraftwagen noch Landmaschinen. Das Sortiment von Suncar umfasst bereits ein Sportauto, ein Familienauto, einen SUV und einen Bagger. In Zukunft wollen wir weitere Fahrzeugarten in unser Portfolio aufnehmen, um alle Potentiale zu nutzen. Wir arbeiten Semester für Semester, Jahr für Jahr, um diese Vision zur Realität zu machen. Wir freuen uns, die Welt zu verändern.

## Unsere Vision in 15 Sekunden

Wir von Suncar wollen, dass es in 25 Jahren keinen Grund mehr für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren gibt. Wir arbeiten an der Effizienz und Sicherheit der Fahrzeuge, um die Abhängigkeit von Erdöl zu minimieren. Bei PKWs, LKWs, Baumaschinen oder Landmaschinen.

# Das Team von Suncar

An Suncar arbeiten jährlich mehrere Studierende von verschiedenen Schweizer Hochschulen. Jedes Jahr kommen neue Studierende dazu, die im ersten Halbjahr Projekterfahrung sammeln, um im zweiten Halbjahr ihre Bachelorarbeit im Suncar-Projekt zu machen. Begleitet werden die Studierenden von ehemaligen Bachelorstudierenden der ETH, die in den Vorjahren ebenfalls Mitglieder des Projektteams waren.



Die Studierenden werden aus Effizienzgründen in Unterteams unterteilt, die sich jeweils auf ein Gebiet spezialisieren. Im Studienjahr 2014/2015 sind dies BAT, ERT, MTT, ORG und Bagger. Im folgenden Abschnitt, möchten wir euch unsere Arbeiten in diesen Teams erläutern.

## Das Team BAT

Das Team BAT spezialisiert sich auf die Batterie. Die Herausforderungen sind gross, da die Batterie in direkter Konkurrenz zum Benzin steht. Eine geringere Energiedichte verlangt ein grösseres Volumen, als ein Benzintank es bisher benötigt hat. Und ist ein Platz gefunden, so müssen die Sicherheit, die Kühlung und die Zellenüberwachung garantiert werden.

## Das Team ERT

Das Team ERT steht für die ganze Elektronik, Steuerungs- und Regeltechnik im Fahrzeug. Die Komplexität der Fahrzeuge ist in der Fahrzeugindustrie Jahr für Jahr gestiegen. Fast jede Komponente wird über ein Steuergerät kontrolliert. Für die neuen Komponenten wie den Elektromotor, die Umrichter und die Batterieüberwachung muss die ganze Steuerung selber programmiert werden. Diese Steuerung muss zusätzlich noch die bestehende Steuerung mit Fahrzeugdaten unterstützen, damit zum Beispiel der Tacho weiterhin die aktuelle Geschwindigkeit anzeigt.

## Das Team MTT

Das Team MTT kümmert sich um die Mechanik und das Thermomanagement. Während des ganzen Projektes arbeiten seine Mitglieder eng mit den anderen Teams zusammen, damit jede Komponente am richtigen Platz ist, dass diese alle mechanischen und thermischen Anschlüsse erhalten, die sie benötigen und dass auch der Fahrer bei jeder Aussentemperatur eine angenehme Fahrt hat. Zu Beginn der Projekte sind sie weiter für die Berechnung der Kräfte auf das Fahrzeug und die daraus resultierenden Anforderungen an die anderen Teams zuständig. Diese Arbeiten enden im ersten Semester bereits in der Motoren- und Getriebeauslegung, auf dessen Basis die meisten grossen Entscheidungen aller Teams basieren.

## Das Team ORG

Das Team ORG ist dafür zuständig, dass jedes dieser Teams so effizient wie möglich arbeiten kann. Die Unterstützung mit Informationen, die Koordination und die Kommunikation mit externen Partnern gehören zu seinen Aufgaben. Die Kommunikation umfasst hierbei den Kontakt zu Projektinitiatoren, Entscheidungsträgern und Sponsoren. Auch die Bereitstellung der dafür nötigen Kommunikationsinstrumente wie Webseite, Sponsorenbrochure und Präsentationen werden im Team ORG geplant und umgesetzt.

## Das Team Bagger

Das Team Bagger arbeitet ausschliesslich am Bagger und den dazugehörigen Projekten. Aus regem Wissenstransfer mit den anderen Teams entwickeln sie Konzepte für Baumaschinen - mit der nötigen Flexibilität, um eigene Entscheidungen zu treffen. Dies ermöglicht Suncar verschiedene Richtungen zu gehen ohne aber die Möglichkeit auszulassen, Synergien zu nutzen. Die Arbeiten in diesem Team beinhalten alle Teilbereiche der Elektrotechnik, der Mechanik, der Thermodynamik und der Batterietechnik.

## Unser Team auf einen Blick

Die Komplexität unserer Aufgaben und der Fahrzeuge macht es nötig, dass wir uns in Subteams unterteilen. Im Studienjahr 2014/2015 haben wir ein Team für den Bagger und drei Teams für den iSUV. Damit die Koordination und Kommunikation zwischen den Teams effizient bleibt, arbeitet jeweils ein Studierender in der Koordination.

# Die Fahrzeuge

Vier Fahrzeuge in fünf Jahren ist unsere Bilanz. Und es sollen weitere folgen. Wir möchten Ihnen an dieser Stelle gerne zeigen, welche Autos wir bereits in unserer Flotte haben und was wir mit diesen erreicht haben. Die entsprechenden Projekte finden Sie auf den Folgeseiten.

Suncar hat bisher 3 Fahrzeuge auf Elektroantrieb umgerüstet, ein weiteres ist aktuell in Arbeit. Die Möglichkeit an mehreren Fahrzeugen zu arbeiten, bietet uns die Chance, die Schwierigkeiten von verschiedenen Fahrzeugtypen kennenzulernen und unsere Entwicklungen später auf alle Fahrzeugarten zu optimieren. Zudem können Synergien erkannt und genutzt werden um den Aufwand zu minimieren.

## Suncar iSUV

Der Suncar iSUV ist unser neuestes Fahrzeug. Die Werte, die wir hier angeben sind die Werte, die wir auf Ende Jahr anstreben.

Fahrzeug: BMW X5  
Leistung: 350 kW Peak  
Reichweite: 250 Kilometer  
0-100km/h: <7 Sekunden  
LxBxH: 4.9x1.9x1.8 Meter

## Suncar Bagger

Der Bagger von Suncar wird in diesem Jahr weiter optimiert, nachdem er letztes Jahr auf Elektroantrieb umgerüstet worden ist. In diesem Jahr wird die Hydraulik auf den Elektroantrieb angepasst, so dass die Betriebszeit weiter gesteigert werden kann.

Fahrzeug: Takeuchi TB1140  
Gewicht: 14.7 Tonnen  
LxBxH: 7.8x2.5x2.8 Meter

## Suncar Sport

Der Suncar Sport ist unser Sportwagen, unser Flaggschiff und das erste Fahrzeug, das von Suncar auf Elektroantrieb umgebaut wurde. Es fuhr bereits an der Wave-Rally mit und war bereits auch Basis für fahrzeugunabhängige Projekte. Das Fahrzeug ist auch immer wieder für Probefahrten verfügbar, wenn Sie die Kraft eines Elektroantriebes testen wollen.

Fahrzeug: Lotus Evora  
Leistung: 250 kW Peak  
Reichweite: 180 Kilometer  
0-100km/h: 4.9 Sekunden  
LxBxH: 4.3x1.8x1.2 Meter

## Suncar Family

Der Suncar Family ist unser Fahrzeug, das durch Praxistauglichkeit und ökonomische Vorteile abhebt. Das Konzept des Kombis mit dem Range Extender, einem Einzylinder-Motor auf Bioethanol-Basis, wurde entwickelt um ein Elektrofahrzeug leicht zu halten, damit kein unnötiges Gewicht herumgefahren werden muss. Im Notfall kann mit dem Range Extender die Reichweite erweitert werden.

Fahrzeug: Skoda Octavia  
Leistung: 62 kW  
Reichweite: 800 Kilometer  
0-100km/h: <9 Sekunden  
LxBxH: 4.7x1.8x1.5 Meter

## Die Fahrzeuge im Vergleich

Suncar hat mittlerweile vier verschiedene Fahrzeugtypen. Wir nutzen sie, um unsere Entwicklungen künftig in jedem Fahrzeugtyp einsetzbar zu machen. Wir lernen, welche Schwierigkeiten jeder Fahrzeugtyp mit sich bringt, und wo wir Wissen in anderen Fahrzeugen anwenden können.

# Suncar iSUV

Der Suncar iSUV ist unser aktuelles Auto, das wir auf Elektroantrieb umbauen. Es soll eine Basis bieten für viele weitere Forschungen im Bereich Sicherheit, Effizienz und Einfachheit von Elektrofahrzeugen. Mit der grossen Bauform haben wir bei diesem Auto die Möglichkeit, den Fokus auf die Technik zu legen und weniger auf die Kompaktheit. Dadurch ist das Fahrzeug ideal für Erstentwicklungen.



Mit dem Suncar iSUV haben wir noch Grosses vor. Zurzeit bauen wir ihn auf Elektroantrieb um, damit wir Techniken wie das Steer-by-Wire und die Lenkung durch Torque Vectoring testen können. Dazu arbeiten im Jahr 2014/2015 mehrere Studierende für das Fokusprojekt der ETH, für die Bachelorarbeit und für die Masterarbeit am Auto.

## Umbau

Der Umbau hat zum Ziel, den iSUV als Forschungsplattform für alle weiteren Techniken vorzubereiten. Dazu arbeiten Studierende im Bereich Antrieb, Batterie, Thermomanagement und Fahrgastinformation. Alle Systeme müssen einfach anpassbar und steuerbar sein, so dass neue Entwicklungen schnell und effizient dem Fahrzeug angefügt werden können.

## Steer-by-Wire

Mit Steer-by-Wire wird in einem Fahrzeug die mechanische Verbindung zwischen Lenkrad und Vorderachse getrennt und durch eine elektronische Verbindung ersetzt. Dies hat viele Vorteile wie Platzeinsparungen, ein verringertes Risiko bei Unfällen für den Fahrer und die Möglichkeit, das Fahrzeug unabhängig des Fahrers energieeffizient zu steuern. Damit dieses System auch im Falle eines technischen Defekts weiter funktioniert, werden Redundanzen wie das Torque Vectoring nötig.

## Torque Vectoring

Die Technik des Torque Vectoring steuert Fahrzeuge durch unterschiedliche Drehmomente an den Rädern. Da der iSUV im Gegensatz zu vielen anderen Fahrzeugen zwei einzeln ansprechbare Frontmotoren besitzt, für jedes Rad einen, bietet dieses Fahrzeug ideale Voraussetzungen dazu. Denn an der Vorderachse kann zusätzlich zum unterschiedlichen Drehmoment auch der daraus resultierende Unterschied in der Präzessionskraft genutzt werden, um die Räder während der Fahrt in Steuerrichtung zu drehen. Dies macht dieses System noch effizienter.

Informieren Sie sich über die Entscheide und den aktuellen Stand an unseren Reviews, im Sommer am Rollout oder immer wieder auch auf unserer Webseite [www.sun-car.ch](http://www.sun-car.ch) im Internet.

## Suncar iSUV - ein Überblick

Der Suncar iSUV auf Basis eines BMW X5 ist unser aktuelles Auto, das wir auf Elektroantrieb umrüsten. Es wird eine Leistung von 350 kW Peak haben und eine Reichweite von 250 km. Es ist ideal für unsere Entwicklungen, da die grosse Bauform des Fahrzeuges genügend Platz bietet, um sehr viele Entwicklungen gleichzeitig zu testen.

# Suncar Bagger

Der Suncar Bagger ist unser Fahrzeug im Bereich der Baumaschinen. Bereits im Studienjahr 2013/2014 wurde der Bagger auf Elektroantrieb umgerüstet. Damit wurde gezeigt, dass auch Baumaschinen keine Treibhausgase produzieren müssen. Mit dieser Forschungsbasis wird im neuen Schuljahr versucht, den Bagger weiter zu optimieren, damit die Baustellen-Einsatzfähigkeit weiterhin steigt. Eine höhere Effizienz wird die Arbeitsdauer pro Akkuladung weiter steigern.

Der Suncar Bagger wurde im Studienjahr 2013/2014 von Studierenden der ETH, der NTB und der HSLU auf Elektroantrieb umgerüstet. Im Studienjahr 2014/2015 werden nun Konzepte entwickelt, um die Betriebsdauer pro Akku-Ladung durch erhöhte Effizienz zu steigern.

Die Gründe für die Lancierung dieses Projekt waren vielfältig. Einige der wichtigsten Punkte waren aber, dass ein Elektrobagger viel weniger Lärm produziert, mit Umweltauflagen in Städten überhaupt kein Problem hat, da er kein Abgas ausstösst auch in geschlossenen Räumen arbeiten kann, weniger Kosten für den Arbeitsalltag anfallen und er vor allem umweltfreundlich ist.

## Der Umbau

Am Umbau des Baggers waren 18 Studierende beteiligt. Die Arbeitsbereiche waren wie bei den Fahrzeugen auf die Teilprobleme des Antriebs, der elektronischen Steuerung, des Batterimanagements und des Thermomanagements ausgerichtet. Viele bei Suncar bereits eingesetzten Komponenten und Konzepte konnten an den Bagger angepasst werden.

## Optimierung der Hydraulik

Im aktuellen Studienjahr 2014/2015 werden die Hydraulik-Komponenten auf den Elektroantrieb optimiert, um die Betriebszeit weiter zu steigern. Der Kompressor ist immer noch eine Komponente mit hohem Energieverbrauch, weshalb dieser ersetzt werden soll. Auch durch die Rekuperierung beim Druckabbau in den Hydraulikzylinder kann Energie zurück-gewonnen werden, so dass die Betriebszeit weiter verlängert werden kann.



## Kurzerklärung des Baggers

Der Suncar Bagger ist unsere Vertretung der Baumaschinen bei Suncar. Durch den Elektroantrieb ist der Bagger vollkommen emissionsfrei und beinahe lautlos. Im aktuellen Studienjahr 2014/2015 werden die Hydraulikkomponenten auf das System angepasst, damit die Effizienz des Baggers weiter gesteigert werden kann.

# Suncar Sport

Der Suncar Sport ist das erste Fahrzeug von Suncar und unser Publikumsmagnet. Auf Basis eines Lotus Evora wurde ein Sportfahrzeug auf Elektroantrieb umgerüstet und erste Erfahrungen wurden gesammelt. Das Fahrzeug bot auch die Basis für weitere Entwicklungen. Der Suncar Sport ist das Fahrzeug mit den meisten Entwicklungen von Suncar bisher.



Der Suncar Sport wurde bereits drei Mal für Suncar Projekte als Basisfahrzeug verwendet: der Umbau auf Elektroantrieb als erstes Projekt, die Entwicklung des Suncar Sports mit einer Strassenzulassung sowie der Umbau der Servosteuerung.

## Umbau auf Elektroantrieb

Ziel des ersten Projektes war es, einen Lotus Evora in ein fahrtaugliches, sportliches Elektrofahrzeug umzubauen. Dazu wurden zwei leistungsfähige Elektromotoren, zwei Batterien und diverse Leistungselektronik anstelle des Verbrennungsmotors verbaut. Zusätzlich sollte ein mit umweltverträglicherem Benzin funktionierender Range Extender installiert werden, um die Reichweite des Fahrzeuges zu erhöhen.

Aufgrund von Platzmangel im originalen Heck wurde entschieden, ein neues, verlängertes Heckchassis aus kohlefaserverstärkten Kunststoffen zu konstruieren. Dazu musste auch eine passende Karosserie erstellt werden, die zudem Solarzellen enthalten sollte. An diesem Projekt arbeiteten insgesamt über 50 Studierende und Betreuer mit. Insgesamt wurden 5 Subteams gebildet, welche sich jeweils auf ein Themengebiet fokussierten.

## Strassenzulassung

Dieses Fokusprojekt war die Fortsetzung des erstjährigen Projektes. Der grosse Andrang von Studierenden führte dazu, dass ein neues Subteam im Bereich Organisation gegründet wurde. Das neue Ziel von Suncar war, den Suncar Sport strassentauglich zu machen. Deshalb wurden einige Konzepte des Vorjahres nicht weitergeführt. Das neue Chassis wurde wieder durch das alte ersetzt, da Suncar keine Möglichkeit hat, das Verhalten eines neues Chassis bei einem Umfall zu überprüfen.

Weiterentwickelt wurden alle Konzepte, die den Antrieb auf Basis des Elektroantriebs betreffen. Am diesjährigen Projekt arbeiteten 30 Studenten der ETH Zürich, der NTB und der HSLU mit Unterstützung von ca. 30 Betreuern. Die Belohnung für die Arbeit waren die Strassenzulassung und die dadurch ermöglichte Teilnahme an der Wave-Rally 2012.

## Servosteuerung

Ziel dieses Fokusprojektes war die Integration eines aktiven, elektrischen Lenkungssystems in den elektrifizierten Lotus Evora. Zentrale Themen waren sowohl die theoretischen Überlegungen zur baulichen Integration des neuen Lenkgetriebes als auch die Konstruktionsarbeiten am Gehäuse, an der Zahnstange und den Halterungen. Ausführlich wurde auf die Umsetzung der elektrischen Integration, der Kommunikation und das Erstellen eines Prüfstands eingegangen.

Der Vorteil der elektrischen Servosteuerung besteht im geringeren Stromverbrauch durch den Wegfall eines andauernd aktiven Kompressors. Insgesamt waren an diesem Projekt 5 Studenten der ETH Zürich beteiligt.



## Der Suncar Sport im Schnellen

Der Suncar Sport war bereits in drei Fokusprojekten der ETH Basis für Entwicklungen. Die erste bestand darin, den Lotus Evora auf Elektroantrieb umzurüsten. Das Fahrzeug wurde im zweiten Fokusprojekt so angepasst, dass der Suncar Sport unter anderem für die Wave-Rally eine Strassenzulassung erhält. Im dritten Studienjahr wurde die Effizienz der Servosteuerung mit einem Elektromotor verbessert.

# Suncar Family

Der Suncar Family ist unser alltagstaugliches Fahrzeug, das genug Platz für eine Familie bietet und auf maximale Reichweite ausgelegt wurde. Zwei Entwicklungen von Suncar unterstützen die Betriebsdauer pro Akkuladung zusätzlich.

Der Suncar Family war Basis eines einjährigen Fokusprojektes, um ein alltagstaugliches Fahrzeug auf Basis eines Skoda Octavias zu entwickeln. Zusätzlich zum Umbau wurde für den Suncar Family ein Range Extender und ein Solardach konzipiert und gebaut, um die Reichweite zu erhöhen.

## Umbau

Der Umbau des Skodas hatte zum Ziel, die Strassenzulassung zu erhalten, um an der Bertha Benz Challenge teilzunehmen. Die Studierenden waren dazu in die Gruppen Mechatronik, Elektronik und Regelungstechnik sowie Thermomanagement unterteilt.

## Range Extender

Der Range Extender ist ein Einzylinder-Motor, der mit Bioethanol angetrieben wird. Dadurch wird ermöglicht, dass das Auto durch das geringere Gewicht eine höhere Effizienz aufweist, als wenn die Energie für die ganze Reichweite aus einer Batterieladung kommt.

## Solardach

Um die Reichweite weiter zu steigern wurde das Dach des Fahrzeuges mit einer Solarzelle ausgestattet. Dafür musste das Dach erhöht und ein Gehäuse für die Solarzellen und die dazu gehörigen Technik konstruiert werden. Die Solarzelle hat eine maximale Abgabeleistung von 333 W.



## Der Suncar Family - Facts and Figures

Der Suncar Family ist das alltagstaugliche Fahrzeug in der Suncar Flotte. Mit dem Range Extender, einem Verbrennungsmotor mit Bioethanol, fährt dieses Fahrzeug die täglichen Strecken mit Strom und nur weite Strecken mit Bioethanol. Dies ermöglicht eine Gewichtsreduzierung bei Elektrofahrzeugen. Mit dem Solarpanel wurde die Energiegewinnung unabhängig vom Netz gemacht und die Reichweite weiter gesteigert.

# Suncar Ein starkes Projekt

