

ELON MUSK



Held oder Luftnummer? Retten seine Autos die Welt?



Robin Engelhardt

Inhalt

Vorwort	4
Kurzvita Elon Musk	6
Elektroautos.....	7
...Nützen oder schaden sie der Umwelt?	7
...Funktionieren sie überhaupt?	11
Emissionen sind nicht das einzige Problem.....	13
Tesla.....	14
Strategie	14
Erfolg	15
Schattenseiten.....	16
Der Unternehmer und die Persönlichkeit Elon Musk.....	18
Seine früheren/ weiteren Start-Ups.....	18
PayPal	18
SpaceX	19
SolarCity.....	19
Persönlichkeit	20
Modellpolitik bei Tesla:	20
Umgang mit Kritik und anderen Meinungen.....	20
Profitiert er von Tesla?	21
Fazit: Elon Musk – Held oder Luftnummer? Retten seine Autos die Welt?	22
Anhang	24
Literaturverzeichnis.....	24
Bildquellenverzeichnis.....	26

Vorwort

Feinstaubalarm in Stuttgart, immer niedrigere Abgasgrenzwerte in der EU, Fahrverbote für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor in Metropolen auf der ganzen Welt – das konventionell angetriebene Automobil hat es in unseren Zeiten nicht leicht. Wurden Elektroautos vor wenigen Jahren in der Öffentlichkeit noch als „Ökoschaukeln“ für notorische Weltverbesserer gesehen, können heutige Elektroautos tatsächlich Alternativen zu Benzin- oder Dieselfahrzeugen sein.

Die Bundesregierung will bis 2020 eine Million Elektroautos auf deutschen Straßen – bei der Verkündung dieses Ziels vor sechs Jahren wurde die deutsche Automobilindustrie für Ihre Konzeptfahrzeuge gelobt und alle waren euphorisch, in wenigen Jahren brauchbare Elektrofahrzeuge von deutschen Herstellern auf dem Markt zu sehen.

In 2017 hat sich dieses Bild gewandelt: Die deutschen Autobauer, die Energieversorger und nicht zuletzt die Politik werden mehr und mehr kritisiert, zu wenig für die Elektromobilität zu tun. Meistens wird im gleichen Atemzug der amerikanische Autobauer Tesla Motors genannt: Seit 2003 gibt es das Unternehmen, 2009 verkaufte es die ersten Prototypen, 2012 war Marktstart für das erste von Grund auf selbst entwickelte und produzierte Fahrzeug: Das Model S, eine elektrische Sportlimousine. Im Gegensatz zu klassischen Autoschmieden, die die Verantwortung für die Ladeinfrastruktur bei Politik und Energiekonzernen sehen, ist Tesla ein integrierter Energie- und Mobilitätskonzern. Neben den Sportwagen verkauft die Firma auch Solardächer, Akkuspeicher für Privathäuser und Firmen und baut eine Schnellladeinfrastruktur auf der ganzen Welt auf, um ihre Fahrzeuge praxistauglich zu machen.

An der Spitze dieses Konzerns steht Elon Musk, 45, in Südafrika geboren und mit 17 in die USA ausgewandert. Während in Europa die meisten großen Firmen seit Jahrzehnten oder Jahrhunderten existieren und von den Gründern allenfalls Urenkel im Aufsichtsrat übriggeblieben sind, ist bei Tesla der Firmengründer Elon Musk immer noch der Chef, er ist der treibende Kopf.

Wer heute ein ohne Einschränkungen im Vergleich zu einem konventionellen Fahrzeug nutzbares Elektroauto will, muss zu einem Tesla Model S oder X greifen. Nur diese Fahrzeuge haben eine Praxisreichweite von 400km und lassen sich in einer halben Stunde aufladen. Außerdem können sie auf das größte Ladenetzwerk der Welt, die sogenannten Supercharger zugreifen.

Auf den ersten Blick macht Elon Musk mit Tesla alles richtig: schnelle Autos für ein zahlungskräftiges Klientel bauen und dabei die Umwelt entlasten, in dem man mit Solarzellen die Umweltauswirkungen der Stromerzeugung reduziert. Damit ist er allen anderen Autobauern voraus.

Auf den zweiten Blick drängen sich jedoch schwierige Fragen auf: Wo soll der ganze Strom herkommen? Sind Elektroautos wirklich umweltfreundlicher? Und nicht zuletzt: Selbst, wenn diese Autos gut für die Umwelt sein sollten – welcher Normalbürger kann sich ein Auto für 70.000€ aufwärts leisten?

Außerdem hat Tesla noch nie schwarze Zahlen geschrieben – wenn man Autos für 5-6-stellige Beträge verkauft, macht man doch irgendetwas falsch, wenn kein Gewinn reinkommt, oder? Außerdem arbeitet Musk mit Tesla im Silicon Valley, wo sogenannte Start-Ups aus dem Boden sprießen wie Pilze – aber nur wenige wie (z.B. Google) sich wirklich behaupten können.

In dieser Seminararbeit befasse ich mich damit, ob Tesla ein typisches Start-Up Unternehmen ist, dass nach der Entwicklung einer App und einem kurzen Hype wieder verschwindet, oder ob es nachhaltig etwas verändern kann.

Konkret auf Teslas Gründer Elon Musk bezogen lautet deshalb meine Leitfrage: „Elon Musk – Held oder Luftnummer? Retten seine Autos die Welt?“ neben Musks Person, seinem Leben und einem Überblick über seine bisherigen und aktuellen Projekte (insbesondere Tesla) soll es vor allem um den zweiten Teil, „*retten seine Autos die Welt?*“ gehen.

Nun könnte man meinen, ich als Teslafahrer bin in der Frage voreingenommen – wenn ich ein solches Auto habe, muss ich ja überzeugt davon sein. Das ist allerdings nur zum Teil richtig. Natürlich bin ich überzeugt, dass ein Tesla für uns, bzw. für meinen Vater Sinn macht, weil bei seiner Jahresfahrleistung von über 50.000km ein Tesla durch die niedrigeren laufenden Kosten unter Strich günstiger ist als ein Benziner.

In Bezug auf den Durchschnittsbürger bin ich mir da aber nicht sicher.

Für Privatleute oder in Firmenflotten kann man unter vertretbarem Aufwand grünen Strom selbst erzeugen, aber wie sieht es in Bezug auf ein ganzes Land oder die Welt aus? Brauchen wir dann nicht doch wieder Kohle- und Atomkraftwerke?

Meine Leitfrage setzt sich also aus vielen kleinen Fragen zusammen, deshalb werde ich die Arbeit in fünf Abschnitte einteilen: Zunächst fasse ich kurz die wichtigsten Informationen über Elon Musks Werdegang zusammen, beschäftige ich mich dann zuerst mit verschiedenen Fragen zu Elektroautos im Allgemeinen und danach speziell mit Tesla. Nach den Fahrzeugen werde ich mich dann nochmal mit der Person des Elon Musk auseinandersetzen und im Fazit die Leitfrage: „Elon Musk – Held oder Luftnummer? Retten seine Autos die Welt?“ beantworten.

Robin Engelhardt im Mai 2017, Ditzingen bei Stuttgart



Kurzvita Elon Musk

Elon Musk wurde am 28. Juni 1971 als Sohn des Ingenieurs Errol Musk und des Models Maye Musk in Südafrika geboren. Er war so etwas wie der Prototyp des klassischen „Nerds“: Er war gut in der Schule, interessierte sich für die Computer, las viel und war unsportlich. Sein Elternhaus war wohlhabend, es gab Haushälterinnen und Musk bekam fast alles was er wollte. Trotzdem bezeichnet er seine Kindheit nicht als gute, was unter anderem an seinem Vater liegt, über den er aber nichts erzählt. Außerdem wurde er in der Schule teils so extrem verprügelt, dass er ins Krankenhaus musste. Während seine Geschwister Kimbal und Tosca Elon als Genie sahen, wurde er in der Schule als unauffälliger, strebsamer Schüler wahrgenommen.



Musk wollte unter keinen Umständen zum südafrikanischen Militär, weil er das Apartheid-Regime nicht unterstützen wollte. Außerdem wollte er in das kalifornische Silicon Valley, damals wie heute eine Technik-Hochburg. Durch die kanadischen Wurzeln seiner Mutter konnte er die kanadische Staatsangehörigkeit erlangen, so dass er mit 17 Jahren seine Heimat Südafrika verlassen konnte. In Kanada schlug er sich mit einfachen Jobs durch und lebte bei entfernten Verwandten, später schrieb er sich an einer Universität ein und konnte nach zwei Jahren in Kanada mit einem Stipendium an eine US-amerikanische Universität wechseln.

Im Sommer 1994 reisten Elon und Kimbal in einem alten Auto durch die USA – ein typischer Road Trip. Sie redeten viel über Start-Ups und später hatte Musk bei einem Praktikum die zündende Idee: Es war inzwischen 1995 und nur wenige Leute verstanden etwas vom Internet, da wollte Elon Musk eine Art Telefonbuch für das Internet starten: „Zip2“ war geboren.

Die Idee hinter Zip2 spiegelt sich heute noch in Google Maps wieder: Man gibt beispielsweise „Pizza“ bei Google Maps ein und erfährt sofort, wo die nächste Pizzeria ist und bekommt die passende Wegbeschreibung. Was heute für die meisten Menschen selbstverständlich ist, war 1995 eine bahnbrechende Idee.

Elon Musk und sein Bruder Kimbal teilten sich die Arbeit, Kimbal machte bei den lokalen Geschäften Werbung und Elon programmierte den eigentlichen Webdienst. Vier Jahre später war Zip2 so erfolgreich, dass bereits viele Wagniskapitalgeber investiert hatten und aus dem 2-Mann-Start-up ein richtiges Unternehmen mit vielen Mitarbeitern geworden ist. Der PC-Hersteller Compaq machte ein Übernahmeangebot von 307 Millionen Dollar, davon bekam Elon 22 und Kimbal 15 Millionen. Elon Musk investierte seine 22 Millionen Dollar in ein neues Start-Up: „X.com“. Der nichtssagende Name steht für eine Idee, die wie Zip2, simpel und genial war: Eine Online-Bank, die alles kann, was traditionelle Banken können – dank dem Internet aber deutlich schneller und günstiger. Zip2 fusionierte nach einem erbitterten Kampf um Marktanteile mit dem Konkurrenten PayPal (vormals „Confinity“) und Musk war zwar nicht mehr Geschäftsführer, aber immer noch einer der größten Anteilseigner des neuen Unternehmens. Als PayPal 2003 für anderthalb Milliarden Dollar an eBay verkauft wurde,

verdiente Musk daran 180 Millionen Dollar - mehr dazu im Abschnitt „PayPal“. Mit diesem Geld gründete Musk die Raumfahrtfirma SpaceX, stieg beim vor wenigen Monaten gegründeten Start-Up Tesla Motors ein und brachte seine Cousins auf die Idee, SolarCity zu gründen und beteiligte sich finanziell daran.¹

Elektroautos...

...Nützen oder schaden sie der Umwelt?

Die umweltschädliche Wirkung von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor galt lange Zeit als ein notwendiges Übel: Jeder war sich des Treibhauseffektes durch das CO₂ und der gesundheitsschädlichen Wirkung von Stickoxiden² bewusst, aber es gab ja keine ernsthafte Alternative. Klar kann man mit der Bahn statt mit dem Auto fahren. Aber die Bahn fährt nicht zur passenden Zeit, man muss umsteigen, ist oft länger unterwegs und in vielen Szenarien ist sie nicht mal billiger.

Ebenso war das Elektroauto lange eine nicht ernstzunehmende Alternative zum konventionellen Fahrzeug: Lange Ladezeit, geringe Reichweite, hoher Kaufpreis, wenig Komfort und schlechtes Design hielten die Autofahrer vom Umstieg auf ein Elektroauto ab.

In den letzten fünf Jahren hat sich das mit Elon Musks Teslas geändert: Die Normreichweite eines Elektroautos beträgt mittlerweile über 600 Kilometer³, in einer halben Stunde ist der Akku wieder zu 80% geladen und der Kaufpreis ist auf dem üblichen Niveau der Oberklasse⁴. Durch die niedrigeren Unterhaltskosten ist ein Elektrofahrzeug in vielen Fahrprofilen eine ökonomisch sinnvolle Alternative zu einem konventionellen Auto.

Auf den ersten Blick trifft das auch aus ökologischen Gesichtspunkten zu: Ein Elektroauto fährt emissionsfrei, jedoch wird die Umwelt indirekt durch die Stromproduktion und die Herstellung des Fahrzeugs mit Abgasen belastet. Kritiker des Elektroautos werden nicht müde zu behaupten, ein moderner Diesel-PKW sei in der Gesamtbilanz umweltfreundlicher als ein Elektrofahrzeug.

Nimmt man reinen Kohlestrom mit 1190 Gramm Kohlenstoffdioxid je erzeugte Kilowattstunde als Grundlage, sind Elektroautos tatsächlich schlechter als moderne Dieselfahrzeuge. Allerdings ist dieser Wert realitätsfern, denn es ist technisch nicht möglich, ein Elektrofahrzeug mit reinem Kohlestrom zu laden, da der Strom aus unseren Steckdosen immer ein Mix aus erneuerbarer und fossiler Erzeugung ist. Dadurch stammt einerseits immer ein Teil des Stroms aus Kohlekraftwerken – ebenso stammt aber auch ein beträchtlicher Teil aus erneuerbaren Energien. Dieser Strommix hat wesentlich bessere Emissionswerte: Laut dem Umweltbundesamt wurden bei der Erzeugung einer Kilowattstunde bei deutschem Strommix im Jahr 2015 535 Gramm CO₂ emittiert⁵. Verrechnet man diesen Wert mit dem

¹ (Vance, 2015)

² (Umweltbundesamt.de, 2013)

³ (Tesla.com, 2017)

⁴ (Tesla.com, 2017)

⁵ (Umweltbundesamt.de, 2016)

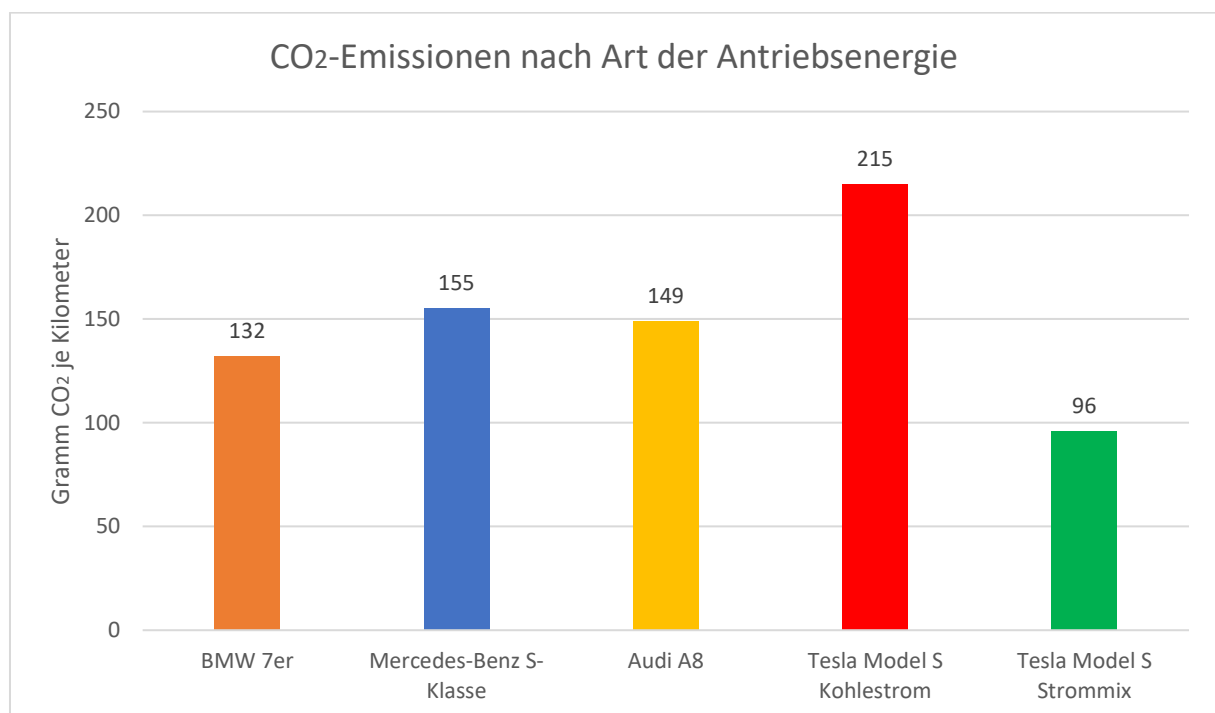
Normverbrauch eines Tesla Model S 90 D (= 90 Kilowattstunden fassender Akkumulator, Dual Motor Allradantrieb), ergibt sich ein CO₂-Ausstoß von 96g/km.

Im Vergleich zur verbrennungsmotorisch (Diesel) angetriebenen Konkurrenz schneidet der Tesla also deutlich besser ab: Ein Model S stößt 23g weniger CO₂ pro Kilometer als ein BMW 7er⁶, 26g weniger als ein Audi A8⁷ und 59g weniger als eine Daimler S-Klasse⁸ aus.

Am Beispiel des Tesla Model S im Vergleich mit anderen Oberklassefahrzeugen zeigt sich also, dass Elektroautos eben doch besser für die Umwelt als ein moderner Diesel sind.

Natürlich sind 96g CO₂/km immer noch zu viel – das langfristige Ziel muss 0g lauten. Aber mit jedem Windrad, das in die Nordsee gestellt wird, mit jeder montierten Solarzelle und mit jedem neuen Wasserkraftwerk wird der benötigte Strom etwas umweltfreundlicher – bei 100% erneuerbaren Energien sogar komplett emissionsfrei. Ein Diesel oder Benziner produziert stets gleich viele Abgase, egal wie gut die Energiewende vorankommt.

Und auch kurzfristig haben elektrische Fahrzeuge einen wichtigen Vorteil: Sie verlagern die Emissionen aus den Städten zu den Kraftwerken. Ein modernes Kohlekraftwerk hat einen besseren Wirkungsgrad als ein Verbrennungsmotor, das heißt es nutzt die Energie effizienter. Außerdem lassen sich Abgase in Kraftwerken leichter filtern als in Autos: In Fahrzeugen ist Bauraum Mangelware und es muss Gewicht gespart werden – da kann sich die Abgasreinigung sehr schwierig gestalten, durch den hohen Kostendruck wird diese gerade im Kleinwagensegment gerne eingespart (Stichwort: VW-Abgasskandal). An einem Kraftwerk ist Platz vorhanden und das Gewicht spielt keine Rolle – hier kann man die Abgase viel leichter reinigen als in Autos. Nehmen wir ganz konkret das Beispiel Stuttgart: Für alle Anwohner wäre es ein Segen, wenn man die Emissionen aus dem Talkessel verlagern könnte – da ist ein Kohlekraftwerk vor den Toren der Stadt das kleinere Übel.



Bei BMW, Mercedes-Benz und Audi wird jeweils die sparsamste Dieselve Variante dargestellt.

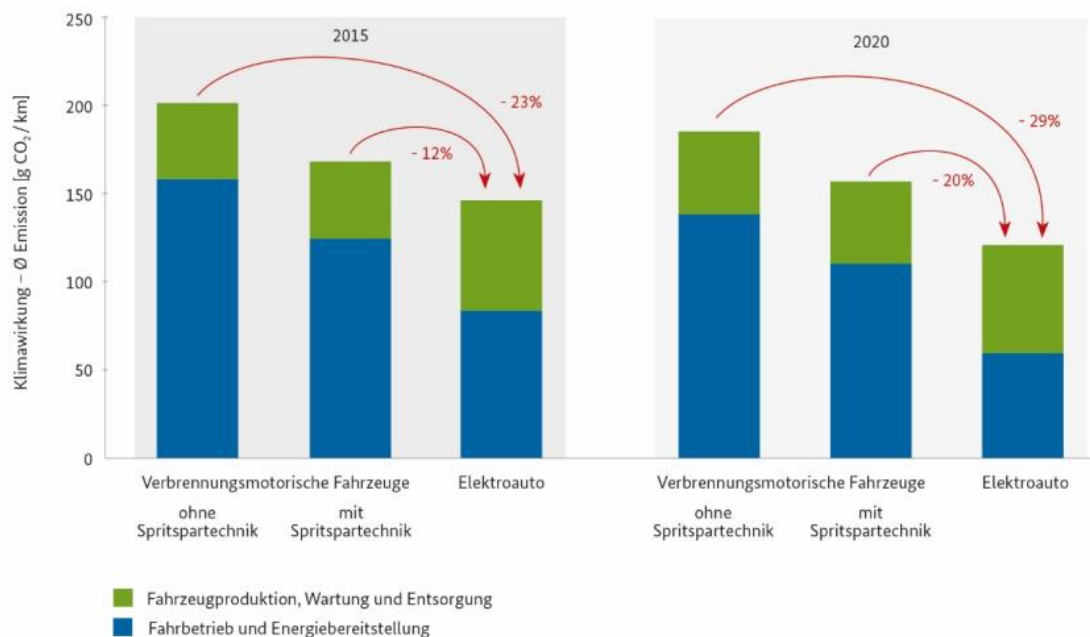
⁶ (bmw.de, 2017)

⁷ (audi.de, 2017)

⁸ (mercedes-benz.de, 2017)

Bleibt noch das Thema Fahrzeugproduktion. Im Vergleich zur Produktion eines konventionellen Fahrzeug fällt in vielen Bereichen die gleiche Menge an CO₂ an, auch ein E-Auto braucht eine Karosserie, Reifen, Sitze und eine Klimaanlage. Man könnte meinen, durch die Batterieherstellung ist ein Elektroauto in der Herstellung so umweltschädlich, dass es diesen Nachteil nie durch niedrige Emissionen im Fahrbetrieb kompensieren kann.

Tatsächlich wird aber laut dem Bundesumweltministerium für die Bereitstellung der Energie für Herstellung und Fahrbetrieb schon heute, bei deutschen Strommix mit „nur“ 30% regenerativer Stromerzeugung, weniger CO₂ als bei einem Verbrenner freigesetzt.⁹ Mit dem Fortschreiten der Energiewende sinken die indirekten Emissionen täglich weiter.



CO₂-Emissionen pro Fahrzeugkilometer im Lebenszyklus der Fahrzeuge in Abhängigkeit der Fahrzeugtechnik und dem Jahr der Neuzulassung. Verglichen wird jeweils ein typisches Fahrzeug aus der Kompaktklasse.

Die durchschnittlichen Emissionen des Elektroautos liegen im Jahr 2015 zwischen 12-23% und im Jahr 2020 zwischen 20-29% unter denen des verbrennungsmotorischen Vergleichsfahrzeugs.

Strom muss in dem Moment der Erzeugung sofort verbraucht werden, also muss man den Verbrauch an Sonnenstunden oder nach Windstärke anpassen.

Aber kann man den Stromverbrauch überhaupt beeinflussen? Man kann nicht verhindern, dass in ganz Deutschland mittags gekocht wird und das abends 80 Mio. Menschen das Licht einschalten. Man kann auch nicht verhindern, dass die Sonne nachts aufhört zu scheinen oder es Windflauten gibt.

Die Lösung zur Kompensierung solcher Lastspitzen oder -Senken bzw. Produktionshöhen und -Tiefen sind Pufferspeicher. Bisherige Pufferspeicher sind vor allem Pumpspeicherkraftwerke oder stationäre Großbatterien. Pumpspeicherkraftwerke erfordern große Eingriffe in die Natur und setzen viel unbewohntes, sehr bergiges Gelände voraus, welches – zumindest in

⁹ (Bundesumweltministerium, 2015)

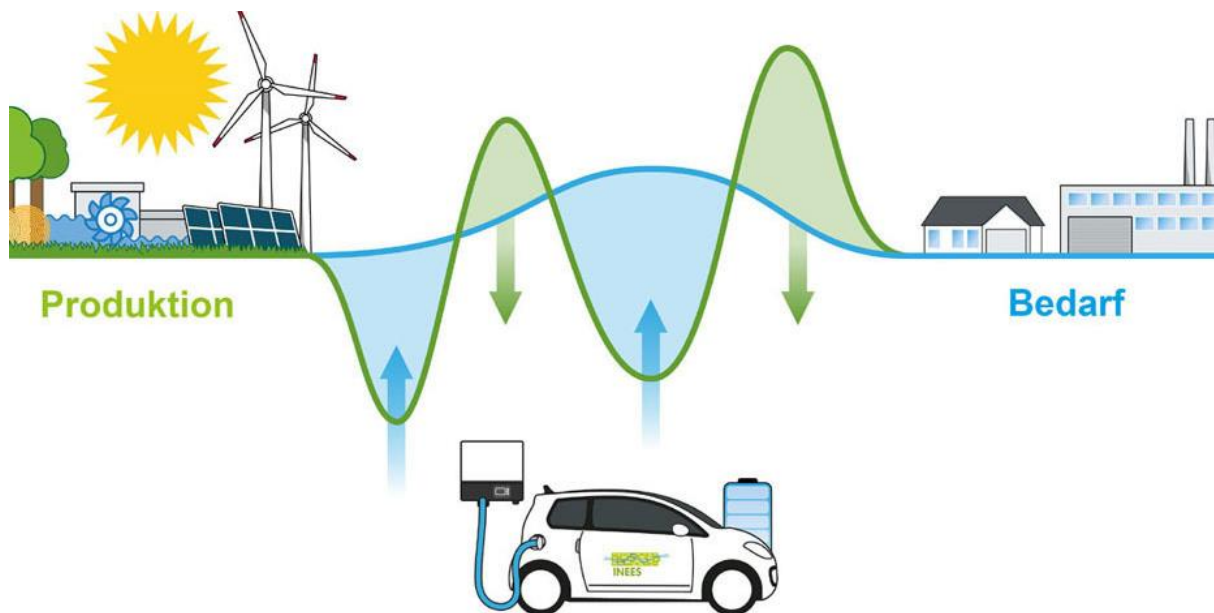
¹⁰ (Golson, 2017)

¹¹ (Spiegelberg, 2010)

Deutschland – kaum noch verfügbar ist. Stationäre Großbatterien sind teuer in der Anschaffung und vergleichsweise unflexibel: Was nützt eine geladene Batterie in Norddeutschland, wenn der Strom mangels Leitungen nicht zur Fabrik in Süddeutschland transportiert werden kann?

Hier liegt die für die Energiewende existenzielle Verknüpfung mit der Elektromobilität: Im Schnitt wird jedes Fahrzeug nur eineinhalb Stunden am Tag bewegt¹² – 22,5 Stunden steht es also relativ nutzlos herum. In dieser Zeit kann man den Akku des Fahrzeugs mit dem Stromnetz verbinden und als Pufferspeicher nutzen. Wenn eines Tages alle 45 Millionen PKW in Deutschland Elektrofahrzeuge sind und man eine durchschnittliche Batteriekapazität von 50 kWh annimmt, stünden 2250 GWh an Speicherleistung zur Verfügung. Der tägliche Strombedarf Deutschlands liegt bei etwa 1600 GWh (Stand 2017), die Speicherleistung würde also ausreichen, um ganz Deutschland einen Tag alleine aus den Akkus der Fahrzeuge zu versorgen und es wäre trotzdem noch genug Energie zum Fahren übrig.

Wie sieht die praktische Umsetzung dieses Konzeptes aus? Ein mögliches Beispielszenario: Man kommt abends nach Hause und schließt sein Auto an die Ladestation an und legt fest, wie viel Strom man am nächsten Tag im Akku haben muss – je nachdem welche Strecke man am nächsten Tag fährt. Zunächst ist der Energieverbrauch hoch, weil alle Menschen kochen, den Fernseher einschalten und später vielleicht noch Wäsche waschen. Gleichzeitig ist es aber naturgemäß dunkel und womöglich herrscht auch noch eine Windflaute. Dann fließt aus den Akkus der E-Autos Strom ins Netz und kann genutzt werden. Wenn dann in der Nacht viel Wind weht und ein Stromüberschuss entsteht, nehmen die Elektrofahrzeuge diesen Strom auf und am nächsten Tag kann er zum Fahren genutzt werden.



Skizze zur Veranschaulichung: Grün ist die Stromproduktion mit Ihren Schwankungen in Abhängigkeit von den Wetterverhältnissen, blau ist der schwankende Strombedarf der Verbraucher. Die Zwischenräume in blau sind Strommangelphasen – in dieser Zeit fließt Strom von den E-Autos ins Netz, bei den grünen Zwischenräumen ist es umgekehrt, hier gibt es einen Stromüberschuss, der zum Laden der Fahrzeuge genutzt werden kann.

¹² (BMVI, 2016, S. 5)

Die Frage „Elektroautos – nützen oder schaden sie der Umwelt?“, ist sehr facettenreich. Man kann nicht pauschal sagen, Elektroautos nützen der Umwelt, ohne die Stromerzeugung zu beachten. Besser ist deshalb die Feststellung: *„Elektroautos nützen der Umwelt, wenn der Wechsel der Antriebskonzepte von einem Wechsel von fossiler zu regenerativer Stromerzeugung flankiert wird.“*

...Funktionieren sie überhaupt?

Theoretisch ist vieles möglich, hört sich plausibel an und funktioniert dann in der Praxis doch nicht. Gibt es irgendwo größere Flotten von E-Autos oder aktive smart grids? Funktioniert das wirklich? Ist die Anzahl der Ladestationen ausreichend?

Für die Praxistauglichkeit von E-Autos gibt es mittlerweile zahllose Beispiele: Neben vielen tausenden Privatanwendern (Zulassungszahl EU) in Europa wurden auch einige gewerbliche Flotten bereits auf Elektroautos umgestellt:

Car2Go (Car to go, engl. für „Auto zum Mitnehmen“):

Ein Free-Floating Carsharing-Carsharing Modell von Daimler mit smart-Fahrzeugen, vertreten in vielen Metropolen weltweit. Im Regelfall mit Benzin betrieben, in manchen Städten werden elektrische Modelle eingesetzt. Die Reaktionen der Nutzer sind durchweg positiv¹³ und für viele ist ein elektrischer smart bei car2go der Anstoß, sich ein eigenes Elektroauto zuzulegen. Reichweiten und Ladeinfrastruktur sind kein Problem, da parallel zur Einführung der Elektrofahrzeuge hunderte Ladestationen in Stuttgart aufgebaut wurden. Car2go beweist auch die Einfachheit des elektrischen Fahrens – die Nutzer steigen einfach ein und fahren, ohne dass es irgendeiner Erklärung bedurft hätte.

Taxiflotte am Flughafen Amsterdam:

Die 160 Fahrzeuge fassende Taxiflotte des Flughafens Schiphol besteht nur noch aus Tesla Model S. Dabei hat die Zahl der Fluggäste und Taxinutzer sich nicht verändert, die Elektroauto werden also genauso genutzt wie die Verbrenner davor auch. Offensichtlich stellt die Elektrifizierung also kein Problem dar, die Reichweite ist groß genug, um die Ziele der Fahrgäste zu erreichen und dank Schnellladestationen in Flughafennähe sind auch die Ladezeiten kurz.

Bei privat genutzten Elektroautos wird vor allem Norwegen oft als „Musterschüler“ genannt, weil die Elektroautos dort Zulassungsraten von 28% erreichen¹⁴ – dagegen sind die deutschen 0,5% „Peanuts“. Das liegt vor allem an den hohen staatlichen Förderungen: Einerseits wird der Kaufpreis durch eine Prämie gesenkt, andererseits kann man Busspuren und Parkplätze kostenlos nutzen und auch der Strom ist gratis. Außerdem sprechen die Zulassungszahlen für die Alltagstauglichkeit von Elektroautos – wenn Reichweite oder Ähnliches tatsächlich ein Problem darstellen würde, würden sich die Norweger wohl trotz hoher Förderungen weiterhin Benzin- oder Diesel kaufen.

¹³ (Höffner, 2013)

¹⁴ (Doll, 2016)

Neben den heutigen Beispielen, zeigt auch ein Blick in die Vergangenheit, dass Elektromobilität funktioniert:

Um das Jahr 1900 waren 38% aller Fahrzeuge in den USA elektrisch betrieben und nur 22% mit Benzin. Die übrigen 40% entfielen auf Dampfautos¹⁵. Elektroautos galten zu dieser Zeit als „Frauenautos“, weil sie komfortabler als die stinkenden und brummenden Verbrenner waren (und es heute immer noch sind). Damals ist die Elektromobilität in einer Senke verschwunden, weil Erdöl in Massen verfügbar und dadurch extrem billig war und verbrennungsmotorische Fahrzeuge durch Erfindungen wie den Anlasser immer leichter zu bedienen waren. Nicht von der Hand zu weisen ist außerdem die im Vergleich zu heute extrem rudimentäre Batterietechnik mit langen Ladezeiten und geringen Reichweiten – das ist heute kein Problem mehr.

Elektroautos funktionieren also – aber wie sieht es mit der Ladeinfrastruktur aus? Entgegen der öffentlichen Wahrnehmung ist die Ladeinfrastruktur in Deutschland eigentlich in Ordnung – schließlich gibt es bereits 34.022 reine Elektrofahrzeuge auf unseren Straßen (Stand: 01.01.2017) und die müssen irgendwo geladen werden. Laut dem Stromtankstellenverzeichnis Goingelectric.de gibt es im Moment 18.053 öffentlich zugängliche und rund um die Uhr nutzbare Ladepunkte.¹⁶ Damit kommen im Schnitt 1,8 E-Autos auf einen Ladepunkt. Für den aktuellen, vergleichsweise niedrigen Bedarf ist die Ladeinfrastruktur also ausreichend dimensioniert. Natürlich muss die Ladeinfrastruktur kontinuierlich ausgebaut werden, um in den nächsten Jahrzehnten den Strom für 45 Millionen statt 34.000 Elektrofahrzeuge zur Verfügung zu stellen, dennoch muss man nur noch in Einzelfällen Angst haben, keine Ladestation zu finden.

Tesla Fahrzeuge sind von der öffentlichen Ladeinfrastruktur weitestgehend unabhängig, weil Tesla selber Ladestationen baut und die Zahl der Ladepunkte parallel zu steigenden Zulassungen skaliert.¹⁷

Bleibt das Thema smart grid. Zwar gibt es (noch) keinen großen Verbund von erneuerbaren Energien mit Elektrofahrzeugen als Pufferspeichern, aber funktionierende Insellösungen: Der Nissan Leaf ist seit dem Baujahr 2013 fähig¹⁸, Energie aus dem Akku wieder an das Stromnetz abzugeben. Akkuspeicher für Photovoltaikanlagen sind schon seit vielen Jahren im Einsatz, um die Eigenverbrauchsquote des Solarstroms zu erhöhen. Hier funktioniert das bidirektionale Laden schon im großen Stil – der Sprung vom Akku im Keller zum Akku im Auto ist da nicht so groß. Es wird weniger ein technisches, sondern eher ein Software-Problem sein, Millionen von Stromspeichern zu steuern und intelligent zu vernetzen.

¹⁵ (Marcus Keichel, 2013, S. 49)

¹⁶ (Siekemeier, 2017)

¹⁷ (Lambert, 2017)

¹⁸ (Nissan.de, 2017)

Emissionen sind nicht das einzige Problem

Doch auch wenn das Problem der Emissionen mit Elektroautos lösbar ist, stehen vor allem Städte vor einer anderen Misere: Dem Platzverbrauch durch den motorisierten Individualverkehr. Dieses Problem wird auch durch Elektroautos nicht gelöst¹⁹ – der Platzverbrauch eines Fahrzeugs hängt schließlich nicht vom Motor, sondern von der Karosserie ab. Deswegen ist der Ansatz, die Zahl der Autos – ganz egal mit welchem Antrieb – zu verringern richtig. Allerdings ist es utopisch anzunehmen, dass alle Menschen nur noch mit der Bahn oder dem Fahrrad fahren: Viele ÖPNV-Systeme stoßen schon heute an ihre Grenzen, z.B. in Stuttgart, wo die S-Bahn-Stammstrecke chronisch überlastet ist und die Züge brechend voll sind – obwohl nur ein Bruchteil der Pendler die Bahn nutzt²⁰.

Außerdem ist ein Auto einfach flexibler und komfortabler:

Sei es für den Rentner, der nicht mehr so weit zu Fuß gehen kann oder für die junge Mutter, die den Kinderwagen im Kofferraum eines Autos eben doch besser unterbringen kann als in der überfüllten Bahn.

Auch mit deutlich verbesserten öffentlichen Verkehrsmitteln und ausgebauten Radwegen führt am Automobil für viele Anwendungsszenarien auch langfristig kein Weg vorbei. Neben der Elektrifizierung, um die Emissionen zu senken, ist deshalb vor allem der Wandel vom stupiden Besitzen zum intelligenten Benutzen eines PKW entscheidend. Erste Ansätze gibt es mit dem Carsharing schon heute: Man muss kein eigenes Auto mehr besitzen, sondern leiht sich je nach Bedarf eins aus. Doch aktuell sind diese Systeme noch vergleichsweise unkomfortabel: Selbst bei Free-Floating-Flotten (Carsharing-Fahrzeuge dürfen an jedem beliebigen Ort abgestellt werden, feste Mietstationen entfallen) muss man immer noch eine gewisse Strecke zum Fahrzeug zurücklegen. Ein Durchbruch für das Carsharing ist erst zu erwarten, wenn die Fahrzeuge vollautonom unterwegs sind. Dann muss der Kunde nicht mehr bis zum nächsten Auto laufen (und jedes Mal zu einem anderen Ort), sondern kann sich ein Fahrzeug direkt zu seinem Standort bestellen. Das spart Zeit und macht das Carsharing bequemer – dann muss man die Einkäufe nämlich nicht mehr bis zum nächsten freien Fahrzeug tragen, sondern kann sie direkt in das Auto, das selbstständig vorfährt, einladen.

Dieses Konzept wird in Fachkreisen „Mobility as a Service“ („Mobilität als Dienstleistung“) genannt. Langfristig wird es den bisher bekannten PKW ablösen, weil die Fahrzeuge so viel besser ausgelastet werden können und keine wertvolle Fläche mehr für Parkplätze verschwendet werden muss.

Was hat diese Vision nun mit Tesla zu tun? Im Gegensatz zu anderen Autobauern forscht Tesla nicht nur in Richtung autonomes Fahren, sondern hat als einer der ersten Autobauer einen „Autopilot“ in Serie gebracht – mittlerweile gibt es vergleichbare Features in vielen anderen Oberklassefahrzeugen (Das Marketing von Tesla und vor allem von Elon Musk selbst kann dabei zumindest als unglücklich bezeichnet werden und ist von einer maßlosen Selbstüberschätzung geprägt, mehr dazu unter „Umgang mit Kritik und anderen Meinungen“). Durch diese Kompetenz und vor allem durch die starken Partner im Silicon Valley hat Tesla die besten Chancen, aus dem Wandel der Autobauer vom Hardware-Produzent zum Mobilitätsdienstleister als Gewinner hervorzugehen.

¹⁹ (Andreas Knie, 2016, S. 25)

²⁰ (Durchdenwald, 2015)

Tesla

Strategie

Elon Musk schrieb 2006 in einem Blogeintrag auf der Tesla-Homepage seinen „Secret Masterplan“²¹ nieder: Zunächst wird ein teurer Sportwagen gebaut, das eingenommene Geld wird verwendet, um ein günstigeres Auto zu bauen und das damit eingenommene Geld wird wiederum verwendet, um ein noch günstigeres Auto zu bauen. Parallel dazu engagiert Tesla sich für erneuerbare Energien, damit die Elektroautos auch *wirklich* sauber sind.

Dieser „Masterplan“ klingt trivial – was ist nun das Besondere? Der Umgang mit dem Gewinn aus dem Bau und Verkauf der Fahrzeuge unterscheidet sich grundlegend vom Vorgehen der etablierten Autobauer: Während es in anderen Unternehmen üblich ist, den finanziellen Überschuss großzügig über Dividenden an Aktionäre oder durch Prämien an Mitarbeiter zu verteilen, wird bei Tesla jeglicher Gewinn in neue Projekte reinvestiert; die Entwicklung des Autopiloten, die neue Batteriefabrik (die übrigens größer ist als alle anderen Batteriefabriken der Welt zusammengenommen²²) und stationäre Stromspeicher - um nur einige zu nennen. Kritiker bemängeln oft die roten Zahlen, die Tesla jedes Quartal aufs Neue vorlegt – die Aktionäre scheint das aber nicht zu interessieren – sonst würde der Aktienkurs nicht ständig steigen.²³ Elon Musk hat gewissermaßen entschieden, die Renditen in die Zukunft zu verschieben und das Unternehmen dafür innovativ zu machen. Gerade bei deutschen Autobauern ist das Gegenteil der Fall: Konzerne wie VW liefern zwar *noch* satte Gewinne, aber dafür ist das Unternehmen nicht innovativ und nicht für die Zukunft gerüstet. Damit setzt man zugunsten der heutigen Rendite die Zukunft des Unternehmens aufs Spiel: Wenn man an Altbewährtem (in diesem Fall dem Verbrennungsmotor) festhält, kann man heute noch Marktführer sein und morgen pleite. Überspitzt gesagt ist genau das bei Nokia passiert, als man am Tastenhandy festgehalten hat oder mit Kodak, als man die Bedeutung der Digitalfotographie nicht rechtzeitig erkannt – beide Unternehmen waren Marktführer auf Ihrem Gebiet und heute existieren sie nicht mehr (Kodak wurde insolvent²⁴ und Nokias Handysparte von Microsoft aufgekauft²⁵.)

Elon Musk hat erkannt, dass Autoherstellern, die sich ausschließlich auf verbrennungsmotorische Fahrzeuge fokussieren und das Elektroauto kleinhalten wollen, ein ähnliches Schicksal blüht. Der Klimawandel, dreckige Luft in Städten und die Verschwendung der wertvollen Ressource Erdöl an allem sind konventionelle Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor (zumindest zu einem beträchtlichen Teil) Schuld. Außerdem ist der Unterhalt von Elektroautos (Energiekosten und Wartung) deutlich günstiger als bei Verbrennern. Elektroautos haben also eine Menge Vorteile, mit hohen Kaufpreisen, niedrigen Reichweiten, langen Ladezeiten und einer schlecht ausgebauten Infrastruktur aber auch gravierende Nachteile.

²¹ (Musk, Tesla.com, 2006)

²² (Tesla.com, 2015)

²³ (ir.tesla.com, 2017)

²⁴ (Reuters, Reuters.com, 2012)

²⁵ (Briegleb, 2013)

Genau an dieser Stelle setzt Elon Musk mit Tesla an: Ein Tesla soll nur noch die oben genannten Vorteile von Elektroautos – nicht aber die Nachteile aufweisen. Deshalb hat man sich bei allen Fahrzeugen auf hohe Reichweiten und kurze Ladezeiten fokussiert (das aktuelle Tesla Model S 100D erreicht eine NEFZ-Reichweite von über 600 Kilometern und muss für eine 80%-Ladung nur 35 Minuten an die Ladestation). Als bislang einziger Anbieter von Elektrofahrzeugen hat Tesla das Problem der schlechten Ladeinfrastruktur auf eigene Faust aus dem Weg geräumt, in dem man in vergleichsweise kurzer Zeit ein globales Netzwerk aus Schnellladestationen aufgebaut hat. Allein in Deutschland hat Tesla mittlerweile an über 50 Standorten solche Ladestationen, an jedem Standort können acht Fahrzeuge gleichzeitig geladen werden.

Erfolg

Aus Kundensicht besticht Teslas Konzept vor allem durch seine Einfachheit: Wer einen Tesla kauft, bekommt eine „gewöhnliche“ Oberklasselimousine und gleichzeitig Zugang zum größten Schnellladenetzwerk der Welt – er bekommt aber nichts davon mit und kann wie aus seinem alten Auto gewohnt einfach fahren. Statt zu tanken steckt er am Supercharger einfach den Stecker in seinen Tesla – ohne sich mit einer Karte identifizieren zu müssen oder vor Ort zu zahlen, das erledigt alles das Auto und man bekommt die Stromrechnung zugeschickt. Für alle, die sich ihr Fahrzeug vor 2017 gekauft haben ist der Strom lebenslang sogar komplett gratis.

Im Gegensatz zu anderen Elektroautos, wo man sich vorher Ladestationen im Internet suchen und die Route entsprechend planen muss, berechnet bei Tesla das Navigationssystem automatisch eine optimale Route und kalkuliert auch die Ladezeiten mit ein.

Teslas werden ähnlich wie Daimler oder BMWs oft mit Luxus gleichgesetzt und es stimmt, ein Tesla ist mit einem Einstiegspreis von 70.000€ kein Auto für Jedermann. Allerdings hat ein Tesla signifikant geringere laufende Kosten als ein vergleichbares Fahrzeug mit Verbrennungsmotor: Der elektrische Antrieb ist wartungsfrei – horrenden Werkstattrechnungen wegen kaputter Zündkerzen oder Sensoren, gerissenem Zahnriemen, defektem Turbolader oder auch Verschleißteile wie Filter und Öl fallen bei einem Tesla (und auch bei jedem anderen rein elektrischen Fahrzeug!) ersatzlos weg. Durch die Rekuperation (Bremsenergie rückgewinnung über den Elektromotor als Generator) sinkt außerdem der Bremsenverschleiß drastisch. Auf die Batterie gibt Tesla acht Jahre Garantie – im Gegensatz zu anderen Autobauern ohne Kilometerbegrenzung.

Auch die Energiekosten sind deutlich niedriger: Ein vergleichbares Premiumfahrzeug verbraucht schon auf dem Prüfstand mindestens 7 Liter Benzin – bei einem Kraftstoffpreis von 1,30 € kostet die Energie für einen Kilometer 10 Cent. Ein Tesla verbraucht etwa 20 kWh auf 100 Kilometer, bei einem Strompreis von 25 Cent bedeutet das Energiekosten von 5 Cent je Kilometer – also gerademal die Hälfte. Die TCO (Total Cost of Ownership = Gesamtkosten unter Einbeziehung aller laufenden Kosten) ist dadurch bei einem Tesla deutlich niedriger als bei Konkurrenten mit Verbrennungsmotor.

Ergänzend zu Elon Musks Masterplan könnte man also sagen, das Erfolgsgeheimnis von Tesla ist die nahtlose Verknüpfung von Elektroautos mit hoher Reichweite mit passender Schnellladeinfrastruktur und erneuerbaren Energien.

Ein wesentlicher Punkt ist außerdem das Markenimage. Ein Tesla wird zwar *auch* als ein umweltfreundliches Auto wahrgenommen, aber nicht *primär*. Hauptsächlich ist ein Model S ein cooler Sportwagen, der Emotionen weckt – ein grundlegender Unterschied zu anderen Elektroautos, die häufig als „Verzichtmobile“ gesehen werden.

Viele Menschen kaufen sich einen Tesla für 100.000 € aufwärts, hätten sich aber nie einen ähnlich teuren Audi, BMW oder Daimler gekauft – das zeigt, dass Tesla die Menschen so begeistert, dass Ihnen das Fahrzeug tatsächlich einen signifikanten Aufpreis im Vergleich zum vorherigen Fahrzeug wert ist. Dieses Phänomen ist vergleichbar mit dem Erfolg von Apple: Ein iPhone kostet deutlich mehr als die Tastenhandys von Nokia, die die meisten Menschen davor hatten – aufgrund der vielen Vorteile eines Smartphones sind sie jedoch bereit, diesen Mehrpreis zu bezahlen. Und wie bei Apple steht auch bei Tesla ein CEO an der Spitze, den die Fans fast schon wie einen Gott verehren.

Bei Tesla sind diese Vorteile ein komplett neuartiges Bedienkonzept über den Touchscreen, der Zugang zu einem weltweit einzigartigen Schnellladenetzwirk und eben auch der nicht zu unterschätzende Komfort des elektrischen Fahrens.

Die Verkaufszahlen (24.500 Fahrzeuge im dritten Quartal 2016, Steigerung um 70% im Vergleich zu Q3/2015)²⁶ geben Elon Musk recht, sie entwickeln sich kontinuierlich nach oben.

Prof. Ferdinand Dudenhöffer schreibt zu Tesla: „Das Tesla-Prinzip ist einfach und überzeugend: Keine Kompromisse durch sogenannte Plug-In-Hybride, 500 Kilometer elektrische Reichweite, Schnellladezeiten von 20 Minuten und ein (eigenes) Schnellladesystem, das Autofahrern etwa quer durch Europa ein schnelles Stromnetz sichert. Tesla ist mit diesem Konzept in weniger als drei Jahren zur ernst zu nehmenden Automarke geworden.“²⁷

Sogar die Bundesregierung honoriert die Idee, Ladeinfrastruktur und Fahrzeuge aus einer Hand anzubieten im Ergebnispapier der Begleit- und Wirkungsforschung der Schaufenster: „Die Tesla-Strategie, nach der die Nutzer überwiegend zuhause laden und die Supercharger die Mobilität auf der Langstrecke sicherstellen sollen, scheint demnach zu funktionieren.“²⁸

Zwar hat die Konkurrenz mittlerweile angekündigt, in Sachen Ladeinfrastruktur nachzuziehen (z.B. VW, Daimler, BMW, Porsche und Ford mit ihrem Joint Venture „Ultra-E“), aber stand heute nutzbar sind nur Teslas Supercharger – damit ist Tesla de facto Monopolist für langstreckentaugliche Elektroautos.

Schattenseiten

Arbeitsbedingungen der Tesla-Angestellten

Jose Maron, Bandarbeiter im Tesla-Werk Fremont sorgte mit der Aussage: „Ich arbeite für eine Firma der Zukunft unter den Arbeitsbedingungen der Vergangenheit“ für Schlagzeilen²⁹. Laut Maron zahlt Tesla deutlich geringere Löhne als in der Branche üblich – nachprüfen lässt sich das zwar nicht, weil Tesla selbst darüber keine Informationen herausgibt. Jedoch sprechen viele Indikatoren dafür, dass die Löhne tatsächlich niedrig sind: Tesla muss Geld sparen, weil

²⁶ (manager-magazin.de, 2016)

²⁷ (Dudenhöffer, 2016, S. 90)

²⁸ (Matthias Vogt, 2017, S. 20)

²⁹ (Schönleben, 2017)

es ein junges Unternehmen ist und keinen Gewinn macht, keine Kapitalrücklagen hat und die Investorengelder für den Bau der Fahrzeuge sowie für die Entwicklung neuer Modelle benötigt werden. Sparen kann man entweder, in dem man die Kosten für den Einkauf senkt, die Produktionskosten drückt oder die Verkaufspreise anhebt. Das Sparpotential im Einkauf ist zumindest kurzfristig ausgeschöpft – Rohstoffe wie Lithium und Kupfer haben eben ihren Preis.

Die Verkaufspreise werden bereits regelmäßig angehoben – auch hier ist nicht mehr viel Luft nach oben. Wenn Tesla immer mehr Fahrzeuge verkaufen will, müssen diese auch bezahlbar bleiben.

Auch in der Produktion wird bereits gespart, das schlägt sich in der Verarbeitungsqualität nieder: knarrende Flügeltüren, Probleme mit den Türgriffen und lockere Innenraumverkleidungen sind zwar nicht sicherheitsrelevant, aber für die Käufer solch teurer Fahrzeuge sehr ärgerlich. Die Qualität bietet also auch keine Einsparpotentiale mehr – damit bleiben als Sparmaßnahme nur noch niedrige Löhne.

Das Elon Musk seine Angestellten zusätzlich mit Aktien vergütet spricht ebenfalls dafür, dass die Löhne nicht sonderlich hoch sind. Gleichzeitig verschieben sie die Gehaltsauszahlung gewissermaßen in die Zukunft: Der Kurs der Tesla-Aktien steigt immer weiter an und mittelfristig verdienen die Arbeiter durch den Verkauf ihrer Aktien möglicherweise sogar mehr als Angestellte anderer Autobauer, die einen höheren Stundenlohn bekommen.

Wenn die Aktie jedoch sinkt, haben die Arbeiter nichts davon. Die niedrigen Löhne und Überstunden sind charakteristisch für Start-Up Unternehmen, die Frage ist jedoch, ob Tesla überhaupt noch ein Start-Up ist - mit immerhin 5.000 Mitarbeitern allein im Werk Fremont ist Tesla größer als viele deutsche Mittelständler, die sich mit Sicherheit nicht als Start-Up bezeichnen würden.

Die Bezahlung der Mitarbeiter darf also durchaus hinterfragt werden, wobei man Musk zugutehalten muss, dass die Mitarbeiter stattdessen entsprechende Aktien bekommen.

Verhältnis zu Gewerkschaften

Was bereits die Äußerungen von Maron nahelegen, wurde durch die Übernahme des deutschen Maschinenbauers Grohmann Engineering durch Tesla nochmal deutlich: Das Verhältnis zwischen Elon Musk und Gewerkschaften ist nicht gerade konstruktiv. Nach der Übernahme wollte die IG Metall sofort Lohnerhöhungen und Arbeitsplatzgarantien, was Elon Musk zunächst ablehnte – zumindest bei den Lohnerhöhungen hat Tesla mittlerweile eingelenkt.³⁰

Das Tesla als Start-Up keine Top-Gehälter wie die etablierten Autobauer zahlen kann, sollte der IG Metall bewusst sein – dafür ist Grohmann Teil des laut US-Wirtschaftsmagazin Forbes innovativsten Unternehmens der Welt³¹ geworden und ist als Zulieferer für Akkutechnik für die Zukunft besser aufgestellt als ein Zulieferer für Verbrennungsmotoren.

Angesichts der Tatsache, dass Grohmann unter der neuen Mutter Tesla die Beziehungen zu allen anderen Kunden abgebrochen hat, ist die Forderung der Gewerkschaft nach einer Jobgarantie durchaus berechtigt.

³⁰ (Reuters, wiwo.de, 2017)

³¹ (Forbes.com, 2016)

Musks Problem ist in diesem Fall wohl, dass er aus der Start-Up-Szene kommt: Dort gibt es keine Gewerkschaften, keine Garantien für irgendwas – nur viel Risiko (sowohl auf Gewinn als auch auf Verlust) und vor allem viel Eigenverantwortung. Sowohl im Tesla-Werk Fremont, das vormals GM und Toyota gehörte, als auch bei Grohmann treffen damit Welten aufeinander. Ein Bandarbeiter will schließlich kein Risiko, sondern einfach einen sicheren Arbeitsplatz. Gerade in Deutschland haben Arbeitnehmer viele Rechte, damit muss Elon Musk sich abfinden, sonst wird er – zumindest mit einer Produktion in Europa – scheitern.

Der Unternehmer und die Persönlichkeit Elon Musk

Seine früheren/ weiteren Start-Ups

PayPal

Der Finanzdienstleister PayPal entstand, wie zu Beginn dieser Arbeit erwähnt, aus den beiden (ursprünglich verfeindeten) Start-Ups X.com und Confinity. Musk gründete X.com, um Banking mit dem Internet zu verknüpfen und es so schneller zu machen. Während eine Überweisung Tage dauert, konnte man mit X.com Geld einfach per E-Mail verschicken. Peter Thiel, der Gründer von Confinity, wollte die Welt der Transaktionen ebenfalls revolutionieren, statt über das Internet wollte er Geld über die Infrarotschnittstellen von Mini-Computern übertragen. Nachdem beide Unternehmen zunächst kooperierten, kam es zu einem plötzlichen Bruch, als Thiel die Infrarotbezahlungen aufgab und sich ebenfalls auf das Versenden von Geld per E-Mail fokussierte – die Marke PayPal war geboren.

Zwar hatte PayPal als Bezahlmethode bei eBay einen höheren Marktanteil, X.com hingegen hatte durch Elon Musk deutlich mehr Kapital und die technisch ausgereifteren Lösungen. Als beide Unternehmen schlussendlich wieder fusionierten, wurde Musk von Peter Thiel als Chef abgesetzt. Dadurch fehlte PayPal die Innovationskraft, die X.com unter Musk hatte – ähnlich wie Apple, das nach dem Tod von Steve Jobs immer unkreativer wirkt.

Dennoch profitierte Musk von der Fusion, denn als PayPal 2003 für 1,5 Milliarden US-Dollar von eBay übernommen wurde, bekam Musk davon 180 Millionen und konnte mit diesem Geld seine nächsten Projekte finanzieren.³²

Zu seiner Absetzung als CEO haben wohl Meinungsverschiedenheiten geführt – ein Problem, was sich durch Elon Musks Karriere zieht wie ein roter Faden: Er kann schlicht nicht mit Kritik umgehen (Siehe Abschnitt „Umgang mit Kritik und anderen Meinungen“).

³² (Vance, 2015, S. 75-94)

SpaceX

Bereits der junge Elon hatte sich intensiv mit dem Thema Raumfahrt beschäftigt, durch den Gewinn aus dem PayPal-Verkauf hatte er 2003 die finanziellen Mittel, ein Raumfahrt-Unternehmen zu gründen. Dies geschah unter der Devise, die Raumfahrt zu kommerzialisieren und gleichzeitig kosteneffizienter zu machen.

Gewissermaßen hat SpaceX die Idee der Space-Shuttles, Raumschiffe wiederzuverwenden aufgegriffen und auf die Spitze getrieben, indem auch die Trägerraketen – die normalerweise abgestoßen werden und zu Weltraumschrott verkommen – wiederverwendet werden sollten. Mittlerweile ist das Musk tatsächlich gelungen und er präsentiert stolz die Videos von Raketen, die auf Plattformen im Meer wieder landen.³³

Das nächste größere Ziel von Elon Musk ist es, die Menschheit zu einer „multiplanetaren Spezies“ zu machen und den Mars zu besiedeln.³⁴

Auf den Mars zu fliegen klingt für viele verrückt, ebenso klang es jedoch auch verrückt, Geld per Mail zu verschicken oder Trägerraketen wiederzuverwenden. Beides hat Musk geschafft, angesichts dieser Tatsache erscheint der Plan gar nicht mehr so verrückt.

SolarCity

SolarCity wurde auf Elon Musks Idee von seinen Cousins, den Rive-Brüdern mit seinem Kapital gegründet. Damit verwirklichte Musk seinen Plan, die Energieerzeugung in den USA von fossile auf regenerative Erzeugung umzustellen. Zunächst belächelt, hat SolarCity mittlerweile über 300.000 US-amerikanische Häuser mit Photovoltaikanlagen ausgestattet³⁵, durch die Kooperation mit Tesla und spätere Übernahme bietet SolarCity mit der Tesla „Powerwall“ Speicherlösungen an, um den erzeugten Strom zu jeder Tages- und Nachtzeit – unabhängig davon ob die Sonne scheint oder nicht – nutzen zu können.

2016 wurde SolarCity als „Tesla Energy“ bei Tesla Motors integriert und aus Tesla Motors wurde schlicht „Tesla“ um zu unterstreichen, dass Tesla nicht nur Autos baut, sondern nachhaltige Lösungen für Mobilität, Stromerzeugung, -Speicherung und vor allem zur Verknüpfung dieser drei Felder anbietet.



Auch in diesem Bereich hat Elon Musk also sein Ziel erreicht: Wer sich ein Tesla Fahrzeug, einen stationären Tesla Akkuspeicher und eine Solaranlage von SolarCity kauft, kann sein E-Auto mit 100% erneuerbarem Strom laden. Damit krempelt er einerseits den Energiemarkt um – wer dank Akkuspeicher fast energieautark ist, kauft weniger Strom bei etablierten Energieversorgern und die wiederum müssen die Leistung ihrer Kraftwerke drosseln – andererseits nimmt er den Elektroautos ihr in puncto Umweltschutz größtes Manko: Wie bereits im Abschnitt „Elektroautos“ erwähnt, machen Elektroautos nur in Kombination mit Öko-Strom Sinn. Weil es niemand anders gemacht hat, hat sich Elon Musk eben selbst um die Lösung dieses Problems gekümmert – recht erfolgreich.

³³ (SpaceX, 2017)

³⁴ (SpaceX, 2013)

³⁵ (SolarCity, 2017)

Persönlichkeit

Elon Musk hat oft recht, hat so gut wie immer seine Ziele erreicht und ist Erfolg gewohnt. In den eigenen Reihen traut sich deshalb keiner, ihm zu widersprechen.

Diese Erfahrungen führen jedoch dazu, dass er sich und vor allem seine Firmen teilweise maßlos überschätzt. Ein paar Beispiele:

Modellpolitik bei Tesla:

Elon Musks Fahrzeuge haben sich bis jetzt noch immer verspätet. Der Tesla Roadster wurde im 2006 vorgestellt, die Produktion begann 2008. Das Model S wurde 2009 vorgestellt, die Produktion begann 2012. Das Model X wurde 2012 vorgestellt, die Produktion begann 2016. Dabei darf man diese Vorstellungen nicht mit den Ankündigungen der etablierten Autobauer vergleichen – die stellen entweder Studien oder Serienmodelle vor. Studien werden in der Regel nie zu kaufen sein und sollen neben dem Nutzen für die eigene Entwicklungsabteilung vor allem ein Signal an die Öffentlichkeit sein: „Schaut mal wie toll wir sind“ – ähnlich einem Pfau, der sein Rad schlägt: Beides ist schön anzuschauen, hat aber keinen praktischen Nutzen. Vorgestellte Serienmodelle gibt es meistens wenige Monate später bereits zu kaufen und das angekündigte Datum wird auch gehalten.

Tesla hat bis jetzt keine exotischen Studien, sondern stets seriennahe Fahrzeuge vorgestellt – diese kamen dann, wie oben aufgezählt, immer mit erheblicher Verzögerung auf den Markt. Statt beim nächsten Modell zurückhaltender zu sein, wiederholen sich Musks Fehler. Vor allem unterschätzt er in unschöner Regelmäßigkeit die Schwierigkeiten der Serienproduktion. Beim Model X waren es unter anderem die komplexen Flügeltüren, die den Produktionsstart erheblich verzögert haben.

Beim Model 3 hat er einen riskanten Schritt gewagt: Statt zunächst eine Vorserienproduktion zu machen, um alles nochmal zu überprüfen, will er um den Zeitplan einzuhalten direkt mit der eigentlichen Serienproduktion starten. Ein gewagter Schritt: Wenn sein Plan aufgeht, hat Tesla tatsächlich einerseits Kosten für den Probetrieb gespart und andererseits das Model 3 rechtzeitig im Markt. Der Schuss könnte jedoch auch nach hinten losgehen, wenn dann Fehler, die eigentlich im Probetrieb hätten entdeckt werden können, erst in der Serienproduktion auftreten. In diesem Fall müsste die komplette Produktion gestoppt und an entsprechenden Stellen nachgebessert werden – das ist für den Zeitplan kontraproduktiv.

Umgang mit Kritik und anderen Meinungen

In Musks Biographie berichtet Ashlee Vance, dass Elon Musk bekennder „Workaholic“ sei: „Wenn alle 20 Stunden arbeiteten, arbeitete er 23 Stunden“. Lange Arbeitszeiten sind in der Chefetage nichts Ungewöhnliches, in der Regel erwartet der CEO von seinen Mitarbeitern aber nicht, so lange wie er zu arbeiten. Der Tesla-Chef hingegen erwartet von seinen Mitarbeitern genau den gleichen Einsatz, den auch er bringt. Konkret äußerte dies sich am Beispiel eines Mitarbeiters, der einen Tag der Arbeit fernblieb, um die Geburt seines Kindes zu erleben.

Daraufhin bekam er eine E-Mail von Musk, in der dieser sich sehr enttäuscht zeigte und weiterschrieb: „Wir werden sehr viel Freizeit haben, wenn wir erstmal pleite sind.“

Auch wenn sich Tesla zu dieser Zeit in einer kritischen Phase kurz vor der Markteinführung des Roadsters befand, ist es grenzwertig, einen Mitarbeiter dafür zu rügen, dass er die Geburt seines Kindes erleben wollte.

Ein derartig rauer bis zynischer Ton ist bei Musk keine Ausnahme, sondern die Regel – in Meetings kann es durchaus vorkommen, dass er mit Kaffee um sich spuckt, wenn ihm jemand widerspricht. Auch sein Verhältnis zur Presse ist nicht störungsfrei, so griff er mehrere Journalisten, die Bedenken gegenüber dem „Autopiloten“ hatten verbal an und warf ihnen vor, indirekt „Menschen zu töten“ – schließlich könnten autonome Fahrzeuge verhindern, dass es Verkehrstote durch menschliches Versagen gibt. Diese Aussage wäre berechtigt, wenn der Tesla Autopilot tatsächlich besser als ein menschlicher Fahrer wäre – das ist er aber stand heute noch nicht und es wird auch noch einige Jahre (aber nicht Jahrzehnte) dauern, bis der Autopilot tatsächlich ohne menschliches Eingreifen ein Fahrzeug führen kann. *Dann* würden Verweigerer des autonomen Fahrens tatsächlich Menschenleben aufs Spiel setzen.

Im Moment ist jedoch das Gegenteil der Fall, wer dem Autopiloten von Tesla blind vertraut, begibt sich in Lebensgefahr. So erging es zum Beispiel einem US-Amerikaner, der bei aktiviertem Autopilot den Blick von der Straße nahm, sich zurücklehnte und einen Film ansah. Wenn man aber die Grenzen des Systems kennt und es innerhalb dieser nutzt, ist der Autopilot eine spürbare Entlastung für den Fahrer, weil er nicht mehr verkrampft am Lenkrad sitzen muss, sondern entspannt das System überwachen kann.

Beim Autopilot hat Tesla und allen voran Elon Musk die eigene Technik und die Anwender überschätzt: Der Autopilot kann zwar viele Verkehrssituationen meistern, aber eben nicht *alle*. Aber er wurde angepriesen, als ob er alle Situationen beherrschen könnte und erst nach dem Kauf des Fahrzeugs findet man auf dem Touchscreen eine mehrseitige Belehrung, dass es sich – anders als der Name suggeriert – beim Autopilot nur um ein Assistenzsystem handelt. Aber welcher Autofahrer liest schon Anleitungen oder Hinweise? Gerade bei den klagefreudigen Amerikanern hätte das Marketing definitiv anders ablaufen müssen.

Profitiert er von Tesla?

Man sollte meinen, wem eine Autofirma gehört, der hat ausgesorgt, der sitzt in seiner Villa und schaut dem Unternehmen beim Gewinn machen zu. Bei den Eignern etablierter Autobauer ist dieser Gedankengang gar nicht so falsch. Aber wie sieht es bei Elon Musk mit Tesla aus? Musk war nach dem PayPal-Verkauf steinreich und hätte sich eine Insel kaufen und zur Ruhe setzen können. Stattdessen gründet er eine Firma, die die Welt der Mobilität und der Energieerzeugung revolutionieren will. Auch wenn er seine Ziele erreicht hat, wirft Tesla keinen Gewinn ab – zumindest kurzfristig und in finanzieller Hinsicht profitiert er nicht von Tesla, im Gegenteil, er verbrennt Geld.

Natürlich ist aber auch Musk kein Samariter, der nur aus Idealismus handelt. Denn auch wenn Tesla operativ (noch) keinen Gewinn erwirtschaftet, wird sein Vermögen durch den steigenden Aktienkurs von Tag zu Tag mehr. Wenn er diese Aktien eines Tages verkauft, hat er doch eine ganze Menge an Tesla verdient. Auch wenn er die Aktien behält, wird er irgendwann an Tesla Geld verdienen – schließlich ist es ja das erklärte Ziel, irgendwann mal Gewinn zu machen.

Fazit: Elon Musk – Held oder Luftnummer? Retten seine Autos die Welt?

Es werden nicht „seine“ Autos sein, die die Welt retten werden, denn alle in dieser Arbeit erwähnten Vorteile des Elektroautos treffen ja nicht nur auf Tesla Fahrzeuge zu. Auch ein Elektroauto von Mercedes oder Audi wird niedrigere Werkstattkosten und geringere Energiekosten haben. Tesla wird auch mit erschwinglichen Modellen nicht schlagartig etablierte Marken verdrängen. Sind die Pläne auch noch so ambitioniert, Tesla würde mindestens 10 Jahre brauchen, um die Produktionsvolumina von Volkswagen oder Toyota zu erreichen. Da Musks Autos erst seit wenigen Jahren auf dem Markt sind, wird es noch eine ganze Weile dauern, bis Teslas im Gebrauchtwagenmarkt relevant sind.

Mit seinen Autos die Welt zu retten ist aber auch gar nichts Elon Musks Ziel. Er will mit seinen Autos (und auch seinen anderen Firmen) andere unter Druck setzen um die Welt zu retten: Beispielsweise kann eine Marke wie Audi, die mit „Vorsprung durch Technik“ wirbt, nicht zulassen, dass ein Model S besser als ein A7 ist. Wie Audi müssen auch alle anderen Autohersteller nachziehen. Durch die Freigabe der Patente hat Elon Musk die Grundlage dafür geschaffen.

Schon heute sind die Elektro-Offensiven der Autohersteller neben Umweltauflagen vor allem auf den Druck durch Tesla zurückzuführen: Bis zum Marktstart des Model S hatte kein deutscher Hersteller ein Elektroauto im Angebot, seit Tesla Mercedes-Benz, Porsche, BMW und Audi im amerikanischen Oberklasse-Segment überholt hat, werden nahezu täglich neue „Tesla-Killer“ angekündigt.

Dass Musk sich nicht bereichern will, zeigen seine Firmen SpaceX, SolarCity und Tesla: Überall hat er massiv investiert und bis heute kein Geld aus den Firmen zurückbekommen. Natürlich ist das langfristige Ziel, die Firmen profitabel zu machen – Musk selbst rechnet damit aber nicht vor 2025. Wenn er sich bereichern wöllte, hätte er das Geld aus dem PayPal-Verkauf an der Börse vermehrt oder in Luxusimmobilien angelegt – wie so viele Millionäre vor ihm.

Es werden nicht „seine“ Autos sein, die die Welt retten werden. Sie sind Teil eines Gesamtkonzepts aus „grüner“ Energie (SolarCity) und autonomen Fahren, dass unsere Mobilität und Energieversorgung verändern wird. Dabei werden Musks Firmen keine Monopolanbieter sein, sondern ein Innovationstreiber sein, dem andere Firmen nacheifern – ähnlich wie Apple das Smartphone erfand und Elektronikkonzerne wie Samsung oder LG nachzogen und für eine Verbreitung in der Masse sorgten.

Held oder Luftnummer? Luftnummern sind im Silicon Valley weit verbreitet – dort gibt es hunderte Softwareschmieden, die mit Milliarden bewertet werden und als Gegenwert nur eine Handvoll Computer, aber weder viele Mitarbeiter noch Maschinen oder Kapital, geschweige denn ein Geschäftsmodell haben. Musks Firmen sind zwar auch überwertet, aber weniger extrem als Softwarefirmen: SolarCity hat große Solarproduktionsanlagen, ein Händlernetz und einen großen Kundenstamm. Tesla hat ein weltweites Monopol im Bereich der Ladeinfrastruktur (Das Supercharger-Netzwerk ist das einzige Ladenetz, dass alle Industrienationen der Erde abdeckt, ohne manuelle Identifizierung benutzt werden kann und 135 kW Ladeleistung je Ladeplatz bietet) und die größte Akkuzellproduktion der Welt.

Mit 12 verkaufte er sein erstes Computerspiel für 500 Dollar, mit Anfang 30 PayPal für 1.500.000.000 Dollar. Musk könnte viel reicher sein und müsste nicht mehr arbeiten. Stattdessen ist er bekennender Workaholic und investiert sein komplettes Privatvermögen in Firmen, die keinen Gewinn abwerfen. Er ist selbstlos und opfert sich für jemand auf, der sich nicht selbst verteidigen kann: unsere Umwelt. Außerdem will er zum Mars fliegen, viele halten ihn deshalb für verrückt.

Diese drei Elemente seiner Persönlichkeit: Genie, Selbstlosigkeit und ein gewisser Grad an Wahnsinn zeichnen klassische Helden aus. Das heißt aber nicht, dass ein Held keine Ecken und Kanten haben darf – meistens sind Helden sehr schwierige Persönlichkeiten.

Von den Medien wird Elon Musk gerne mit dem Marvel-Held „Ironman“ verglichen. „Ironman“ heißt bürgerlich Tony Stark und ist ein Milliardär, der von seinem Geld einen fliegenden Panzeranzug gekauft hat und gegen „das Böse“ kämpft. Der Titel Ironman passt tatsächlich erstaunlich gut zu Musk, denn auch er ist Milliardär und kämpft im übertragenen Sinne gegen „das Böse“, nämlich gegen die Zerstörung des Heimatplaneten der Menschen durch die Menschheit selbst.

Auch Ironman ist in gewisser Weise wahnsinnig – als Milliardär könnte er sich, salopp gesagt, auch einfach auf die Couch legen und andere für sich arbeiten lassen.

Musks größtes Problem sind seine Selbstüberschätzung und vor allem die Überschätzung anderer – egal ob es sich um Angestellte, Zulieferer, Kunden oder die eigene Technik handelt. Es mag sicher gut sein, seine Untergebenen und Partner unter moderaten Druck zu setzen und sie zu Höchstleistungen zu motivieren. Aber Musk schießt dabei nicht nur mit seinen Umgangsformen oft über das Ziel hinaus.

Genau deswegen ist er nicht nur ein Held, sondern auch weiterhin ein Mensch, der durchaus auch kritisiert werden darf und sollte. Viele seiner Entscheidungen waren richtig – manche aber auch falsch. Von einer Luftnummer ist er trotzdem weit entfernt, schließlich hat er mehr getan, als ein Programm zu schreiben und das erlangte Geld zu verprassen. Zwar schreiben seine Firmen rote Zahlen – wie viele junge Unternehmen. Gerade beim Aufbau einer Firma muss viel reinvestiert werden (Beispielsweise Tesla hat eine komplette Batteriefabrik gebaut, wohlgerneht die größte der Welt). Unabhängig davon müsste Musk Gewinn versteuern, während er Schulden von der Steuer absetzen kann – so gesehen haben die roten Zahlen auch einen Vorteil.

Der wichtige Unterschied ist, dass Tesla die Perspektive hat, mit dem Verkauf von Autos, Akkus und Solarzellen tatsächlich Gewinn zu machen – anders als Software-Firmen wie z.B. Snapchat, die zwar prophylaktisch an die Börse gehen, wo aber niemand wirklich weiß, wie diese Firma Geld verdienen möchte.

Elon Musk ist ein Held und wahrscheinlich genau deswegen auch eine so schwierige Persönlichkeit. Nicht nur seine Autos, sondern sein Gesamtkonzept aus elektrischen, selbstfahrenden und geteilten Fahrzeugen, regenerativer Stromerzeugung und passenden Speicherlösungen werden einen entscheidenden Teil zur Rettung unseres Planeten beitragen.

Wenn doch etwas schiefgeht, hat er mit der Besiedlung des Mars einen „Plan B“.

Anhang

Literaturverzeichnis

- Andreas Knie, W. C. (2016). *Schlaue Netze*. München: oekom Verlag.
- audi.de. (2017). Abgerufen am 02. 01 2017 von
<https://www.audi.de/de/brand/de.html#layer=/de/brand/de/neuwagen/layer/energieeffizienz.html>
- BMVI. (2016). *Verkehr und Mobilität in Deutschland*. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) Referat Z32.
- bmw.de. (2017). Abgerufen am 02. 01 2017 von
<http://www.bmw.de/de/neufahrzeuge/7er/limousine/2015/technische-daten.html>
- Briegleb, V. (19. 11 2013). *heise.de*. Abgerufen am 07. 05 2017 von
<https://www.heise.de/newsticker/meldung/Nokia-Aktionaere-segnet-Verkauf-der-Handysparte-an-Microsoft-ab-2050078.html>
- Bundesumweltministerium. (2015). *bmub.bund.de*. Abgerufen am 27. 12 2016 von
http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Verkehr/emob_klimabilanz_2015_bf.pdf
- Doll, N. (15. 07 2016). *Welt.de*. Abgerufen am 03. 11 2016 von
<https://www.welt.de/wirtschaft/article157075918/Darum-wird-Deutschlands-Rueckstand-immer-groesser.html>
- Dudenhöffer, F. (2016). *Wer kriegt die Kurve? Zeitenwende in der Autoindustrie*. Frankfurt am Main: Campus Verlag GmbH.
- Durchdenwald, T. (2015). Das Auto bleibt das wichtigste Verkehrsmittel. *Stuttgarter Zeitung*.
- Endlein, M. (2017). *DAT Report 2017*. Ostfildern: Vogel Business Media GmbH & Co. KG.
- Engelhardt, R. (2016). *50.000 elektrische Kilometer - Nie wieder tanken!* Berlin: Elch Graphics.
- Forbes.com. (2016). Abgerufen am 07. 05 2017 von <https://www.forbes.com/innovative-companies/list/#tab:rank>
- Fricke, V. (2017). *Zusammenfassung Umfrage Elektromobilität und Ladeinfrastruktur*. IBM Deutschland GmbH.
- Golson, J. (11. 01 2017). *theverge.com*. Abgerufen am 12. 02 2017 von
<https://www.theverge.com/2017/1/11/14231952/tesla-gigafactory-solar-rooftop-70-megawatt>
- Höffner, J. (04. 03 2013). *Zoeptionierin.de*. Abgerufen am 06. 05 2017 von <http://zoeptionierin.de/fast-100-tage-car2go-in-stuttgart/>
- ir.tesla.com. (05. 05 2017). Abgerufen am 07. 05 2017 von <http://ir.tesla.com/>
- Lambert, F. (11. 01 2017). *electrek.co*. Abgerufen am 07. 05 2017 von
<https://electrek.co/2017/01/11/tesla-supercharger-stations-adding-stall-top-priority-elon-musk/>
- manager-magazin.de. (04. 10 2016). Abgerufen am 08. 11 2016 von <http://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/tesla-starke-absatzzahlen-im-vierten-quartal-a-1115030.html>
- Marcus Keichel, O. S. (2013). *Das Elektroauto - Mobilität im Umbruch*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Matthias Vogt, K. F. (2017). *Ergebnispapier Nr. 35 der Begleit- und Wirkungsforschung*. Frankfurt am Main: Deutsches Dialog Institut GmbH.
- mercedes-benz.de. (2017). Abgerufen am 02. 01 2017 von http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc_germany_website/de/home_mpc/passengercars/home/new_cars/models/s-class/w222/facts/_technicaldata/models.html#_int_passengercars:home:model-navi:models

Musk, E. (02. 08 2006). *Tesla.com*. Abgerufen am 29. 12 2016 von https://www.tesla.com/de_DE/blog/secret-tesla-motors-master-plan-just-between-you-and-me

Musk, E. (20. 07 2017). *Tesla.com*. Abgerufen am 29. 12 2016 von https://www.tesla.com/de_DE/blog/master-plan-part-deux

Nissan.de. (2017). Abgerufen am 04. 01 2017 von <https://www.nissan.de/fahrzeuge/neuwagen/leaf/reichweite-aufladen.html>

Reuters. (19. 01 2012). *Reuters.com*. Abgerufen am 07. 05 2017 von <http://de.reuters.com/article/usa-eastman-kodak-idDEBEE80I00320120119>

Reuters. (26. 04 2017). *wiwo.de*. Abgerufen am 30. 04 2017 von <http://www.wiwo.de/unternehmen/auto/tarifstreit-mit-tesla-ig-metall-setzt-bei-grohmann-auf-kompromiss-/19723484.html>

Schönleben, D. (10. 02 2017). *wired.de*. Abgerufen am 26. 04 2017 von <https://www.wired.de/collection/business/verhindert-elon-musk-die-gewerkschaft-fuer-teslas-fabrikarbeiter>

Siekemeier, R. (20. 04 2017). *Energie-und-Management.de*. Abgerufen am 29. 04 2017 von <https://www.energie-und-management.de/nachrichten/suche/detail/stochern-in-der-e-tankstellen-statistik-119122?>

SolarCity. (2017). *solarcity.com*. Abgerufen am 04. 05 2017 von <http://www.solarcity.com/residential>

SpaceX. (09. 07 2013). *youtube.com*. Abgerufen am 07. 05 2017 von <https://www.youtube.com/watch?v=Ndpuxf-uJHE>

SpaceX. (30. 03 2017). *youtube.com*. Abgerufen am 07. 05 2017 von <https://www.youtube.com/watch?v=xsZSXav4wI8&feature=youtu.be&list=PLC474234E124B5213>

Spiegelberg, G. (02. 08 2010). *Youtube.com*. Abgerufen am 14. 12 2016 von <https://www.youtube.com/watch?v=9IMInWgK8EY>

Tesla.com. (2015). Abgerufen am 30. 10 2016 von https://www.tesla.com/de_DE/gigafactory

Tesla.com. (2017). Von https://www.tesla.com/de_DE/models/design abgerufen

Tesla.com. (2017). Abgerufen am 06. 02 2017

Umweltbundesamt.de. (04. 09 2013). Abgerufen am 20. 03 2017 von <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/wie-wirken-sich-stickstoffoxide-auf-die-menschliche>

Umweltbundesamt.de. (26. 08 2016). Abgerufen am 26. 11 2016 von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energieversorgung/strom-waermeversorgung-in-zahlen?sprungmarke=Strommix>

Vance, A. (2015). *Tesla, PayPal, SpaceX. Wie Elon Musk die Welt verändert*. München: FinanzBuch Verlag.

Weert Canzler, A. K. (1994). *Das Ende des Automobils*. Heidelberg: C. F. Müller.

Bildquellenverzeichnis

Titelbild und kleines Bild neben der Seitennummerierung: Titelbild der Biographie „Tesla, PayPal, SpaceX. Wie Elon Musk die Welt verändert - die Biographie“

Titelbild Teil 2 (rotes Tesla Model S): tesla.com (16.12.2016)

Seite 5, Bild von Elon Musk als Kleinkind: Übernommen von den ARD Börsennachrichten:
<http://boerse.ard.de/boersenwissen/boersengeschichte-n/die-wichtigsten-stationen-von-musk100.html>

Seite 7, Diagramm zum CO₂-Ausstoß von Oberklassefahrzeugen: Eigene Darstellung, Datengrundlage sind die in der Fußnote aufgeführten Herstellerangaben.

Seite 8, Diagramm zum CO₂-Ausstoß eines E-Autos im Vergleich zu verbrennungsmotorisch angetriebenen Fahrzeugen über das gesamte Fahrzeugleben: Übernommen aus dem Papier „Wie umweltfreundlich sind Elektroautos wirklich“, des Bundesministeriums für Umwelt, Bau und Reaktorschutz:

http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Verkehr/emob_klimabilanz_2015_bf.pdf

Seite 10, Grafik zum Thema smart grid: Übernommen vom Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel: <https://www.innoz.de/de/neues-aus-dem-projekt-inees>

Seite 18: Bild eines Wohnhauses mit Tesla Model 3 und Tesla Energy Solarziegeln: Übernommen von Tesla Inc./ Solar City:

<http://www.solarcity.com/sites/all/themes/solarcity/img/solar-roof.jpg>

Die Links zu den Bildquellen wurden zuletzt am 07. Mai 2017 geprüft.

Robin Engelhardt

Mitglied im wissenschaftlichen Beirat des Bundesverbandes Elektromobilität (BEM) e.V.

Bundesverband eMobilität

Oranienplatz 5
10999 Berlin

www.bem-ev.de

E-Mail: robin@elektromobilitaet-engelhardt.de | robin.engelhardt@bem-ev.de

Mobiltelefon: 0174 8494 000

Twitter: @elektro_robin

Diese Arbeit wird im Internet unter:

www.elektromobilitaet-engelhardt.de/informationen/downloads veröffentlicht

