

Disruption in der Energiewende

von Axel Berg

Disruption ist ein Prozess, bestehend aus Techniken, Verfahren, Denkweisen, Prozessen, Systemen und ganze Kulturen, bei dem ein bestehendes Geschäftsmodell oder ein gesamter Markt durch eine stark wachsende Innovation komplett abgelöst wird. Was jenen blüht, die von der Disruption überrollt werden, wird gern am Beispiel von *Kodak* erzählt, dem untergegangenen Filmhersteller: im Jahr 1888 gegründet, 150.000 Mitarbeiter zu besten Zeiten, im Jahr 2012 insolvent. Dabei haben die Menschen nicht aufgehört, Fotos zu knipsen. Im Gegenteil, es wird mehr fotografiert denn je in der Geschichte der Menschheit - nur *Kodak* ist nicht mehr dabei. Die Firma hat die digitale Revolution verschlafen.

Die Energiewende ist eine große Transformation von der fremd- zur selbstbestimmten Verfügbarkeit von Energie. Frei und unabhängig von äußeren Zwängen, Erpressungs- und Interventionsmöglichkeiten. Dies ist auf Dauer nur mit Erneuerbaren Energien mit einer Vielzahl von Akteuren möglich. Neben der Funktionslogik des überkommenen zentralisierten Energiesystems muss also eine durchgängig neue dezentrale Struktur im Strom- und Verkehrsbereich aufgebaut werden, die die gegenwärtige Zug um Zug ersetzt und überflüssig macht. So weit und wahr Hermann Scheer, der große Vordenker der Energiewende.

Die globale Energiewende ist unumkehrbar. Die Treiber sind weder ambitionierte Klimaschutzziele noch ein gesteigertes ökologisches Bewusstsein sondern die exponentielle Kostendegression bei regenerativen Energietechniken, die technischen Innovationen bei den Speichertechnologien und ein hohes industriewirtschaftliches Interesse.

Nun gibt es drei Schlüsseltechnologien, die - in ihrem Zusammenwirken - das Zeug haben, die Energiewende derartig zu beschleunigen, dass zum Beispiel große Player aus der deutschen Old Industry, die Jahrzehnte als Rückgrat unserer mächtigen Industrienation galten, einfach von neuen Playern weg disruptiert werden. Es geht bereits los.

1. Schlüsseltechnologie: Solare Energien, insbesondere Photovoltaik und Windkraft

Lange Zeit dominierten weltweit Wasserkraftwerke die regenerative Stromerzeugung. In den 1990er-Jahren wurden zwar andere regenerative Kapazitäten aufgebaut, aber nur proportional zum Ausbau konventioneller Kraftwerke, so dass der Anteil der Erneuerbaren bei 20 Prozent blieb.

Seit Mitte der 2000er-Jahre steigt die regenerative Kraftwerksleistung infolge des dynamischen Ausbaus der Windkraft und der Photovoltaik schneller an. Im Jahr 2013 war die Summe der installierten PV- und Windkraftleistung bereits größer als die weltweit installierte Leistung aller Kernkraftwerke. Im Jahr 2016 war sie weltweit bereits rund fünfmal so groß. Die installierte Kapazität der Erneuerbaren verdoppelt sich alle zwei Jahre. Dann sind wir rechnerisch in sieben weiteren Sprüngen bei 100 Prozent. Die Grenzkosten der Erneuerbaren gehen gegen Null. *Bloomberg* meldete im Dezember 2016 einen Wendepunkt in der Weltenergieversorgung: Solarenergie wird erstmals zur billigsten Form neuer Stromerzeugungsanlagen, was weltweite Investitionsströme lenken wird.

2. Schlüsseltechnologie: Speicher

Der Ausbau von Stromspeichern ist nötig, wenn auch nicht sofort. Pumpspeicher sind dabei ein etabliertes Element. Ebenso wie Power to X, also die Umwandlung regenerativen Stroms in Wärme, Gas oder Sprit.

Batterien sind ein ganz wichtiges Element für den regionalen und kurzzeitigen Ausgleich. Hier besteht bereits eine enorme Forschungs- und Entwicklungsdynamik, getragen von der zunehmenden Attraktivität des Eigenverbrauchs von erneuerbarem Strom und der Elektromobilität.

Durch die anhaltenden Preisdegressionen werden Speichersysteme wirtschaftlich hochattraktiv. Die Kosten für Li-Io-Batteriespeicher reduzierten sich um das 10fache in 10 Jahren. Das entspricht der typischen Lernkurve, wie man sie bei der Kommerzialisierung neuer technischer Produkte sieht. So bei Computern, Handys, Fernsehern und auch der Photovoltaik. Dabei geht, im Sinne des Moore'schen Gesetzes, eine Verdopplung des Komplexitätsvolumens ungefähr alle zwei Jahre mit einer Preisdegression von rund 20 Prozent einher. Jede zweite neu installierte PV-Anlage wird inzwischen zusammen mit einem Heimspeicher verkauft. In den letzten drei Jahren sind die Preise für Heimspeicher um 40 Prozent gesunken. PV vom Dach zusammen mit Speichern wird billiger als der Transport von Strom, Öl, Kohle oder was auch immer. In drei Jahren müsste es soweit sein. Die Milliardeninvestitionen in die geplanten HGÜ-Leitungen dürften ebenso Fehlinvestitionen werden wie neu gebaute Kohle- oder Gaskraftwerke oder Pipelines.

Insgesamt ist also auch die Speichertechnologie auf einem sportlichen Weg. Das zeigt auch der Einstieg großer Unternehmen wie *Daimler*. Diese Autokonzerne sind ja eigentlich Experten darin, Produktionsprozesse zu optimieren, sodass auch von dieser Seite Preisrückgänge zu erwarten sind. Was den herkömmlichen Automobilproduzenten den Hals retten könnte.

3. Schlüsseltechnologie: Erneuerbare Mobilität

Der Verkehrssektor war die letzten Jahrzehnte nicht gerade für seine Dynamik bekannt. Im Prinzip werden vorhandene Anbieter geschützt. Eine dominante Automobilindustrie wird politisch gedeckt. Die umweltschädlichen Subventionen alleine im deutschen Verkehrssektor gehen inzwischen auf die 30 Milliarden Euro zu (UBA). Pro Jahr. Innovationen gab es fast nur pfadabhängig Richtung Dieselrennreisekombi. Mit dieser Stabilität ist es nun vorbei. Die alte Verkehrsordnung wird von allen Seiten einem Innovationsdruck ausgesetzt, der eine disruptive Transformation auslösen kann. Der individuelle Massenautoverkehr mit seinen Staus, den Emissionen und dem Parkplatzmangel wird zunehmend als Belastung der Lebensqualität gesehen. Unternehmen sollten sich auf strategische Überraschungen vorbereiten.

Ein herkömmliches Auto ist schreiend ineffizient: Die Motoren - dem Herz des Automobils - wurden von der deutschen Automobilindustrie perfektioniert und bestehen aus bis zu 3.000 beweglichen Teilen. Bis zur Hälfte der Gesamtenergiebilanz geht für die Herstellung und das dafür notwendige Aluminium und Stahl drauf. Die zweite Hälfte ist der Sprit, der verfahren wird. Die Hälfte des Energiegehalts von Rohöl wiederum geht beim Suchen, Fördern, Raffinieren, Transportieren und Verteilen drauf. Ist dann glücklich getankt, hat der Verbrennungsmotor beim Fahren einen Wirkungsgrad von theoretisch 50, realistisch vielleicht 20 Prozent. Also fährt im Durchschnitt ein Mensch mit über einer Tonne Gewicht mit einem Gesamteffizienzgrad von vielleicht 5 Prozent durch die Gegend. 95 Prozent des ursprünglichen Energiegehalts der Kohle für die Herstellungsprozesse und des Rohöls zum Fahren heizen die Umwelt.

Ein Elektromotor besteht aus nicht mal 30 beweglichen Teilen, ist einfach zusammenzubauen, hält etliche Jahre ohne Wartung und Reparaturen (*Tesla* macht den ersten Kundendienst nach sechs Jahren) und wandelt Strom zu 90 Prozent in Bewegungsenergie um.

Wenn jetzt noch der Strom dezentral und erneuerbar erzeugt wird und die Grenzkosten dieser Stromerzeugung gegen Null gehen frage ich mich, wer noch einen teuren, Gifte emittierenden und lauten Verbrenner will.

Global investieren alle großen Automobilunternehmen in E-Mobilität. Zum Teil mit gemeinsamen Plattformen, die mit Autobatterie-Strom das Netz regeln (V2G/ vehicle-to-grid). *Infineon* plant Smart-City-Straßenleuchten mit integrierter Ladestation - ohne Netzanbindung. *Sono-Motors* hat ein Auto entwickelt, dessen Haut aus PV besteht und so selbst genug Strom für 30 Kilometer am Tag erzeugt. Ab ungefähr 2020 wird der technische Tipping Point erreicht sein. Dann gibt es günstige EVs global für rund 15.000.- \$. Das bedeutet, dass ab 2020 möglicherweise alle neugekauften Autos elektrisch sein werden. Das könnte ähnlich laufen wie bei den ersten erschwinglichen Farbfernsehern, die innerhalb von 10-15 Jahren flächendeckend die Schwarz-Weiß-Fernseher ablösten.

Die *Deutsche Post* wollte im Jahr 2012 gut 1000 kleine Elektro-Lieferwagen für die sogenannte letzte Meile im Nahverkehr. Keine der deutschen Automobilperlen wollte so was bauen, also baute *Die Post* die Flotte selbst. Inzwischen liefern bereits 2.500 dieser *Streetscooter* in deutschen Städten aus. Der *Post*-Vorstand erkannte die Nische der grünen Logistik, will auch an Handwerker und lokale Auslieferer verkaufen und plant den Bau von 10 Werken weltweit mit dem jährlichen Produktionsziel von 100.000 *Streetscootern*. So fix geht das, wenn man keinen Verbrennungsmotor mehr braucht.

In China wurden im vergangenen Jahr erstmals mehr als eine halbe Million Elektrofahrzeuge verkauft, meist heimische Produktion - 53 Prozent mehr als im 2015. Der *BYD e6* ist ein rein elektrisch angetriebener Crossover-Wagen mit einer Reichweite von etwa 400 Kilometern. Taxiflotten mit dem *e6* sind bereits in China, Singapur, Kolumbien, Belgien, Niederlande, UK und in den USA im Einsatz. Elektrobusse kommunizieren mit dem Stromnetz, um Schwankungen von Solar- und Windstrom auszugleichen. Autos werden mit Häusern vernetzt.

Im zweitgrößten Automarkt der Welt, den USA, stieg der Verkauf von EVs 2016 um 38 Prozent auf 160.000 Stück. *Tesla* ist seit 2013 der in den USA meistverkaufte Luxuswagen.

Mit einem Marktanteil von 30 Prozent fährt Norwegen Europa vorweg. Bis 2025 sollen Fahrzeuge mit traditionellen Motoren ganz beseitigt werden. Dort gibt es keine einheimischen Automobilhersteller. Die Zahl der Neuzulassungen von Elektro- und Plug-in-Hybridmodellen lag 2016 bei 45.000. Dahinter rangierten UK, Frankreich und dann Deutschland mit 25.000. Vergleicht man die Marktanteile, ergibt sich das Bild eines zwar wachsenden, aber doch noch sehr kleinen Marktsegments.

Um die anderen Verkehrsmittel nicht ganz unter den Tisch fallen zu lassen:

Bosch hat die Kurve noch gekriegt und ist bei den E-Bike-Systemen heute Weltmarktführer. Von den *Pedelecs* wurden 2016 allein in Deutschland immerhin 600.000 verkauft.

Es gibt bereits fast 40 verschiedene batterie- oder hybridelektrisch betriebene Flugzeuge und Helikopter, die bis zu drei Stunden in der Luft bleiben. *Bauhaus Luftfahrt* rechnet bis 2035 mit elektrisch betriebenen Großraumflugzeugen, die den deutschen Raum abdecken können.

Autonome Schiffe mit PV auf dem Dach und einer Batterie statt Motor gibt es bereits. Noch fahren jeden Tag Millionen Fischer mit ihren Dieseln raus...

Der exponentielle Ausbau der solaren Energien, der Speicher und der Elektromobilität wäre ohne die Computerei nicht denkbar. Mit der Blockchain wird es dann gar keinen mehr geben, der als Stromhändler zwischen Produzenten und Verbrauchern steht, keinen, der eine Stromrechnung stellt oder an den Geldüberweisungen verdient.

Autonomes Fahren und Digitaler Fortschritt

Unsere Autos verbringen 96 Prozent ihres Lebens mit Parken und Parkraum wird immer teurer.

EVs als Dienstleister genutzt können locker zu 90 Prozent ihres Daseins genutzt werden. Ähnlich wie Taxis, die ja auch von mehreren Fahrern in Schicht gefahren werden. Jetzt stellen Sie sich mal vor, es braucht gar keinen Fahrer mehr, die meisten Autos werden permanent genutzt und parken nur mehr selten.

Das Auto wird zur Dienstleistung. So wird die Fahrt mit Uber schon heute günstiger, wenn der Fahrgast zum Ride-sharing bereit ist, also auf einem Teilstück weitere Leute mitzunehmen. Unternehmen wie *Uber* mit *Volvo* und *GM* demonstrieren dabei ganz konkret die disruptiven Potenziale der Kombination von EV, Autonomem Fahren und Carsharing.

Das Ziel ist autonomer Taxi-Betrieb. *BMW* will autonomes Fahren in München bis 2021 zur Serienreife bringen. Zusammen mit dem US-Konzern *Intel*, dem weltweit größten Halbleiterproduzenten, der für 15 Milliarden Dollar *Mobileye* aus Jerusalem gekauft hat. *Mobileye* ist führender Hersteller von Kamera- und Sensorsystemen für autonomes Fahren mit Tiefenerfassung und 3D-Vermessung von Räumen - schneller als der Mensch es kann. *BMW* hat den Elektromotor und *Intel* die Laptops und Smartphones verschlafen. Jetzt tun sie sich zusammen, um *Alphabet* (ehem. *Google*) und *Apple*, die zwei wertvollsten Unternehmen der Welt, auf Abstand zu halten. *Volkswagen* hat ähnliche Pläne. *eMove360* erwartet bis 2020 ein Marktpotenzial für die Mobilität 4.0 von 115 Milliarden Euro – das wäre das Vierfache von heute.

Sogar fliegende Taxis sind im Test. Das sind auch nur größere Drohnen mit Real-Sense-Kameras, um Kollisionen zu vermeiden. *Airbus* mit *Siemens* gehen gerade in Singapur mit einem autonom fliegenden Lastenhelikopter an den Start. Technisch ist die autonome Fliegerei schon lange ausgereift. Flugzeuge sind mit Flughäfen so exakt vernetzt, dass bei Schlechtwetteranflügen mit Sichtweiten von unter 300 Metern gar nicht mehr von Hand gelandet werden darf, sondern von den Piloten das autonome *Instrumentenlandesystem ILS* benützt werden muss.

Praktisch alle Seeschiffe fahren heutzutage autonom mit GPS-Navi. Ein Tempomat hält die Geschwindigkeit über Grund – unter Beachtung jeweiliger Strömungen oder Winde. Radargeräte und Schiffserkennungssysteme suchen permanent das Wasser ab und schlagen bei Gefahr automatisch Alarm. Große Schiffe werden sogar nach global standardisierten *IMO*-Richtlinien von einer zentralen Software ohne menschlichen Eingriff umgelenkt, wenn ein vom Frachter gefallener Container, der ebenfalls per GPS lokalisierbar ist, den Weg des Schiffes kreuzt. Technisch braucht man die Mannschaft nur noch zum An- und Ablegen.

Innerhalb eingegrenzter Orte sind automatische Lenksysteme längst im Einsatz. Landmaschinen berechnen den optimalen Fahrweg beim Smart Farming, den sie spurgenaue nachfahren. Dadurch wird weniger Boden verpresst, unerwünschte Flora wird von der Lasertechnik erkannt und eliminiert und Dünger wird wurzelgenau abgetropft – während der Bauer zuhause am Laptop sitzt. Pistenraupen verteilen den immer weniger werdenden Schnee über eine im Sommer eingeleseene 3-D-Karte, die dem System im Winter punktgenau sagt, wie viel Schnee noch in dieser Senke liegt, der auf jenem Hügel gebraucht wird. Autonom fahrende Shuttles gibt es seit den 1970ern auf Flughäfen und als U-Bahnen. Linienbusse bekommen autonom Vorrang an Kreuzungen. Kommen sie auch noch autonom an den Haltestellen zum Stehen, sparen die Busunternehmen vor allem an neuen Reifen, weil der fehlerhafte Menschenfahrer öfter mal am Bordstein entlang schrammt.

Organisiert wird die autonome Elektromobilität in einem integrierten Energie- und Verkehrssystem an „Mobility-Hubs“ – Mobilstationen. Mobilitätsplattformen im Internet sind bei der Bahn, im Luftverkehr und in vielen Städten seit der Einführung des Smartphones 2007 gang und gäbe.

Das ist doch was: Vom privaten Verbrenner hin zum Erlebnis einer vernetzten Mobilität, die vollständig auf Erneuerbaren Energien basiert. Dabei steht der Begriff *Erneuerbare Mobilität* dafür, dass die Angebote so organisiert sind, dass ineffizienter Verkehr vermieden wird. So kann man schnell und billig durch lebenswerte Räume sausen.

Jetzt bitte wieder an die Speicher denken: Auto-Akkus halten heute 160.000 km. Danach haben sie noch 80 Prozent ihrer Leistung und können neu konfiguriert werden. Dann halten sie nochmal 10-15 Jahre, bevor sie zu derzeit 95 Prozent recycelbar sind. Zur Stabilisierung der Verteilnetze tragen bereits kleine Speicherkapazitäten wie die einer Autobatterie bei. Wie viel mehr erst, wenn sie örtlich verdichtet in Flottenkonzepte eingebunden werden mit Firmen und Fuhrparks und den *Streetscootern* von der *Post*. Autos werden mit Häusern vernetzt.

Die Digitalisierung mit Künstlicher Intelligenz und Green Big Data hat das Potenzial, ein völlig neues öffentlich zugängliches Verkehrssystem entstehen zu lassen, das verschiedene Angebote in einem nahtlosen Gesamtnetz integriert und einfacher nutzbar ist als der PKW. Erneuerbare und Internet verschmelzen.

Offen ist, ob PKW mobile Individualkapseln bleiben oder es autonome Flotten geben wird, die man spontan ruft wie heute das Taxi. Der Entwicklungspfad sollte bald und politisch entschieden werden. Beispielsweise müssen Gemeinden entscheiden, ob sie ihren öffentlichen Raum weiter für PKW-Spuren und -Standplätze reservieren oder ihn für Sharing statt Besitz nutzen wollen. Berlin ist die Großstadt in Deutschland mit dem geringsten Auto-Anteil bei der Wahl des Verkehrsmittels. Nur 21 Prozent statt z.B. 55 Prozent in Stuttgart nehmen das Auto. Trotzdem reserviert Berlin 39 Prozent der Stadtfläche für fahrende und 19 Prozent für stehende Autos. Für Fahrradwege nur drei Prozent, obwohl bereits 15 Prozent aller Wege mit dem weiter boomenden Fahrrad zurückgelegt werden. Hier geht's um Flächengerechtigkeit. Mit dem sorglosen Autofahren in Einzelfahrzellen kann auch als Rebound-Effekt immenser Mehrverkehr erzeugt werden. Diese Gefahr ist da! Kann aber gebannt werden.

Ohne klare Restriktionen für den privaten Autoverkehr, eine Besteuerung fossiler Emissionen und ohne eine Neuordnung des öffentlichen Raumes zugunsten des nicht-motorisierten und des geteilten - konsequent postfossilen - elektromobilen Verkehrs wird es nicht gehen. Wir müssen in Deutschland die Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen erhöhen, um an neuen Akku-Generationen und dem ganzen High-tech zu basteln. Wir brauchen öffentliche Schaufenster, die Umstellung von Behördenfuhrparks, Vorzeigestädte wie Graz und die Bündelung der KMU. Im Mittelstand stehen viele neue Player mit guten Ideen in den Startlöchern. Solche mobilen Ketten gehören gefördert. Subventionen fließen ja jährlich in zweistelliger Milliardenhöhe, nur bremsend in die falschen Kanäle der Old Diesel Industry.

Fazit

Auf die geschilderten disruptiven Entwicklungen können wir uns freuen. Unsere Städte werden leiser, die Luft wird reiner, die Lebensqualität wird zunehmen. Mobilität wird geschmeidiger und spottbillig. Die Kommunen profitieren mit Einnahmen durch die Flottenenergieversorgung und enorme CO2-Einsparungen. Saubere Luft macht glücklich.

Bitter wird es für die alte Welt. Die Konzerne haben viel Geld und können durch Schrumpfen überleben - ähnlich wie es *E.on* oder *RWE* derzeit durch Aufspaltungen versuchen. Brutal wird es für die mittelständischen Zulieferbetriebe, die auf Motorteile wie Getriebe, Vergaser, Kupplungen oder Kolben spezialisiert sind, die einfach nicht mehr gebraucht werden. Oder die 40.000 KfZ-Werkstätten allein in Deutschland, deren Hauptaufgabe das Warten von Verbrennungsmotoren ist. Je später sie sich neue Geschäftsfelder suchen, desto härter werden die wirtschaftlichen und sozialen Zusammenbrüche.

Die Vierte Industrielle Revolution beginnt jetzt. Jetzt beginnt eine disruptive Entwicklung durch die digitale Verknüpfung der Bereiche Strom und Transport. Die Technik, die handwerklichen Fähigkeiten, die Organisationskraft und genug Geld für die nötigen Investitionen sind da.

Die Techniken der letzten industriellen Revolution stehen nicht mehr unter Dampf. Jetzt muss Flexibilitätsanbietern - und damit dem Wettbewerb - ein Ordnungsrahmen angeboten werden, ein zuverlässiger Fahrplan, der die bestehenden Hemmnisse beseitigt und neue Geschäftsmodelle begünstigt. Jetzt müssen wir uns den Herausforderungen stellen und mit einer konsequenten Neuausrichtung die Aufholjagd beginnen. Dann können wir Deutsche noch eine Entwicklung mitanführen, die auch ohne uns kommen wird.

Alles ist startklar zum Aufbruch in die Informations-Technologie-Disruption: Die Erneuerbaren Energien, die Speicher, die Digitalisierung und die autonom fahrenden Elektrofahrzeuge. 2030 kann das alles schon vollzogen sein.

Den Vortrag finden Sie in voller Länge in Wort und Bild auf der EUROSOLAR-Homepage.