

## **HOCHTEMPERATUR – SPEICHER - TECHNOLOGIE**



**und deren Einbindung  
in Fern- und Nahwärme-Netze,  
ein Forschungsprojekt aus dem Müllheimer Steinbeis-  
Institut  
und seinen  
mittelständischen Projektpartnern**

*Präsentation Stadtwerke Müllheim Staufen  
02.04.20019*

*gewidmet meiner Familie und meinen Geschäftsfreunden,  
die mich in einer schwierigen Lebensphase unterstützt haben*

## **Kap .1**

### **Thema Energie**

Mit **Energie** kann man beschleunigen und bewegen. Das gilt auch für unsere lokale Energieversorgung – soll heißen für das Erfolgsmodell „**Stadtwerke Müllheim-Staufen**“.

Ein aktuell **Alles** und **Alle** bewegendes Thema ist die Energie in ihren vielfältigen Erscheinungsformen. Dazu hat fast jeder von uns seine eigene Meinung gebildet. So ist bald jeder sein eigener Spezialist in Sachen Energie und brilliert bisweilen mit einem wohl fundierten Fachwissen oder besser **Halbwissen**. Man müsste da um die **Energiewende** bei soviel Wissen und Einsatz **eigentlich** keine Angst haben.

### **Aber Vorsicht!**

In den Medien wird bezüglich des Energiewandels immer wieder viel Schlimmes oder gar Falsches in Messages eingebaut um die Reizschwelle der Leser zu treffen. Da wird verstärkt und geschönt. Oder ganz einfach kritische Parameter verschwiegen. Damit meine ich, es wird betrogen.

Ich frage mich oft: Wie blöd hält man uns als Verbraucher, die man glaubt ständig übervorteilen zu dürfen.

Aber jeder kann sich wehren – einmal indem er sich schlau macht und eine Wahl trifft, die Signalwirkung haben könnte. Meine Empfehlung dazu: **Glaubt nicht jedem alles!**

Schon vor Jahren haben wir begonnen, alle Energie basierenden Technologien dahingehend zu untersuchen, ob wir mit diesen unseren Arbeitsplatz, und letztlich unser Einkommen sichern können. Diese Techniken sind erstmal spannend und verlangen, um erfolgreich zu sein, sich ständig erneuernde Kreativität. Und es ist fast ein Wunder, dass der Spaß **an** und **mit** der Technik anhält. Mit bald 80 Jahren kann ich nicht davon lassen, trotz aller Rückschläge und Irrungen auf den technischen Lösungswegen.

Unser heutiges Thema soll **„Wege zur Energiewende aufzeigen und beschreiben, was wir dazu leisten“**.

Ich will dazu gar nicht mit einer endlosen, beschreibenden Liste anfangen. Eine erste grobe Unterscheidung lässt sich einfach treffen:

- **Begriffe zur Energie,**
- **mobile und stationäre Energiespeicher im Gebäude,**
- **Verbraucher,**
- **Energiewende und Verkehr**

und da sind wir in Teilbereichen auch schon ganz nah an unseren Stadtwerken. Sie liefern Energie vorzugsweise für stationäre und fest installierte Anlagen im

- **industriellen, gewerblichen,**
- **kommunalen und privaten Bereich.**

## Energiewirtschaft trifft Innovation

Das funktioniert seit einem Jahrzehnt prächtig mit hoher Zuverlässigkeit und **wirtschaftlich vertretbar**. Bei den Stadtwerken spielen die **mobilen** Verwendungen erst mal **keine** Rolle. Trotzdem möchte ich später besonders darauf eingehen.

### **Zurück zu unserem Thema.**

Vielleicht sollten wir in diesem Zusammenhang das Energiethema aus **der** Blickrichtung bewerten, dass eine **kWh** auch wie eine selbstständige Währung (Energie = Wert) gesehen werden kann. Daraus resultiert der gesamte Energie-markt. Die Kosten je **kWh** setzen sich zusammen aus

- **Förderung & Lizenzen,**
- **Transport,**
- **Verteilung,**
- **Transformer (Motor, Heizkessel)**
- **+ Gewinne und Steuern.**

### **Was umfasst der Begriff Energie?**

Er beginnt mit den Energiequellen, aus diesen heraus folgt die Förderung des Energieträgers. Wenn man den daraus gewonnenen Strom gerade nicht benötigt, dann kann er auch gespeichert werden, indem man das Medium Wasser mittels Pumpen in hoch gelegene Stauwerke fördert, wo es als kinetische Energie gespeichert und bei Bedarf über das Technologie-Paar **Turbine + Generator** entnommen werden kann. Danach folgt auch hier der Weg zum Verbraucher.

An jedem Ort des Energieweges kann man mittels Akku die verfügbare elektrische Energie speichern oder gleich verbrauchen.

Immer dann, wenn die sog. fossilen Brennstoffe in elektrische Energie gewandelt werden, werden aber auch Stoffe erzeugt, die uns **nicht** willkommen sind. Die Beseitigung dieser Stoffe, ob als Rauch oder als Asche oder als Gas ist aufwändig und teuer. Aber diesen Preis **müssen** wir bezahlen, wenn wir eine warme Stube haben wollen oder die Haushaltsgeräte funktionieren sollen. Es sei denn, es fällt uns etwas ein, das hilft, diese **Schadstoffe** zu vermeiden.

Wir beobachten aktuell – wenn auch noch nicht durchgängig – dass jeder Bürger „**seine eigene Energie**“ selbst erzeugen will und in seine **Autarkie** investiert. Dazu möchte ich allerdings abmildern: „**einen Teil seines eigenen Energiebedarfs**“.

Diese Wandlungsprozesse bei der Versorgung einzelner Verbraucher scheinen Wege **außerhalb** der Versorgungslinien der Stadtwerke zu gehen. Ich sage ganz bewusst, **scheinen!** Denn ich bin **absolut davon überzeugt**, dass man die Stadtwerke unbedingt weiterhin benötigt. Vielleicht mehr als Dienstleister für die Planung, Ausführung, Service, Wartung und vor allem zur Sicherung der Verfügbarkeit von Energie, wenn die Sonne mal nicht so kräftig scheint oder sich auch für einen längeren Zeitraum verabschiedet, zu lange, um den Energiebedarf stetig zu decken.

Also als **zuverlässiger** Energielieferant.

Machen wir nun einen Sprung in die **E-Mobilität**:

### **Kap. 2**

#### **E-Automobilität aktuell**

Lassen Sie mich dazu auf die aktuellen **Antriebs-** und die **Speicherlösungen** eingehen: Die derzeit vehement einsetzende politische Diskussion um die Umweltverschmutzung verlangt von allen Kfz-Herstellern einen Strategiewechsel:

Aufgrund von Gerichtsurteilen müssen deutsche Städte Dieselfahrverbote einführen. Die Automobilhersteller müssen deshalb neue Wege zur Absatzsicherung beschreiten.

#### ▪ **Sie sind in der Pflicht!**

Sie sind - ich sage bewusst, **auch** – ein **wesentlicher Schlüssel** zur Energie-wende. Aufgrund der in der Öffentlichkeit noch streng vertraulich gehandelten Berichte aus den Automobil-Konzernen und von Messeauftritten können wir uns langsam ein Bild von den Aktivitäten machen.

Ich erinnere dazu noch an die Hammernachricht vorletzte Woche , dass **BMW** und **DAIMLER** beim **autonomen Fahren** gemeinsame Sache machen. Die haben auf dieses Thema **über 2.000 Mitarbeiter** angesetzt. Da muss doch was dabei rauskommen. Oder?

Wir sehen, die sind ja - nun alle miteinander – in die Offensive gegangen.

#### **Was tut sich bei VW?**

Zur Eröffnung eine **Richtigstellung**:

*Geschlossene Entwicklungsabteilungen in den Justizvollzugsanstalten in denen sich die VW-Ingenieureselite austoben kann, sind ein Gerücht. Dort sollten „schummelfreie“ Fahrzeugtechniken kreierte werden.*

Zu wünschen wäre es, vor allem dann, wenn diese bezahlbar sind. Schon bekannt **ist**, dass **VW** auf Basis des Baukastensystems **MEB** ab Ende 2019 in Zwickau Elektroautos produzieren wird. Für den Umbau des Standorts werden dort aktuell **1,2 Milliarden Euro** investiert.

Die Produktion von **VW-Transportern** soll dann in ein Ford-Werk in der Türkei verlagert werden, sollten die Gewerkschaften und der Betriebsrat zustimmen.



## Energiewirtschaft trifft Innovation

Volkswagen will die Elektromobilität auch für die breite Masse erschwinglich machen und plant angeblich ein Elektroauto für weniger als **20.000 Euro**. Es soll **MEB Entry** heißen. Die Pläne für das Elektroauto, das ein jährliches Produktionsvolumen von über **200.000 Fahrzeugen** haben soll, wurden Reuters zufolge in einer Aufsichtsratssitzung am 16. November diskutiert und freigegeben.

Bis 2030 soll dann die gesamte Fahrzeugpalette elektrisch unterwegs sein. Die Visionen von **Frau Merkel** werden - wenn auch mit Verspätung – doch noch realisiert. Sie möge uns verzeihen, dass wir sie – es ist noch gar nicht so lange her - mit Spott und Hohn überhäuft haben.

### **Was tut sich bei BMW?**

**BMW** hat schon vor einiger Zeit ein Konzept für die emissionsfreie Elektromobilität vorgelegt. **BMW** ist überzeugt davon, dass der Antrieb der Zukunft eine Kombination aus einer Wasserstoff-Brennstoffzelle **und** einem elektrischen Antrieb ist. In Kombination mit einem Zapfhahn von Shell wird dabei deutlich, wie einfach und schnell zukünftig Wasserstoff getankt werden kann.

Kleine Anmerkung am Rande:

*Auch die Aktie - speziell die Vorzugsaktie - von **BMW** ist derzeit günstig zu haben. Trotz der Milliardengewinne ist BMW sogar seit einiger Zeit an der Börse weniger wert als der im Vergleich zu BMW mickrige Autobauer Tesla. Das soll einer verstehen.*

### **Was tut sich bei Daimler? Im Ländle und anderswo.**

**Ein** neues Wasserstoff-Serienmodell hat **Daimler** schon fertiggestellt. Der sog. **F-Cell** wird allerdings nicht verkauft, sondern nur für rund **800 Euro** pro Monat an ausgewählte Kunden vermietet. *Es handelt es sich um einen **Plugin-Hybriden***, ausgerüstet mit einer Kombination aus Akku und Brennstoffzelle. Der Akku mit **13,8 KWh** ist nur für **50 km** ausgelegt. Der Elektromotor hat eine Leistung von **147 Kilowatt**.



*Bild:* Mercedes Benz

Der Wasserstofftank im Unterboden fasst 4,4 Kilogramm Wasserstoff, was für eine Reichweite von rund **440 Kilometer** reichen soll.

Das Beispiel **IF-Cell** zeigt, ein Wasserstoffauto ist immer zu 100% ein Elektroauto + on Top die Wasserstofftechnologie mit Tank und Brennstoffzelle. Der Akku fällt im Gegenzug dann kleiner aus. Damit fällt dann auch die maximal abrufbare Leistung ab.

Die Brennstoffzelle ist außerdem zu träge. Beim Mercedes F-Cell sind deshalb so schwachsinnige Dinge wie Turbolader verbaut. Eigentlich wollte man den nicht mehr haben.

**Daimler** will künftig mehr Wasserstoffantriebe anbieten! Soll heißen, auch **Daimler** wird stärker auf den Wasserstoffantrieb setzen. Ob sich diese Ziele durchsetzen lassen, bleibt dahingestellt.

**"Wir entwickeln ein modulares System für die Brennstoffzelle, um diese in ganz verschiedenen Fahrzeugtypen unseres Konzerns einsetzen zu können",**

Zitat Jochen Hermann, Entwicklungschef für elektrische Antriebe. 2022 soll das System marktreif sein.



Foto: Daimler AG

**Mercedes-Benz Car** plant bis 2022 insgesamt

- **130 elektrische Fahrzeugvarianten** zu entwickeln. Hinzu kämen noch
- **elektrische Transporter,**
- **Busse und Lkw.**

So etwas geschieht nicht in ein paar Monaten. Vor vielen Jahren - so um die Jahrtausendwende - durfte ich Zeuge sein, wie bei **Fraunhofer** in Kooperation mit **DAIMLER** und **BMW** in Stuttgart die erste vollautomatische Gas-Tankstelle - vorgestellt wurde. Lang ist es her.

**Was tut sich bei Porsche?**

Porsche geht seinen werthaltigen Weg. Dazu kurz und knackig die Aussage:

**"Die E-Mobilität wird erst Akzeptanz finden, wenn wir gute Produkte haben mit langen Reichweiten und einem sportlichen Fahrverhalten. Und wir werden diese Produkte haben!"**

Quelle: Porsche-Chef Oliver Blume

Da ich mir keinen Porsche leisten kann, habe ich mich mit diesem Hersteller nicht näher befasst.

**Was tut sich sonst so bei den Automobilen?**

Aktuell haben Hersteller wie **Toyota** und **Hyundai** beim Brennstoffzellenantrieb die Nase vorn. Mit dem **Toyota Mirai** gibt es schon länger eine Mittelklassenlimousine mit dieser Technik, der **Hyundai Nexo** ist hingegen recht neu auf dem Markt.

Um es nicht zu vergessen: Letzte Woche rauschte ein massiver Streit zwischen **VW** und **BMW** durch den Blätterwald. Da ging es um Zukunftsplanungen für die e-Mobilität.

### **Kap. 3** **hat das E-Auto eine Zukunft?**

Aus den aktuellen Kenntnissen heraus kann man ableiten bzw. feststellen – und da spreche ich nicht nur für mich: Es gibt zukünftig nicht **die** eine Antriebsart. Egal wie, wir brauchen einen vernünftigen **Mix** aus verschiedenen Antriebsarten, verbunden mit den zugehörigen Speichern. Hier **war** zu erkennen, dass die **Brennstoffzellen-Technologie** ein wesentlicher Bestandteil moderner Mobilitätskonzepte ist oder wäre.

Der Einstieg in die **E-Mobilität** erfordert extrem teure Entwicklungsleistungen für die Realisierung gleich mehrerer Zukunftsthemen, die ich hier ansprechen möchte: Um die Reichweite und Effizienz von Kraftfahrzeugen zu erhöhen, bedarf es ein Zusammenwirken von

- einer **Leichtbauweise** beim konstruktiven Aufbau,
- leistungsfähigen **Batteriemodulen** bzw. **Energiespeichern**,
- von elektrischen Antrieben, also **E-Motoren** vorzugsweise untergebracht in der Felge und unverzichtbar
- die **Brennstoffzellen-Technologien**,

die wir uns erst mal genau anschauen wollen.

Neben den hohen Kosten für die Fahrzeuge ist das größte Problem derzeit die geringe Anzahl von Wasserstofftankstellen. In Berlin gibt es mittlerweile vier Tankstellen, doch in ganz Deutschland sollen es nur **52** Stück sein. **42** weitere sind in der Realisierung. Noch 2019 sollen es **100** öffentliche Wasserstoff-Stationen für **Pkw** werden, Tendenz steigend.



## Energiewirtschaft trifft Innovation

Und das ist alles sehr teuer, aber es geht noch teurer.

Was kostet denn so eine Wasserstofftankstelle mit angeschlossenem Elektrolysator? Also für den Windmüller im Schwarzwald? Oder auf dem städtischen Bauhof, wenn man denn dort ein Windrad stehen hat?

Es gibt dazu **noch** keine verlässliche Kalkulation: Schauen wir dazu in andere Landschaften: Die **2015** in Hamburg eingeweihte Wasserstofftankstelle erzeugt vor Ort stündlich **3,5 kg** Wasserstoff über die Elektrolyse und kostete **2,8 Mio. Euro**.

**3,5 kg** sind etwa eine Tankfüllung für grob **500 km**. Oder

- etwa 8.760 Tankfüllungen / Jahr
- bzw 70.000 Füllungen in 8 Jahren.

Das wären etwa **40 Euro pro Füllung** ohne Betriebskosten. Derzeit setzt man in unserem Land - mit einer Ausnahme - auf die ausschließliche Speicherung elektrischer Energie in Akkus. Ist das ein **Fehler**?

Aus meiner Sicht **nicht weniger** spannend, wenn auch nicht unbedingt und überall geeignet ist die

- **Polymerelektrolyt - Brennstoffzellentechnologie . (PEMFC)**  
kurz „**PEM**“ genannt.

Ein Lösungsweg könnte so aussehen: **Gemeinsam** mit der Batterietechnologie könnte **PEM** den Durchbruch in der Elektromobilität markieren. Auch ist die **PEM** überall dort von Vorteil, wo reiner Wasserstoff als Brennstoff verfügbar ist und wo **geringer Verbrauch** und **Emissionsfreiheit** gefordert sind.

Man behauptet **naiv**, dass herkömmliche Tankstellen als Wasserstoff-Tankstellen umgerüstet werden können. Dadurch entfallen angeblich die extrem hohen Kosten zum Aufbau einer Infrastruktur zum Laden der Akkus. Sind wir doch ehrlich: Die bittere Wahrheit ist, dass das Einzige, was dann noch von der Tankstelle verwendbar ist, sind die Preistafel und der Kassenraum.

Der oft genannte signifikante Vorteil dass sich die Tanks von Brennstoffzellen in

- **ca. 3 Minuten**

füllen ließen, ist vordergründig. Das wäre dann ein Vielfaches schneller als Akkus an der stärksten Ladestation. Was aber immer verschwiegen wird: Nach einer **H<sub>2</sub>** - Befüllung dauert es **ca. 1/2 h** bis der Ladedruck für die nächste Befüllung zur Verfügung steht. Das heißt, je **H<sub>2</sub>** -Terminal sind 40 Fahrzeuge/Tag mit Treibstoff zu versorgen. Das bedeutet, nur für die gesamte PKW-Flotte würde es ca. **70.000 Terminals** brauchen.

Umgeht man das „**Zeitproblem**“ durch die Verdichtung mit leistungsstärkeren Kompressoren werden erneut elektrische Hochleistungs-Anschlüsse an den **H<sub>2</sub>**-Tankstellen nötig.



## Energiewirtschaft trifft Innovation

Im Vergleich zur vorgenanntem Hamburger Installation: Ein **H2 -Terminal** ohne Elektrolyse kostet

- **1 Mio.**

dafür erhielte man **200** Ladepunkte für e-Mobile. Diese benötigen keine **H2** - LKW-Flotte mit Personal zur Versorgung, sondern lediglich einen Mittelspannungsanschluss, der Jahrzehnte hält.

Das Argument, dass auch die Brennstoffzelle auf seltene Rohstoffe wie **das Platin** angewiesen ist, wiegt nur momentan schwer. Denn mit neuen Beschichtungsverfahren lässt sich das Platin auf **die** Menge reduzieren, die heute schon beim Katalysator eingesetzt wird.

Bleiben letztlich als Argumente **gegen** die Brennstoffzelle

- die Elektrolyse,
- die Verdichtung auf über 600 Bar,
- die Kosten für die Logistik der Verteilung,
- der Belieferung des Gas-Tankstellennetzes, ,
- das Gas im Auto wieder in Strom zurück zu verwandeln.

All das generiert - wie bei Wandlungsprozessen üblich – signifikante Verluste. Es bleibt nur **ein** Drittel der ursprünglich gewonnenen Sonnen-Energie für den Antrieb übrig. Dem steht entgegen, dass die ursprüngliche Energiequelle die kostenlose und nie versiegende Quelle „**SONNE**“ ist.

Nun zur alternativen Versorgungs-Kette mit Akku:

Windkraftanlage bzw. Photovoltaik—> Li-Batterie —> Motor. Diese Akku-basierende Kette ist derart kurz und zudem effizient, dass die Kostenkette je **kWh** technisch sehr niedrig ist. Für Busse und Fernlaster ist der Batterieantrieb allerdings ganz und gar keine Option.

Wasserstoff hingegen hat eine deutlich aufwendigere technische Kette, die auch nicht abgekürzt werden kann. Folgen wir unserem Leitspruch

**"On the End of the day, money is the name of the game"**

dann bleibt beim Wasserstoff der „**Wechselkurs**“ gegenüber Wind und PV samt Li-Batt und Motor, einfach schlecht. Dazu kommt noch, die Kosten für die gesamte **H2**-Infrastruktur sind ein Vielfaches im Vergleich zur Stromversorgung für die e-Mobile.

**Energiedichte** und **Langzeitspeicherbarkeit** werden nur dort einen Markt finden, wo diese Faktoren entscheidend sind, also in großen Maschinen und Fahrzeugen zu Lande oder im Wasser oder der Schiene und noch in Nischen.

Bleiben noch folgende Fragen:

Machen nun **Oberleitungen** oder **H2** beim Schwerlastverkehr das Rennen ?

Ist bei Flugzeugen **H2**, erneut gewandelt zu Buthan o.ä. eine Option – wahrscheinlich aber erst, sobald der erste Tropfen Kerosin teurer als diese Alternative ist. Abgesehen davon . dass man die heutigen Flieger nicht einfach umrüsten kann.

Unsere Frage lautete: **Hat das elektrische Auto eine Zukunft?**

Das aktuelle Vorbild heißt **TESLA**. **Ist TESLA tatsächlich ein Vorbild?**

**TESLA** arbeitet mit Schnelllade-Stationen, die bis zu **120 kW** leisten und füllt den Akku **in einer Stunde**. Unsere **deutschen** Automobilisten setzen auf einen Standard mit **350 kW**. Das heißt, ein Tankstopp dauert **15 – 20 Minuten**. Wenn man hier nachrechnet, so funktioniert das **nur**, solange das Elektroauto die Ausnahme bleibt. Denn, macht sich jeder auf den Weg, dann kommt das System schnell an seine Grenzen. Schon das Stromtanken an der normalen Steckdose ist nur möglich, wenn es wenige tun. Vor allem in älteren Gebäuden ist das Stromnetz **nicht** für das Laden von **e-Autos** ausgelegt.

**350 kW - Ladestrom** haben zur Folge, dass nur **28 Autos** am Starkstrom -Zapfhahn die gleiche Leistung aus dem Netz fordern wie ein **ICE** besetzt mit **830 Fahrgästen** bei voller Beschleunigung. Die Stromlieferanten sollten schon mal beginnen, die Nation neu zu verkabeln.

Zu den Kosten wird gesagt, dass ein solches Stromnetz um rund **10 Milliarden** teurer würde, als eine vergleichbar leistungsfähige Infrastruktur mit Wasserstoff-Tanksäulen. **Das** stimmt einfach nicht! Was stimmt **dann**? Wenn wir's wüssten!

Was ich jetzt noch sage, wird Ihnen sicher nicht gefallen. Lassen Sie mich einfach mal zitieren: Der Experte Prof. Günther Schuh erklärte kürzlich in einem Interview mit einer großen deutschen Tageszeitung:

***Ich kann mir derzeit keine ökologisch sinnvollere Lösung vorstellen, als mit einem modernen Euro-6- und später Euro-7-Diesel Langstrecke zu fahren. Daher ist das Szenario, dass wir morgen oder übermorgen keine Verbrennungsmotoren mehr brauchen, völlig übertrieben.***

Es gibt jedoch auch Anwendungsgebiete, wo die Elektro-Mobilität Sinn macht: Beispielsweise bei innerstädtischen Bussen oder bei Taxen, die nur recht kurze Strecken zurücklegen und dann wieder gewisse Standzeiten aufweisen. In diesen Standzeiten könnten die Akkus geladen werden. Man kann erahnen, es gibt **nicht die eine Antriebsart**.

### **Kap. 4**

#### **was tun mit überflüssiger thermischer Energie ?**

Es macht keinen Sinn, die im Sommer gewonnene Energie als thermische oder als elektrisch speicherbare Energie in den Winter retten zu wollen. **Warum wohl ?** Zur Beheizung eines gut gedämmten Hauses mit einem Energiebedarf von **100 kWh/(m<sup>2</sup>·a)** und **89 m<sup>2</sup>** Wohnfläche werden pro Jahr ca. **890 Liter** Heizöl oder äquivalentem Erdgas benötigt, das entspricht einem Jahres-Wärmebedarf von **32.000 MJ**.

## Energiewirtschaft trifft Innovation

Um diese Wärmemenge im Sommer durch Solarabsorber zu erzeugen werden bei angenommenen **100** Sonnentagen und einem Ertrag von **4 kWh/(m<sup>2</sup>-d)** etwa **23 m<sup>2</sup>** Solarabsorberfläche nötig.

Wir fragten uns, ob es überhaupt Sinn macht, einen Wärme-Akku der erforderlichen Größenordnung unterbringen zu wollen, denn mit den in einen solchen Tank passenden ca. **200.000 Liter** Heizöl könnte man dieses Haus **225 Jahre** lang beheizen. Oder um diese Energie für den Winter als Latentwärme zu speichern, würden ca. **200 m<sup>3</sup> Paraffin** in einem Rundtank mit **8 Meter Höhe** und **5,6 Meter Durchmesser** benötigt.

**Unser** Lösungswort heißt **AUTARKE NAHWÄRME**.

**Energieautarkie** ist ein Konzept, das anstatt einer zentralen Energieversorgung die Energiebereitstellung **dezentral** nahe am Endverbraucher vorsieht. Hierbei nutzen die Verbraucher **eigene** relativ kleine **PV-Anlagen** vor Ort und sind somit nur noch begrenzt von externen Energielieferungen abhängig. Vor diesem Hintergrund und aus unserer technologischen Basis heraus entwickelte sich **unsere** Energie-versorgungs-Alternative.

**Wir** wussten: schwankende oder fehlende Sonneneinstrahlung kann durch einen **temporären** Wärmespeicher und/oder durch Kombination mit anderen Energiequellen zumindest partiell ausgeglichen werden, so dass - möglicherweise mittels alternierender Ladezustände von Energiespeichern - zumindest teilweise bzw. temporär eine **fast** ganzjährige Energieversorgung sichergestellt werden kann.

*Damit wäre auch die überflüssige Energie an einem heißen Sommertag „aufgeräumt“.*

Vor diesem Hintergrund suchten **wir** unsere Wege zur Energiewende. Ja, auch bei uns Steinbeisern wurde kräftig geforscht, wir fingen bereits 2009 an, zumindest nachzudenken. Uns war früh klar, ohne Speicher-Technologien keine Energiewende! Wir brannten, darauf, Antworten und Lösungen zu finden.

Vor 4 1/2 Jahren schlossen sich mehrere mittelständische Partner unter der Federführung und Leitung des hiesigen Steinbeis-Instituts in einer Arbeitsgemeinschaft zusammen. Dieser Einstieg mündete in einer Katastrophe. Nach einem Jahr machte unser Institut mit der Speicherentwicklung eine „**Bruchlandung**“. Die brachte mich an den Rand des Ruins. *Was war passiert?*

Ein Energiekonzern hatte von unserem Vorhaben erfahren und untersagte uns die Fortführung des Projektes, das damals **Mineralien** als Speichermedium verwenden sollte. Hierzu hatte der Konzern alles um den mineralischen Speicher herum zum **Patent** angemeldet. Was dann folgte war gnadenlos. Wir mussten uns erst mal überlegen, was wir anders machen mussten, um unsere Speicherträume zu erfüllen. Das war aus heutiger Sicht ein **Segen**, denn wir kamen auf die Idee, **Wasser** als Speichermedium zu wählen.

Einfach **H<sub>2</sub>O**.

## Energiewirtschaft trifft Innovation

Wir wagten mit „**Null Euro**“ einen Neustart, fanden Freunde, die an das Konzept glaubten, der TÜV gab grünes Licht und das Wirtschaftsministerium war der Meinung, dass wir förderwürdig wären. Ein Neubeginn war gesichert. Ein **uraltetes physikalisches Prinzip** führte uns zum Ziel. Unter **hohem** Druck und **hoher** Temperatur kann man mit diesem Medium **richtig viel** Energie speichern:

- **thermische Energie.**

Erneuerbare Energien netzverträglich einzusetzen, war unsere Herausforderung, die insbesondere von innovativen Speicherkonzepten abhängig ist. Unsere Entwicklungsziele waren und sind

- die kontrollierte Speicherung und Verteilung thermischer Energie in einer Liegenschaft im Bereich von **20 kWh** bis maximal **0,2 MWh**,

dazu

- die Speicherung elektrischer Energie im Bereich von **0,3 kWh** bis **10 kWh** in einem Akku.
- die Einbindung aller Stromquellen und Verbraucher einer Liegenschaft in ein hoch effizientes Energie-Management-System ,
- die unmittelbare Einbindung der Systemkomponenten **zur Nah- & Fernwärme-Versorgung**,

Um diese Ziele zu erreichen haben wir unser Netzwerk um die Firma **AXSOL** erweitert, die für die mobile elektrische Energie-Speicherung zeichnet.

Zeitnah soll mit dem Aufbau einer Kleinserien-Produktion begonnen werden. Den **ersten** Meilenstein, den Prototypen, können wir Ihnen heute erstmals vorstellen. Der Markt soll mit dem Schlagwort

- **„ENERGY FROM WATER“**

angesprochen werden. Wir betrachten die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten **unserer** Systeme in diesem Markt als **einmalig**.

Die Energie, welche mittels der „**Balancierung**“ zwischen Energiequelle und Speicherladungen gerettet werden kann, rechnet sich je nach techn. Auslegung von Photovoltaik-Flächen und Speichergrößen - aus den Zahlenbeispielen der Stadtwerke heraus auf ein Ersparnispotential von

- **max. 85 %.**

Wir leiten daraus ab, dass die beschriebenen Produktlinien die klassischen, konventionellen Heizungen **fast** vollständig ersetzen können.

### **Kap . 5** **was tut sich im Gebäude?**

Im Gebäude werden die Technologien zur Realisierung einer **humanen Wohn- und Arbeitswelt** immer anspruchsvoller. Hinzu kommt, dass über die Nah- und Fernwärmesysteme das Temperaturniveau in Gebäuden **immer tiefer** gesetzt wird. Damit kann auch die Strahlungswärme auf niedrigem Vorlauftemperaturniveau eingesetzt werden.

Auch wir wollten auf dieser Basis unseren Anteil leisten. Unser gewählter Projektname

- **Personal Comfort Area (PCA)**

trifft die Zielsetzung optimal – glauben wir zumindest. Im Rahmen unserer Entwicklungsvorhaben präsentieren sich die Begriffe

- **MULTI-FUNKTIONAL und**
- **MULTI-MEDIAL**

in **einem** Arbeitsplatz, der zahlreiche Zukunftstechnologien bündelt, wie die folgende Übersicht zeigt:

- **Infrarot –Technologien**  
*für die Heizung &Kühlung*
- **Energie**
- **Kommunikationstechnik**
- **Beleuchtung**
- **Akustik**
- **Sensorik**
- **Sicherheit**
- **IOT-Kompatibilität**
- **Anbindung an**  
**das Facility Management**

Die vorgenannten Ansprüche in die Planung von Gewerbe- und Industrieprojekten einfließen zu lassen, bedeutete bisher, für jeden Teilaspekt entsprechende Fachleute mit einzubinden und zu koordinieren, **ohne** unangenehme Kompromisse einzugehen.

Wir bieten nun ein Komplettsystem für alle Aspekte der Arbeitsplatzqualität, mit dem

- **ortsunabhängige,**
- **rechtskonforme und**
- **effektive Arbeitsplätze**

mit hoher Lebens- und Arbeitsqualität errichtet werden können.

*Diese Abbildung zeigt* unser Energiesiegel, das wir mit der Firma **JOKO** entwickelt haben.



Wir sprechen hier von

- ***perceptible energy***,

als ein konzeptionell neuartiges, ganzheitliches Infrarot-**(IR)**-Heizungssystem. Die eingesetzten Technologien dienen der Expansion von **IR-Strahlung** aus einer planaren, horizontalen Fläche heraus in die Vertikale zur Horizontalen. Sie erzeugen ganz **gezielt** ein arbeitsgerechtes Klima in Räumen und Arealen.

So entstanden **KlimaSegel®**, die sich durch ihre segmentierte Bauweise höchst flexibel fast jedem Raum anpassen – und **nicht** der Raum dem Segel. Das **Klimasegel** bestrahlt Arbeitsplätze oder Fertigungsflächen mit „**Sonnenwärme**“ und eröffnet neue Welten der ermüdungsfreien, konzentriert präzisen Arbeit. Das Prinzip der Strahlungswärme schützt auch vor Allergien und Erkältungen. Jedes einzelne Segment lässt sich zur **zielgenauen** Erwärmung von Personen und Objekten schalten und regeln.

Als Beispiel: Mit einer Heizleistung

- von **570 Watt** kann damit eine Fläche von
- **3.6 m x 0,8 m**

bestrahlen.

Die Gestaltung war Grund genug für die Auszeichnung unseres Partners mit dem renommierten

- „**reddot design award**“

Die Multi-Funktionalität hat die Jurymitglieder überzeugt. Sie fanden hier

- **flexible Gestaltungselemente der Architektur**
- **für stilles Kühlen,**
- **behagliche Strahlungswärme und**
- **umfassende Kommunikations- und Sicherheits-Technologien.**

Es rückt als Blickfang funktional in den Vordergrund und bringt

- **Wärme, Kühle, Licht und Ton**

dorthin, wo diese benötigt werden.

Und das im **höchst sparsamem** Umgang mit Energien und **gleichzeitigem Gewinn** an Wohnungsqualität. Wir meinen, die beschriebenen Produktlinien können die klassischen, konventionellen Heizungen fast vollständig ersetzen.

### **Kap 6**

#### **was tut sich in der Wissenschaft und Forschung?**

Was wir bis jetzt gehört haben, ist eigentlich **langweilig** und **wenig spannend** und **größtenteil bekannt**, von **sensationell** ganz zu schweigen. Wenn über Hundertausend schlaue Köpfe an Zukunftsprojekten arbeiten, könnte man doch mehr erwarten als Maniküre und Pediküre an immer gleichen Automobilen. Man hat außerdem den Eindruck, dass nicht mehr entwickelt, sondern nur noch geschummelt würde. Öde, widerliche Langeweile breitet sich aus. Oder?

**Hinter** denn Kulissen tut sich viel und vor allem Spannendes!

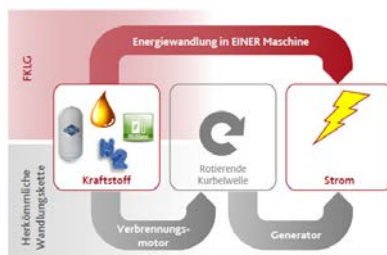
Folgende Faktoren treiben derzeit die Entwicklungen: von den

- **Kosten,**
- **Wirkungsgrad,**
- **CO2 Einsparung,**
- **Schadstoff-Emissionen,**
- **Modul-Bauweise,**
- **Zukunftsoffenheit** bis hin zum
- **Reduzierten Platzbedarf.**

*Lassen Sie mich dazu vor einem der vielen positiven Beispiele den Vorhang öffnen:*

Aus den vorgenannten Forderungen entstand eine völlig neue **Kombination** von Verbrennungsmotor, Generator und Elektromotor, und diesen Namen sollte man sich merken:

### **FREIKOLBEN LINEAR GENERATOR**



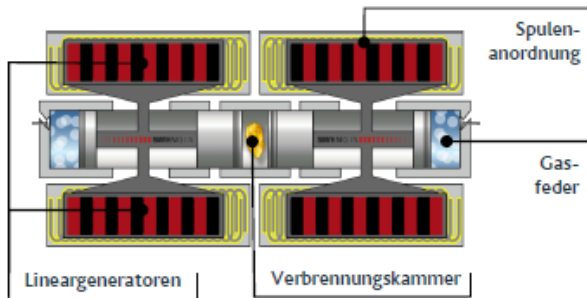
Sie sehen hier im unteren Teil des Bildes vergleichend die herkömmliche technische Lösung sozusagen als Handlungskette vom **Kraftstoff** über den **Verbrennungsmotor** mit einer **rotierenden Kurbelwelle** über den **Generator** zur Stromquelle. Und darüber zum Vergleich die **neue** Lösung mit der **Energiewandlung in EINER Maschine**.

- **Schnörkellos und direkt!**

So lässt sich dann die **Funktionsweise** beschreiben:

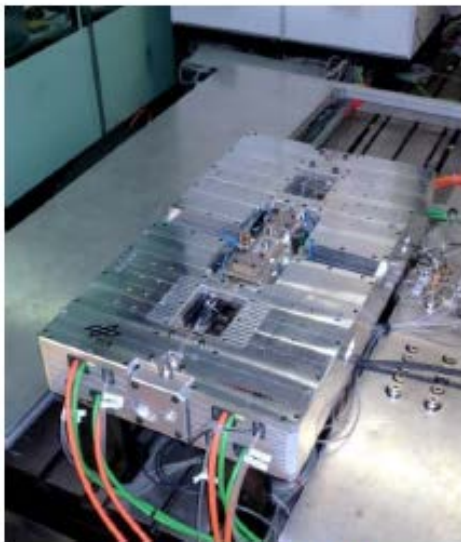
## Energiewirtschaft trifft Innovation

- **Beliebiger** Kraftstoff – vom Diesel bis hin zum Wasserstoff wird direkt in die Verbrennungskammer eingespritzt.
- Kolben werden von der Software gesteuert, die den Kraftstoff erkennt und optimal verdichtet, so dass eine Selbstzündung erfolgt.
- Die „Explosion“ schiebt die Kolben auseinander.
- Am Kolben sind Magnete befestigt, die sich durch eine Spulen-anordnung hindurch bewegen und so eine elektrische Spannung hervorrufen.
- Die Gasfeder stößt den Kolben zurück, wodurch auf dieselbe Weise elektrische Spannung erzeugt wird.
- Der Vorgang wiederholt sich 20-60 Mal pro Sekunde.



Was letztlich übrig bleibt, ist ein handkoffergroßes Gerät mit den gewünschten eingangs beschriebenen Eigenschaften.

**Leicht . leistungsstark . kompakt**



Vor-Prototyp in Hardware

**Welche Perspektiven eröffnen diese Technologien?**

Lassen Sie mich dazu die bisherigen weitgehend unbekanntenen, „**geheimen**“ **Entwicklungsergebnisse** offenlegen:



### Entwicklungsergebnisse FKLG FREIKOLBEN LINEAR GENERATOR

- **Kosten** - 40%
- **Wirkungsgrad** + 25%  
durch die Homogene Kompressionszündung,  
und die hohe Verdichtung  
soll der Wirkungsgrad wesentlich erhöht werden
- **Schadstoff-Emissionen** bis - 95%  
Durch hochmoderne Brennverfahren  
werden die Verbrennungstemperaturen so weitgehend reduziert,  
dass nahezu kein **NOx** mehr entstehen kann.
- **CO2 Einsparung** - 25 %  
Der hohe Wirkungsgrad und die Adaptionfähigkeit bewirken auch schon bei  
heute üblichem (fossilem) Brennstoffmix eine Reduzierung der CO2-  
Emissionen um ca. 25%.
- **Brennstoff-Flexibilität**  
Jeder flüssige und/oder gasförmige Brennstoff in jeder Brennstoffqualität in  
nahezu jedem Mischungsverhältnis und immer im optimalen Wirkungsgrad  
kann verarbeitet werden.
- **Reduzierter Platzbedarf**  
30 kW aus 70 x 50 x 15 cm
- **Modul-Bauweise**
- **Zukunftsoffenheit**  
für  
**Speicher** und **Brennstoffzellentechnologien**

### **Kap 7** **neue Akkulösungen**

Wenn es um alternative Antriebstechnologien geht, wird derzeit hauptsächlich über die

- **Speicherung elektrischer Energie in Akkus**

berichtet. Wir wissen dazu, dass herkömmliche Lithium-Ionen-Akkus, wie sie in **Smartphones** und **Notebooks** zum Einsatz kommen, zunehmend an ihre Leistungsgrenzen stoßen und nicht für den Einsatz im Auto geeignet sind. Um die Lebensdauer zu verlängern, muss der Akku auch noch gekühlt werden und es muss verhindert werden, dass der Akku zur Gänze geladen bzw. entladen wird. Des Weiteren sind die meisten flüssigen Elektrolyten brennbar, was zusätzliche Sicherheits-Vorrichtungen erfordert. Ein Technologie-Wandel ist dazu gefordert.

Aufgrund ihrer rohstoffintensiven Produktion gelten Lithium-Ionen-Akkus auch aus Umweltsicht als eher problematisch. Es führen immer viele Wege nach Rom. Das gilt auch für die zukünftigen Akkutechnologien.

Einer dieser Wege ist der

- **Festkörperakku.**

Er repräsentiert eine spezielle Bauform von Akkus, bei der beide Elektroden und auch der Elektrolyt aus festem Material bestehen.

### ***Ein riesiger Sprung!***

**Festkörperakkus** sind leicht zu miniaturisieren, können auch als Folie gefertigt werden, und die Gefahr, dass der Elektrolyt durch Undichtigkeiten den Akkumulator beschädigen könnte, besteht nicht. Sie haben in der Regel eine sehr lange Lebensdauer und gute Lagerfähigkeit und sind nicht entflammbar. Sie zeigen auch bei Temperaturschwankungen keine abrupten Veränderungen ihrer Leistung.

### **Technologie-Wandel bei Lithium-Ionen-Akkus**

Über ein weiteres neuartiges wasserbasierendes Fertigungsverfahren wird aus Wien berichtet: Mit den Vorteilen

- **hohe** Energiedichte,
- **hohe** Anzahl an Ladezyklen.  
*Heutige Lithium-Ionen-Akkus verlieren nach etwa 1.000 Ladezyklen an Leistungsfähigkeit*  
und
- **keinen** Memory-Effekt.

Die Suche nach echten Alternativen für Lithium-Ionen-Batterien läuft schon seit längerem. Zum krönenden Abschluss noch die neueste Lösung:

Nun ist das EU-Forschungsprojekt

- **„E-Magic“**      **European Magnesium  
Interactive Battery Community**

gestartet, das der **Magnesium**-Batterie zum Durchbruch verhelfen will und so wie es aussieht auch wird. **E-Magic** verbindet 10 wissenschaftliche Einrichtungen im Programm „**Horizon**“ der EU.

***„Magnesium ist ein vielversprechendes Material und einer der wichtigsten Kandidaten unserer Post-Lithium-Strategie“***

Quelle: Helmholtz-Institut Ulm (HIU),

Eine Strategie, die übrigens auch Daimler verfolgt. Viele positive Eigenschaften des neuen Anodenmaterials können genutzt werden. So bilden sich z.B. an den Anoden keine **Dendrite**, das sind elektrochemische Ablagerungen, die bei Lithium-Ionen-Batterien Störungen bis hin zu Kurzschlüssen verursachen könnten.

**„Deshalb können wir Magnesium in metallischer Form verwenden und so die hohe Speicherkapazität des Metalls direkt nutzen. Das steigert die Leistungsfähigkeit der Batterie“**, so der Projektleiter.

Ein weiterer gravierender Vorteil ist die Verringerung der Abhängigkeit vom Rohstoff Lithium. Magnesium ist auf der Erde

- **etwa 3.000 Mal**

häufiger zu finden als Lithium und lässt sich zudem einfacher recyceln. Damit können die Magnesium-Batterien auch kostengünstiger gefertigt werden als ihre Lithium-Ionen-Pendants. Zugleich eröffnet Magnesium **die** Chance, eine konkurrenzfähige Batteriefertigung in Europa zu etablieren, mit der die Dominanz der asiatischen Batteriezellhersteller verringert werden könnte.

Wie ich schon sagte: **Die Hoffnung geht zuletzt**  
Und ich darf mich für heute auch verabschieden.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

<i>Verfasser</i>	Armin Bäuerle	STZ 584
	Joachim Huber	SH.ES UG
<i>Stand</i>	03.04.20119	
<i>Quellen</i>	auf Anfrage	
Copyright by	STZ 584	