

# DDR 4.0 an einer Uni. Ohne Angst vor dem Klimawandel keine Facharbeit

geschrieben von Chris Frey | 21. Juli 2018

## Forschung zur Energiewende

An der Technischen Universität Nürnberg gibt es den Fachbereich Energietechnik. Eigentlich nichts besonders erwähnenswertes. Ein in diesem Fachbereich lehrender Professor hat allerdings ein sonderbares Verständnis von der „Freiheit der Forschung“.

Prof. Dr. Ing. Matthias Popp im dortigen Fachbereich ist Inhaber eines an den Folgen des Klimawandels partizipierenden Ingenieurbüros. Zudem ist er Berater in Gremien, von welchen man (früher) erwartete, dass sie sich um neutrale Entscheidungen bemühen sollten.

-2014 -2017 Beirat des Landesvorstands des CSU Arbeitskreises Energiewende (AKE)

-2014 Leiter des Arbeitskreises für Energie-und Umwelttechnik im VDI Bezirksverband Nordostbayern

Er ist ein glühender Verfechter der Energiewende und überzeugt, dass diese gelingt, weil es problemlos möglich sei, die erforderlichen Speicher zu schaffen. Anbei Auszüge aus einem seiner Vorträge darüber.

## Regionale Selbstversorgung kontra Gleichstromtrassen

Bekanntermaßen gibt es einen Expertenstreit darüber, ob die Energiewende nur mit Ausgleichstrassen, oder auch lokaler Versorgung gelingen kann. Das Ergebnis hängt stark davon ab, ob man an die Möglichkeit ausreichender Speichervolumen an jedem Ort glaubt. Professor M. Popp glaubt fest daran. Zu dem festen Glauben bietet er auch sichere Lösungen. Die folgenden Bilder zeigen solche.

# Pumpspeicher



Bild 1 [2] Darstellung, welche geringe elektrische Speicherkapazität Pumpspeicher aufweisen (für 1 kWh Speichervermögen muss ein Kubikmeter Wasser 400 m hochgepumpt werden)



# Erforderliche Speicherkapazität

## Speicherbedarf Deutschlands im nationalen Alleingang:

bei optimierter Erzeugungsstruktur mit Strom allein aus Wind und Sonne mit 30% Erzeugungsreserve

Kapazität ca. 20 TWh, Leistung ca. 90 GW

entspricht ca. **14 Tagesladungen** der Durchschnittsnachfrage,

erfordert ca. **500 Mal die vorhandene Pumpspeicherkapazität**

## Speicherbedarf Deutschlands im europäischen Verbund:

bei optimierter Erzeugungsstruktur mit Strom allein aus Wind und Sonne mit 30% Erzeugungsreserve

Kapazität ca. 9 TWh, Leistung ca. 90 GW

entspricht ca. **6 Tagesladungen** der Durchschnittsnachfrage,

erfordert ca. **200 Mal die vorhandene Pumpspeicherkapazität,**

**leistungsstarken Ausbau der europäischen Stromnetze und einen Ausbau der Wind- und Solarenergie in allen Ländern Europas**

Bild 2 [2] Darstellung der erforderlichen Pumpspeicher bei extrem optimistischen Annahmen

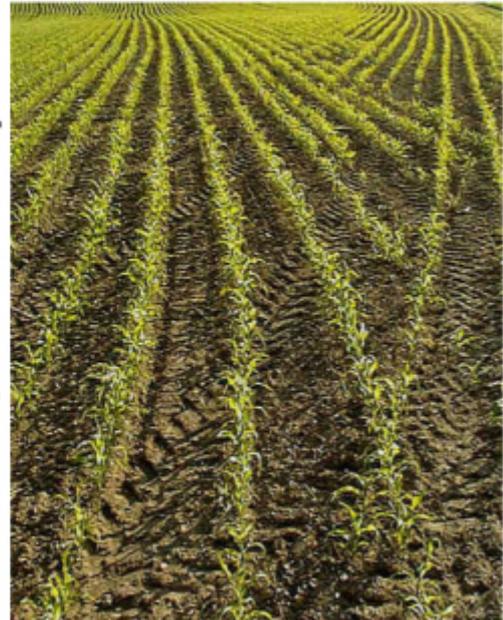
Die 20 TWh sind das Speichervolumen des mittleren Verbrauchs von 70 GW x 14 Tage. Nun kann ein lange Zeit benötigter Energiebedarf auch erforderlich werden, wenn die Speicher gerade halb voll sind. Alleine dann benötigt man das doppelte Volumen – solcher sich der Landschaft sanft „anschmiegen“ und den Freizeittourismus sichtbar fördernden -, also 1000 solcher Ringwallspeicher.



Bild 3 [2] Darstellung eines der ca. 500 (1000) erforderlichen Pumpspeicher mit Freizeit-Infrastruktur

## Vergleich Ringwallspeicher / Biomasse

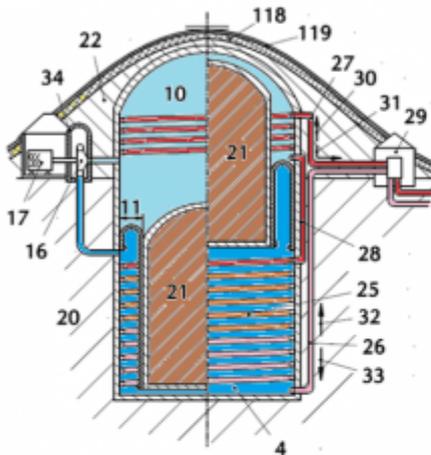
**Etwa die Hälfte  
der heute in Deutschland bereits zur  
Biogasproduktion eingesetzten  
Bodenfläche würde ausreichen,  
um mit Ringwallspeicher-  
Hybridkraftwerken die regenerative,  
nachhaltige und sichere  
Stromversorgung des gesamten  
Landes zu gewährleisten.**



Biogasanlagen lieferten im Jahr 2010 ca. 3% des deutschen Strombedarfs.

Bild 4 [2] Darstellung des Flächenbedarfes für Pumpspeicher zur Lösung des EEG-Speicherproblems

# Funktionsprinzip Stülpmembranspeicher



- 4 untere Druckzone
- 10 obere Druckzone
- 11 Ringspalt
- 16 Pumpe, Turbine, Pumpturbine
- 17 Generator
- 20 Untergrundumgebung
- 21 Kolbenfüllmaterial
- 22 Aushubmaterial für Hügel
- 25 Wärmetauscherelemente
- 26 unterer (Kaltwasser-)Zu-/Ablauf
- 27 oberer (Warmwasser-)Zu-/Ablauf
- 28 Heizwasser Überleitung
- 29 Heizzentrale
- 30 Fließrichtung zur Wärmespeicherung
- 31 Fließrichtung zur Wärmeentnahme
- 32 Fließrichtung von Kaltwasser bei  
Einspeicherung von Wärme
- 33 Fließrichtung von Kaltwasser bei  
Wärmeentnahme
- 34 thermische Trennung
- 118 Wärmedämmung
- 119 Begehbare und bepflanzbare Abdeckung

Beispiel: **Kolbendurchmesser 150 m**,  
Kolbenhöhe 275 m, Hubweg 200 m  
Flächenbedarf 20 ha, eigentlicher Speicher 3 ha

**Stromspeicherkapazität 3,6 GWh**,  
überbrück 14 Tage für über 14.000 Einwohner

**Wärmespeicherkapazität über 93 GWh**  
zur vollkommen regenerativen Wärmeversorgung  
für über 9000 Einwohner

Bild 5 [2] Stülpmembranspeicher Funktionsprinzip

# Landesweiter Flächenbedarf für Stülpmembranspeicher

Reine Speicherfläche für Stromspeicher mit einer **Überbrückungskapazität von etwa 14 Tagen, Stromspeicherkapazität etwa 20 TWh:**

Etwa **120 km<sup>2</sup>** oder 0,032% der Landesfläche von 360.000 km<sup>2</sup>

(Das ist weniger als die für Windenergieanlagen landesweit erforderliche Aufstellfläche und um eine Größenordnung weniger als die Abbaufächen für Braunkohle.)

Speicherbauwerksflächen mit großzügigem Umgriff gerechnet:

Etwa 1000 km<sup>2</sup> oder 0,28% der Landesfläche

(Das ist weniger als die landesweit für Photovoltaikanlagen erforderliche Fläche. Zudem kann Photovoltaik über den Speichern angebracht werden, so dass die Flächen doppelt genutzt werden.)



## Zum Schluss

Eine sichere, robuste und bedarfsgerechte zu 100% regenerative Stromversorgung erfordert heute in Deutschland eine Windenergieanlage pro etwa 1300 Einwohner, dazu pro Einwohner etwa 10 bis 20 m<sup>2</sup> Solarmodulfläche und beispielsweise etwa 40 m<sup>2</sup> Wasserfläche oder 10 m<sup>2</sup> Stülpmembranspeicherfläche für wirkungsgradstarke, dezentral, gut über das Land verteilte Pump-, Ringwall oder Untergrundspeicheranlagen.

Zusammen beansprucht das maximal 1% der Landesfläche.

Im Vergleich dazu würde eine 100%-ige Stromversorgung Deutschlands mit Biomasse pro Einwohner ca. 2200 m<sup>2</sup> oder nahezu die Hälfte der Landesfläche erfordern.

Bild 7 [2] Das Speicherproblem erscheint leicht lösbar, eine Idee dazu gibt es immer

Auch das wäre keiner besonderen Erwähnung wert. Daran forschen mit euphorischen (Zukunfts-)Ergebnissen viele Fachbereiche. Schließlich gibt es (wohl nur dafür) ausreichend Fördermittel.

Selbstverständlich wird der Professor vom Nürnberger Energieversorger unterstützt. Denn eine Vision von dessen Vorstand ist die Abkopplung seiner Kunden nach „außen“ und schaffen einer vollständigen Abhängigkeit vom lokalen Versorger:

FOCUS ONLINE [3] *Technische Hochschule Nürnberg Regenerative Selbstversorgung der Stadt Nürnberg*

*... Die Stadt Nürnberg mit regenerativen Energien selbst zu versorgen – Studierende der Fakultät Maschinenbau und Versorgungstechnik der TH Nürnberg um Prof. Dr.-Ing. Matthias Popp haben dazu spannende Konzepte entwickelt ...*

*... „Die Studierenden konnten dabei auf den Rat erfahrener Fachleute der N-ERGIE zurückgreifen.“ „Die N-ERGIE steht für Nachhaltigkeit und Klimaschutz und macht sich für die regionale Energiewende stark. Deshalb haben unsere Spezialisten die Studierenden der TH Nürnberg bei der Entwicklung ihrer Konzepte für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien für den fränkischen Raum gern unterstützt“, sagt Josef Hasler, Vorstandsvorsitzender der N-ERGIE.*

EIKE 30.11.2016: *Ökostrom verschieben zur Lösung der EEG-Blockade Ein lokaler Versorger ist innovativ und löst das Speicherproblem – Koste es was es wolle*

**Wer bei mir studiert, muss ein Bekenntnis zum AGW-Klimawandel ablegen**

Darf man annehmen, wenn man sich die Begründungen von Fach-Referatsthemen seiner Student\*innen durchliest.

In diesen ist verblüffend oft in sicher vorbeugendem Gehorsam als Begründung der Forschungsarbeit nicht das technische Problem vorangestellt, sondern der Klimawandel. Selbstverständlich in Bekenntnisform und nicht als Fragestellung.

Dem Autor tun solche Student\*innen leid. Was passiert, wenn diese versehentlich auf EIKE lesen.

Spass beiseite: Er hätte nicht gedacht, dass eine solche, offizielle Gehirnwäsche an einer Technischen Uni wie an theologischen Fakultäten durchgeführt werden kann. Er muss allerdings zugeben: Der lokalen Zeitungsredaktion (welche den Artikel schrieb, über den der Autor darauf aufmerksam wurde) gefiel eine solche Einstellung.

### **Ökokirchen-Theologie an der Technischen Uni Nürnberg**

Anbei Beispiele aus studentischen Projektarbeiten bei Prof. Dr. Matthias Popp: *Projekte*

*Themenfeld*

*Kostengünstige Umsetzung der ambitionierten CO<sub>2</sub>-Vermeidungsziele bis 2030 und der regenerativen Selbstversorgungsfähigkeit bis 2050*

*Stülpmembranspeichertechnologie für eine regenerative Vollversorgung:*

#### **Projektbegründung**

*Im Zuge des internationalen Pariser Klimaabkommens, welches das Ziel hat, die weltweite Erderwärmung auf unter zwei Grad zu begrenzen, hat sich auch die Bundesrepublik Deutschland dazu verpflichtet verbindlich CO<sub>2</sub> einzusparen (vgl. BMWI, Abkommen von Paris) . Aufgrund dessen beschloss die Metropolregion Nürnberg im Januar 2012 einen Klimapakt. Dieser sieht die Einsparung von 80 Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2050 vor (vgl. Heymann, 2015, Aktualisierung der Endenergiebilanz der Europäischen Metropolregion Nürnberg 2013, S.8), zudem soll eine 100 prozentig regenerative Stromerzeugung erfolgen. **Aus diesem Grund, sollen von den energietechnischen Maschinenbaustudenten der Technischen Hochschule Nürnberg Forschungen in unterschiedlichen Bereichen des Energiemanagements und der CO<sub>2</sub>-Einsparung betrieben werden, um Informationen für eine optimale Umsetzung dieser Ziele zu generieren** Optimaler Mix aus regenerativen Energien in der EMN für 2050:*

#### **Projektbegründung**

*2.1 Problembeschreibung Der Klimawandel ist schon heute in vielen Gebieten der Erde sehr stark spürbar. Aufgrund der zu hohen CO<sub>2</sub>-Emissionen weltweit, wird die mittlere Temperatur der Erde immer weiter steigen. Schon allein der Anstieg von vier Grad Celsius hätte nicht nur für die Menschheit, sondern auch für Flora und Fauna erhebliche Folgen. Hierbei wäre vor allem das Abschmelzen des grönländischen Eispanzers,*

Artensterben im Regenwald, Hitzenöte und die daraus resultierenden Ernteaussfälle in Afrika zu erwähnen. Um diesem Problem entgegen zu wirken, muss der Anteil an erneuerbaren Energielieferanten enorm ansteigen. Auch wenn die Auswirkungen des Klimawandels Deutschland nicht allzu sehr betreffen, sollten wir als Vorbild vorangehen. Hierzulande, müssen aufgrund des erheblichen CO<sub>2</sub>-Ausstoßes, die Kohlekraftwerke heruntergefahren werden.

## 2.2 Politische Relevanz

Die Themen Energieversorgung und Umrüstung auf regenerative Energiequellen sind nicht nur ein Deutschlandweites, sondern ein weltweites Thema. Um das Klima der Welt zu schützen, haben ca. 140 Staaten und Religionen politische Maßnahmen ergriffen, die den Ausbau für die Energieversorgung vorantreiben sollen. In Europa hat man sich das Ziel gesetzt, bis 2020 die Versorgung mit erneuerbaren Energien auf 20% zu erhöhen und gleichzeitig die Treibhausemissionen um 20% zu reduzieren. Bis 2030 sollen die Treibhausgasemissionen um mindestens 40% gegenüber 1990 gesenkt werden. Seit der Einführung des Erneuerbare-Energie-Gesetzes (EEG) ist in Deutschland das Aufrüsten neuer, regenerativer Energieanlagen gesetzlich geregelt. Bis 2025 sollen 40-45% des Energieverbrauchs durch erneuerbare Energien gedeckt werden. Bis 2035 sollen es sogar 55-60% sein. Deshalb ist Deutschland eines der Länder, die weltweit am meisten auf dem Gebiet der erneuerbaren Energien investieren und somit den Fortschritt vorantreiben.

**Potential der Photovoltaik in der EMN heute und 2030: Projektbegründung**  
Die Wissenschaft warnt vor den Folgen des Klimawandels, wenn keine Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Es gibt viele Ursachen für die Klimaerwärmung. Ein Grund ist die Verbrennung von fossilen Brennstoffen zur Energiegewinnung (WWF, 2018). Während des Verbrennungsprozesses wird Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) freigesetzt. CO<sub>2</sub> ist ein Treibhausgas, welches maßgeblich für die Klimaerwärmung verantwortlich ist. In den letzten Jahren ist die globale Temperatur um 1 °C gestiegen (NASA, 2018). Damit diese nicht weiter ansteigt, ist der Ausstoß von CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich zu vermindern. Der momentane Anteil an CO<sub>2</sub> in der Luft liegt bei ungefähr 408 ppm (NASA, 2018). Im Gegensatz dazu betrug der CO<sub>2</sub>-Anteil im Jahr 2005 nur ca. 380 ppm (NASA, 2018).

Die Europäische Union hat sich das Ziel gesetzt die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2030 um 40 % im Gegensatz zu 1990 zu senken (Europäische Kommission, 2018). Deutschland ist ein Teil der Europäischen Union und damit ein wichtiger Faktor für die Umsetzung dieses Zieles. Zukünftig werden konventionelle Kraftwerke einen wesentlich geringeren Anteil zur Stromversorgung beitragen. Für dieses Ziel muss die benötigte Energie zunehmend durch dezentrale und regenerative Kraftwerke bereitgestellt werden.

Durch die Erkenntnisse des Klimawandels und der Förderung von regenerativen Kraftwerken steigt die Anzahl dieser Kraftwerke ...  
Strombedarf von Elektromobilität und Solarzellenwirkung auf

### Elektroautos: Projektbegründung

2. Projektbeschreibung Ende des Jahres 2015 wurde auf der Pariser Klimakonferenz das Ziel der Begrenzung der globalen Erwärmung auf zwei

Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Temperaturniveau beschlossen (Reusswig & Becker, 2016, S. 1). Damit dieses erreicht werden kann, muss die Menge der Treibhausgase deutlich reduziert werden (Europäische Umweltagentur, 2015, Abs. 1). Hauptverantwortlich für den Klimawandel ist das Treibhausgas Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>). In erster Linie entstehen Emissionen durch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen (Europäische Umweltagentur, 2015, Abs. 2). Sobald Fahrzeuge durch Elektromotoren mit Strom aus erneuerbaren Energien betrieben werden, produzieren diese während der Fahrt kein CO<sub>2</sub> mehr. Dies führt zu einer Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und unterstützt damit die Erreichung des Ziels der Eindämmung der globalen Erwärmung.

CO<sub>2</sub> Bilanzanalyse der Direct-Air-Capture-Technologie: Projektbegründung  
Aufgrund des Klimawandels und den damit einhergehenden Problemen wie beispielsweise das Abschmelzen der Polkappen oder die Erwärmung der Weltmeere, ist es notwendig die CO<sub>2</sub> Emissionen im Allgemeinen zu verringern. Länder wie Deutschland sind verpflichtet mithilfe von neuen Technologien und Methoden ihren CO<sub>2</sub> Haushalt zu minimieren. Vor allem im Sektor der Stromversorgung werden neue und innovative Wege eingeschlagen um als Vorbild für den Rest der Welt voranzugehen. Doch eine nachhaltige und regenerative Energieversorgung hat noch weitere Vorteile. Die Vorkommen von konventionellen Primärenergieträgern, auf der Erde, wie z.B. Kohle oder Erdöl sind begrenzt und beschränken sich im Allgemeinen auf lokale Einzelvorkommen im Ausland. Eine Umstellung auf eine regenerative Energieversorgung kann uns somit auch unabhängig von anderen Ländern wie Russland oder Frankreich machen.

Potentialanalyse für Batteriespeicher in der EMN: Projektbegründung

2.1. Gesellschaftliche und politische Relevanz

Seit dem Abschluss des Kyoto-Protokolls und den damit verbindlichen Zielen für die Reduzierung des Ausstoßes von Treibhausgasen im Jahr 1997 sind bereits über zwei Jahrzehnte vergangen (Umweltbundesamt, 2013). Weiterhin wurde mit dem Übereinkommen von Paris auf der UN-Klimakonferenz im Jahr 2015 ein Ziel von einer maximalen Erderwärmung von 1,5°C gesetzt (Europäische Kommission, 2018). Diese internationalen Abkommen zeigen die Relevanz, wie die Menschheit zukünftig mit dem Thema Energie umgehen muss.

## Quellen

[1] Ingenieurbüro M. Popp

[2] Prof. Dr. Ing. Matthias Popp, Vortrag des Monats Dezember Neue Materialien Bayreuth: Regionale Selbstversorgung kontra Gleichstromtrassen

[http://www.poppware.de/Veranstaltungen/Matthias\\_Popp\\_Regionale\\_Selbstversorgung\\_kontra\\_Gleichstromtrassen.pdf](http://www.poppware.de/Veranstaltungen/Matthias_Popp_Regionale_Selbstversorgung_kontra_Gleichstromtrassen.pdf)

[3] FOCUS ONLINE Local: Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm Regenerative Selbstversorgung der Stadt Nürnberg