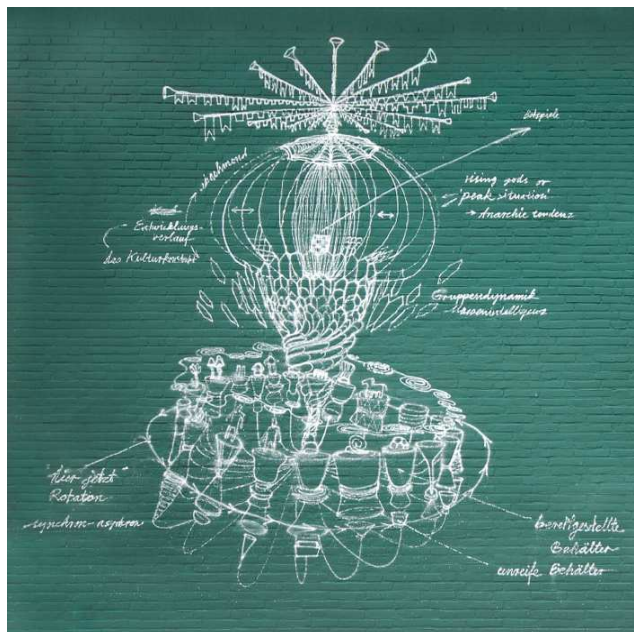




**LEUPHANA**

Inkubator



Prof. Dr. Thomas Schomerus/Dipl.-Vw. Lars Holstenkamp  
Innovations-Inkubator Lüneburg

Leuphana Universität Lüneburg

Projekt „EnERgioN“ - Erzeugung, Speicherung und Vermarktung  
von Erneuerbaren Energien in der Region Nord  
EEHH/AK Finanzierung und Recht, Hamburg 29.2.2012



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung



# Agenda

---

- **Hintergrund**

- Rechtliche Aspekte
  - Projektidee
  - Pumpspeicherung im Elbe-Seitenkanal
  - Fazit
-



Mit dem EU-Großprojekt Innovations-Inkubator hat die Leuphana ein europaweit einmaliges Pilotprojekt zur Verbindung von Wissenschaft und Wirtschaft gestartet.

### Der Innovations-Inkubator Lüneburg...

---

- ... ist ein EU-Großprojekt zur **regionalen Wirtschaftsentwicklung**
- ... wird zum überwiegenden Teil aus dem **Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE)** finanziert
- ... hat ein Gesamtinvestitionsvolumen von **98 Mio. €**
- ... setzt sich aus einer **Vielzahl inhaltlich und prozessual aufeinander abgestimmter Teilmaßnahmen** zusammen
- ... integriert durch seine vernetzende Struktur **alle Bereiche und Gefäße der Leuphana** Universität Lüneburg
- ... bietet **vielfältige Kooperationsmöglichkeiten** zwischen Universität, regionalen Akteuren und Wirtschaftsunternehmen
- ... hat eine Laufzeit von **2009-2015**



Der Innovations-Inkubator ist aufgeteilt in verschiedene Teilprojekte. Eine Kategorie dieser Teilprojekte sind sogenannte Kompetenz tandems.

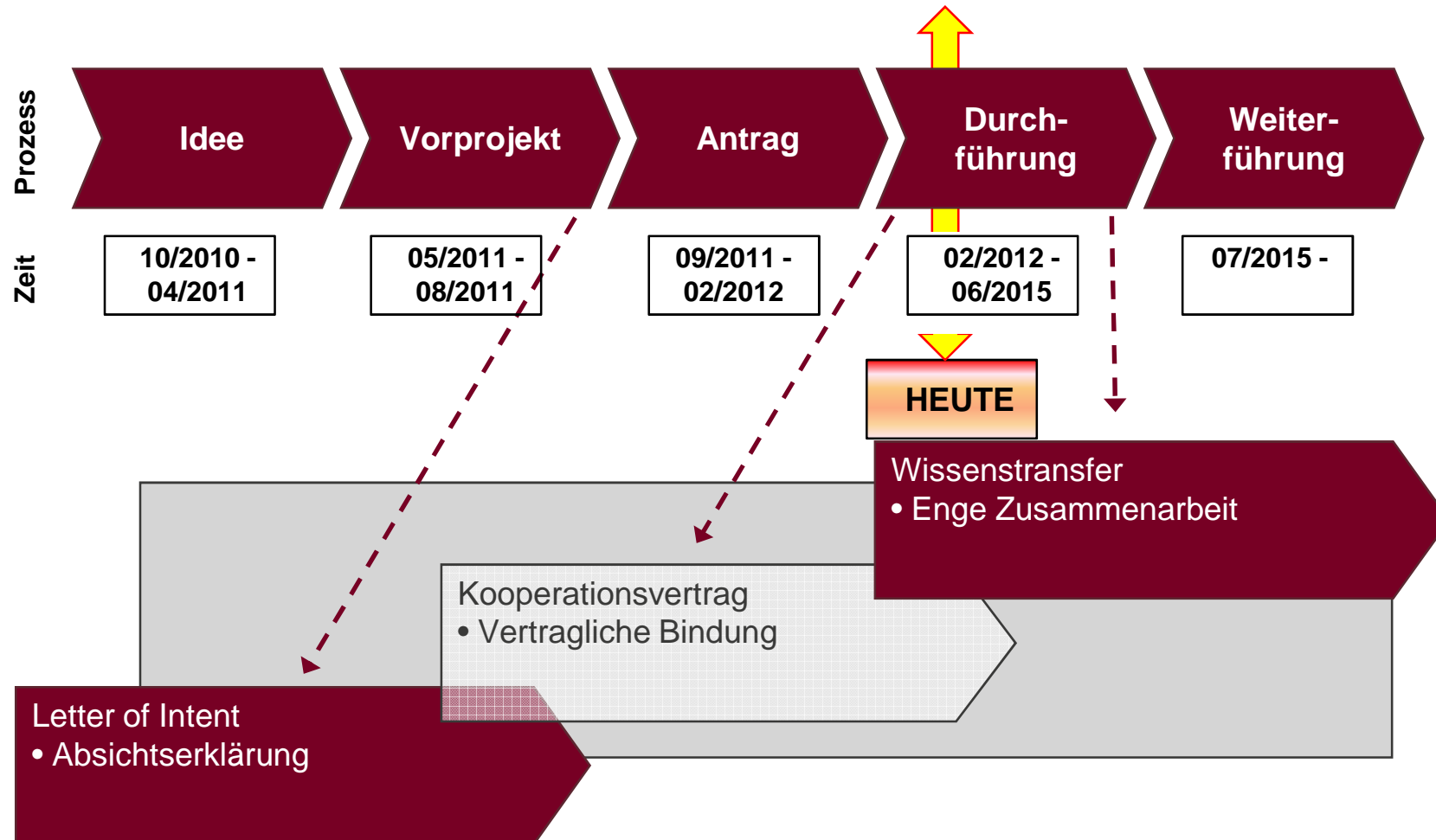
### Kompetenz tandems....

- ... sind größere **Forschungsprojekte**, die auf eine **Geschäftsentwicklung** abzielen
- ... erfordern eine **enge Kooperation mit der Wirtschaft**
- ... bestehen aus einem **interdisziplinären wissenschaftlichen Team**
- ... haben eine durchschnittliche **Laufzeit von drei Jahren**
- ... dienen der regionalen **Wirtschaftsentwicklung** durch **forschungsbasierte Geschäftsentwicklung**
- ... **schaffen Arbeitsplätze** im Konvergenzgebiet durch Neugründungen bzw. regionalwirtschaftliche Kooperationen
- ... verankern **internationale innovativer Spitzenforschung** an der Leuphana

**Die Auswahl der Kompetenz tandems erfolgt nach Ausschreibung und auf Basis externer Begutachtung durch Experten.**



Das Forschungsprojekt ist in verschiedene Stufen eingeteilt, die aufeinander aufbauen und voneinander abhängig sind.





## Eine grundsätzliche gesellschaftliche Entscheidung über die Form der regenerativen Energieversorgung der Zukunft steht noch aus.



**Die Projektidee „EnERgioN“ ist dem Bereich der dezentralen Versorgung zuzuordnen.**

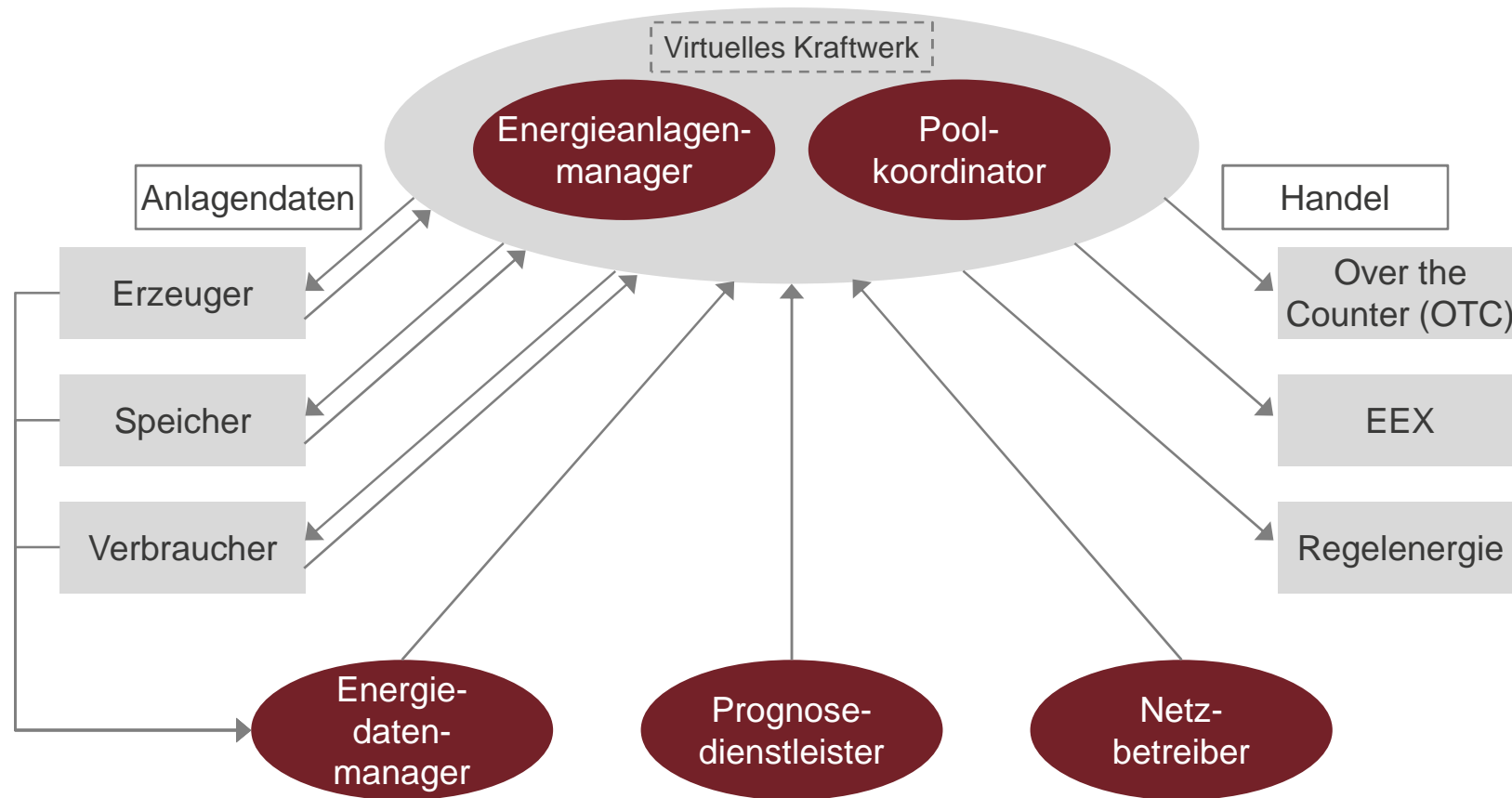


**Anmerkung im Nachklang der Diskussion: Die Frage, ob eine dezentrale oder zentrale Ausrichtung ökonomisch optimal ist, kann u.E. derzeit nicht sicher beantwortet werden.**

- Dezentral schließt europäische Vernetzung nicht aus: Verknüpfung regionaler Einheiten
  - Nationaler und europäischer Verbund regionaler Systeme denkbar
  - Offene Frage: Wie groß muss regionale Einheit sein, um sichere Versorgung zu gewährleisten?
- Fragen der ökonomisch optimalen Betriebsgrößen und Systemausgestaltung ist nicht hinreichend geklärt – einige Stichworte:
  - Ungelöster Grundkonflikt der Elektrizitätswirtschaft (*diseconomies of scale* ab bestimmter Größe?)
  - Dauer von Genehmigungsverfahren für Trassen/Netzausbau und negative externe Effekte von Netzen (u.a. Umweltbeeinträchtigungen), aber mögliche Größenvorteile (*economies of scale and scope*)
  - Risikodiversifikation durch Portfolio unterschiedlicher Ansätze vs. wenige Großanlagen
  - Bottom-up (regionale Ansätze/Polyzentrismus, vgl. E. Ostrom) vs. Top-down (offshore?, abgestimmter nationaler Plan)



Der Aufbau eines virtuellen Kraftwerks besteht aus einem Energieanlagenmanager (technischer Bereich) und einem Poolkoordinator (wirtschaftlicher Bereich).



**Das virtuelle Kraftwerk wird durch eine Echtzeitvernetzung aller Systemkomponenten intelligent gesteuert.**





# Agenda

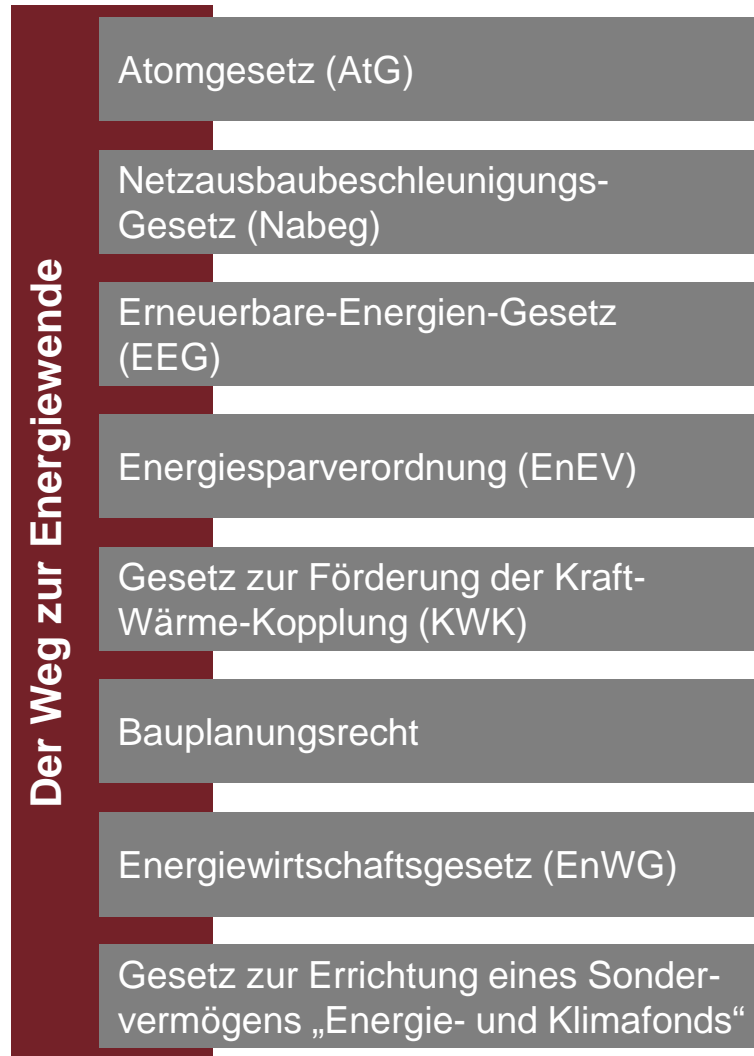
- 
- Hintergrund

## Rechtliche Aspekte

- Projektidee
  - Pumpspeicherung im Elbe-Seitenkanal
  - Fazit
-



## Ein umfangreiches Gesetzespaket bildet die Grundlage für die Energiewende in Deutschland.



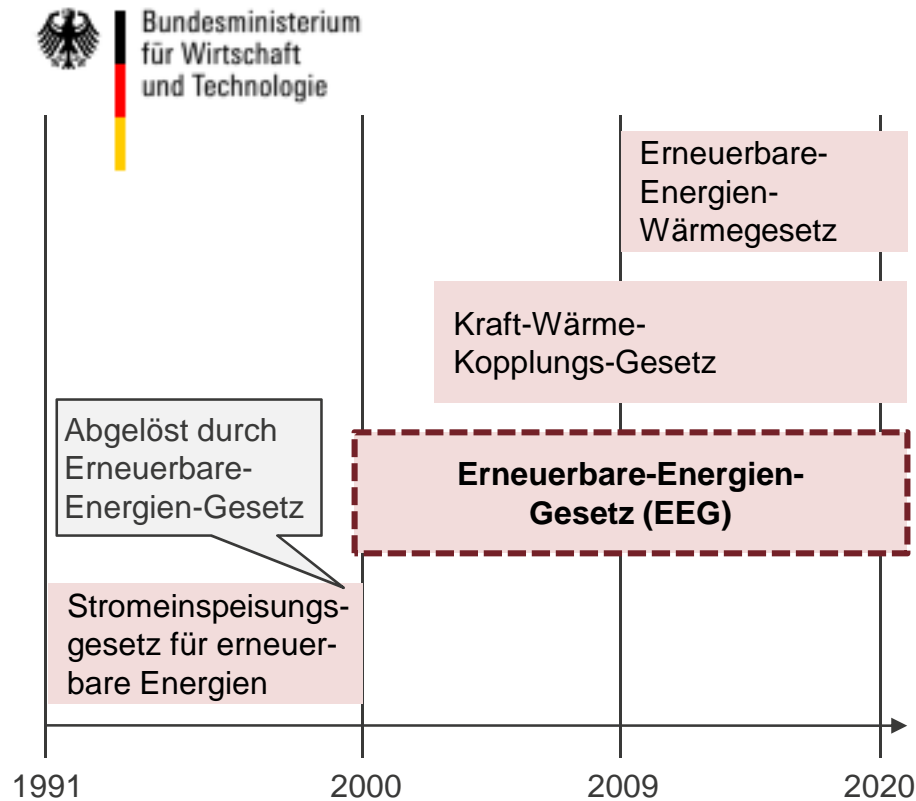
### Ziele

- **Verzicht** auf die Stromerzeugung in deutschen Kernkraftwerken ab 2022
- Steigerung des Anteils der Stromerzeugung **aus erneuerbaren Energien** am Bruttostromverbrauch von heute 17% auf 35% bis 2020
- Erreichung folgender **Klimaschutzziele**: Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 40 % bis 2020, um 55 % bis 2030, um 70 % bis 2040, um 80 % bis 2050, jeweils gegenüber 1990
- Konzentration auf die Weiterentwicklung von **Speichern und intelligenten Netzen** durch verschiedene Maßnahmen



# Die Erhöhung der Anteile erneuerbarer Energien sowie der Energieeffizienz werden durch zahlreiche Bundesgesetze geregelt, im Fokus steht das EEG.

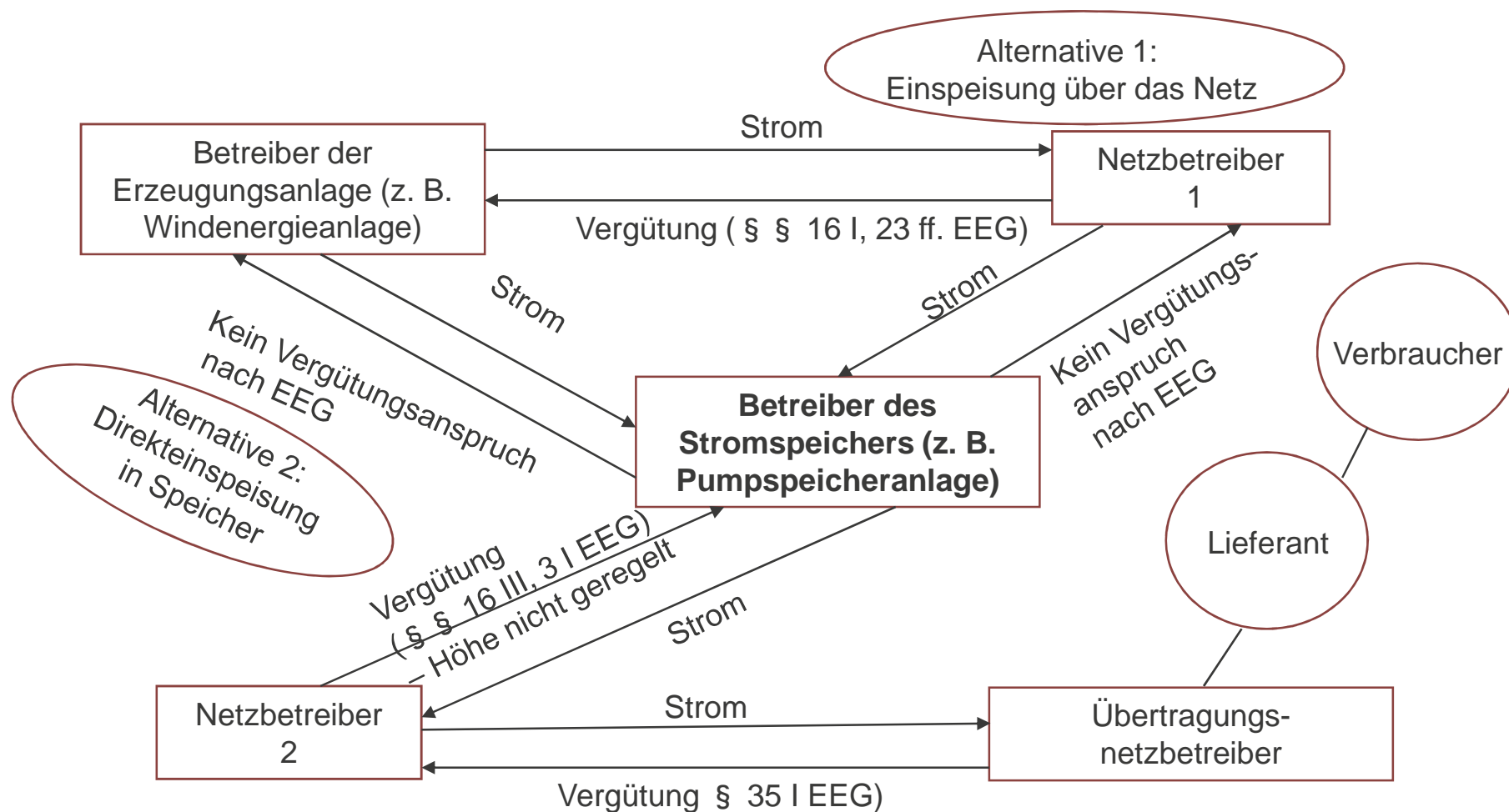
Ausgewählte Bundesgesetze



- Stromeinspeisungsgesetz verpflichtete Versorger, Strom aus erneuerbaren Energien (EE) abzunehmen und zu vergüten
- Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) erweitert EE-Förderung und beinhaltet konkrete Ziele für allgemeine Stromanteile aus EE
- Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz bestimmt Stromanteil aus KWK-Anlagen (u.a. umgesetzt durch Impulsprogramm für Mini-KWK)
- Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz (EEWärmeG) regelt Ziele und Förderung der EE bei der Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden (u.a. umgesetzt durch Marktanzreizprogramm für EE)



## Der Betreiber der Speicheranlage erhält nach dem EEG keine Kompensation für seine Speicherverluste.



Nach: *Dietrich/Ansehl*, Energiespeicherung im Portfolio der Förderung erneuerbarer Energien – der Status Quo, *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 2010, 14



# Agenda

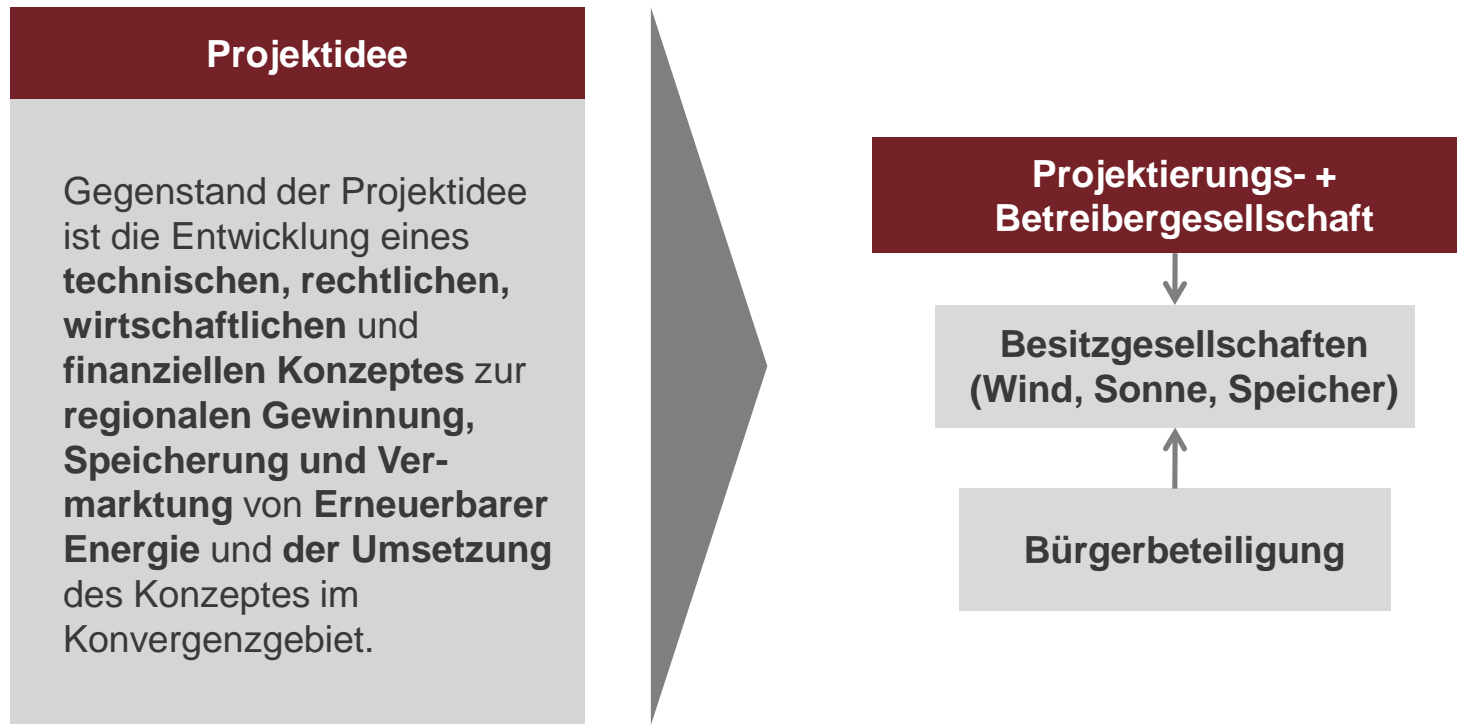
- 
- Hintergrund
  - Rechtliche Aspekte

## Projektidee

- Pumpspeicherung im Elbe-Seitenkanal
  - Fazit
-

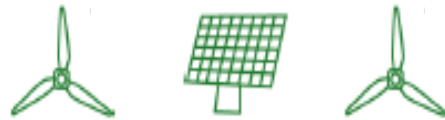


Die Projektidee “EnERgioN“ beinhaltet die „Erzeugung, Speicherung und Vermarktung von Erneuerbarer Energie in der Region Nord“ unter direkter Beteiligung der Bürger.

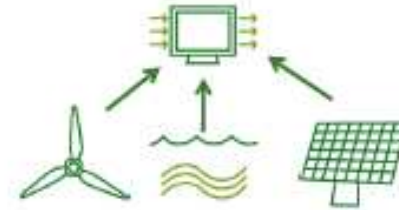




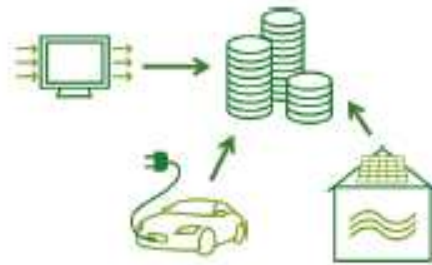
## EnERgion verfolgt hauptsächlich drei miteinander verbundene Ziele:



**Errichtung und Betrieb von EEG-Anlagen in der Region**



**Aufbau eines virtuellen Kraftwerkes in der Region**

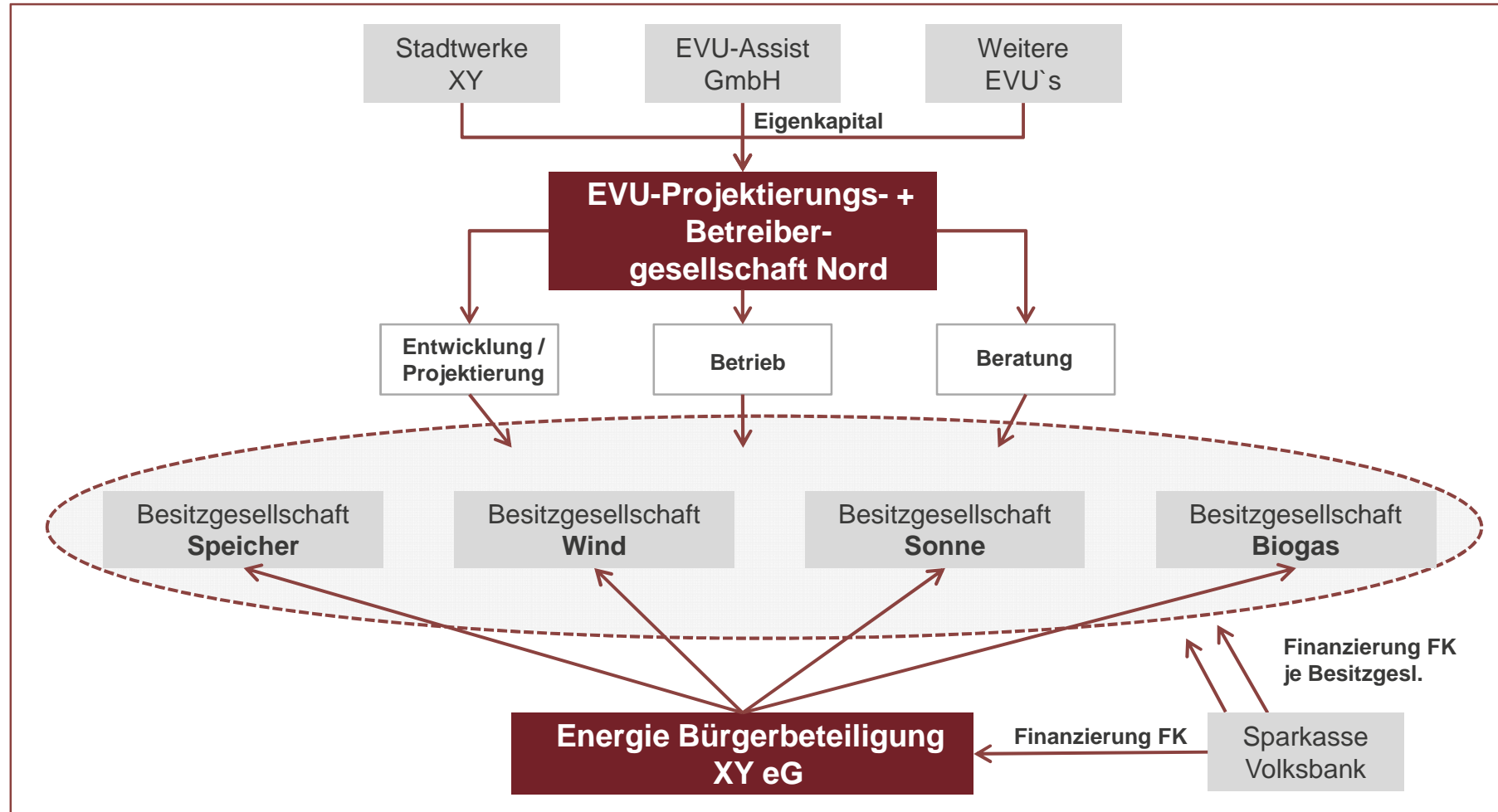


**Vermarktung des in der Region erzeugten regenerativen Stroms**

**Erste Forschungsergebnisse aus einem Projekt der E-Energy-Initiative der Bundesregierung (Regenerative Modellregion Harz) zeigen, dass dieses wirtschaftlich machbar ist.**



# Die wirtschaftliche Umsetzung der Projektidee EnERgioN (Pilotprojekt mit Stadtwerken und Bürgern ) erfolgt in ausgewählten Regionen Norddeutschlands







Zur Weiterentwicklung der Projektidee soll diese mit Hilfe von lokalen EVUs in die Praxis umgesetzt werden.



### Gründe für die Umsetzung der Projektidee „EnERgion“

- Lokale EVUs kennen den lokalen Energiemarkt und haben besonderes Interesse an dezentraler Energieerzeugung mit Hilfe von Kombikraftwerken.
- Lokale EVUs besitzen langfristige Kundenbeziehungen und sind in den meisten Fällen mit der jeweiligen Kommune gesellschaftsrechtlich eng verbunden (wichtig in Bezug auf Baugenehmigungen/Flächenplanungen).
- Für Bürgerbeteiligung sind lokale EVUs ein idealer Partner, da sie eine gute Bonität besitzen und der Bevölkerung über Jahre bekannt sind.

1) Auswahl

Quelle: Prof. Degenhart; Prof. Schomerus; Vorprojektleitung



Zahlreiche Unternehmen bzw. Institutionen aus dem Konvergenzgebiet wurden bereits für die Umsetzung der Projektidee „EnERgion“ als Partner gewonnen.

<b>Lead-Partner</b>	  <p>EVU-Projektierungs- und Betreibergesellschaft Nord</p>
<b>Co-Lead-Partner</b>	   <p>(23 weitere Stadtwerke aus der Region Nord)</p>  <p>WSV.de Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes</p>
<b>Nebenpartner</b>	    <p>Ingenieurgesellschaft Heidt &amp; Peters mbH</p>



# Agenda

- 
- Hintergrund
  - Rechtliche Aspekte
  - Projektidee

## **Pumpspeicherung im Elbe-Seitenkanal**

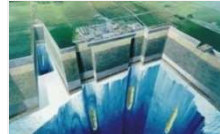
- Fazit
-



## Im Hinblick auf Erneuerbare Energien gibt es drei wesentliche Möglichkeiten zur Speicherung elektrischer Energie.

- Arten der Speicherung elektrischer Energie:
  - Wasserstoffspeicher
  - Pumpspeicher-Kraftwerke
  - Druckluftspeicher-Kraftwerke
- Direkte Speicherung schwer (z.B. in Kondensatoren sehr hohe Investitionskosten/kWh)
- Daher Umwandlung in andere Energiearten, Speicherung und Zurückumwandlung zum Ausgleich einer schwankenden Stromproduktion und -nachfrage
- Je nach Verfahren unterschiedlich hohe Verluste; Wirkungsgrad und Energiedichte entscheidend

### Wasserstoffspeicher



- Elektrolytische Teilung von  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + \text{H}$  durch überschüssigen Windstrom
- Speicherung des komprimierten Gases in unterirdischen Salzkavernen
- 100 x höhere Speicherkapazität als  $\text{H}_2\text{O}$
- Nur 20-40% Wirkungsgrad

### Pumpspeicher-Kraftwerke



- Umwandlung der elektrischen in potenzielle Energie
- Fast verlustfrei
- 65-80% Wirkungsgrad
- Nicht genügend geeignete Standorte vorhanden; Umwelt- und Akzeptanzprobleme

### Druckluftspeicher-Kraftwerke

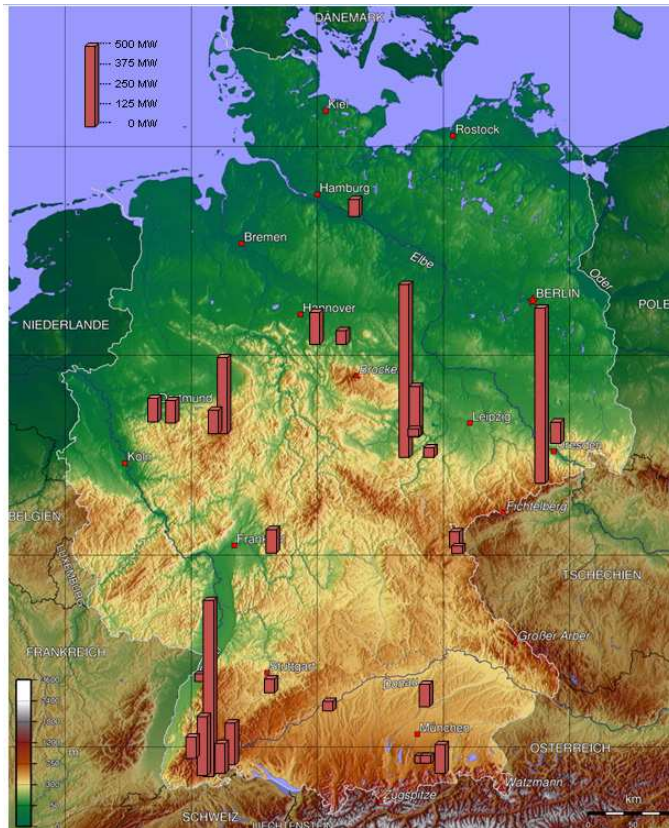


- Komprimierung von Luft unter hohem Druck in Salzkavernen bei Stromüberangebot
- Rückgewinnung elektrischer Energie durch Zuleitung der Druckluft in Gasturbine
- Sehr schnelle Verfügbarkeit (10 Min.)
- Umweltprobleme durch Sole-Mengen



# Die Pumpspeichertechnologie ist ein wichtiger Bestandteil der deutschen Stromerzeugungssysteme und wird seit vielen Jahren erfolgreich eingesetzt.

Geographische Verteilung von PSW in Deutschland



## Pumpspeicherwerke in Deutschland

- Zurzeit sind Pumpspeicherwerke (PSW) mit einer Gesamtleistung von ca. 6,6 GW in Deutschland installiert.
- PSW stellen mit über 90 % die dominierende großtechnische Speichertechnologie für elektrische Energie in Deutschland dar.
- Regionale Schwerpunkte befinden sich in Baden-Württemberg (2,0 GW), Thüringen (1,5 GW) sowie in Sachsen (1,2 GW).
- Das nächstgelegene Pumpspeicherkraftwerk zum Konvergenzgebiet befindet sich in Geesthacht mit 120 MW Gesamtnennleistung und gehört zum Vattenfall-Konzern.
- Langjährig weltweit erprobte Technik

**Die Pumpspeichertechnologie ist eine weltweit erprobte Technik und derzeit die einzige bedeutende Energiespeicherform in Deutschland.**

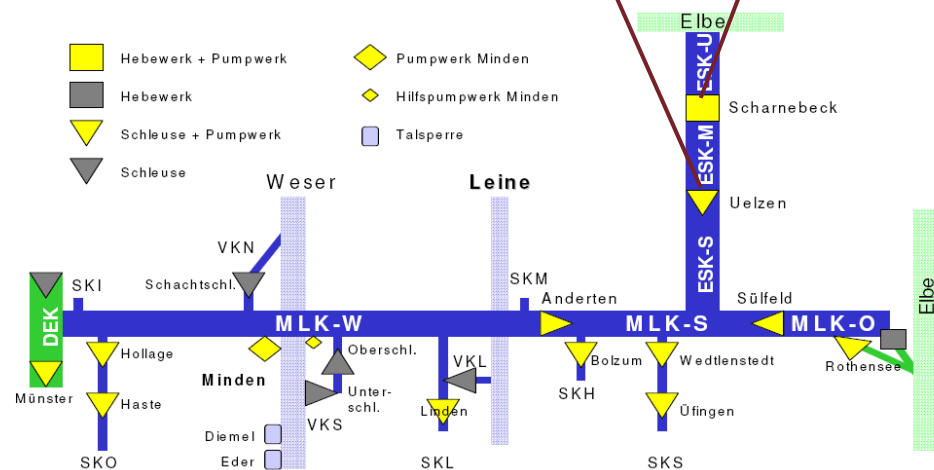


**Der ESK bietet ideale Voraussetzungen für das Projekt: Im Kanal befinden sich große Wassermengen und zwei Abstiegsbauwerke mit deutlichen Höhenunterschieden.**



### Der Elbe-Seitenkanal (ESK)

- Eröffnet 1976
- Länge von 115,2 km; Wassertiefe von 4 - 4,5 m
- Seehäfen Hamburg und Lübeck sind durch ESK an das Netz der Binnenwasserstraßen angeschlossen
- Ermöglicht Umgehung der fahrtechnisch schwierigen und von wechselnden Wasserständen beeinflussten Elbstrecke zwischen Lauenburg und Magdeburg
- Jährlich werden rund 80.000 Standard-container per Binnenschiff auf dem ESK transportiert; die Gesamttonnage liegt bei rund 9 Mio. t mit steigender Tendenz.
- Der Höhenunterschied von 61 m zwischen Anfang und Ende des ESK wird durch zwei Stufen ausgeglichen.

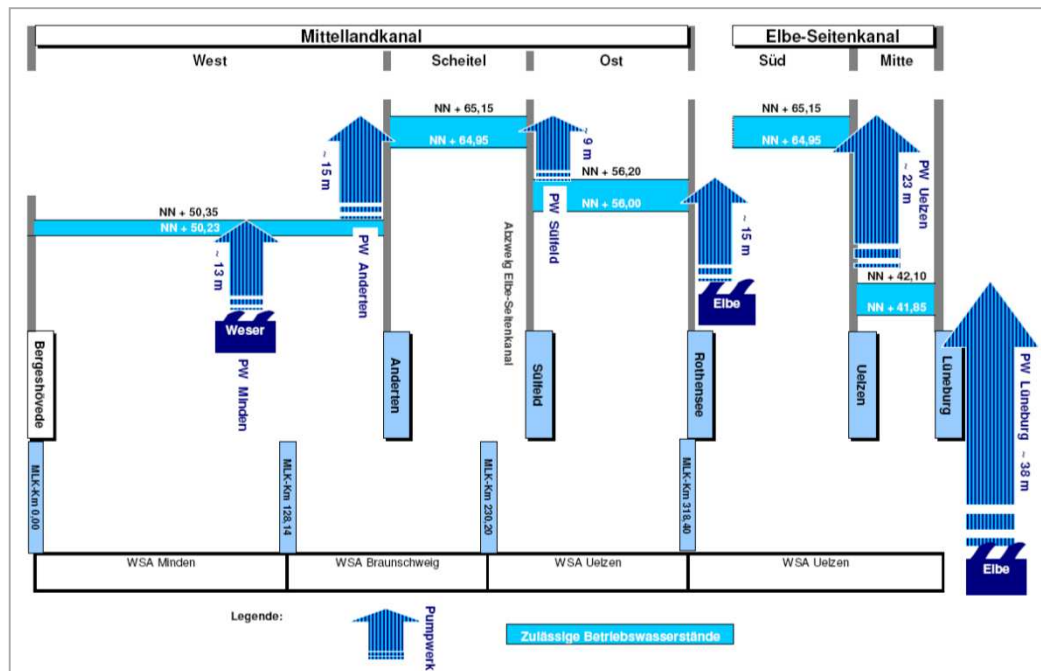


**Die vorhandenen Wasserhaltungen im ESK und der Höhenunterschied von 61 m bieten sich für die Energiespeicherung und -erzeugung mit Hilfe der Pumpspeichertechnologie an.**



Der ESK ist Teil einer zentralen Wasserbewirtschaftung der Bundeswasserstraßen, die die jederzeitige Verfügbarkeit des Kanals für die Schifffahrt ermöglicht.

### Grobe Darstellung der Höhenunterschiede und der Lamelle für den ESK und MLK



- Die zentrale Wasserbewirtschaftung für den ESK wird durch die Revier- und Betriebszentrale Minden vorgenommen.
- Durch Fernsteuerung werden zwei Pumpwerke und weitere Entlastungsanlagen am ESK gelenkt, so dass der festgelegte Betriebswasserstand (Spannbreite, so genannte Lamelle) gehalten werden kann.
- Die entstehenden Wasserverluste durch Schleusungen, Versickerungen, Entnahmen und Verdunstungen, die Wasserspiegelerhöhungen durch Niederschläge, Einleitung Dritter sowie der Effekt durch die Hauptwindrichtung (West-Ost-Richtung) auf den Mittellandkanal werden durch ein optimiertes Wasserbewirtschaftungs-Programm für den ESK ausgeglichen.

**Die Wasserbewirtschaftung erfolgt mit Hilfe eines halbautomatischen Systems, das auf Basis eines Saint-Venant-Modells optimiert wurde (Turbinenleistung kann berücksichtigt werden).**



Zwei imposante Bauwerke bilden den Rahmen für die Verwirklichung der Projekt-  
idee.

### Schiffshebewerk Lüneburg-Scharnebeck



- **Pumpwerk:** 5 Pumpen mit je einer Nennleistung von 1.700 kW und einer Pumpleistung von 5,6 m<sup>3</sup>/s
- **Gesamt:**
  - Nennleistung von 8,5 MW
  - Pumpleistung von 28 m<sup>3</sup>/s

### Schleusengruppe Uelzen



- **Pumpwerk:** 4 Pumpen mit je einer Nennleistung von 1.200 kW und einer Pumpleistung von 2,25 m<sup>3</sup>/s
- **Gesamt:**
  - Nennleistung von 4,8 MW
  - Pumpleistung von 9 m<sup>3</sup>/s

**Die Infrastruktur für die Energiespeicherung im Elbe-Seitenkanal im Rahmen einer dezentralen Energieversorgung ist in der Region vorhanden.**





## Mit Hilfe der Pumpspeichertechnologie könnte der Elbe-Seitenkanal als Speicher zur Verfügung stehen.



- In der Schachtschleuse Minden wurde bereits eine Turbine (blaue Anlage) neben den bereits existierenden Pumpen (grüne Anlagen) installiert und betrieben.
- Diese Turbine erzeugt eine Leistung von ca. 8.150 kW bei einer Laufzeit von 24h und einer Entlastungsmenge von 385.000 m<sup>3</sup>.
- Der ESK dient primär der Schifffahrt; daher darf die Energiespeicherung diesen Hauptzweck nicht beeinträchtigen
- Keine Notwendigkeit von Neubauten für die Speicherbecken, da die vorhandene Infrastruktur genutzt werden kann
- Bei Energieüberschuss wird mit Hilfe einer reversiblen Anlage (Pumpe, Turbine) Wasser in die höhere Kanalhaltung gepumpt und bei Energienachfrage wieder abgelassen.
- Höhenunterschied:
  - Hebewerk Scharnebeck: 38 m
  - Schleuse Uelzen: 23 m

**Erste Erfahrungen mit dem Einsatz von Turbinen liegen in der WSD vor.**



# Agenda

- 
- Hintergrund
  - Rechtliche Aspekte
  - Projektidee
  - Pumpspeicherung im Elbe-Seitenkanal

**Fazit**

---