

678. Baugespräch Werkstadt: Stadt der Zukunft

Modellprojekte für die Energieversorgung der Zukunft

Dipl.-Ing. Marcel Hanakam

Neumünster, 19. Juni 2019

Modellprojekte für die Energieversorgung der Zukunft

Agenda



- Unternehmensvorstellung
- Weichenstellung für die Zukunft
 - Auszug aus den gesetzlichen Rahmenbedingungen
- Bewertung der Energieversorgung der Zukunft
 - Mit Hilfe des Energiepolitischen Zieldreiecks
- Ist Deutschland schon auf dem richtigen Pfad?
 - Analyse Gas- und Strompreisentwicklung sowie Zusammensetzung der Preise
 - Entwicklung der Treibhausgasemissionen seit 1990
 - Bewertung der aktuellen energiepolitischen Situation anhand der ausgewählten Kriterien
- Innovative energetische Versorgungskonzepte mit Zukunftspotential
 - „Der Energiebunker“ in Hamburg Wilhelmsburg
 - FUBIC – Technologie und Gründungszentrum in Berlin Dahlem
 - Energiekonzept Ökowerk Berlin
 - Energiekonzept Berlin TXL
- Zukünftige Energiekonzepte
 - Vorstellung geosolarer Wärmeversorgung und Lageenergiespeicher
- Fazit
 - Wie gestaltet sich die Energieversorgung der Zukunft?

Unternehmensvorstellung

Megawatt – wir stellen uns vor...



Gründung 1994

- Seit 2019 Teil der Averdung Unternehmensgruppe mit Sitz in Hamburg, aktuell rd. 70 Mitarbeiter im Bereich TGA, Erneuerbare Energien und Energieeffizienz
- Energiewirtschaftliche und energietechnische Beratung
- Schwerpunkt: spezialisierte hochwertige Beratungsleistungen, Pilotprojekte im Energiebereich mit Vorbildcharakter
- Interdisziplinäre Arbeitsweise

Megawatt ist Energieberater für:

- Stadtwerke
- Industrielle Großkunden
- Stadtentwicklungsgebiete und Entwicklungsträger
- Behörden und Gebietskörperschaften
- Politische Entscheidungsträger und Verbände
- Krankenhäuser



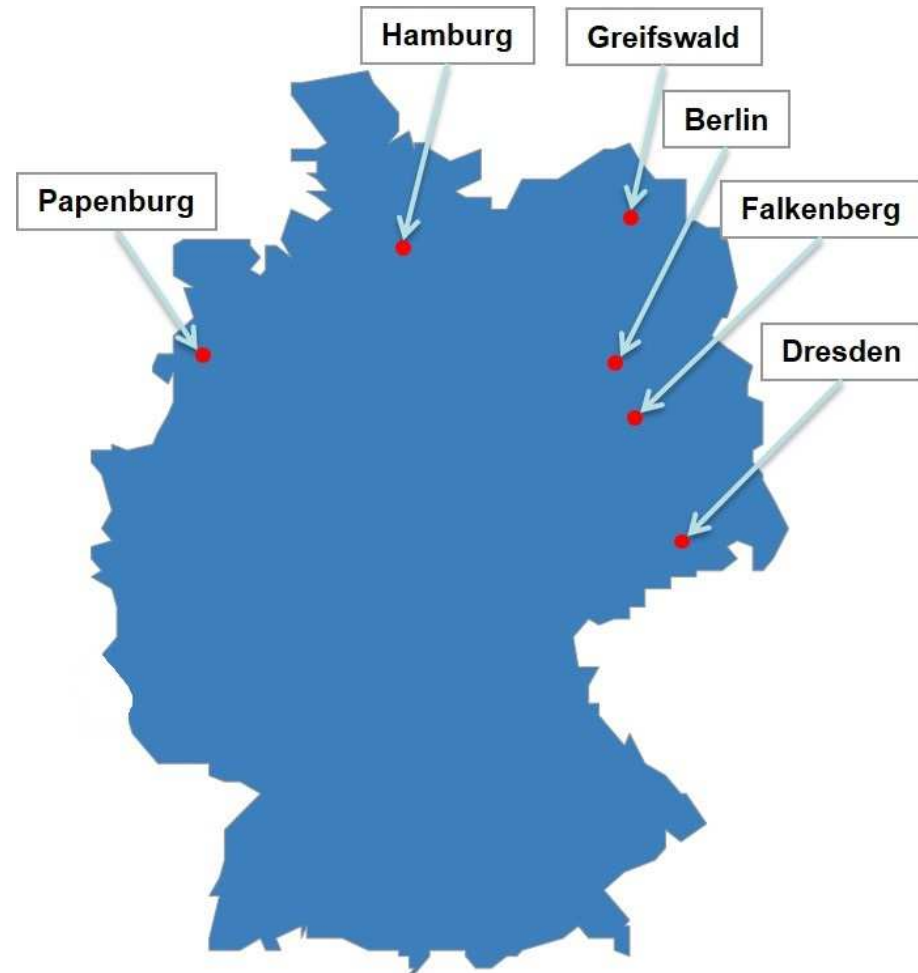
Unternehmensvorstellung

Averdung Unternehmensgruppe



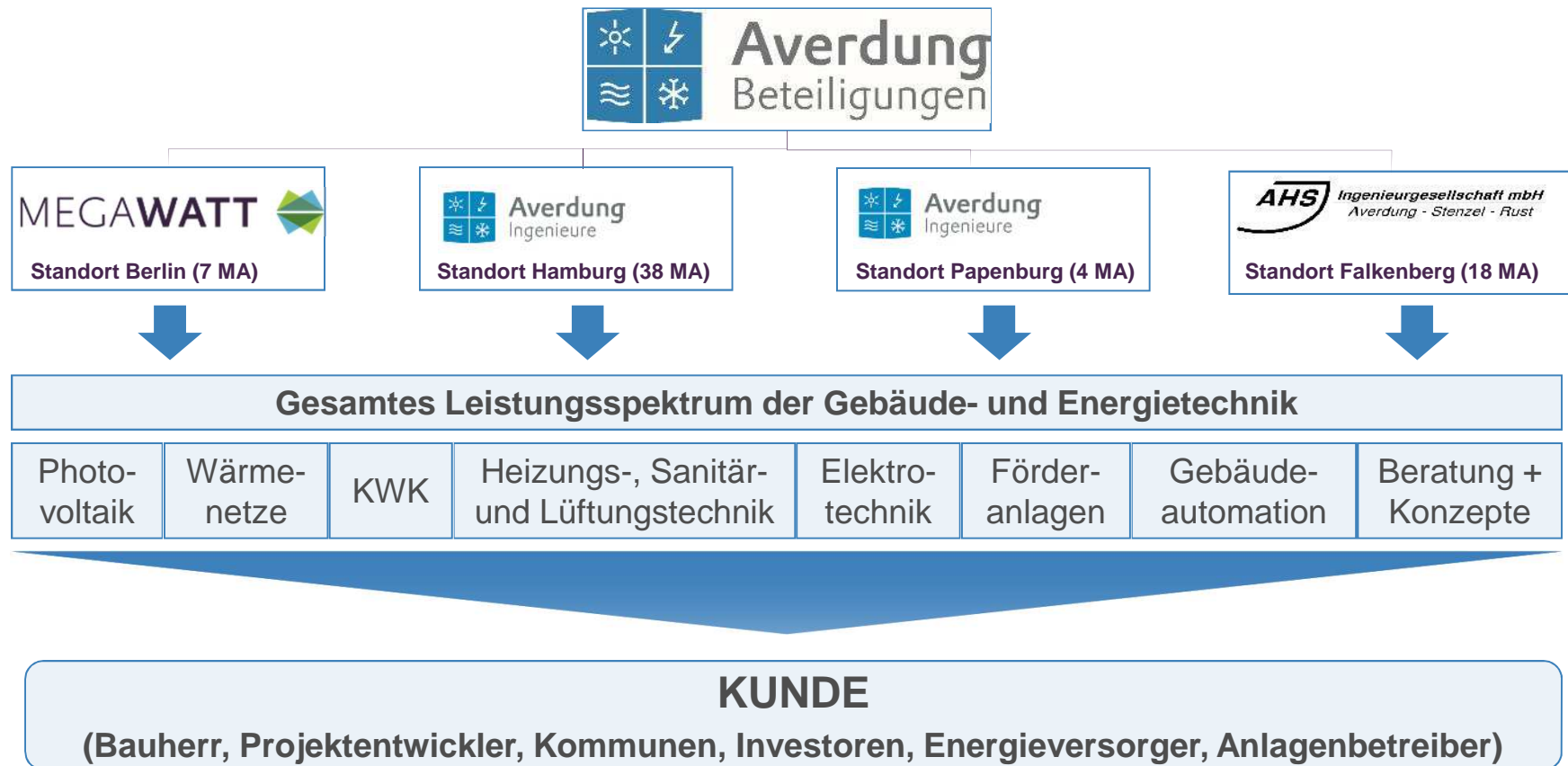
...an sechs Standorten
deutschlandweit tätig

- Hauptsitz **Hamburg** seit 2015
Averdung Ingenieurgesellschaft mbH
(38 Mitarbeiter)
- Standort **Berlin** seit 2019
(7 Mitarbeiter)
- Standort **Falkenberg/Elster** seit 1991
AHS Ingenieurgesellschaft mbH
(18 Mitarbeiter)
- Standort **Greifswald** seit 1991
ALP Ingenieurgesellschaft mbH
(7 Mitarbeiter)
- Standort **Dresden** (1 Mitarbeiter)
- Standort **Papenburg** (4 Mitarbeiter) und
Sachverständiger Norbert Averdung



Unternehmensvorstellung

Struktur & Leistungen der Averdung Gruppe



Weichenstellung für die Zukunft

Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung von 2005



Energiewirtschaftsgesetz – EnWG § 1 Zweck und Ziele des Gesetzes

- (1) Zweck des Gesetzes ist eine möglichst sichere, preisgünstige, verbraucherfreundliche, effiziente und umweltverträgliche leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit Elektrizität und Gas, die zunehmend auf erneuerbaren Energien beruht.
- (2) Die Regulierung der Elektrizitäts- und Gasversorgungsnetze dient den Zielen der Sicherstellung eines wirksamen und unverfälschten Wettbewerbs bei der Versorgung mit Elektrizität und Gas und der Sicherung eines langfristig angelegten leistungsfähigen und zuverlässigen Betriebs von Energieversorgungsnetzen.
- (3) Zweck dieses Gesetzes ist ferner die Umsetzung und Durchführung des Europäischen Gemeinschaftsrechts auf dem Gebiet der leitungsgebundenen Energieversorgung.
- (4) Um den Zweck des Absatzes 1 auf dem Gebiet der leitungsgebundenen Versorgung der Allgemeinheit mit Elektrizität zu erreichen, verfolgt dieses Gesetz insbesondere die Ziele,
 1. die freie Preisbildung für Elektrizität durch wettbewerbliche Marktmechanismen zu stärken,
 2. den Ausgleich von Angebot und Nachfrage nach Elektrizität an den Strommärkten jederzeit zu ermöglichen,
 3. dass Erzeugungsanlagen, Anlagen zur Speicherung elektrischer Energie und Lasten insbesondere möglichst umweltverträglich, netzverträglich, effizient und flexibel in dem Umfang eingesetzt werden, der erforderlich ist, um die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Elektrizitätsversorgungssystems zu gewährleisten, und
 4. den Elektrizitätsbinnenmarkt zu stärken sowie die Zusammenarbeit insbesondere mit den an das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland angrenzenden Staaten sowie mit dem Königreich Norwegen und dem Königreich Schweden zu intensivieren

Quelle: https://www.gesetze-im-internet.de/enwg_2005/__1.html

Weichenstellung für die Zukunft

Gesammelte Klimaschutzziele der Bundesregierung

Abb. 10: Übersicht über Energie- und Klimaziele der Bundesregierung bis 2050

	Status quo*	2020	Ziele		
		2020	2030	2040	2050
Treibhausgasemissionen					
Treibhausgasemissionen (gegenüber 1990)	27,7 % (2017)	mind. -40 %	mind. -55 %	mind. -70 %	weitgehend treibhausgasneutral
Erneuerbare Energien					
Anteil am Bruttoendenergieverbrauch	14,8 % (2016)	18 %	30 %	45 %	60 %
Anteil am Bruttostromverbrauch	36,2 % (2017)	mind. 35 %	mind. 50 % EEG 2025: 40 bis 45 %	mind. 65 % EEG 2035: 55 bis 60 %	mind. 80 %
Anteil am Wärmeverbrauch	12,9 % (2017)	14 %			
Anteil im Verkehrsbereich	5,2 % (2017)	10 %**			
Effizienz und Verbrauch					
Primärenergieverbrauch (gegenüber 2008)	-5,8 % (2017)	-20 %	→		-50 %
Endenergieproduktivität (2008–2050)			2,1 % pro Jahr (2008–2050)		
Bruttostromverbrauch (gegenüber 2008)	-3 % (2017)	-10 %	→		-25 %
Primärenergiebedarf Gebäude (gegenüber 2008)	-15,9 % (2015)		→		-80 %
Wärmebedarf Gebäude (gegenüber 2008)	-11,1 % (2015)	-20 %			
Endenergieverbrauch Verkehr (gegenüber 2005)	1,3 % (2015)	-10 %	-15 bis -20 %	→	-40 %

* Aktuellste verfügbare Zahlen, Stand: April 2018 ** Ziel gemäß EU-Richtlinie 2009/28/EG

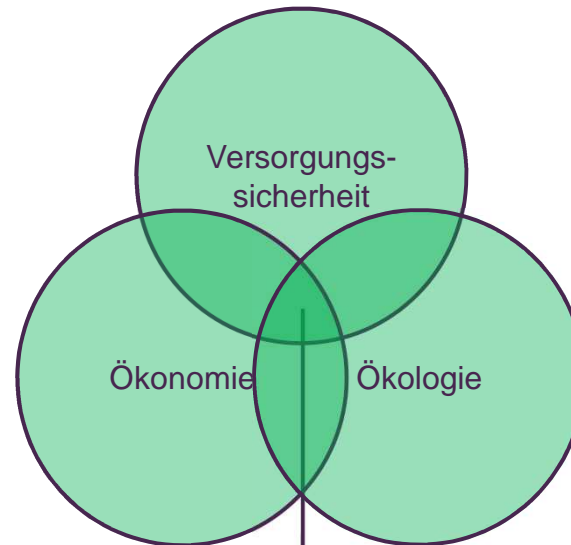
Quellen: BMWi (2016a); AGEE-Stat (2018, Stand: Februar 2018)

Bewertung der Energieversorgung der Zukunft

Das Energiepolitische Zieldreieck in Anlehnung an §1 EnWG

Ökonomie/ Wirtschaftlichkeit:

- Berücksichtigung Investitions-, Betriebs- und Rückbaukosten *i. V.m.*
- Umlagen, Steuern, Abgaben *führen zu*
- geringen Wärme- & Stromgestehungskosten
- Liberale Strom- & Gasmärkte
- Hocheffiziente Technologien



Versorgungssicherheit:

- Kontinuierliche und stabile Energieversorgung
- Geringe Importabhängigkeit
- Zuverlässige Netz- & Erzeugerinfrastruktur

Ökologie/ Umweltverträglichkeit:

- Schonender Ressourceneinsatz &
- Reduktion der Schadstoff-Emissionen &
- Hoher Anteil regen. Energien bzw. Energieeffizienz zur Einhaltung der Klimaschutzziele
- Risikobegrenzung für die Natur und den Menschen

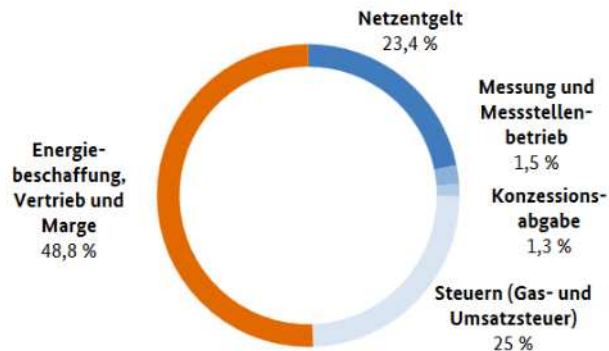
Energieversorgung der Zukunft

Quelle: eigene Darstellung

Ist Deutschland schon auf dem richtigen Pfad?

Preisentwicklung Gas und Strom für Haushalte

Zusammensetzung des mengengewichteten Gaspreises für
Haushaltskunden über alle Vertragskategorien - Band II
Preisstand 1. April 2018, in Prozent



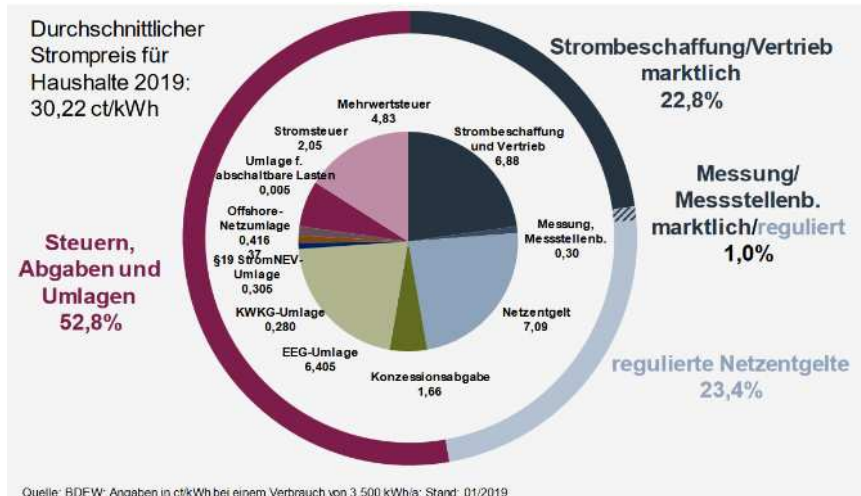
Quelle: Bundesnetzagentur, Monitoring Bericht Energie 2018

Entwicklung der Gaspreise für Haushaltskunden - Band II
(mengengewichtete Mittelwerte)
in ct/kWh



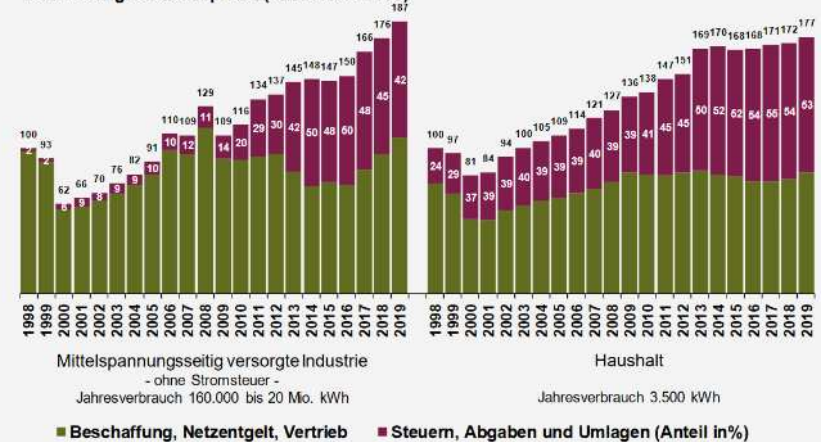
Quelle: Bundesnetzagentur, Monitoring Bericht Energie 2018

Durchschnittlicher
Strompreis für
Haushalte 2019:
30,22 ct/kWh



Quelle: BDEW; Angaben in ct/kWh bei einem Verbrauch von 3.500 kWh/a; Stand: 01/2019

Entwicklung der Strompreise (Index 1998 = 100)

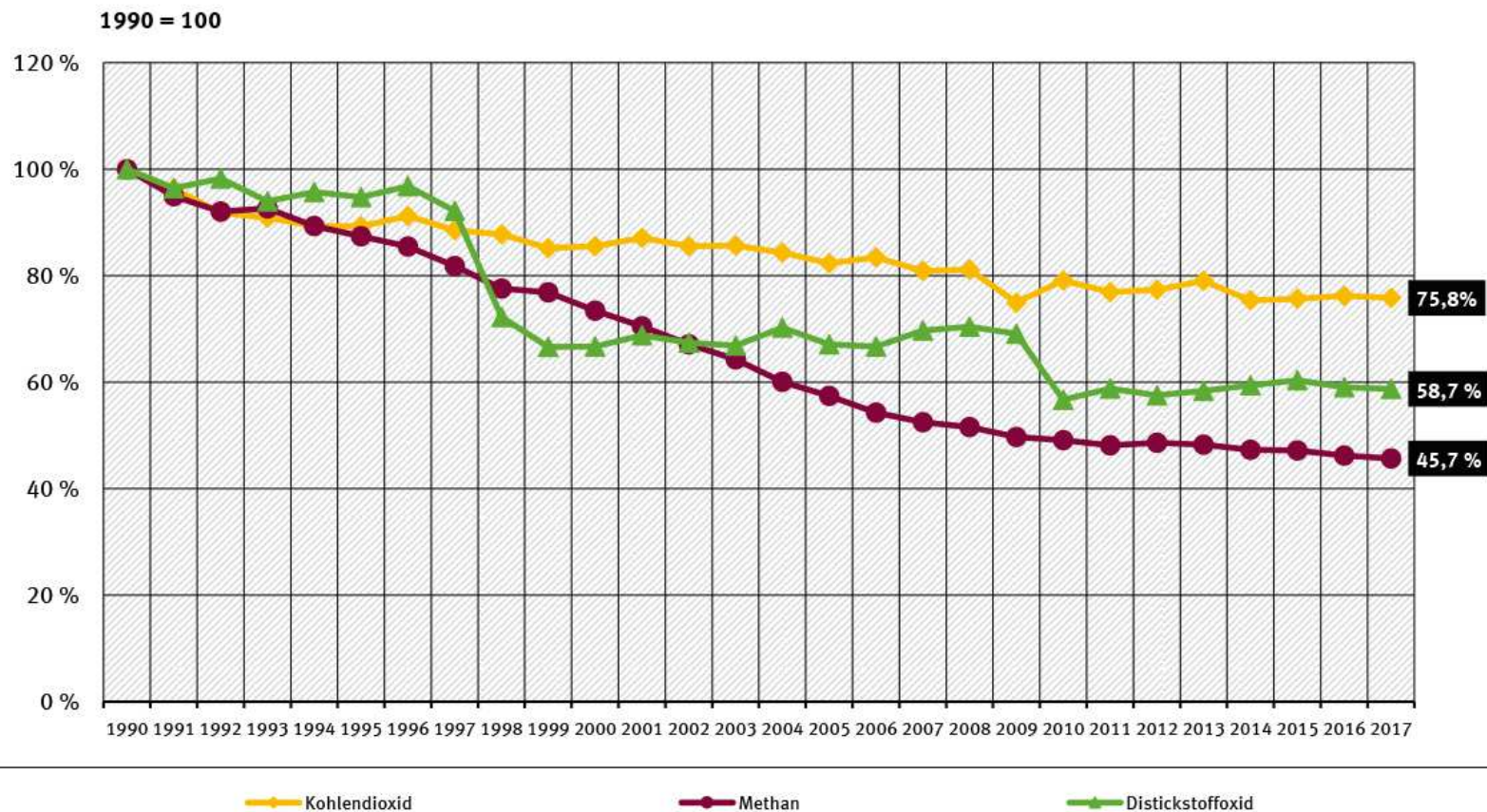


Quellen: VEA, BDEW; Stand: 01/2019

Ist Deutschland schon auf dem richtigen Pfad?

Entwicklung der Treibhausgasemissionen seit 1990

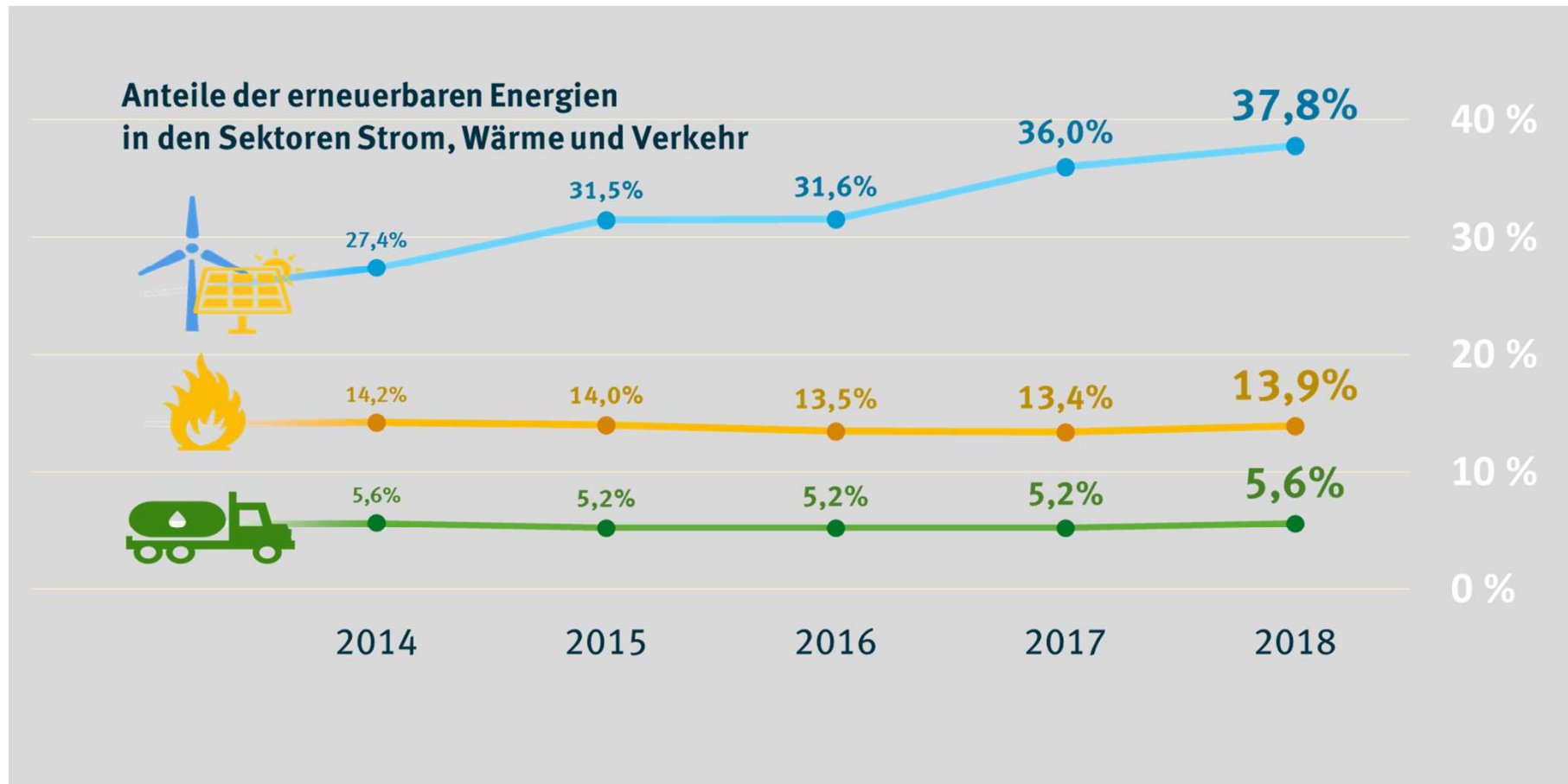
Trend der Emissionen von Kohlendioxid, Methan und Distickstoffoxid



Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Emissionsentwicklung 1990 bis 2017 (Stand 01/2019)

Ist Deutschland schon auf dem richtigen Pfad?

Einsatz Erneuerbarer Energien in den Sektoren Strom, Wärme Verkehr MEGAWATT



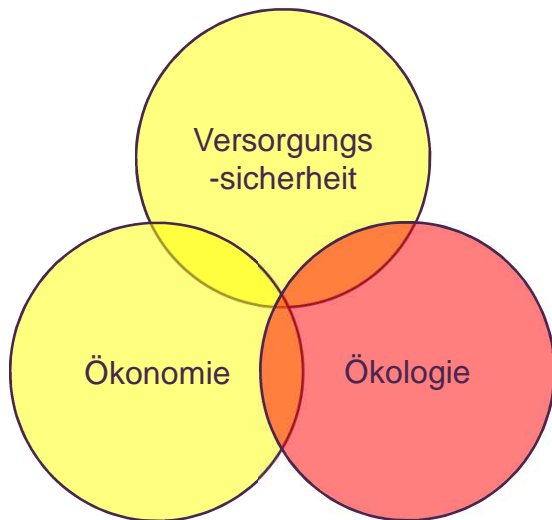
Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE Stat)

Ist Deutschland schon auf dem richtigen Pfad?

Bewertung nach dem Energiepolitischen Zieldreieck

Eine kritische Beurteilung der aktuellen klimapolitischen Situation in Deutschland ergibt folgende Bewertung der ausgewählten Kriterien.

Die Bundesrepublik Deutschland hat noch einiges aufzuholen.



ÖKOLOGIE

- (-) starke Umweltbelastung durch erhöhten Ausstoß von Treibhausgasen
- (-) Einsatz Erneuerbarer kaum in den Sektoren Wärme und Verkehr

ÖKONOMIE

- (+) Gaspreise stabil seit 2006
- (-) Strompreise steigen stetig an seit 2000

VERSORGUNGSSICHERHEIT

- (+) Stromversorgung ist zuverlässig
- (-) Deutschland ist abhängig von Gasimporten zur Erreichung kurzfristig ambitionierter Klimaschutzziele

Innovative energetische Versorgungskonzepte „Der Energiebunker“ in Hamburg Wilhelmsburg



LEISTUNGEN:

- Planung
- Bauüberwachung

BESONDERHEITEN:

- Verbund mehrerer Energieerzeugungsanlagen
- 2.000 m³ Pufferwasserspeicher
- Durchführung eines Vergabeverfahrens zur Wärme- und Stromversorgung

PROJEKTGRÖÖE:

- Der Energiebunker deckt
 - ca. 22.000 MWh/a Wärmebedarf und
 - ca. 3.000 MWh/a Strombedarf.
 - Dies entspricht ca. 200 Gebäuden im Versorgungsgebiet.
- Investitionskosten: 27 Mio. €

AUFTRAGNEHMER:

Averdung

AUFTRAGGEBER:

Hamburg Energie GmbH
Sitz in Hamburg



Quelle: IBA Hamburg

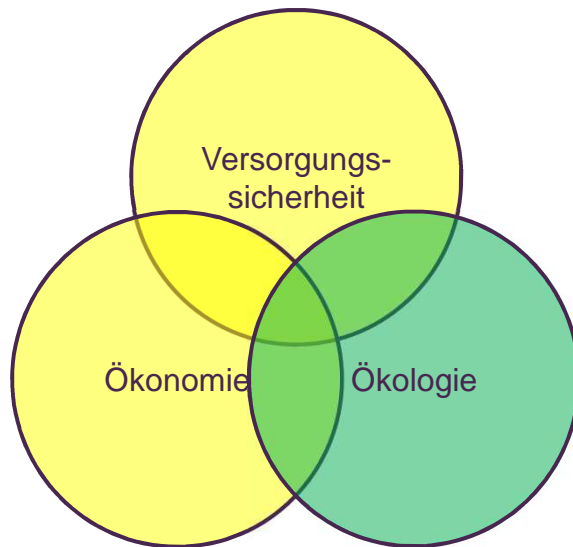
Innovative energetische Versorgungskonzepte

„Der Energiebunker“ in Hamburg Wilhelmsburg

BESONDERHEIT:

Speisung des Wärmespeichers über verschiedenste Technologien:

- Biomethan-BHKW
- Erdgas-BHKW
- Industrielle Abwärme
- Solarthermie
- Spitzenlastkessel
- Holzhackschnitzelkessel



Bewertung Zukunftstauglichkeit

ÖKOLOGIE:

- (+) innovative Vernetzung verschiedener Wärme- & Stromerzeuger mit hohen Anteil erneuerbarer Energien
- (-) Einsatz von fossilen Energieträgern

ÖKONOMIE

- (+) Einsatz hocheffizienter Technologien
- (-) hohe Investitionskosten

VERSORGUNGSSICHERHEIT

- (+) hohe technische Versorgungssicherheit
- (-) abhängig von Erdgas (Importe)

Innovative energetische Versorgungskonzepte

FUBIC – Technologie und Gründungszentrum in Berlin Dahlem



LEISTUNGEN:

- Planung technische Ausrüstung

BESONDERHEITEN:

- Niedrigstenergiestandard
- 100% Erneuerbare Energien
- CO₂-Neutralität
- Nur-Strom-Konzept auf Quartiersebene
- Netzdienlichkeit und Lastmanagement
- Ggf. Lastspitzenbegrenzung
- Fertigstellung voraussichtlich Ende 2021

PROJEKTGRÖÖE:

- ca. 5 ha Projektgebiet
- ca. 60.000 m² BGF
- Platz für 85 Technologieunternehmen mit 1.000 Arbeitsplätzen
- geschätzte Baukosten ca. 50 Mio. €
- Hohe Finanzierungsrate über Fördermittel durch BMWi und Land Berlin (GRW)

AUFTRAGNEHMER:

Arge Averdung (MW, Averdung, LCI, AHS)

AUFTRAGGEBER:

WISTA Management GmbH
Rudower Chaussee 17, 12489 Berlin



Quelle: Numrich Albrecht Klumpp Gesellschaft von Architekten mbH

Innovative energetische Versorgungskonzepte

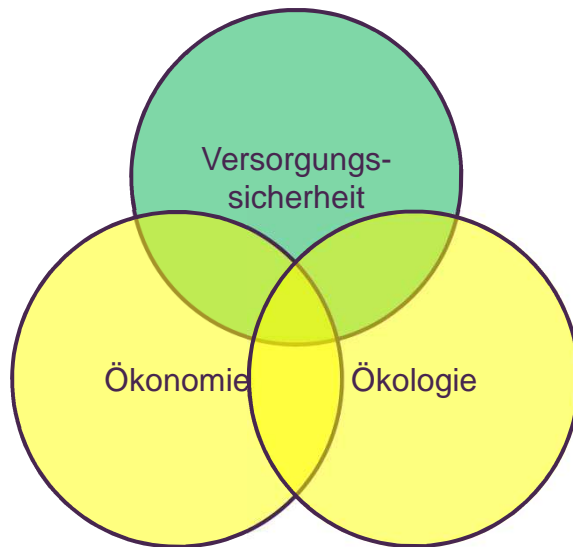
FUBIC – Technologie und Gründungszentrum in Berlin Dahlem



BESONDERHEIT:

Nur-Strom-Konzept als Innovation

- Deutschlandweit einmaliges Konzept zur Energieversorgung eines Quartiers
- Übertragungspotential international ist vorhanden



Bewertung Zukunftstauglichkeit

ÖKOLOGIE:

- (+) Wärmeerzeugung aus 100% EE-Strom
- (+) innovativer Mix reg. Erzeugertechnologien

ÖKONOMIE

- (-) hohe Investitionskosten

VERSORGUNGSSICHERHEIT

- (+) keine fossilen Energieträger
- (+) Bedarfsgerechte Versorgung durch MSR- & Automationskonzepte

Innovative energetische Versorgungskonzepte

Energiekonzept Ökowerk Berlin



LEISTUNGEN:

- Berechnung Heizlast
- Erstellung Energiebedarfsausweise
- Erstellung Flächennutzungsplan
- Abstimmungen mit Denkmalschutz- und Naturschutzbehörde
- Erstellung Energiekonzept

BESONDERHEITEN:

- Plus-Energiekonzept
- denkmalgeschützter Bestand
- bilanzielle Selbstversorgung mit Strom und Wärme aus umliegendem Areal

PROJEKTGRÖÖE:

- 195 MWh/a Wärmebedarf
- 26 MWh/a Strombedarf

AUFTRAGNEHMER:

Megawatt und Averdung

AUFTRAGGEBER:

Naturschutzzentrum Ökowerk Berlin e.V.
Teufelsseechaussee 22, 14193 Berlin



Quelle: eigene Darstellung

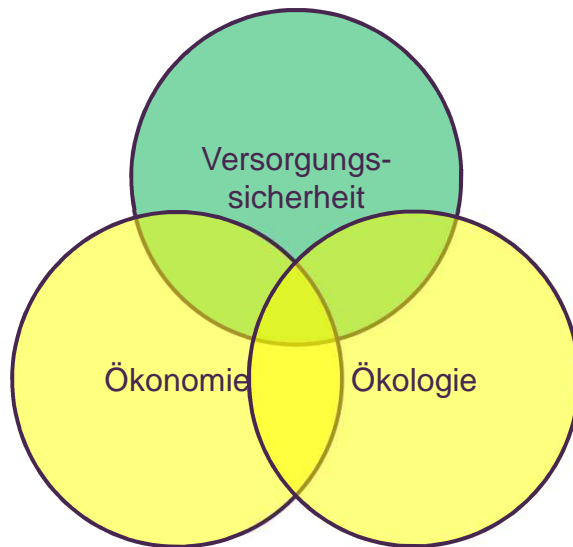
Innovative energetische Versorgungskonzepte

Energiekonzept Ökowerk Berlin

BESONDERHEIT:

Plus-Energiekonzept trotz Denkmalschutz

- Nutzung der Solarluftabsorber unter der Dachfläche zum Erhalt der äußeren Erscheinung
- Wärmepumpe mit Nutzung eines Eisspeichers



Bewertung Zukunftstauglichkeit

ÖKOLOGIE:

- (+) hoher Deckungsgrad durch den Solarluftabsorber
- (+) Einsatz Wärmepumpe
- (-) CO₂-Bilanz abhängig von Strommix

ÖKONOMIE

- (+) niedrige Betriebskosten
- (-) hohe Investitionskosten

VERSORGUNGSSICHERHEIT

- (+) dezentrale Wärmeerzeugung

Innovative energetische Versorgungskonzepte

Energiekonzept Berlin TXL



LEISTUNGEN:

- Vergabe des Versorgungskonzepts

BESONDERHEITEN:

- Schaffen eines Low-Exergie-Netzes mit extrem niedrige Vorlauftemperaturen
- Marktplatz für Wärme und Kälte
- Intelligente Zählerinfrastruktur.

PROJEKTGRÖÖE:

- Schumacher Quartier
 - 5.000 Wohnungen
 - Raum für 10.000 Menschen
- The Urban Tech Republic
 - Forschungs- und Industriepark
 - Platz für 1.000 Unternehmen
 - 20.000 Arbeitsplätze

AUFTRAGNEHMER:

Megawatt

AUFTRAGGEBER:

Tegel Projekt GmbH



Quelle: Tegel Projekt GmbH

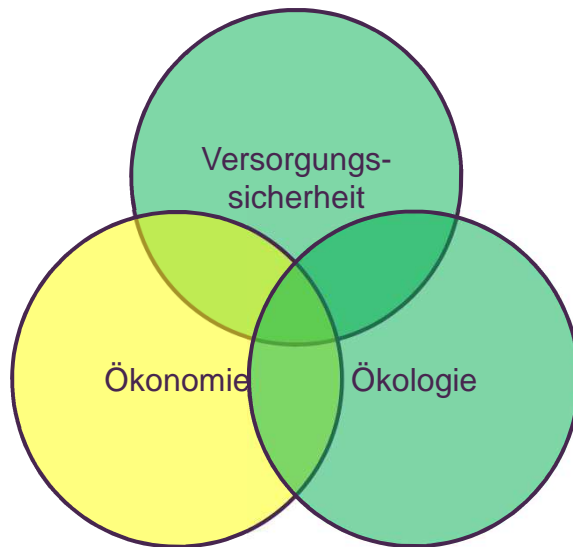
Innovative energetische Versorgungskonzepte

Energiekonzept Berlin TXL

BESONDERHEIT:

Low-Exergie-Netz als Innovation

- Wenig Verluste durch niedrige Betriebstemperaturen
- Zweileitersystem zum Heizen und Kühlen
- Effizienzpotentiale sind durch die Smart-Grid-Plattform erkennbar



Bewertung Zukunftstauglichkeit

ÖKOLOGIE:

- (+) mindestens 80% Erneuerbare
- (+) hohe Effizienz durch LowEx-Netz
- (-) CO₂-Bilanz abhängig von Strommix

ÖKONOMIE

- (+) LowEx-Wärme günstiger als Fernwärme
- (-) hohe Investitionskosten

VERSORGUNGSSICHERHEIT

- (+) dezentrale Wärmeerzeugung
- (+) intelligente Zählerinfrastruktur

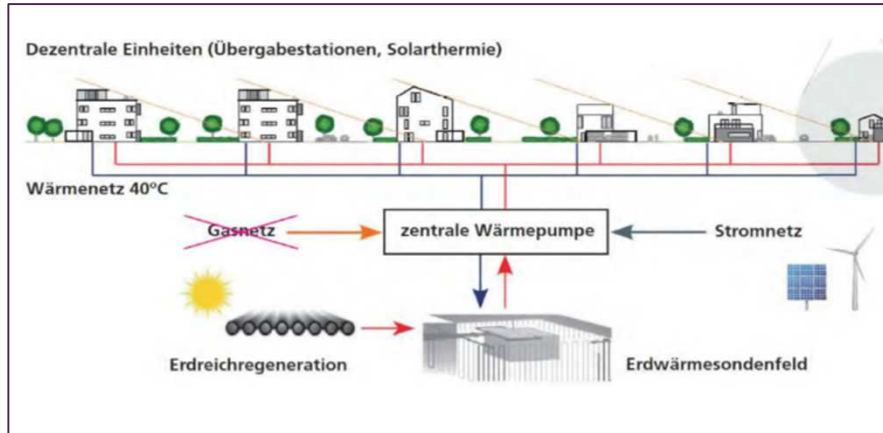


MEGAWATT

Zukünftige Energiekonzepte

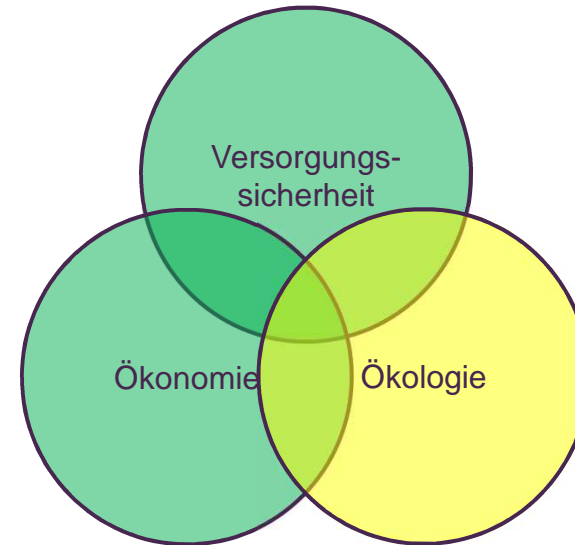
Die Kombination von Solarthermie und Geothermie

Geosolare Nahwärmeversorgung



Quelle: Fraunhofer IEE

- Beispiel für Anwendung im kleinen Maßstab
- Kombination der Technologien Geothermie und Solarthermie
- Niedrige Vorlauftemperaturen und jahreszeitabhängige Betriebsmodi sorgen für eine flexible Wärmeversorgung
- Erwärmung des Erdreichs findet außerhalb der Heizperiode statt



ÖKOLOGIE

- (+) hoher solarer Deckungsgrad
- (-) CO₂-Bilanz abhängig vom Strommix

VERSORGUNGSSICHERHEIT

- (+) Flexibilität durch Wärmepumpe gegeben
- (+) wenig Verteilverluste

ÖKONOMIE

- (+) wirtschaftlicher Betrieb bereits nachgewiesen

Zukünftige Energiekonzepte

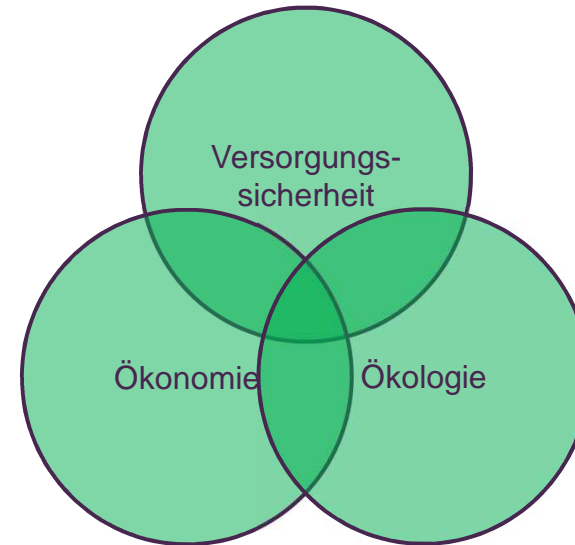
Eine Alternative zu Lithium-Ionen-Speichern

Lageenergiespeicher



Quelle: Energy Vault

- Speicheralternative zu Batteriespeichersystemen
- Kräne stapeln Steine bei Überangebot aus erneuerbarer Erzeugung und erhöhen so die potentielle Energie
- Bei Bedarf werden die Steine abgelassen und betreiben Generatoren
- Das System reagiert im Millisekundenbereich



ÖKOLOGIE

- (+) ausschließliche Nutzung überschüssiger reg. Energie

VERSORGUNGSSICHERHEIT

- (+) Einsatz von Speichern erhöht die Flexibilität des Stromnetzes

ÖKONOMIE

- (+) sehr niedrige Stromgestehungskosten

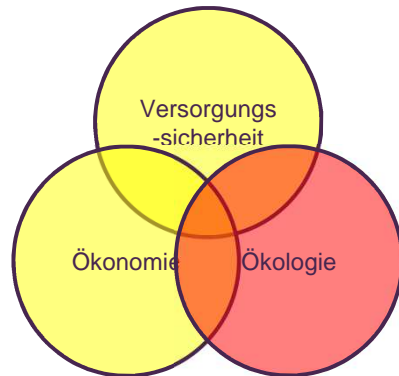
Fazit

Wie gestaltet sich die Energieversorgung der Zukunft?



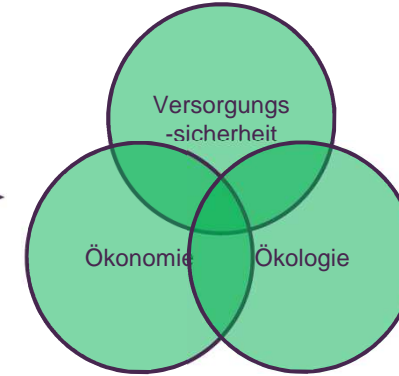
MEGAWATT

Die Energieversorgung heute



- Die Verbrennung von Gas und Kohle belastet die Umwelt immens.
- Es gibt wenig Erneuerbare in den Sektoren Wärme und Verkehr.
- Deutschland ist abhängig von Erdgasimporten.
- Die heutige Netzstruktur ist auf die konventionelle Stromerzeugung mit großen Kraftwerken ausgelegt.
- Die Strompreise steigen seit 2000.

Die Energieversorgung der Zukunft



- Es werden keine fossilen Brennstoffe eingesetzt.
- Power2X-Technologien werden die Sektorkopplung übernehmen.
- Elektromobilität oder brennstoffzellenbetriebene Fahrzeuge werden den Markt dominieren.
- Die Wärmeversorgung wird mit niedrigen Vorlauftemperaturen gestemmt werden.
- Effizienzhäuser werden zum bautechnischen Standard.
- Der Trend wird zur dezentralen Energieerzeugung gehen.



Megawatt
Ingenieurgesellschaft mbH

Paul-Linke-Ufer 8 b
10999 Berlin

Tel.: 030-857918-0
Fax: 030-857918-99

E-Mail: kontakt@megawatt.de

Preisentwicklung Strom- und Gas in Deutschland

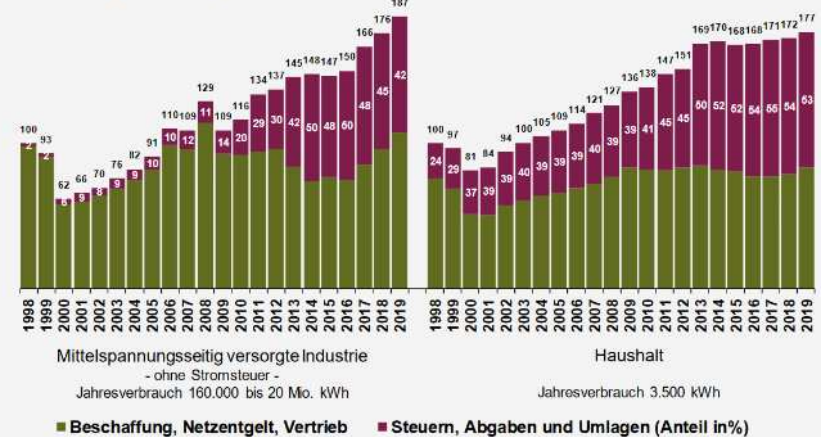
Entwicklung der Gaspreise für Haushaltskunden - Band II
(mengengewichtete Mittelwerte)
in ct/kWh



Quelle: Bundesnetzagentur, Monitoring Bericht Energie 2018

- Was sagt die Wirtschaftliche Ampel hier?
- Stabile Preise
- Liberaler Marktzugang mit Einsparungsmöglichkeiten für den Kunden
- (-) fossiler Brennstoff
- (-) Importabhängigkeit

Entwicklung der Strompreise (Index 1998 = 100)

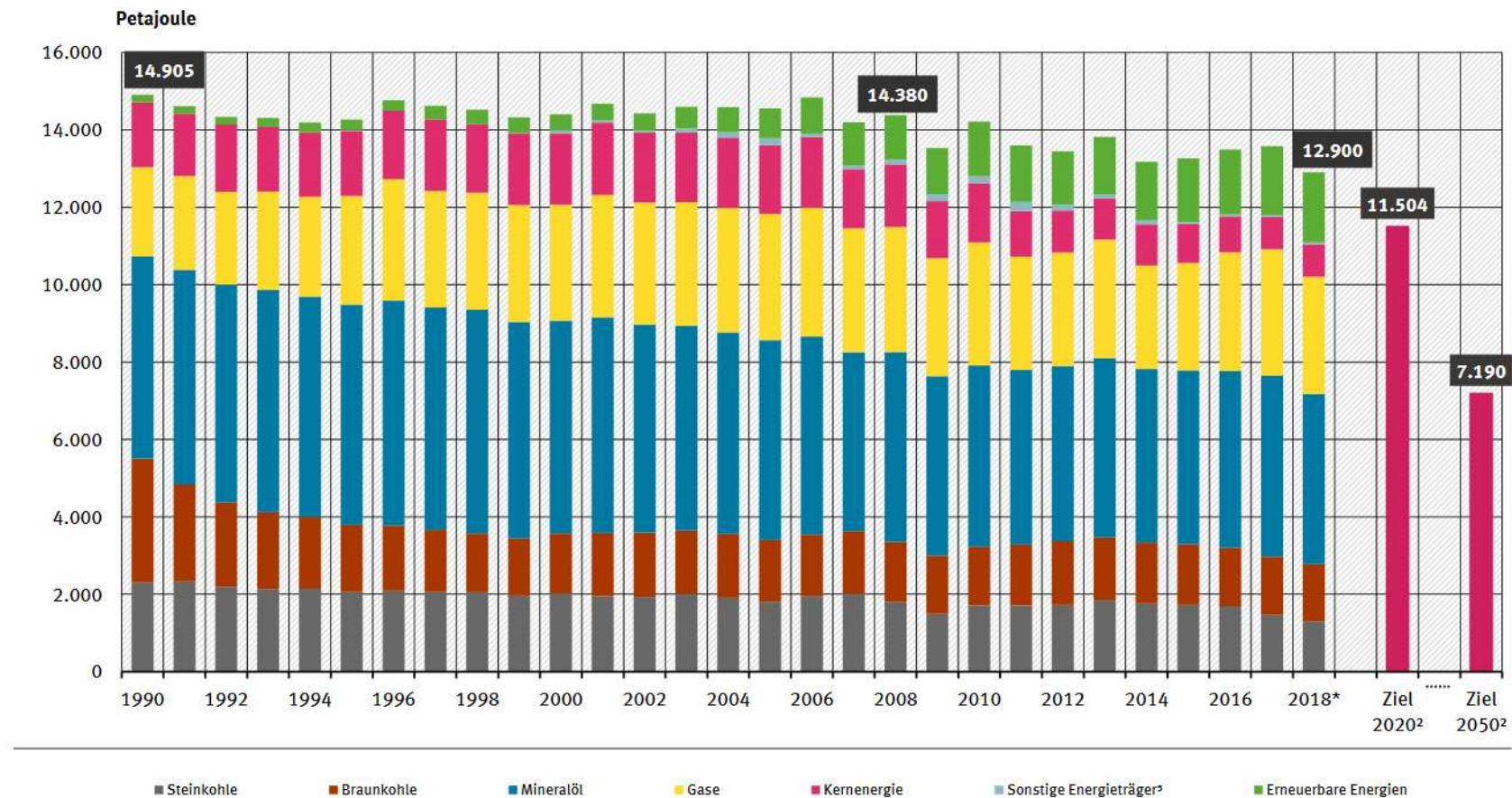


Quellen: VEA, BDEW, Stand: 01/2019

- Was sagt die Ampel hier?
- (-) Preiserhöhung (mehr als verdoppelt seit 2000)

Entwicklung des Primärenergieverbrauchs

Entwicklung des Primärenergieverbrauchs¹ in Deutschland nach Energieträgern mit politischen Zielen



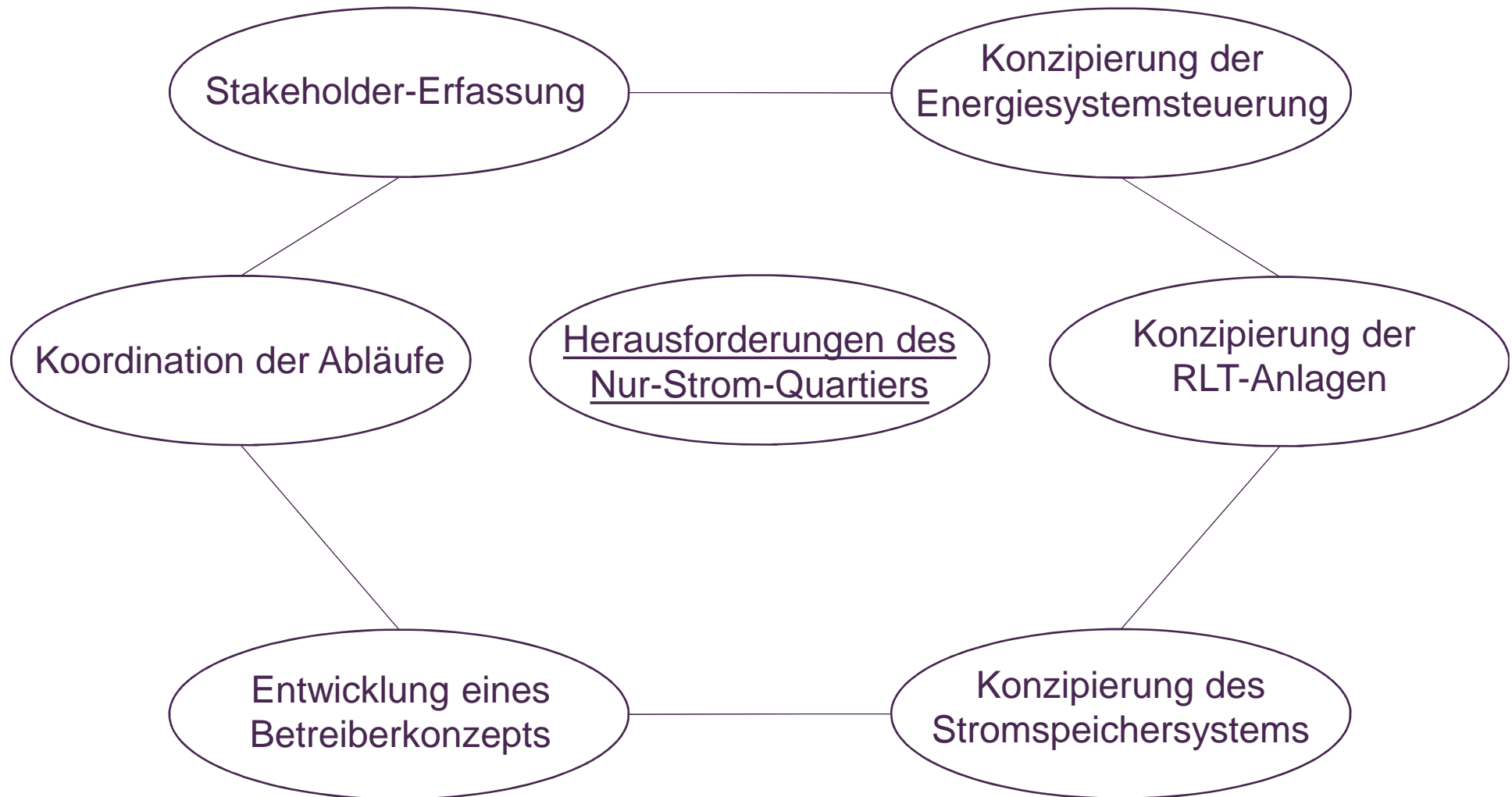
¹ Berechnungen auf der Basis des Wirkungsgradansatzes

² Ziele des Energiekonzeptes der Bundesregierung: Senkung des Primärenergieverbrauchs bis 2020 um 20% und bis 2050 um 50% (Basisjahr 2008)

³ sonstige Energieträger: Grubengas, nicht-erneuerbare Abfälle und Abwärme sowie der Stromausgleichsbeitrag

* vorläufige Angaben

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2017, Stand 07/2018; für 2017/2018-Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Primärenergieverbrauch, Stand 12/2018



Weichenstellung für die Zukunft

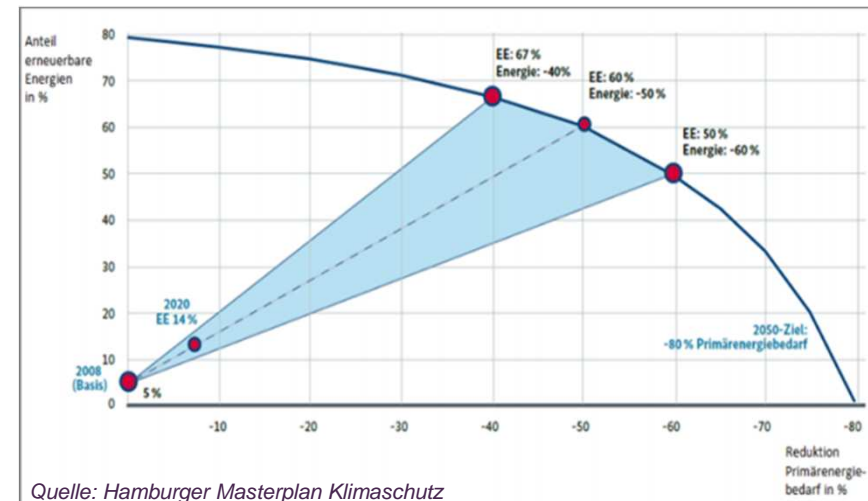
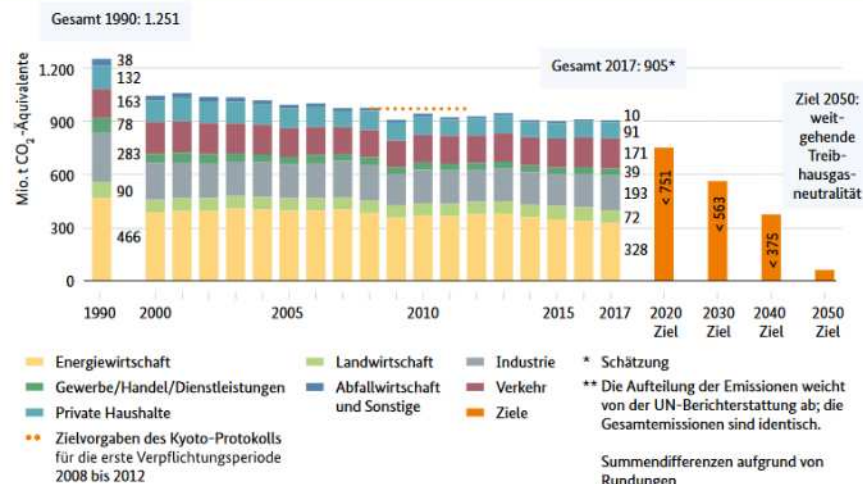
Auszug der Klimaschutzziele der BRD bis 2050



MEGAWATT

- 2020
 - Senkung des Primärenergieverbrauches um 20%
- 2030:
 - Reduzierung der CO₂-Emissionen für Wärme und Strom um mind. 50%

Abb. 12: Entwicklung der Treibhausgase nach Sektoren (ohne Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft)**

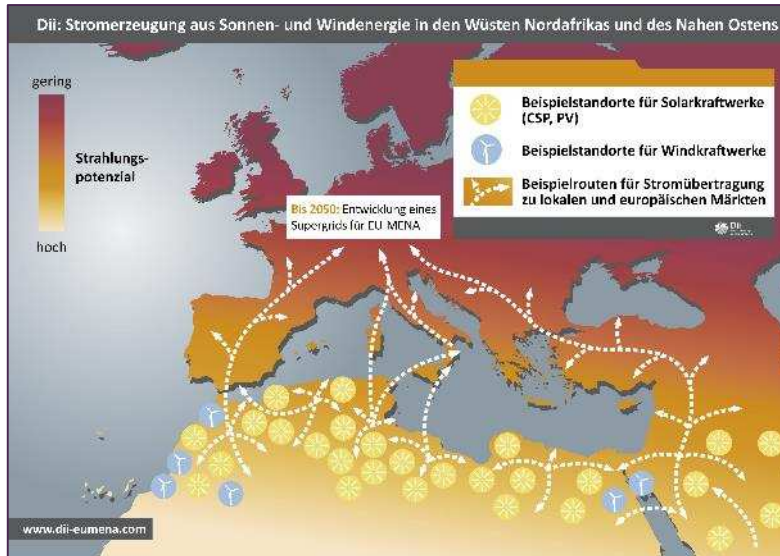


- 2050:
 - Senkung des Primärenergieverbrauches um 50%
 - Reduzierung der CO₂-Emissionen für Wärme und Strom um mind. 80%
 - Treibhausgasneutrale Energieversorgung

Zukünftige Energiekonzepte

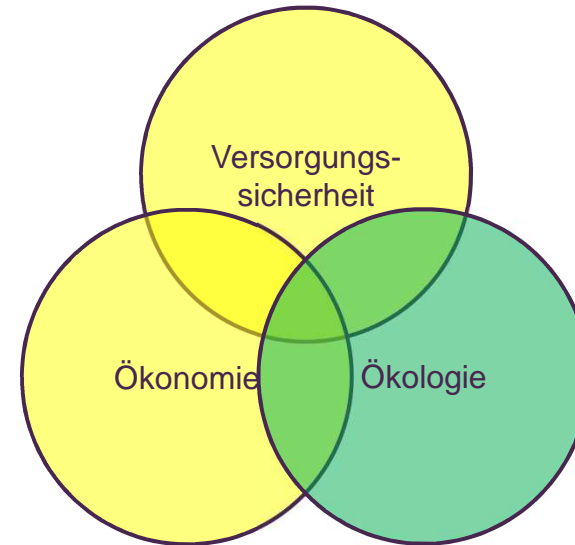
Eine Alternative zu Lithium-Ionen-Speichern

Desertec



Quelle: Desertec Industrial Initiative

- Deckung des europäischen Strombedarfs mit Wüstenstrom
- Trotz Auflösung der Desertec Industrial Initiative kann die Vision Wirklichkeit werden



ÖKOLOGIE

- (+) umweltfreundliche Stromerzeugung

VERSORGUNGSSICHERHEIT

- (-) abhängig von Importen

ÖKONOMIE

- (+) sehr niedrige Betriebskosten
- (-) sehr hohe Investitionskosten