

Energetische Versorgung von Betrieben in der Energiewende

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

TT[®]
net

Netzwerk der Beauftragten für
Innovation und Technologie

DAS HANDBWERK
DIE WIRTSCHAFTSMACHT. VON NEBENAN.

Beauftragter für Innovation und Technologie – Umwelt & Energie

Raimund Schiebel



M. Eng. Umwelt- und Verfahrenstechnik
Beauftragter für Innovation und Technologie
Tel.: 09431 885-304
raimund.schiebel@hwkno.de

Tätigkeitsfeld

- Beratung von Handwerksbetrieben bei umwelt- und energietechnischen Fragen
- Unterstützung der Geschäftsführung bei umwelt- und energiepolitischen Themen
- Aufbau eines Netzwerks zur Lösung von Problemstellung
- Durchführung von allgemeinen Informationsveranstaltungen

Agenda

- 1. Energiekostenentwicklung**
- 2. Energiebereitstellung im Betrieb**
 - i. Netz**
 - ii. PV-Anlage**
 - iii. Windkraft**
 - iv. Wärmepumpe**
 - v. Biomasse**
 - vi. Methan**
 - vii. Wasserstoff**
 - viii. BHKW**
 - ix. Solarthermie**
 - x. Wärmenetze**
- 3. Energiespartipps**



Energiekostenentwicklung

Energiepreisentwicklung

		D	CH	AT
Strom	2019	4 ct/kWh	3,8 ct/kWh	4,1 ct/kWh
	22.08.2022	56,4 ct/kWh	56ct/kWh	56,5 ct/kWh
	2030 vor Krieg	9,3 ct/kWh		
Gas	2019	2,1 ct/kWh		
	22.08.2022	9,6 ct/kWh		
	2030 vor Krieg	5,9 ct/kWh		



Energiepreisentwicklung

Gründe:

- Angebot und Nachfrage
 - Ukrainekrieg
 - Steigender globaler Energiebedarf
 - Verfügbare Ressourcen
 - Abschaltung fossiler Kraftwerke
 - CO₂-Preise

Ausblick:

- Weiter steigender Energiebedarf
- Einpendeln der Preise auf hohem Niveau
- Preissenkung erst wenn ausreichend „nicht-fossiler“ Strom zur Verfügung steht





Energieeigenproduktion

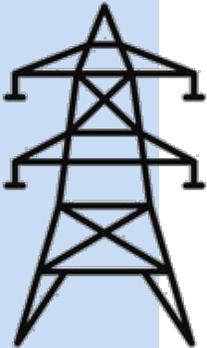
Strom als Energielieferant

Funktionsweise:

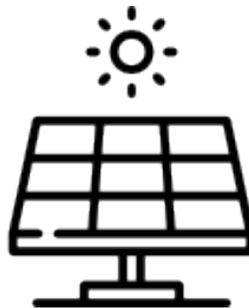
- Elektronenbewegung in Leiter durch Potentialunterschied
 - Verfügbarkeit von elektrischer Energie und Magnetfeld
- Elektromotor, Widerstandsheizung, induktive Erwärmung, kapazitative Erwärmung
- Prozesswärme bis über 1.000°C

Möglichkeiten:

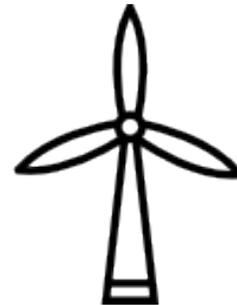
Netz



PV-Anlage



Klein-Windkraftanlage



Strom → Strom – Netzbezug

Funktionsweise:

- Fremderzeugter Strom über Trassen zum Endverbraucher

Vorteile:

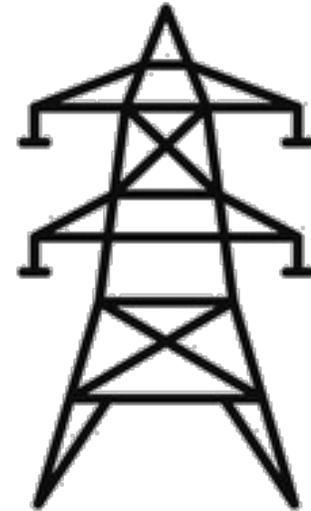
- Verlässliche Methode des Strombezugs

Neutral:

- Beeinflussung durch jeden Angeschlossenen

Nachteile:

- Kein Einfluss auf Kostenentwicklung



Sonne → Strom – PV-Anlage

Funktionsweise:

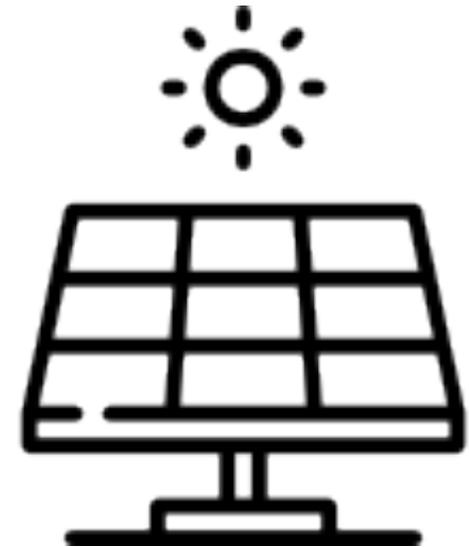
- 2 Siliziumplatten durch Isolierung getrennt
- Eine Platte mit Elektronenüberschuss durch „Verunreinigung“ mit anderen Elementen
- Sonnenenergie ermöglicht Bewegung der Elektronen über Leiter zur anderen Platte
→ Strom

Vorteile:

- Eigene Produktion von Strom; gewissen Unabhängigkeit vom Netz
- Umweltfreundlich

Nachteile:

- Produktion nicht gleichmäßig über Tag und Jahr verteilt
- Produktion wetterabhängig



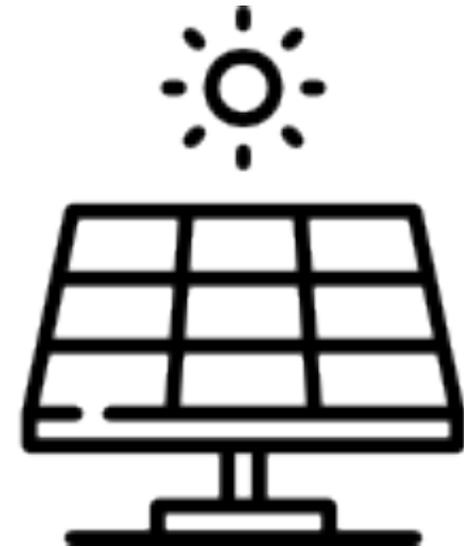
Sonne → Strom– PV-Anlage

Rahmendaten:

- Lebensdauer: 20 – 40 Jahre
- Stromgestehungskosten: 5 – 9 ct/kWh
- Anschaffungskosten: ca. 1.500 €/kWp
- 1 kWp produziert 850 kWh/a – 1.200 kWh/a
- 1 kWp benötigt 7 m² – 9 m²
- Gängiger Eigenverbrauchsanteil: 30% – 60%
- Gängiger Autarkiegrad: 30% – 60%

Rentabilität:

- Abhängig von Strompreis, Sonneneinstrahlung und Eigenverbrauchsanteil
- Meist rentabel wenn,
 - keine Verschattung
 - Dach mit Ost-West- oder Süd-Ausrichtung
- Amortisation erfahrungsgemäß nach 9 bis 13 Jahren



Wind → Strom – Kleinwindkraftanlage

Funktionsweise:

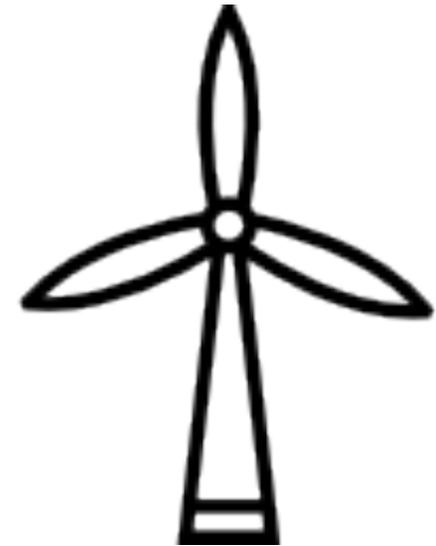
- Wind treibt Rotor und damit Elektromotor an
→ Strom

Vorteile:

- Eigene Produktion von Strom; gewissen Unabhängigkeit vom Netz
- Umweltfreundlich

Nachteile:

- Produktion wetterabhängig
- Markt sehr undurchsichtig



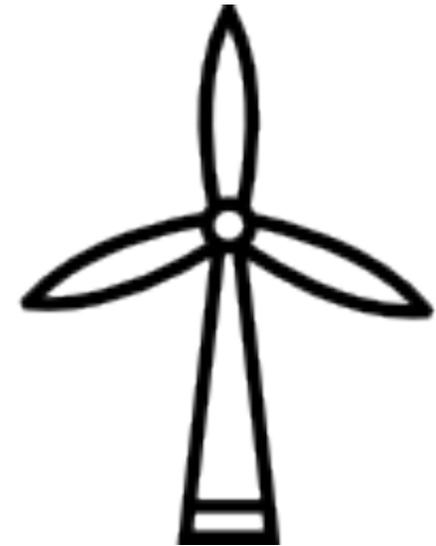
Wind → Strom– Kleinwindkraftanlage

Rahmendaten:

- Lebensdauer 20 Jahre
- 100 kW als obere Leistungsgrenze
- Erfahrungsgemäß in D bis 30 kW und 30 m
- Anschaffungskosten 3.000€/kW – 9.000€/kW
- Stromgestehungskosten 15 ct/kWh – 30 ct/kWh

Rentabilität:

- Sehr aufwendig in der Auslegung
- Große Qualitätsunterschiede
- Indikator ist Preis-Rotorfläche-Verhältnis unter Berücksichtigung der Windstärke (4 m/s – 7 m/s) (bis 10 kW: <math><700\text{€}/7\text{m}^2 - 3.000\text{€}/\text{m}^2</math>; bis 30 kW: $500\text{€}/\text{m}^2 - 1.000\text{€}/\text{m}^2$)
- Nur in Regionen mit sehr guter Windlage (ca. 6m/s im Jahresmittel)



Wärmepumpe als Energielieferant

Grundprinzip:

- Erhöhung des Energieniveaus von Umgebungswärme durch elektrische Energie
 - Ausführungen: Luft-Luft, Luft-Wasser, Erde-Wasser (Kollektor ↔ oder Sonde ↓)
- Prozesswärme bis 100°C

Vorteile:

- Erzeugung von Wärme zu 100% regenerativ möglich
- Hohe Flexibilität bei der Aufstellung
- Zuverlässigkeit/geringer Wartungsaufwand

Neutral:

- Rentabilität stark abhängig vom Strompreis

Nachteile:

- Rentabilität stark abhängig vom Gebäude (geringe Vorlauftemperatur)
- Teuer in der Anschaffung



Wärmepumpe als Energielieferant

Rahmendaten:

- Lebensdauer: 20 Jahre
- COP* (theoretisch) und JAZ** (ermittelt) für Effizienz und Kosten verantwortlich
 - Verhältnis von Aufgebrachtener zu erzeugter Energie
 - COP mindestens 3 für wirtschaftlichen Betrieb; vergleich vor Kauf
 - JAZ nur im Betrieb messbar; beschreibt reale Effizienz
- Anschaffungskosten: 10.000€ – 40.000€

*Coefficient of Power

** Jahresarbeitszahl



Biomasse als Energielieferant

Funktionsweise:

- Verbrennen von Biomasse in Kessel zum Erwärmen von Wasser
 - Varianten: Scheitholz, Pellets, Hackschnitzel oder Holzgas
- Prozesswärme bis 500°C

Vorteile:

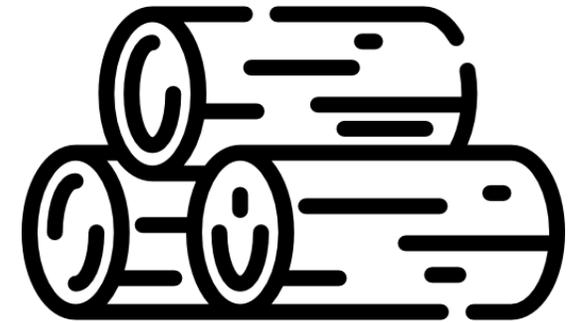
- Umweltschonend
- Potentiale noch nicht ausgeschöpft
- Energieträger aus dem Inland
- Relativ preisstabil

Neutral:

- Mehr oder weniger CO₂-neutral

Nachteile:

- Brückentechnologie/ Massentauglichkeit begrenzt
- Hoher Platzbedarf

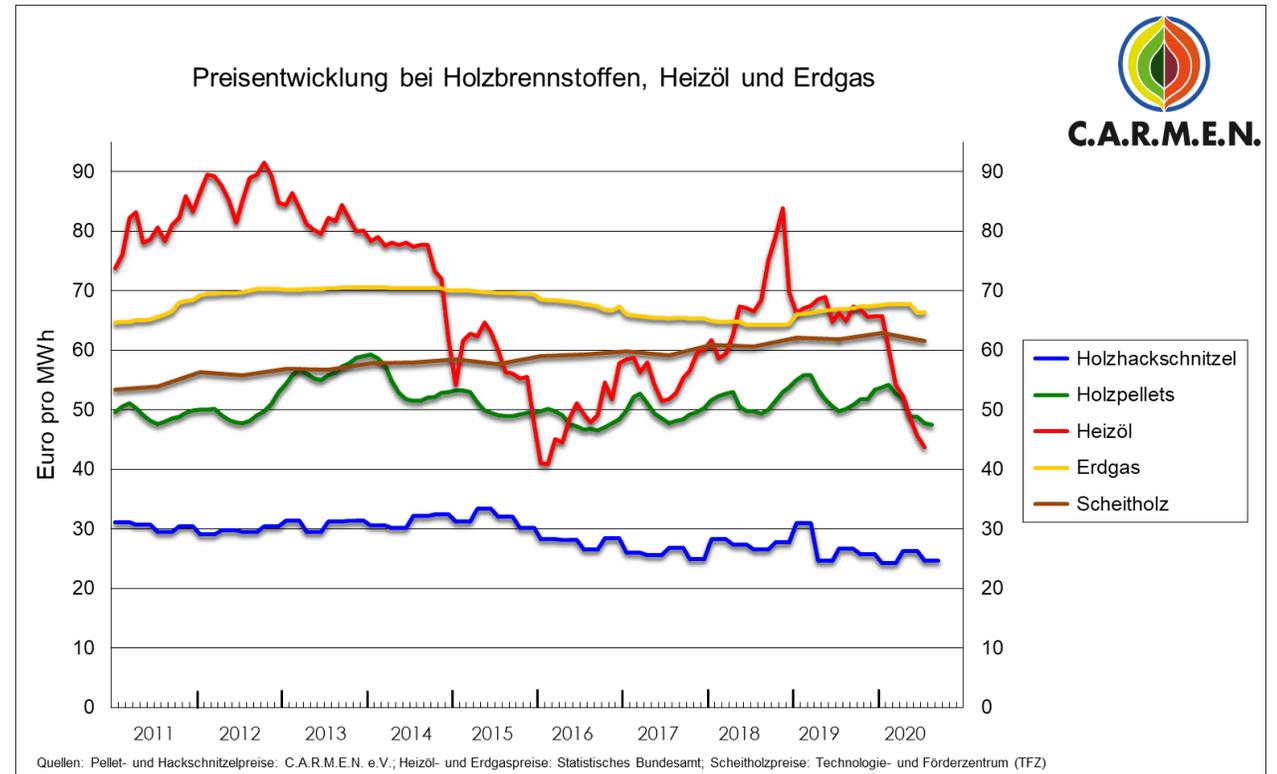


Biomasse als Energielieferant

Rahmendaten:

- Lebensdauer: 20 Jahre
- Heizwerte pro Tonne:
 - Pellets: ca. 4.900 kWh
 - Hackschnitzel: ca. 3.000 kWh – 4.500 kWh
 - Scheitholz: ca. 4.000 kWh
- Anschaffungskosten*: 10.000€ – 30.000€

*für automatisch Beschickte Pellet-/ Hackschnitzelheizungen oder Holzvergaser



Gas als Energielieferant

Funktionsweise:

- Verbrennung von gasförmigem Brennstoff in Kessel → Wärme, die auf ein Trägermedium übertragen wird
→ Prozesswärme bis über 1.000°C (Biogas bis 500°C)

Möglichkeiten:



Erdgas

Biogas

Biomethan

Wasserstoff



Synthesegas

Flüssiggas



Gas als Energielieferant - Erdgas

Vorteile:

- Vorhandene europaweite Infrastruktur
- Erfahrungswerte mit der Technik
- Flexibel und Grundlastfähig

Neutral

- Statistische Reichweite schlechter als andere fossile Rohstoffe

Nachteile:

- Nicht umweltverträglich
- Abhängigkeit von anderen Ländern
- Endlicher Rohstoff



Gas als Energielieferant – Biogas/Biomethan

Vorteile:

- Vorhandene europaweite Infrastruktur ebenfalls nutzbar
- Erfahrungswerte mit der Technik
- Inlandsproduktion möglich
- Flexibel und grundlastfähig
- Energetische Verwertung von biologischen Abfällen

Neutral

- Aktuell geringe Produktionskapazitäten
- CO₂-neutralität unterschiedlich

Nachteile:

- Energetische Nutzpflanzen belegen Ackerland
- Möglicher Faktor in steigender Massentierhaltung
- Häufig weite Transportwege der Edukte

CH₄-BIO

Gas als Energielieferant - Wasserstoff

Vorteile:

- Herstellung zu 100% umweltverträglich möglich
- Kaum Emissionen bei Verbrauch
- Im Vergleich mit fossilen Energieträgern gute Effizienz

Neutral

- Bestehende Infrastruktur teilweise nutzbar

Nachteile:

- (Noch) geringe Kapazität der Herstellung
 - Speicherung/Transport in großen Mengen schwierig
 - Anpassungen an der Infrastruktur
- Investitionen nötig



Strom + Wärme – Sonderfall KWK (BHKW)

Funktionsweise:

- Verbrennen eines Brennstoffs in einem Motor → mechanische Energie (meist → Strom)
+ Wärme aus Abgasen
→ Prozesswärme bis 500°C

Vorteile:

- Eigene Produktion von Strom und Wärme
- Effizienter als individual Lösungen

Neutral:

- Umweltverträglichkeit abhängig vom Brennstoff (meist Erdgas)

Nachteile:

- Wartungsintensiv
- Teuer in der Anschaffung



Strom + Wärme – Sonderfall KWK (BHKW)

Rahmendaten:

- Lebensdauer*: 20 Jahre
- Anschaffungskosten*: 15.000€ – 50.000€
- Ganzjährig hoher Wärmebedarf nötig
 - Jährlicher Betrieb idealerweise >5.000h

*Abhängig von Betrieb, Pflege und Motorart



Solarthermie als Energielieferant

Funktionsweise:

- Direkte Erwärmung von Wasser mit Sonnenstrahlung
 - Varianten: Flach-/Röhrenkollektoren und konzentrierte Solarthermie
- Prozesswärme bis 300°C (aufwärts)

Vorteile:

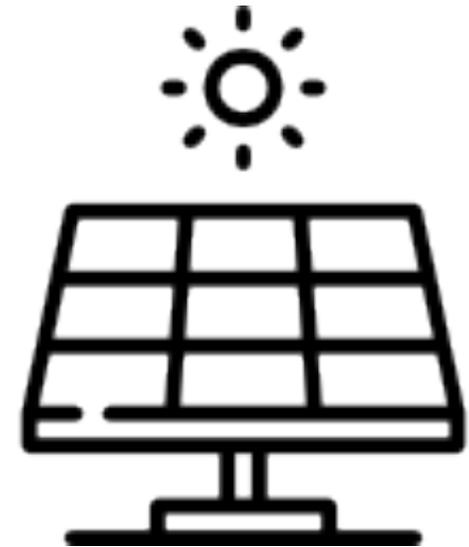
- 100% regenerative Energie
- Potentiale noch nicht ausgereizt

Neutral:

- Rentabilität bei Warmwasserproduktion oft schlechter als PV-Anlage
- Nicht alleine für Heizen nutzbar

Nachteile:

- Starke Abhängigkeit von Wetter und Jahreszeit
- Je nach Leistung platzintensiv

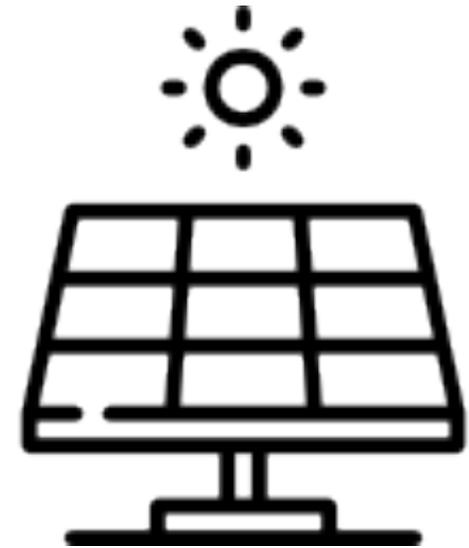


Solarthermie als Energielieferant

Rahmendaten:

- Lebensdauer 20 Jahre aufwärts
- Flachkollektoren kostengünstig 450€/m² ($\eta=60\%$)
- Vakuumröhren effizient 600€/m² ($\eta=90\%$)

- Konzentrierte Solarthermie aktuell nur in großen Stromerzeugungsanlagen und Pilotprojekten



Wärmenetze

Funktionsweise:

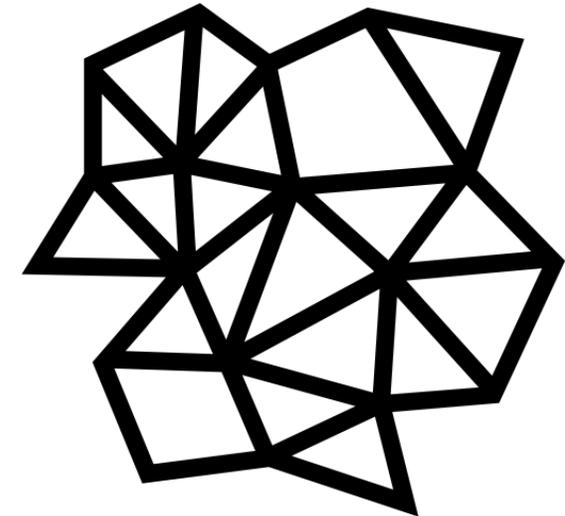
- Großes Kraftwerk (ggf. mit Zwischenstationen) versorgt weitgespanntes Netz/ angeschlossene Kunden mit Wärme
- Sowohl fossil als auch regenerativ möglich
- Je mehr Anschlussnehmer pro Meter Rohrleitung umso lohnender

Vorteile:

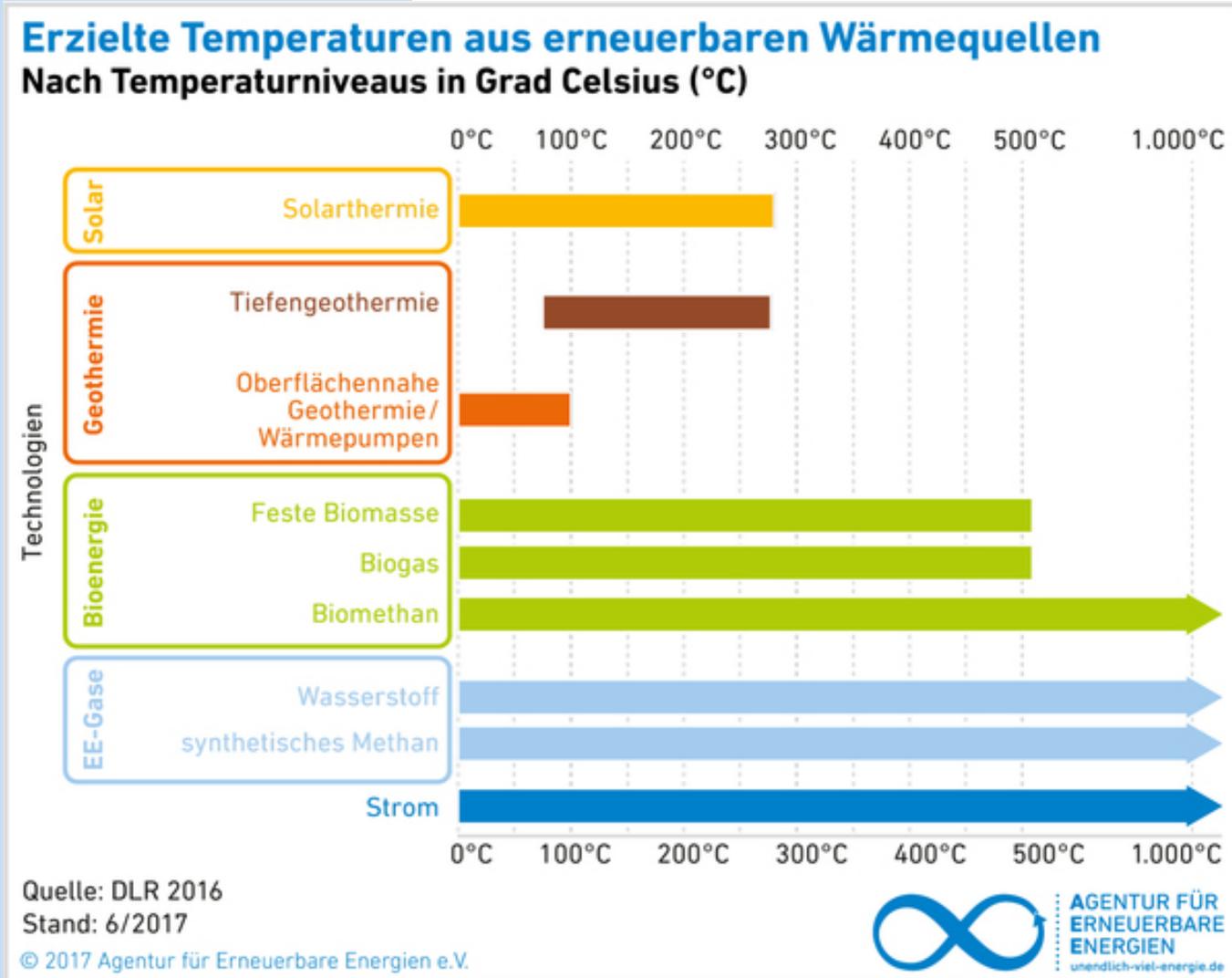
- Gemeinden profitieren direkt von der Investition
- 100% regenerativ möglich
- Unabhängigkeit von Rohstoffimporten
- Nähe zum Produzenten

Nachteile:

- Ggf. Monopolstellung



Zusammenfassung – Erreichbare Prozesstemperatur





Energiespartipps

Energiespartipps

Kurzfristig:

- Bedarfsgerecht Heizen und Beleuchten → kein Bedarf, dann Licht und Heizung aus
 - Raumtemperatur überwachen (z.B. Arbeitsstättenverordnung)
 - Raumtemperatur Nachts um 1°C – 2°C senken
 - Bedarfsgerecht lüften (3 – 4 mal täglich 5 – 10 Minuten)
 - (kleines) Energie-/Umweltmanagement einführen (Fortschritte notieren)
- Mitarbeiter mit einbeziehen

Energiespartipps

Mittelfristig:

- Rohrleitungen der Heizung Isolieren
- Dichtungen an Toren, Türen und Fenstern ggf. erneuern
- Heizungsoptimierung (Vorlauftemperatur, Hydraulischer Abgleich, digitale Thermostate)
- Beleuchtung auf LEDs umstellen
- Anlagen/Prozesse, die nicht kontinuierlich benötigt werden, abschalten und bei Bedarf hochfahren

Energiespartipps

Langfristig:

- Alternative Energiequellen prüfen
- Gebäudebestand sanieren(Dach, Fassade, Fenster, etc.)

Energiespartipps

Kampagne der Regierung:

[80 Mio. gemeinsam für Energiewechsel](#)

→ Gute Zusammenfassung der möglichen Energiesparmaßnahmen