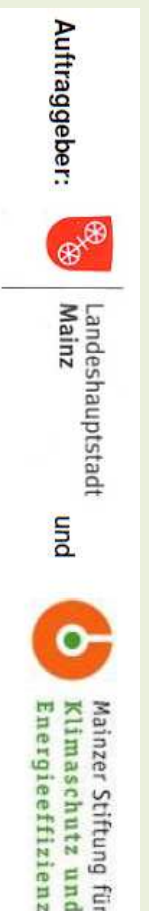


30 % Regenerativstrom Mainz 2020



Umweltamt, Thomas Pensel

7. Juni 2011

Ziele der Stadt Mainz



- Vereinbarung zwischen der Landeshauptstadt Mainz und der Stadtwerke Mainz AG (SWM) vom 30.3.2007 zum Klimaschutz:
- Verpflichtung zum Ausbau alternativer Energien
 - 20 % des Mainzer Strombedarfs soll bis 2020 regional aus regenerativen Energien erzeugt werden

Stadtratsbeschluss vom 18. 6. 2008:

- 30 % regenerativer Stromanteil bis 2020

Ist-Situation Mainz

Stromverbrauch: ca. 1.500 Mio. kWh_{el}/a (nach Absprache mit SW Mainz)

Aufteilung gemäß Energiekonzept Mainz 2005-2015 (Ifeu):

Haushalte: 21,1 % Stadt: 1,1 % Gewerbe: 37,4 % Industrie: 40,4 %

Energiequelle	Anzahl der Anlagen	Installierte Leistung [MW _{pe}]	Jahresstromerzeugung [Mio. kWh _{el}]	Anteil am Stromverbrauch der Stadt Mainz [%]	Anteil an der Regenerativstromerzeugung [%]
2008					
Photovoltaik	396	7,6	6,5	0,4	5,1
Windenergie	7	6,4	12,3	0,8	9,6
Biomasse	1	0,7	4,9	0,3	3,8
Biomasse MHKW	1		100,0	6,7	78,1
Deponie-/Klärgas	1	0,9	4,4	0,3	3,4
Geothermie	-	-	-	-	0,0
Wasserkraft	-	-	-	-	0,0
Summe	406	15,6	128,1	8,5	100,0

Umweltamt, Thomas Pense

3

7. Juni 2011

PV auf Dachflächen in Mainz

Basis: Mainzer Solardachkataster

(erstellt vom Steinbeis Transferzentrum für Geoinformation und Landmanagement)

Annahmen Steinbeis-Transferzentrum

- Anlagenutzungsgrad (Performance Ratio): 0,75
- Wirkungsgrad kristalliner Module: 15 %
- Wirkungsgrad Dünnschichtmodule: 9 %
- Flächenbedarf kristalliner Module: 7,7 m²/kW_{pe}
- Flächenbedarf Dünnschichtmodule: 10,8 m²/kW_{pe}

Einteilung

- Sehr gut geeignet: Solare Einstrahlung größer gleich 1.075 kWh/m²*a
- Gut geeignet: Solare Einstrahlung zwischen 975 und 1.075 kWh/m²*a
- Bedingt geeignet: Solare Einstrahlung zwischen 900 und 975 kWh/m²*a

Ergebnis

4,4 Mio. m² Dachfläche

Sehr gut (10 %), gut (78 %), bedingt (12 %)

Umweltamt, Thomas Pense

4

7. Juni 2011



Koordinateneingabe

Umweltamt, Thomas Pensel

5

7. Juni 2011

PV auf Dachflächen in Mainz

	Anteil an Dachfläche [%]	Dachfläche [m²]	Installierbare Leistung [kWp]	Potentieller Jahresertrag [kWh/a]
Kategorie sehr gut geeignet	10	415.800	51.000	47.300.000
Kategorie gut geeignet	78	3.243.240	397.000	344.100.000
Kategorie bedingt geeignet	12	498.960	61.000	49.100.000
Summe/Mittelwert	100	4.158.000	509.000	440.500.000

Ergebnis:

Technisches Potential: 440 Mio. kWh_{el}/a, ca. 30 % Anteil am Stromverbrauch Mainz

Abschätzung PV-Dachanlagen in Mainz bis 2020 nach:

Ausbauprognose der Agentur für Erneuerbare Energien und BVEE 2009

Leistungszubau PV-Anlagen in Mainz seit 2006 (24 % pro Jahr)

2020: 55-100 MW_{p,el} Leistung, 58-90 Mio. kWh_{el}/a, 4-6 % Anteil am Stromverbrauch

Umweltamt, Thomas Pensel

6

7. Juni 2011

PV auf Freiflächen in Mainz

Erstellung eines PV-Freiflächenkatasters

Anforderungen an die Flächen:

- Die Anforderungen nach EEG 2009 § 32 Abs. 3 sind erfüllt.
- Die Größe der Fläche beträgt mindestens 5 Hektar. Nur für Brach-/Konversions- und Altlastenflächen mit besonderer Eignung werden auch kleinere Flächen untersucht.
- Die Flächen haben eine Neigung von maximal 10 °.
- Berücksichtigung von Natur- und Landschaftsschutzbelangen
- Priorisierung der Flächen nach Kriterien wie Flächengröße, Exposition / Hangneigung, Vorbelastung der Fläche, Zugänglichkeit / Anbindung, Lage der Eignungsfläche in Schutzgebieten (Naturschutz, Wasserschutz, Überschwemmungsgebiete, Ausgleichs- und Kompensationsflächen)

Umweltamt, Thomas PenseL

7

7. Juni 2011

PV auf Freiflächen in Mainz

Auswertungsmatrix

Punktezahl 0:
Referenzfläche, $\triangleq$ 100
Punkte

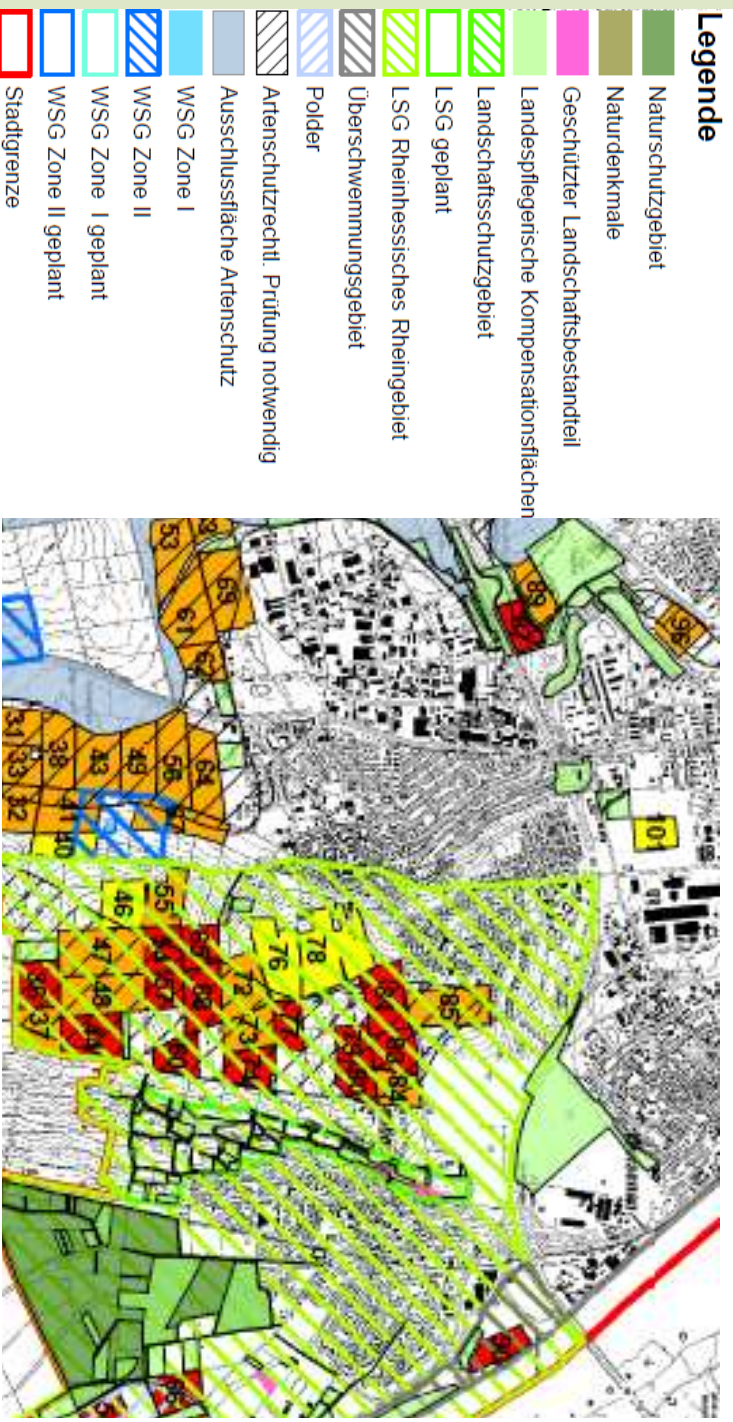
Überschreitung – Pluspunkte
Unterschreitung – Minuspkte.
Lage in Schutzgebieten
– Minuspkte.

Kategorie 1: ≥ 100 Punkte
Kategorie 2: ≤ 100 Punkte
Kategorie 3: < 70 Punkte

Umweltamt, Thomas PenseL

Bewertungskriterium		Punktzahl	Fläche 1 Wert Punkte	Fläche 2 Wert Punkte
Flächengröße [ha]	<3 ha	-20	0	0
	3-5 ha	-10	0	0
	5 - 8 ha	0	0	0
	8-11 ha	+10	8,8	+10
	> 11 ha	+20	0	0
	kleiner -5°	-20	0	0
	-5° bis -1°	-10	0	0
	-1° bis 1°	0	0	1
	1° bis 5°	+10	1,5	10
	größer 5°	20	0	0
Vorbelastung der Fläche	Konversionsfläche	+20	0	0
	Altlasten/Altanlageung	+20	0	0
	hoher Versiegelungsgrad	+20	0	0
Exposition Hangneigung [°]	Anbindung an Kreis-, Land- oder Bundesstraße > 250 m	-10	0	0
	Anbindung an Kreis-, Land- oder Bundesstraße bis 250 m	0	200	94
Zugänglichkeit/ Anbindung	LSG	-20	0	0
	Biotopekartierte Flächen	-20	0	0
	Lebensraum Feldhamster	-20	x	-20
	Naturspik (außenhalb Kernzone)	-10	0	0
	IBA's/Vogelschutz (nicht FFH)	-10	0	0
	kein SG betroffen	0	0	0
Naturschutz	kein WSG, keine Ausgleichs- Komp. Fläche	0	x	0
	Pöcker/Überschwemmungsgebiet	-20	0	0
	WSG II	-10	0	0
Sonstiges	Ausgleichs-/ Kompensationsflächen	-10	0	0
	ERGEBNIS		100	90

PV auf Freiflächen in Mainz



Umweltamt, Thomas Pensel

9

7. Juni 2011

PV auf Freiflächen in Mainz

Ergebnis:

Technisches Potential: 103 Potentiaalflächen, 290-320 MW_{el} Leistung, Stromerzeugung 290-320 Mio. kWh_{el}/a, ca. 21 % des Stromverbrauchs

Top-5-Standorte:

15 MW_{el} Leistung, Stromerzeugung 15 Mio. kWh_{el}/a, ca. 1 % des Stromverbrauchs

- Ackerflächen sind nach dem EEG nicht mehr vergütungsfähig
- Konversionsflächen und Flächen an Autobahnen + Bahnstrecken
- Wirtschaftlichkeit ohne EEG-Vergütung - Direktvermarktung

Umweltamt, Thomas Pensel

10

7. Juni 2011

Windenergie in Mainz



Landeshauptstadt
Mainz

Basis:

Restriktionskarte (01.03.2010)

Noch ohne Zug- und
Rastvogelkartierung

Windkraftanlage mit

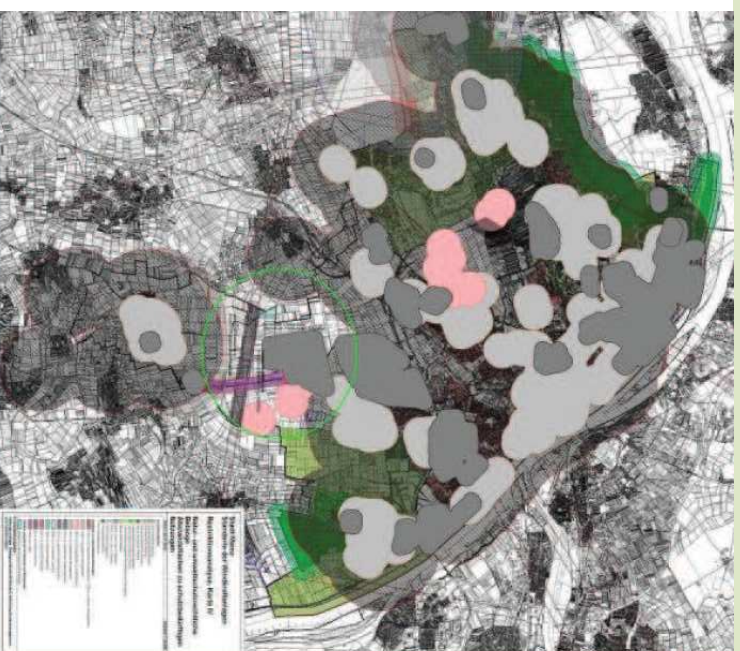
3 MW_{el} Leistung

135 m Nabenhöhe

Gedrängte Aufstellung:

5xd (Hauptwindrichtung)

3xd (Nebenwindrichtung)



Umweltamt, Thomas Pensel

11

7. Juni 2011

Windenergie in Mainz theoretisches Potenzial



Landeshauptstadt
Mainz

Ergebnis:

27 neue Windkraftanlagen

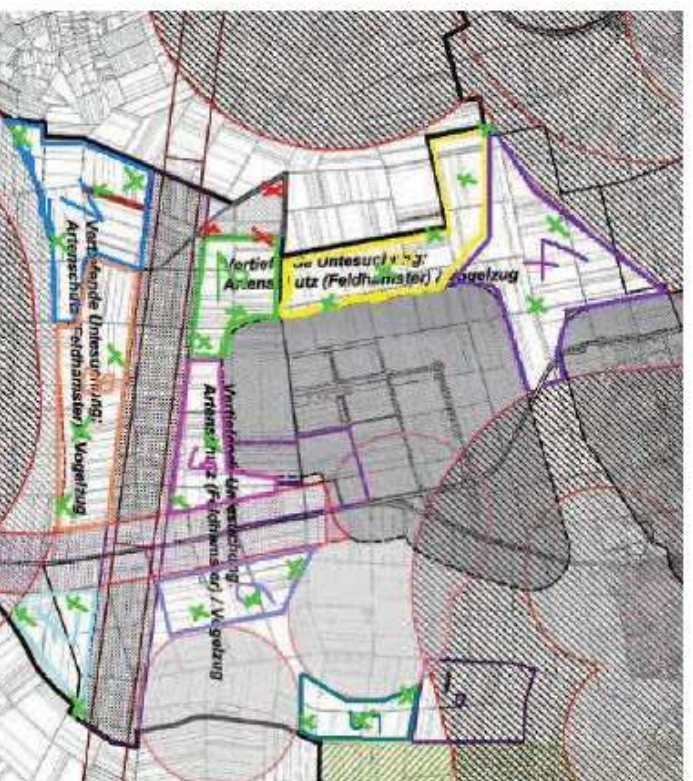
Leistung: 81 MW_{el}

Jahresstromerzeugung:

165-175 Mio. kWh_{el}/a

11 % des Stromverbrauchs
der Stadt Mainz

Kein Repowering am
gleichen Standort möglich



Umweltamt, Thomas Pensel

12

7. Juni 2011

Windenergie in Mainz FNP-Entwurf Feb. 2011

Ergebnis:

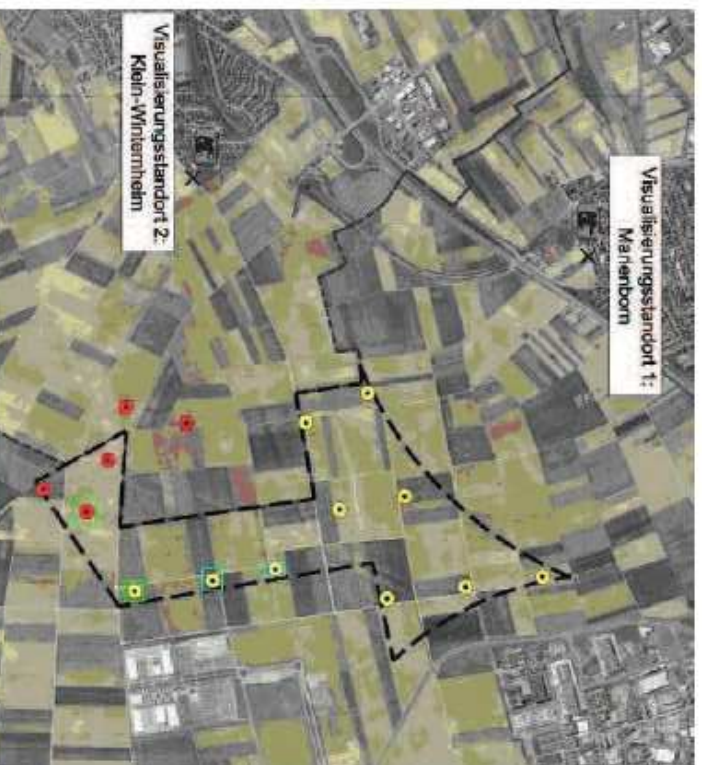
Inkl. Zug- und
Rastvogelkartierung
10 neue Windkraftanlagen

Leistung: 34 MW_{el}

Jahresstromerzeugung:

71 Mio. kWh_{el}/a (nach TSB)

5 % des Stromverbrauchs
der Stadt Mainz



Umweltamt, Thomas Pensel

13

7. Juni 2011

Bioenergie in Mainz

Als Quellen der Stromerzeugung aus Biomasse sind in Mainz relevant:

- Errichtung von Biogasanlagen, betrieben mit Bioabfall, grasartigem Grünschnitt und angebauten, nachwachsenden Rohstoffen
- Errichtung von Holzheizkraftwerken
- Verstromung von Klär- und Deponiegas mit Blockheizkraftwerken
- Biogener Anteil des Abfalls im Müllheizkraftwerk (MHKW) Mainz

Aufgabe:

Auswertung der Studien des Ifas (Biomasse-Masterplan)

Abschätzung der Potentiale in den Nachbarlandkreisen

Umweltamt, Thomas Pensel

14

7. Juni 2011

Bioenergie in Mainz Potenziale

Feste Biomasse (Abschätzung mit Kennwerten des Deutsche BiomasseForschungszentrum gGmbH)

1 Biomasseheizwerk mit ca. 18 MW Feuerungsleistung

Gesamtwirkungsgrad Wärme- und Stromerzeugung: 80 %.

elektrischen Brutto-Wirkungsgrad von 10-15 % (Leistung: 1,8-2,7 MW_{el})

4.000 Vollbenutzungsstunden

7 bis 11 Mio. kWh_{el}/a, 0,5-0,7 % des Stromverbrauchs der Stadt Mainz

Organische Biomasse (Abschätzung mit Kennwerten der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V.)

4 Biogasanlagen à 500 kW_{el}

7.500 - 8.000 Vollbenutzungsstunden

36 % elektrischer Wirkungsgrad

16,5 Mio. kWh_{el}/a, 1,1 % des Stromverbrauchs der Stadt Mainz

Nachbarlandkreise haben Potentiale (ca. 85 Mio. kWh_{el}/a), aber auch eigene Klimaschutzziele

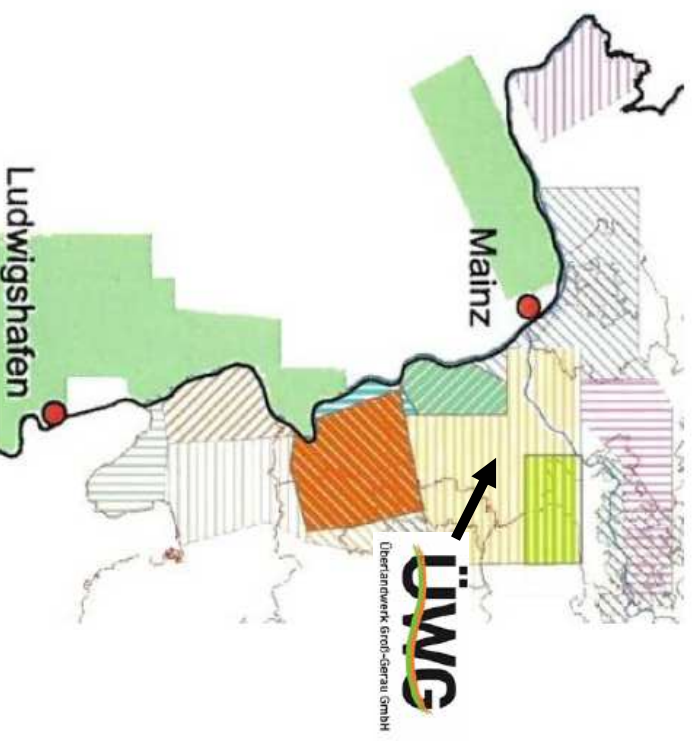
Umweltamt, Thomas Pensel

15

7. Juni 2011

Geothermie in Mainz

Erlaubnisfelder in der Region



Für die TSB / IGEM ist es nicht möglich, eine Abschätzung für die zeitliche und räumliche Entwicklung der Nutzung von Tiefengeothermie aufzuzeigen

Umweltamt, Thomas Pensel

16

7. Juni 2011

Geothermienutzung Beispiel Landau

Wärmequelle Thermalwasser	Kraftwerk
Thermalwassertemperatur Förderung	150 °C
Schüttung	70 l/s
Dichte Thermalwasser	1,061 kg/l
spez. Wärmekapazität	3,8 kJ/(kgK)
Thermalwassertemperatur nach Kraftwerk	70 °C
Wärmeleistung	23 MW _{th,geo}
Jahresgewärmemenge	41.400 MWh _{th,geo} /a
ORC-Prozess	
elektrischer Anlagen-Wirkungsgrad	11,7 %
elektrische Leistung	3,0 MW _{el}
Vollbenutzungsstunden	7.000 h/a
elektrische Jahresarbeit	21.000 MWh _{el} /a



~ 1,4 % des
Stromverbrauchs MZ

Thermalwasser Restwärme	
Thermalwassertemperatur nach Kraftwerk	70 °C
Thermalwassertemperatur nach Heizwerk	50 °C
Wärmeleistung Restwärme	6,0 MW _{th}
Vollbenutzungsstunden	1.800 h/a
Jahreswärmemenge Restwärme	10.800 MWh _{th} /a



Restwärmennutzung
70 °C!

Umweltamt, Thomas Pensel

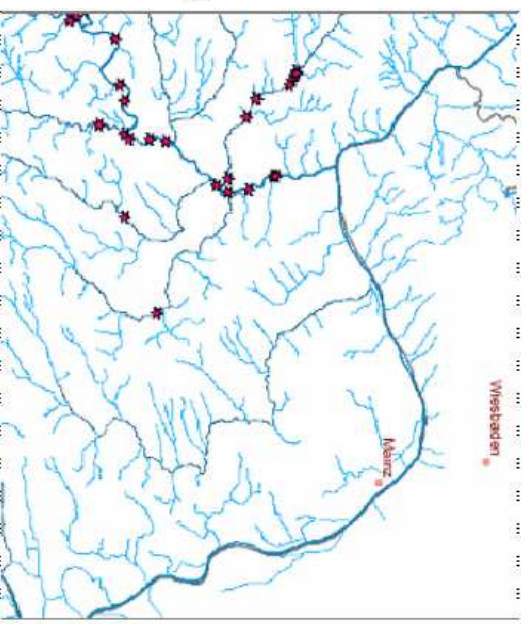
17

7. Juni 2011

Wasserkraft in Mainz

Potenziale -> Beispiele

- Laufwasserkraftwerke:
Bsp. Kraftwerk Kostheim / Main –
~1,3 % Stromverbrauchsdeckung
- Kleinkraftwerke / Nahe –
Reaktivierung und Modernisierung
0,00125 % Stromverbrauchsdeckung
- Strömungsturbinen im Rhein
10 * 1,5m Rotordurchmesser
100 kW_{el} * 7.500 h/a – 0,0005 %
- Option Wasserkraft:
Zukauf von Wasserkraft aus Großanlagen zur Änderung des
Strommix im lokalen Netz



Umweltamt, Thomas Pensel

18

7. Juni 2011

Regenerativstrom – Ausbauszenarien

Technisches Potential:

- 915 MW_{el} Leistung
- 960 Mio. kWh_{el}/a
- 64 % Anteil am Stromverbrauch der Stadt Mainz

Ausbauszenarien:

- Trendszenario
- 20 % Zielerreichungsszenario
- 30 % Zielerreichungsszenarien mit 5 verschiedenen Schwerpunkten

Umweltamt, Thomas Pensel

19

7. Juni 2011

Trendszenario

Energiequelle	Installierte Leistung [MW _{pel}]	Jahresstrom- erzeugung [Mio. kWh _{el}]	Anteil am Stromverbrauch der Stadt Mainz [%]	Anteile an der Regenerativ- stromerzeugung [%]
Photovoltaik	69,3	71,0	4,7	26,4
Windenergie	40,4	83,7	5,6	31,1
Biomasse	1,4	10,1	0,7	3,8
MHKW (biogener Anteil)		100,0	6,7	37,1
Deponie-/Klär gas	0,9	4,4	0,3	1,6
Geothermie	-	-	-	0,0
Wasserkraft	-	-	-	0,0
Summe	112,0	269,2	17,9	100,0

Umweltamt, Thomas Pensel

20

7. Juni 2011

30%-Szenario Schwerpunkt: Wind

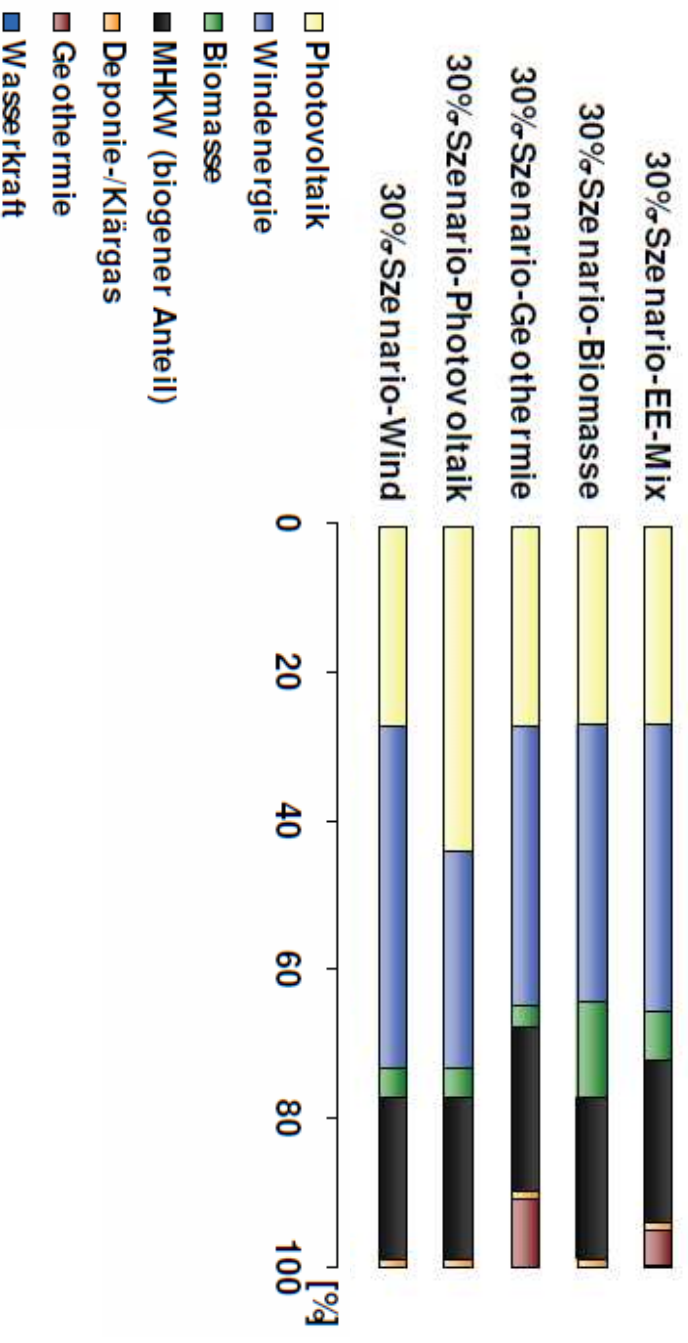
Energiequelle	Installierte Leistung [MW _{pe}]	Jahresstrom- erzeugung [Mio. kWh _{el}]	Anteil am Stromverbrauch der Stadt Mainz [%]	Anteile an der Regenerativstrom- erzeugung [%]
Photovoltaik	118,2	121,3	8,1	26,7
Windenergie	96,4	210,3	14,0	46,4
Biomasse	1,4	17,6	1,2	3,9
MHKW (biogener Anteil)		100,0	6,7	22,0
Deponie-/Klärgas	0,9	4,4	0,3	1,0
Geothermie	-	-	-	0,0
Wasserkraft	-	-	-	0,0
Summe	216,9	453,5	30,2	100,0

Umweltamt, Thomas Pensel

21

7. Juni 2011

Vergleich 30 %-Szenarien

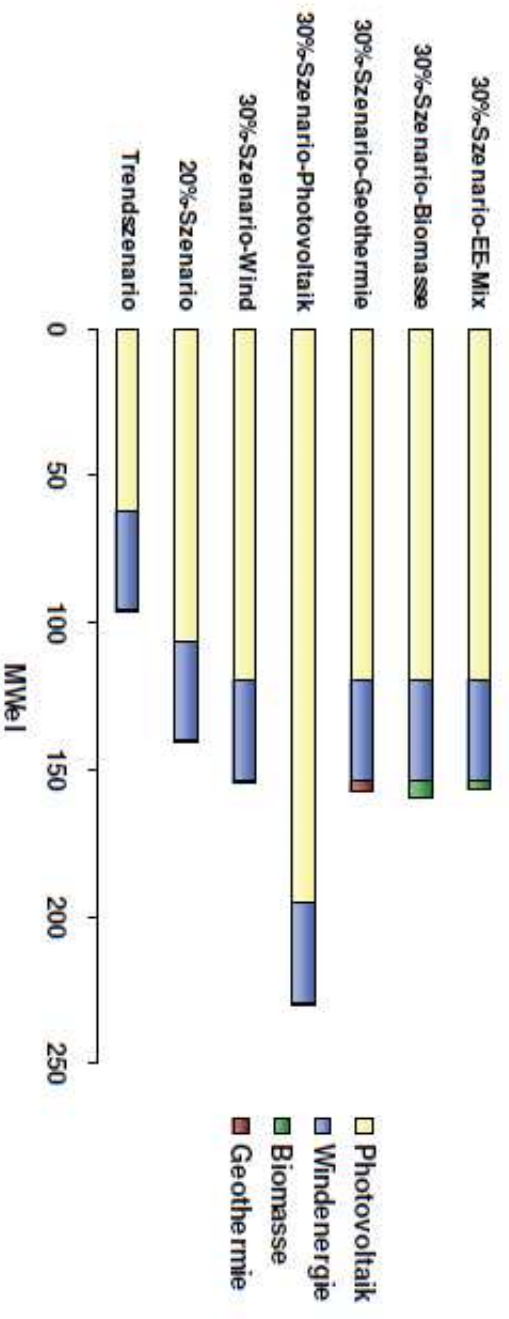


Umweltamt, Thomas Pensel

22

7. Juni 2011

Erforderlicher Leistungszubau bis 2020



Umweltamt, Thomas Pensel

23

7. Juni 2011

Fazit

- Teilziel 20 % Regenerativstromanteil des Stromverbrauchs in Mainz ist mit Anlagen im Stadtgebiet Mainz erreichbar
- Wichtigste Quellen: Windenergie, Photovoltaik, MHKW
- 30 % Regenerativstromanteil ist mit Anlagen im Stadtgebiet Mainz nicht ohne starke Einschränkungen anderer Flächennutzungen (Naherholung, Natur- und Landschaftsschutz, ...) erreichbar
- 30 % Ziel durch Beteiligung an anderen regionalen Projekten erreichbar? (politische Fragestellung – Festlegung Bilanzgrenze)
- Strom einsparung begünstigt Anteile EE an Stromversorgung

Eine Studie der:



In Zusammenarbeit mit:



Umweltamt, Thomas Pensel

24

7. Juni 2011