

*****	*****
***	*****
**	*****
*	*****

***	*****
***	*****
**	*****
*****	*****
*	*****
***	*****
**	*****

1 Einleitung und Hintergrund – Der Innovationspark Erneuerbare Energien Jüchen als zukunftsweisendes Projekt im Rheinischen Strukturwandel

1.1 Rahmenbedingungen im Rheinischen Revier

Die Rheinische Revierregion ist ein zentraler Wirtschaftsraum in Nordrhein-Westfalen, der durch eine hohe Bevölkerungsdichte und eine starke industrielle Basis gekennzeichnet ist. In den letzten Jahren hat sich die Struktur der Wirtschaft in diesem Raum grundlegend verändert. Die traditionelle Industrie, insbesondere die Stahl- und Automobilindustrie, verliert an Bedeutung, während neue Wirtschaftszweige wie die IT-Industrie, die Kreativwirtschaft und die Dienstleistungsbranche an Dynamik gewinnen. Diese Veränderungen sind mit erheblichen Herausforderungen verbunden, darunter die Umstrukturierung von Arbeitsplätzen, die Qualifizierung der Arbeitskräfte und die Revitalisierung von Industriegebieten. Die Region steht somit vor der Aufgabe, sich als attraktives Standort für innovative Unternehmen zu etablieren und gleichzeitig die soziale Stabilität zu gewährleisten.

Die Entwicklung des Rheinischen Reviers ist eng mit den politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen verbunden. Die Förderung von Innovationen und die Schaffung von Arbeitsplätzen sind zentrale Ziele der regionalen Entwicklungsstrategien. Die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren der Region, einschließlich der Politik, der Wirtschaft und der Zivilgesellschaft, ist entscheidend für den Erfolg dieser Vorhaben.

Die folgenden Abschnitte beschreiben die spezifischen Rahmenbedingungen im Rheinischen Revier.

Die Region ist durch eine hohe Bevölkerungsdichte und eine starke industrielle Basis gekennzeichnet. In den letzten Jahren hat sich die Struktur der Wirtschaft in diesem Raum grundlegend verändert. Die traditionelle Industrie, insbesondere die Stahl- und Automobilindustrie, verliert an Bedeutung, während neue Wirtschaftszweige wie die IT-Industrie, die Kreativwirtschaft und die Dienstleistungsbranche an Dynamik gewinnen. Diese Veränderungen sind mit erheblichen Herausforderungen verbunden, darunter die Umstrukturierung von Arbeitsplätzen, die Qualifizierung der Arbeitskräfte und die Revitalisierung von Industriegebieten. Die Region steht somit vor der Aufgabe, sich als attraktives Standort für innovative Unternehmen zu etablieren und gleichzeitig die soziale Stabilität zu gewährleisten.

Die Rheinische Revierregion ist ein zentraler Wirtschaftsraum in Nordrhein-Westfalen, der durch eine hohe Bevölkerungsdichte und eine starke industrielle Basis gekennzeichnet ist. In den letzten Jahren hat sich die Struktur der Wirtschaft in diesem Raum grundlegend verändert. Die traditionelle Industrie, insbesondere die Stahl- und Automobilindustrie, verliert an Bedeutung, während neue Wirtschaftszweige wie die IT-Industrie, die Kreativwirtschaft und die Dienstleistungsbranche an Dynamik gewinnen. Diese Veränderungen sind mit erheblichen Herausforderungen verbunden, darunter die Umstrukturierung von Arbeitsplätzen, die Qualifizierung der Arbeitskräfte und die Revitalisierung von Industriegebieten. Die Region steht somit vor der Aufgabe, sich als attraktives Standort für innovative Unternehmen zu etablieren und gleichzeitig die soziale Stabilität zu gewährleisten.

Die Entwicklung des Rheinischen Reviers ist eng mit den politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen verbunden. Die Förderung von Innovationen und die Schaffung von Arbeitsplätzen sind zentrale Ziele der regionalen Entwicklungsstrategien. Die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren der Region, einschließlich der Politik, der Wirtschaft und der Zivilgesellschaft, ist entscheidend für den Erfolg dieser Vorhaben.

Die folgenden Abschnitte beschreiben die spezifischen Rahmenbedingungen im Rheinischen Revier.

- ***

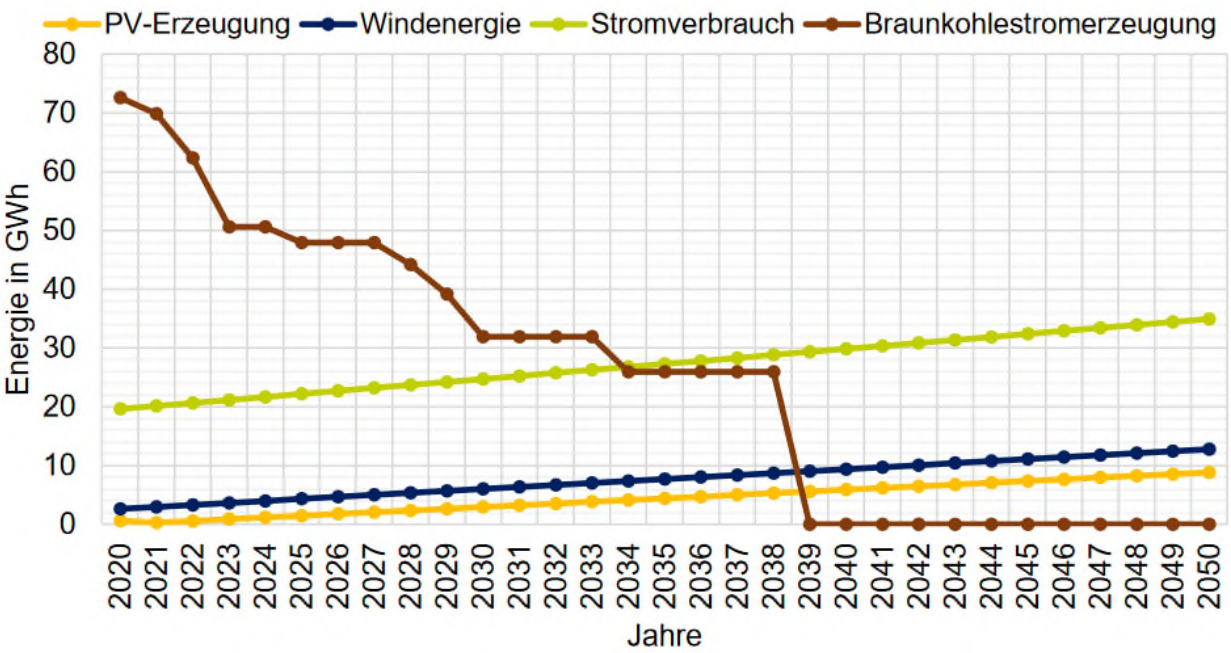


Abbildung 1 Stromerzeugung und -bedarf im RR im Jahresverlauf ***

1.2 Einordnung des Projekts „Innovationspark Erneuerbare Energien Jüchen“

Das Projekt „Innovationspark Erneuerbare Energien Jüchen“ ist ein zentraler Bestandteil der Energie- und Wirtschaftspolitik der Bundesregierung. Es zielt darauf ab, die Entwicklung und den Einsatz erneuerbarer Energien zu fördern und die Energieversorgung zu diversifizieren. Durch die Schaffung von Arbeitsplätzen und die Förderung von Innovationen soll die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft gestärkt werden. Das Projekt ist ein Beispiel für die erfolgreiche Umsetzung von Energieerneuerung und Innovationen in der Praxis.

Das Projekt „Innovationspark Erneuerbare Energien Jüchen“ ist ein zentraler Bestandteil der Energie- und Wirtschaftspolitik der Bundesregierung. Es zielt darauf ab, die Entwicklung und den Einsatz erneuerbarer Energien zu fördern und die Energieversorgung zu diversifizieren. Durch die Schaffung von Arbeitsplätzen und die Förderung von Innovationen soll die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft gestärkt werden. Das Projekt ist ein Beispiel für die erfolgreiche Umsetzung von Energieerneuerung und Innovationen in der Praxis.

Das Projekt „Innovationspark Erneuerbare Energien Jüchen“ ist ein zentraler Bestandteil der Energie- und Wirtschaftspolitik der Bundesregierung. Es zielt darauf ab, die Entwicklung und den Einsatz erneuerbarer Energien zu fördern und die Energieversorgung zu diversifizieren. Durch die Schaffung von Arbeitsplätzen und die Förderung von Innovationen soll die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft gestärkt werden. Das Projekt ist ein Beispiel für die erfolgreiche Umsetzung von Energieerneuerung und Innovationen in der Praxis.

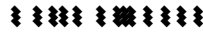
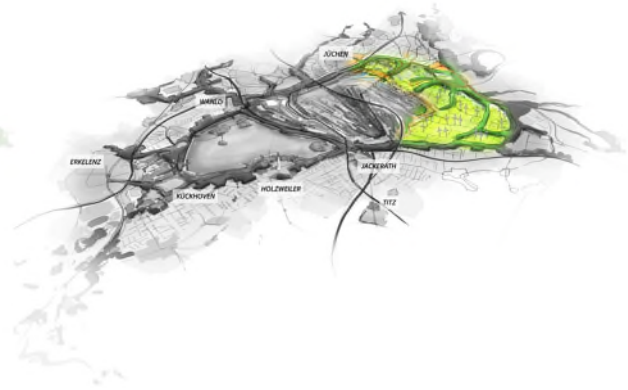


Abbildung 2: „Drehbuch zur Tagebaufolge(n)landschaft Garzweiler“ 2016

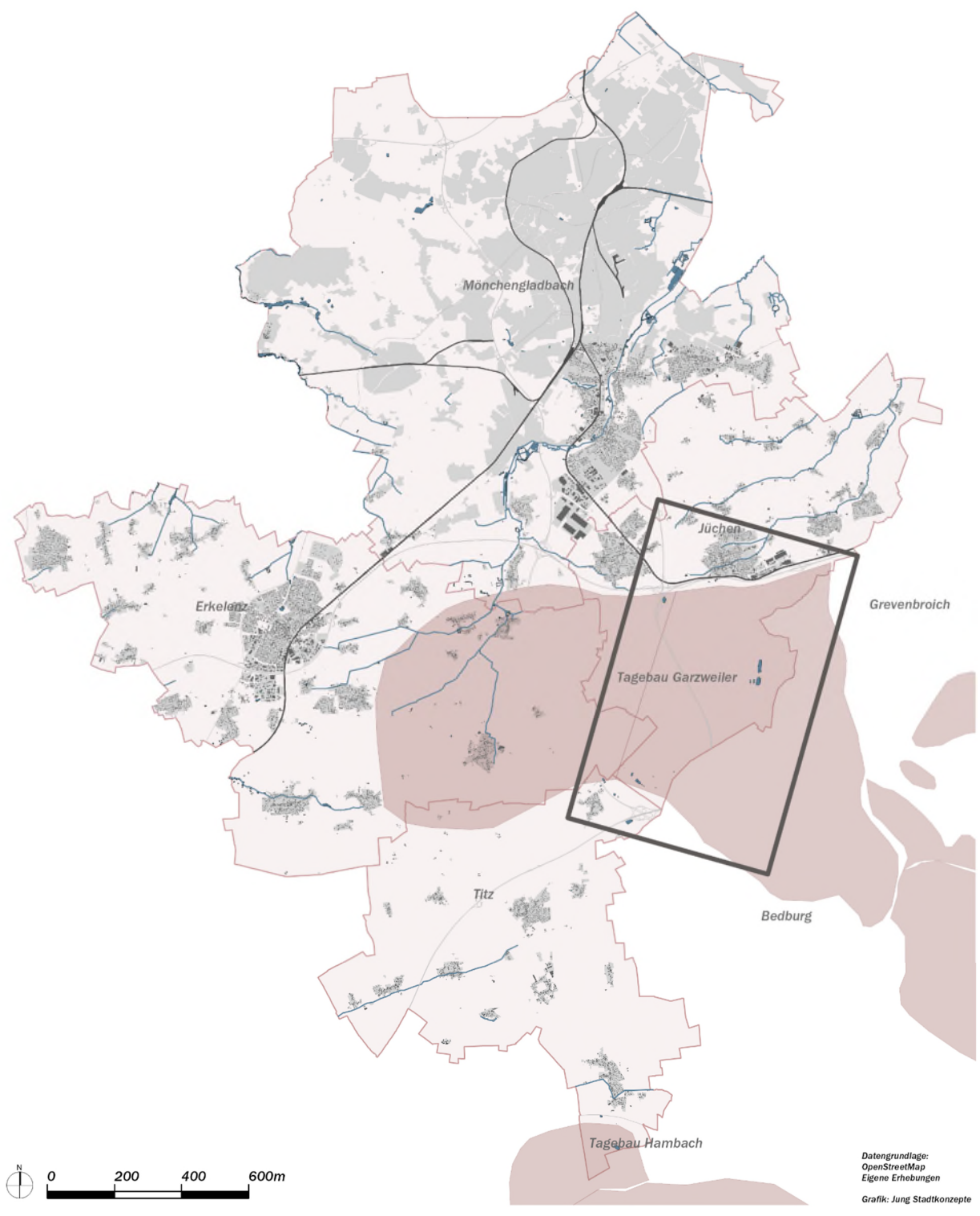


Abbildung 4: Räumliche Einordnung des Projektgebietes [4] [5]

... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

4 Analyse des Projektgebietes

#####



Abbildung 6: Luftaufnahme des Projektgebietes

4.1 Räumliche Analyse

#####

4.1.1 Bestand und Planung

#####

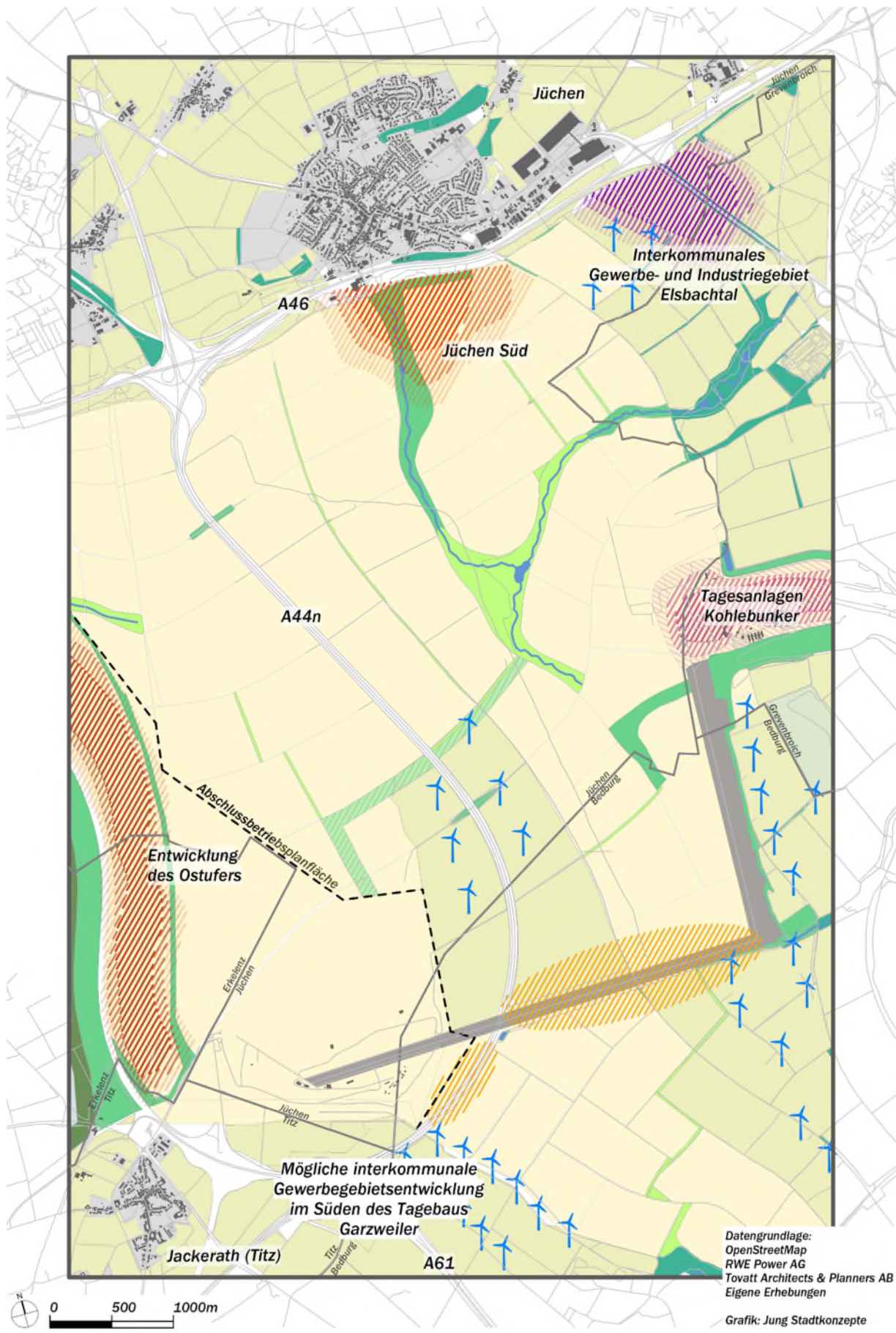


Abbildung 7: Projektgebiet mit vorhandenen und geplanten zukünftigen Nutzungsbelegungen [12]–[18]

Legende

-- Abschlussbetriebsplanfläche
Die Fläche westlich der Abschlussbetriebsplanfläche ist noch nicht genehmigt worden.
Abstimmung zur Leitentscheidung muss berücksichtigt werden.

vorhandene Flächen

- Landwirtschaftliche Fläche
- Waldfläche
- Siedlungsfläche
- vorhandene Windanlage

Rekultivierung

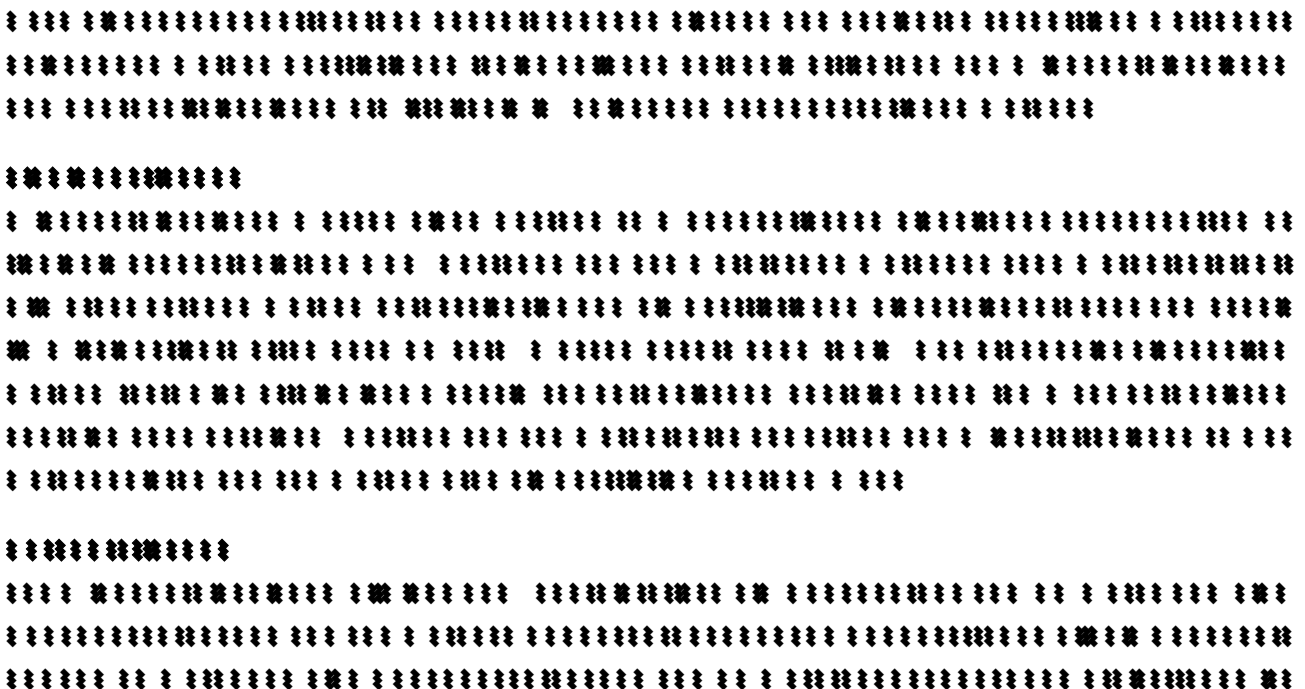
- Landwirtschaftliche Wiedernutzbarmachung
- Forstliche Wiedernutzbarmachung
- Landschaftsgestaltende Anlage
- Ausgleichsfläche A44n
- Seeböschung
- Tagebausee
- Bandtrasse Tagebau Garzweiler

Vision

- Geplante Siedlungserweiterung
- Entwicklung des Ostufers (mögliche Siedlungsentwicklung/touristische Entwicklung)
- Tagesanlagen/Kohlebunker
- Geplante interkommunale Gewerbegebietentwicklung
- Flächen für Photovoltaikanlagen

Legende zu Abbildung 7: Projektgebiet mit vorhandenen und geplanten zukünftigen Nutzungsbelegungen

4.1.2 Restriktionen



... ..
... ..
... ..
... ..

... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..

... .. [1]
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..

... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..
... ..

... ..

... ..
... ..
... ..
... ..

... ..

... ..

§ 1. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 2. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 3. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 4. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 5. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 6. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 7. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 8. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 9. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 10. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 11. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 12. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 13. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 14. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 15. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 16. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 17. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 18. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 19. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 20. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 21. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 22. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 23. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 24. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 25. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 26. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 27. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 28. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 29. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:

§ 30. Die folgenden Bestimmungen sind anzuwenden:



Abbildung 8: Blick in den Tagebau Garzweiler

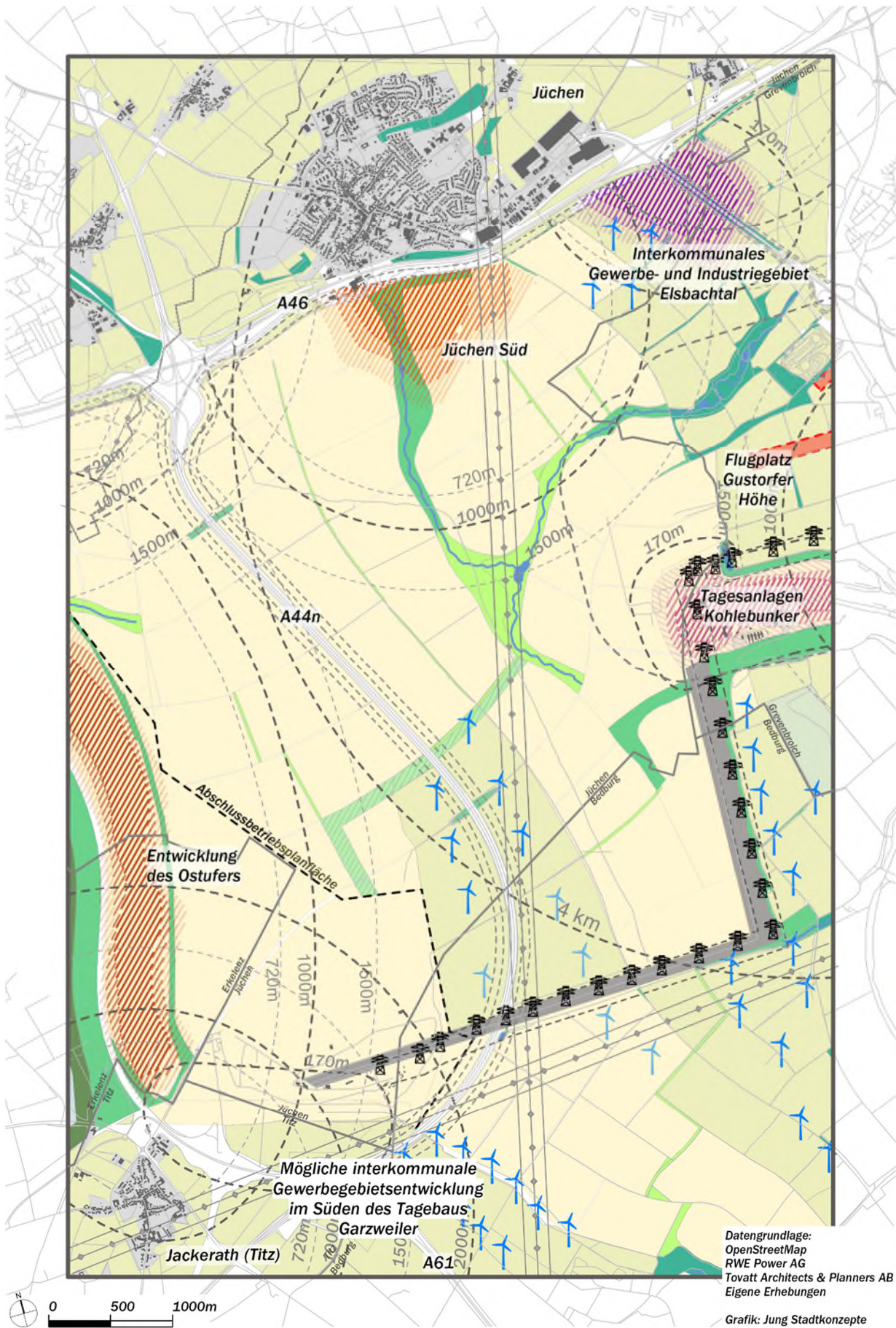


Abbildung 9: Restriktionen im Projektgebiet [12]–[18], [23], [25], [30], [31]

Legende

-- Abschlussbetriebsplanfläche
Die Fläche westlich der Abschlussbetriebsplanfläche ist noch nicht genehmigt worden.
Abstimmung zur Leitentscheidung muss berücksichtigt werden.

vorhandene Flächen

- Landwirtschaftliche Fläche
- Waldfläche
- Siedlungsfläche

Rekultivierung

- Landwirtschaftliche Wiedernutzbarmachung
- Forstliche Wiedernutzbarmachung
- Landschaftsgestaltende Anlage
- Ausgleichsfläche A44n
- Seeböschung
- Tagebausee
- Bandtrasse Tagebau Garzweiler

Vision

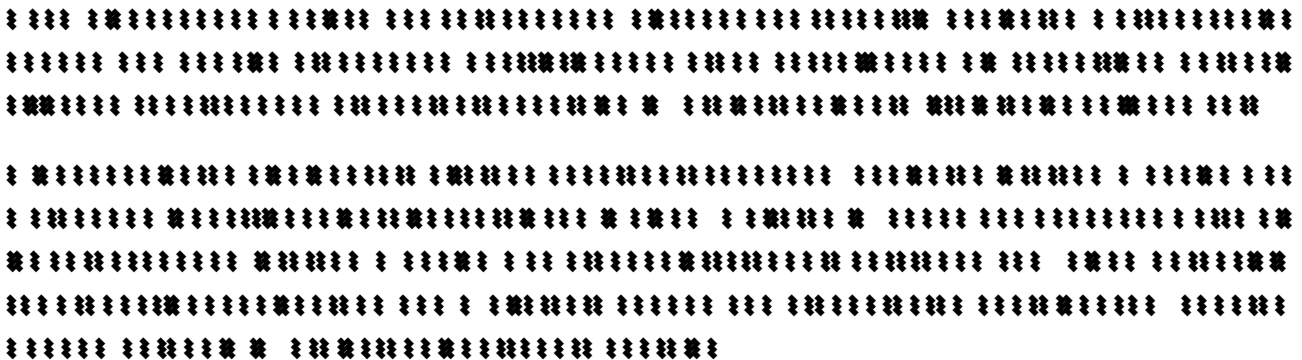
- Geplante Siedlungserweiterung
- Entwicklung des Ostufers (mögliche Siedlungsentwicklung/touristische Entwicklung)
- Tagesanlagen/Kohlebunker
- Geplante interkommunale Gewerbegebietentwicklung

Restriktionen

- vorhandene Windanlage
- geplante Windanlage
- vorhandener Strommast
- Hochspannungsleitung
- Wasserschutzzone
- Richtfunk
- Einzuhaltende Abstände/Prüfbereiche für Windanlagen zu baulichen Nutzungen

Legende zu Abbildung 9: Restriktionen im Projektgebiet

4.1.3 Potenziale



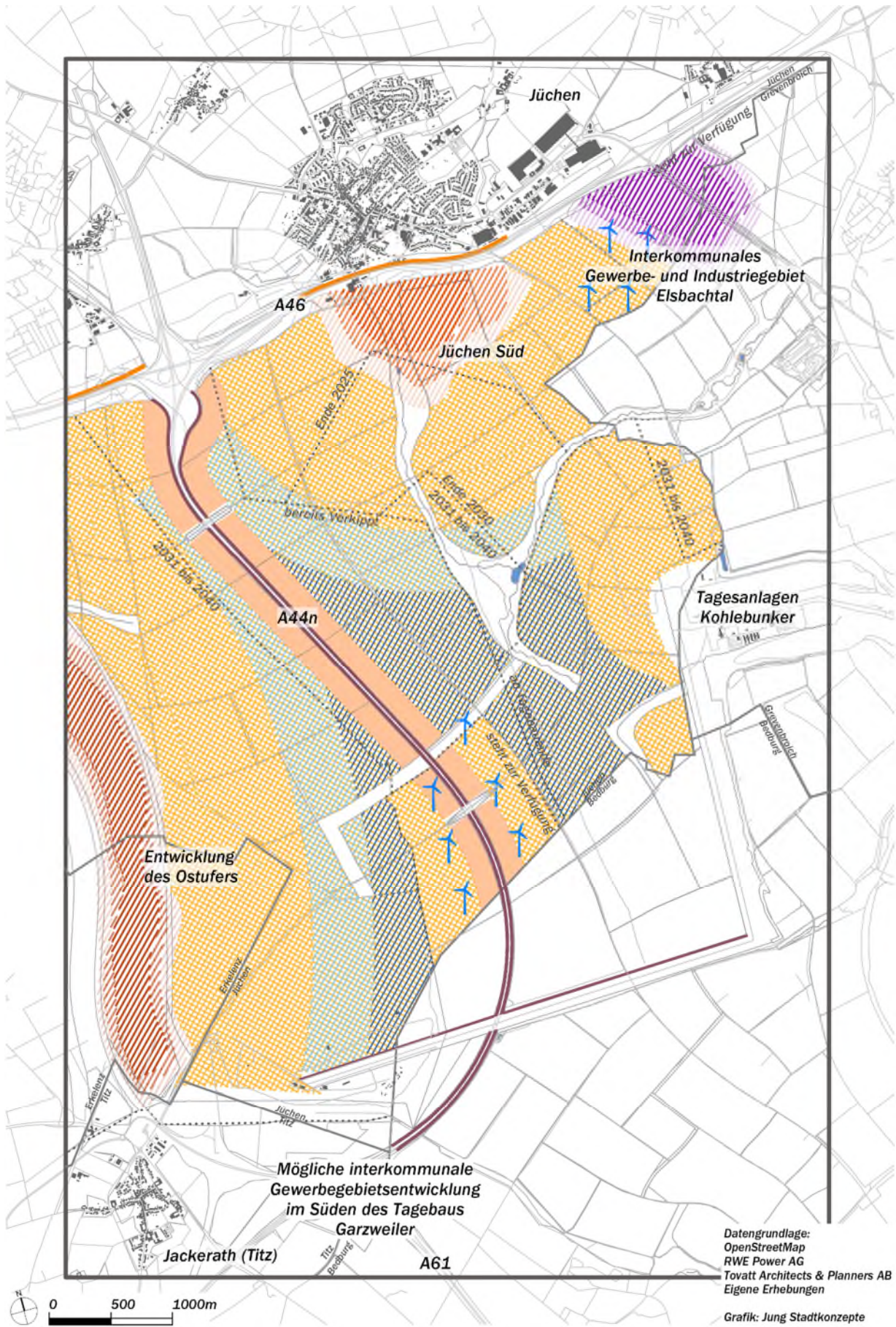












Abbildung 10: Potenzialflächen im Projektgebiet [12]–[14], [26], [30]

Legende

-  Geplante Siedlungserweiterung
(Potenzial für Wärme- und Stromabnahme)
-  Entwicklung des Ostufers
(Temporäres Potenzial für Photovoltaik an den Seeböschungen und Floating-Photovoltaik)
-  Geplante interkommunale Gewerbegebietentwicklung
(Potenzial auf Dachflächen)
-  Überlagerung:
Potenzialfläche für Windenergie und Potenzialfläche für Agri-Photovoltaik
(1000m Radius zu Siedlungen)
-  Überlagerung:
Potenzialfläche für Windenergie und Potenzialfläche für Agri-Photovoltaik
(1500m Radius zu Siedlungen)
-  Potenzialfläche für Agri-Photovoltaik
-  Potenzialfläche für Photovoltaik
(Autobahndamm, Bandtrasse, Lärmschutzwand)
-  Potenzialfläche für Agri-Photovoltaik im förderfähigen Randstreifen nach EEG
-  Potenzialfläche für Photovoltaik
(Lärmschutzwand)
-  Windenergieanlage

Legende zu Abbildung 10: Potenzialflächen im Projektgebiet

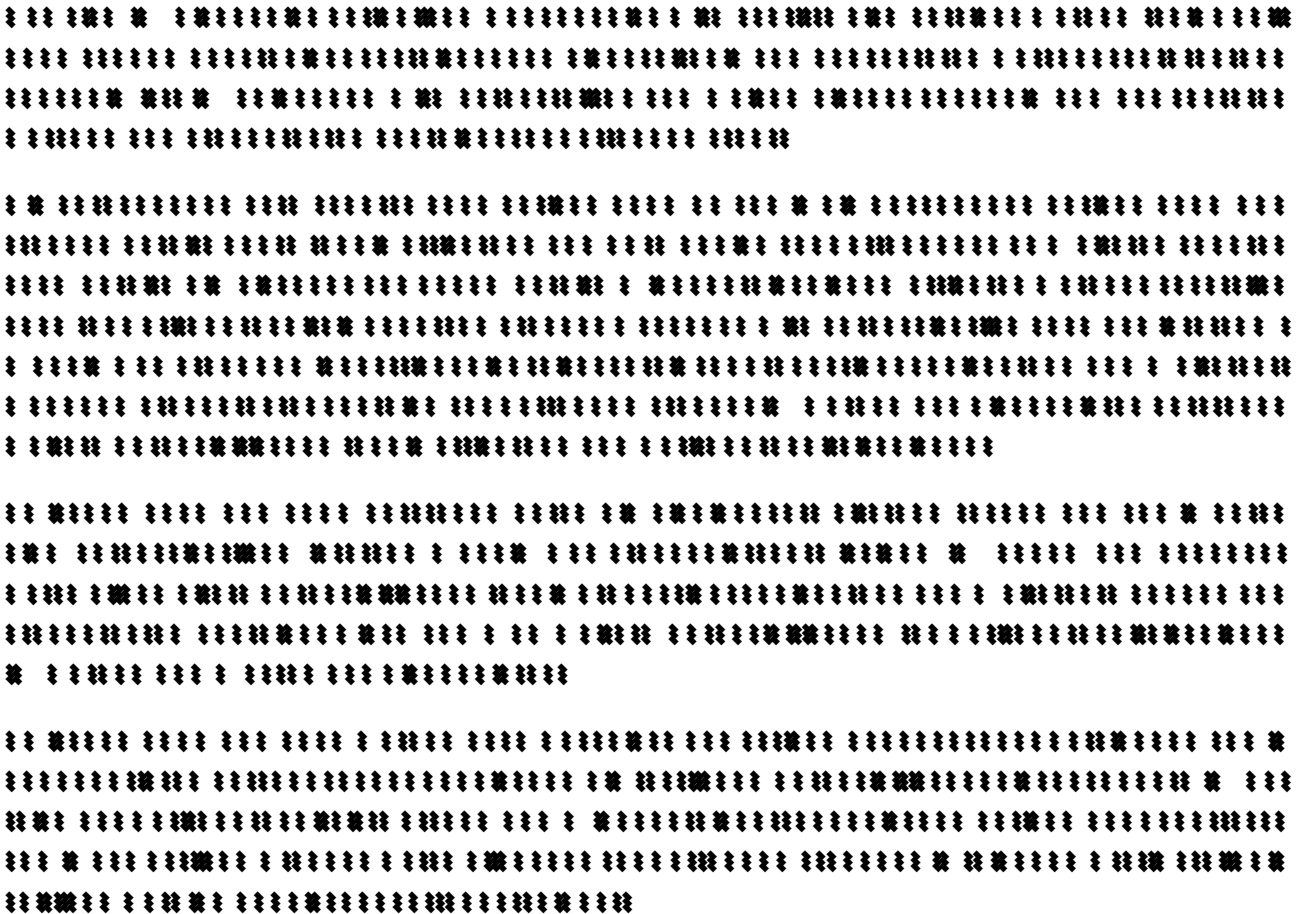













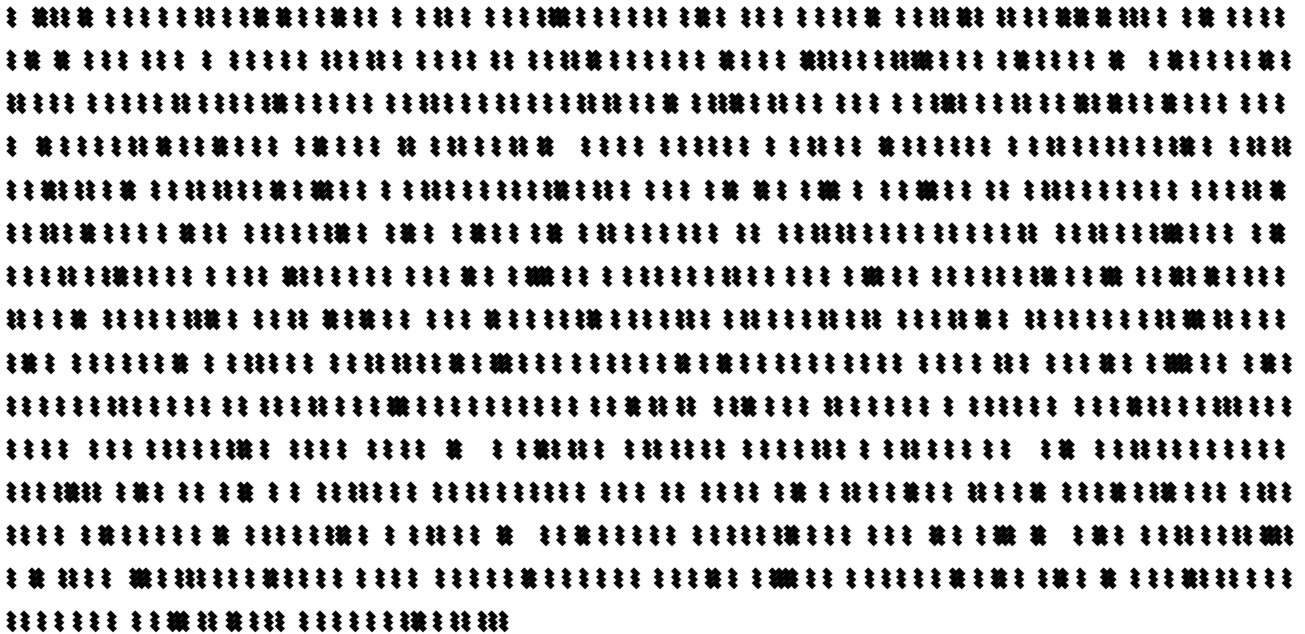
Abbildung 11: Darstellung der Flächenverfügbarkeit [12], [26], [30]

Legende

-  Geplante Siedlungserweiterung
(Potenzial für Wärme- und Stromabnahme)
-  Entwicklung des Ostufers
(Temporäres Potenzial für Photovoltaik an den Seeböschungen und Floating-Photovoltaik)
-  Geplante interkommunale Gewerbegebietentwicklung
(Potenzial auf Dachflächen)
-  Überlagerung:
Potenzialfläche für Windenergie und Potenzialfläche für Agri-Photovoltaik
-  Potenzialfläche für Agri-Photovoltaik
-  Potenzialfläche für Photovoltaik
(Autobahndamm, Bandtrasse, Lärmschutzwand)
-  Potenzialfläche für Agri-Photovoltaik im förderfähigen Randstreifen nach EEG
-  Potenzialfläche für Photovoltaik
(Lärmschutzwand)
-  Windenergieanlage

Legende zu Abbildung 11: Darstellung der Flächenverfügbarkeit

4.2 Szenarien



4.2.1 Wind-Szenario



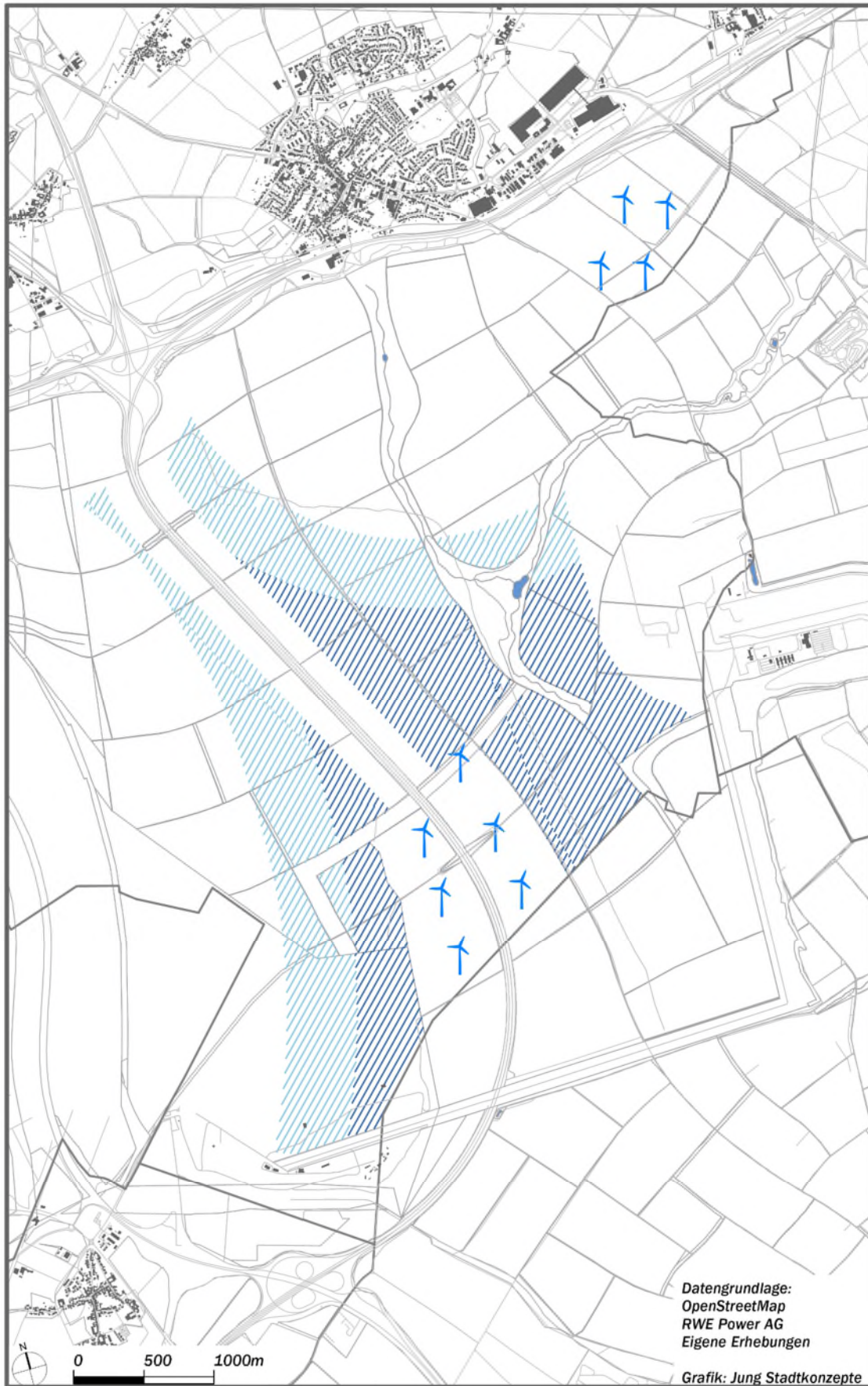


Abbildung 12: Wind-Szenario [12], [13], [30]

Legende

/// Potenzialfläche für Windenergie (1000m Radius zu Siedlungen)

/// Potenzialfläche für Windenergie (1500m Radius zu Siedlungen)

↑ Windenergieanlagen

Legende zu Abbildung 12: Wind-Szenario

4.2.2 EE-Mix Trend-Szenario

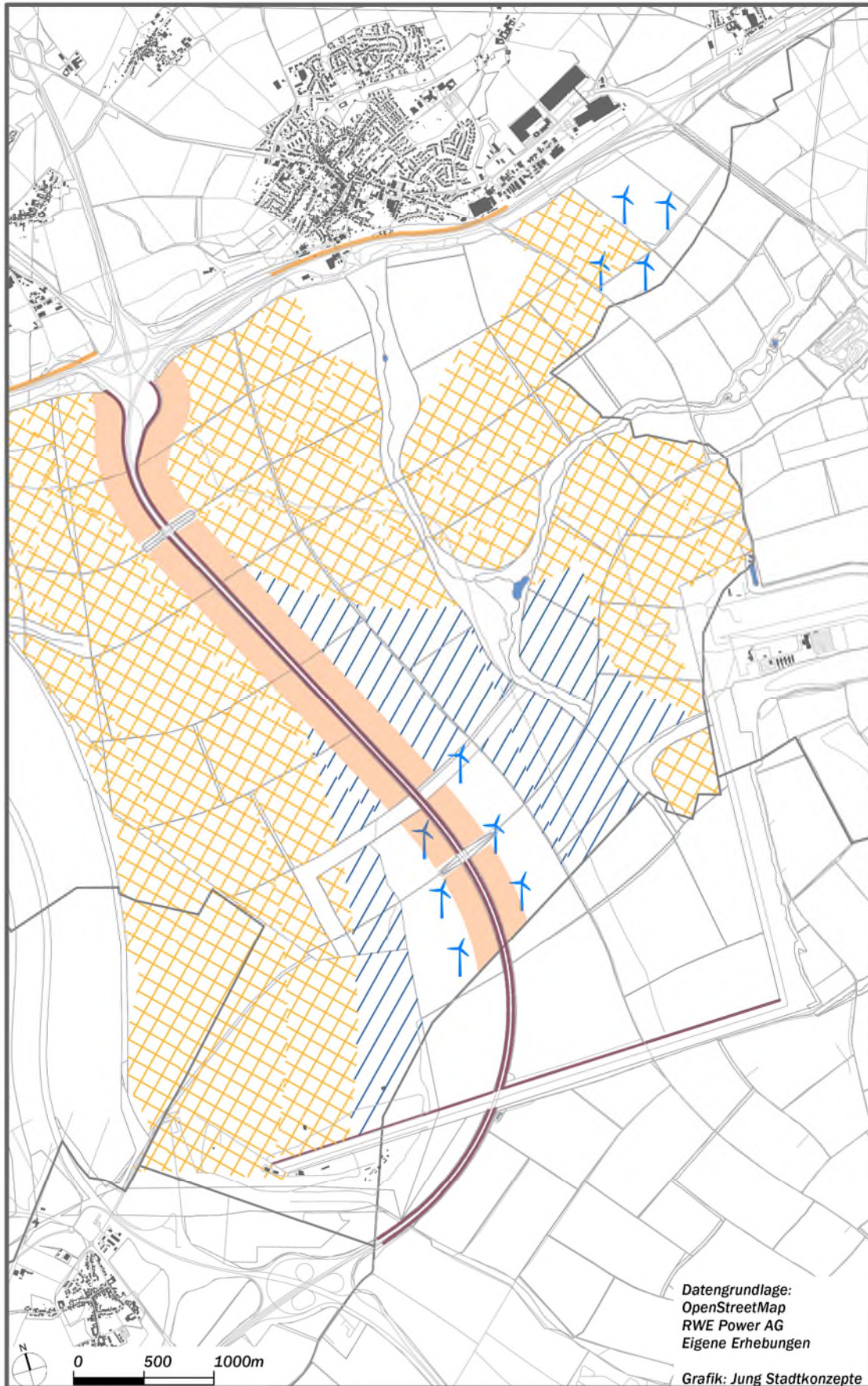


Abbildung 13: EE-Mix Trend Szenario [12], [13], [30]

Legende

/// Potenzialfläche für Windenergie
(1500m Radius zu Siedlungen)

⊗ Potenzialfläche für Agri-Photovoltaik

■ Potenzialfläche für Photovoltaik
(Autobahndamm, Bandtrasse, Lärmschutzwand)

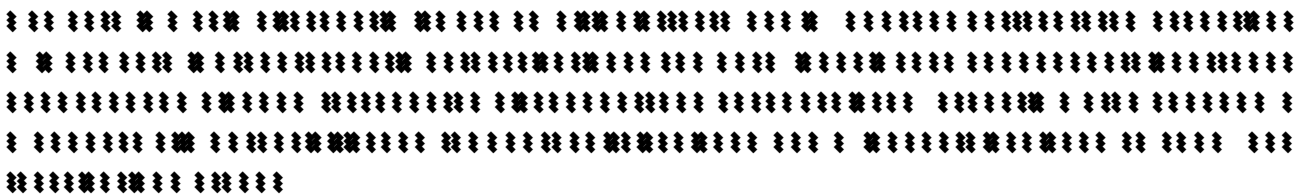
■ Potenzialfläche für Agri-Photovoltaik im förderfähigen Randstreifen nach EEG

■ Potenzialfläche für Photovoltaik
(Lärmschutzwand)

↑ Windenergieanlagen

Legende zu Abbildung 13: EE-Mix Trend Szenario

⊗⊗⊗ EE-Mix Maximal-Szenario



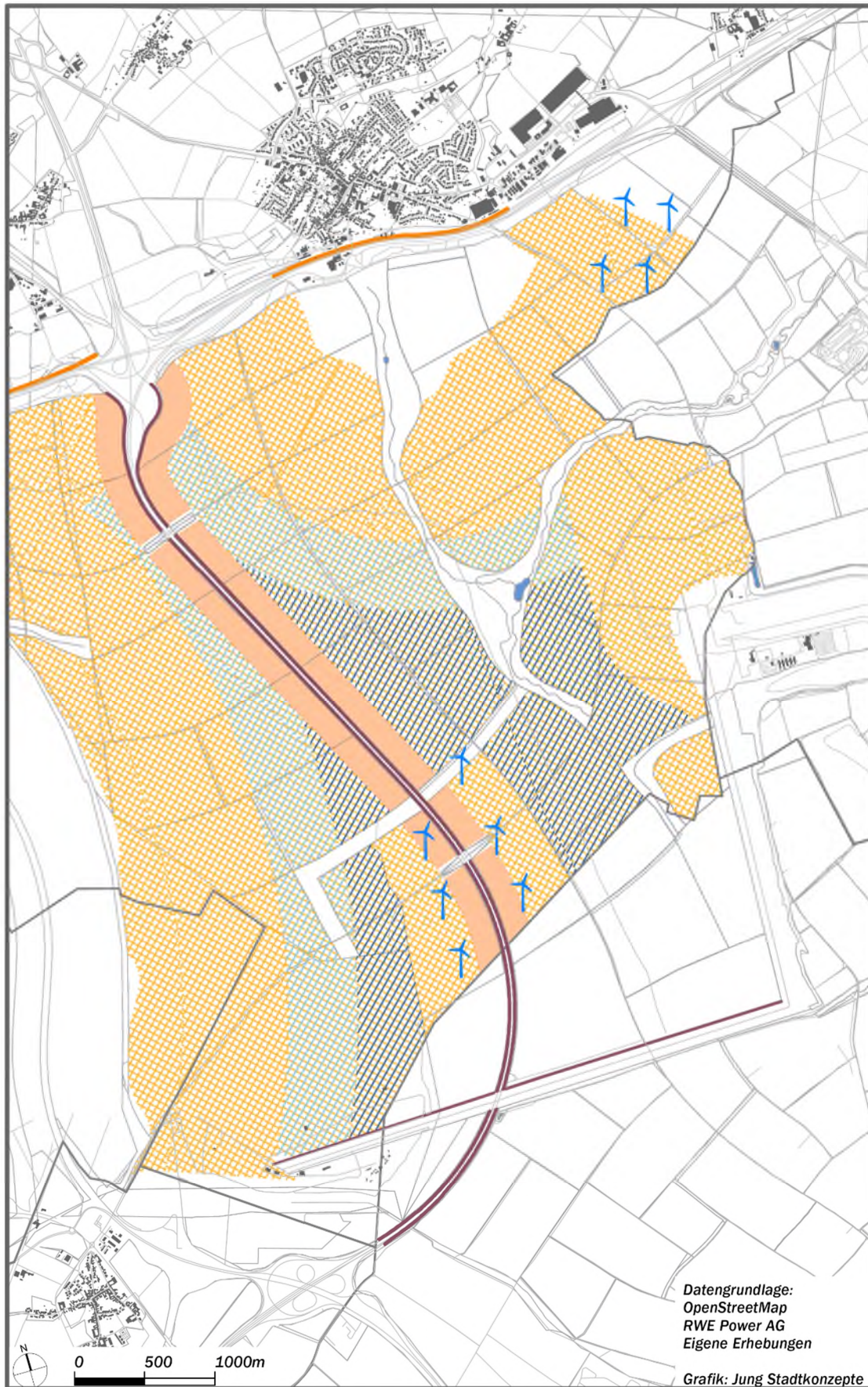


Abbildung 14: EE-Mix Maximal-Szenario [12], [13], [30]

Legende

- /// Überlagerung:
Potenzialfläche für Windenergie und Potenzialfläche für Agri-Photovoltaik
(1000m Radius zu Siedlungen)
- /// Überlagerung:
Potenzialfläche für Windenergie und Potenzialfläche für Agri-Photovoltaik
(1500m Radius zu Siedlungen)
- /// Potenzialfläche für Agri-Photovoltaik
- Potenzialfläche für Photovoltaik
(Autobahndamm, Bandtrasse, Lärmschutzwand)
- Potenzialfläche für Agri-Photovoltaik im förderfähigen Randstreifen nach EEG
- Potenzialfläche für Photovoltaik
(Lärmschutzwand)
- ↑ Windenergieanlage

Legende zu Abbildung 14: EE-Mix maximal Szenario

4.3 Stakeholderanalyse

Die Stakeholderanalyse ist ein zentraler Bestandteil der strategischen Planung und dient dazu, alle Parteien zu identifizieren, die einen Einfluss auf das Projekt haben oder von ihm betroffen sind. In diesem Szenario sind dies insbesondere die Anwohner der Siedlungen, die Landwirte, die Energieversorger, die Behörden und die Investoren. Die Analyse zeigt, dass die Interessen der verschiedenen Gruppen teilweise übereinstimmen, teilweise aber auch im Konflikt stehen. Dies erfordert eine sorgfältige Abstimmung und Kommunikation, um die besten Lösungen zu finden.

4.3.1 Grundlagenanalyse und Akteure ermitteln

Die Grundlagenanalyse umfasst die Identifizierung aller relevanten Akteure und die Untersuchung ihrer Interessen, Einflüsse und Beziehungen. In diesem Szenario sind dies insbesondere die Anwohner der Siedlungen, die Landwirte, die Energieversorger, die Behörden und die Investoren. Die Analyse zeigt, dass die Interessen der verschiedenen Gruppen teilweise übereinstimmen, teilweise aber auch im Konflikt stehen. Dies erfordert eine sorgfältige Abstimmung und Kommunikation, um die besten Lösungen zu finden.

Die Analyse der Interessen und Einflüsse der Akteure ist ein wichtiger Schritt, um die Auswirkungen der verschiedenen Szenarien zu verstehen. In diesem Szenario sind dies insbesondere die Anwohner der Siedlungen, die Landwirte, die Energieversorger, die Behörden und die Investoren. Die Analyse zeigt, dass die Interessen der verschiedenen Gruppen teilweise übereinstimmen, teilweise aber auch im Konflikt stehen. Dies erfordert eine sorgfältige Abstimmung und Kommunikation, um die besten Lösungen zu finden.

Die Analyse der Beziehungen zwischen den Akteuren ist ein weiterer wichtiger Schritt, um die Auswirkungen der verschiedenen Szenarien zu verstehen. In diesem Szenario sind dies insbesondere die Anwohner der Siedlungen, die Landwirte, die Energieversorger, die Behörden und die Investoren. Die Analyse zeigt, dass die Interessen der verschiedenen Gruppen teilweise übereinstimmen, teilweise aber auch im Konflikt stehen. Dies erfordert eine sorgfältige Abstimmung und Kommunikation, um die besten Lösungen zu finden.

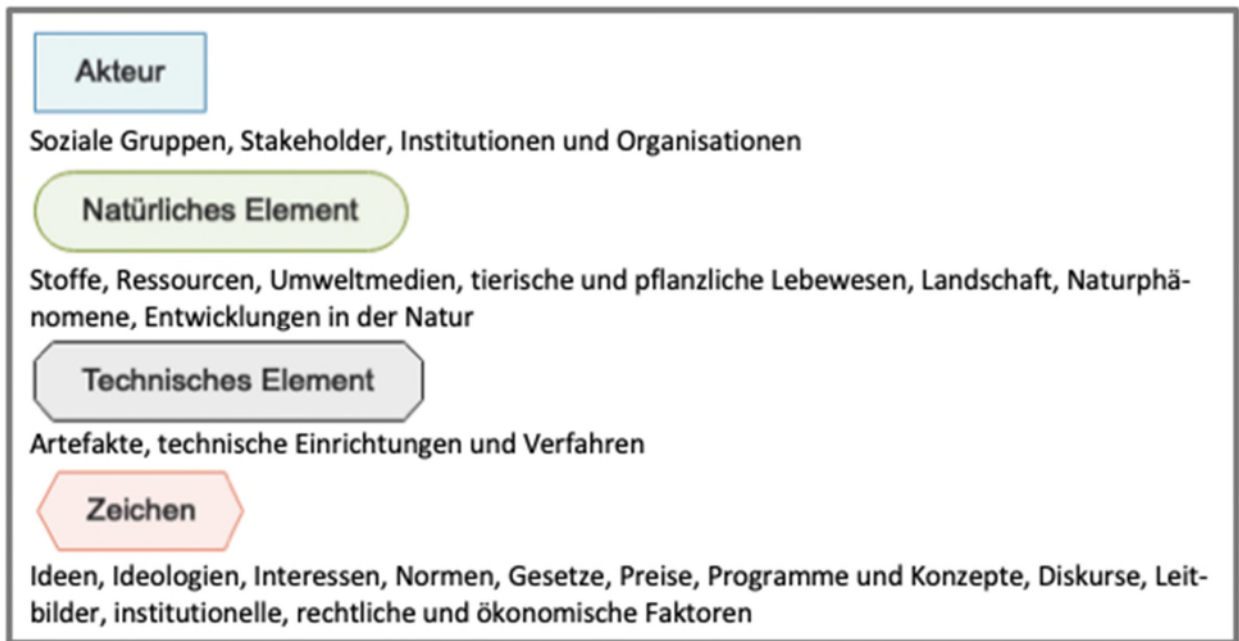


Abbildung 15: Elemente einer Konstellationsanalyse [32]

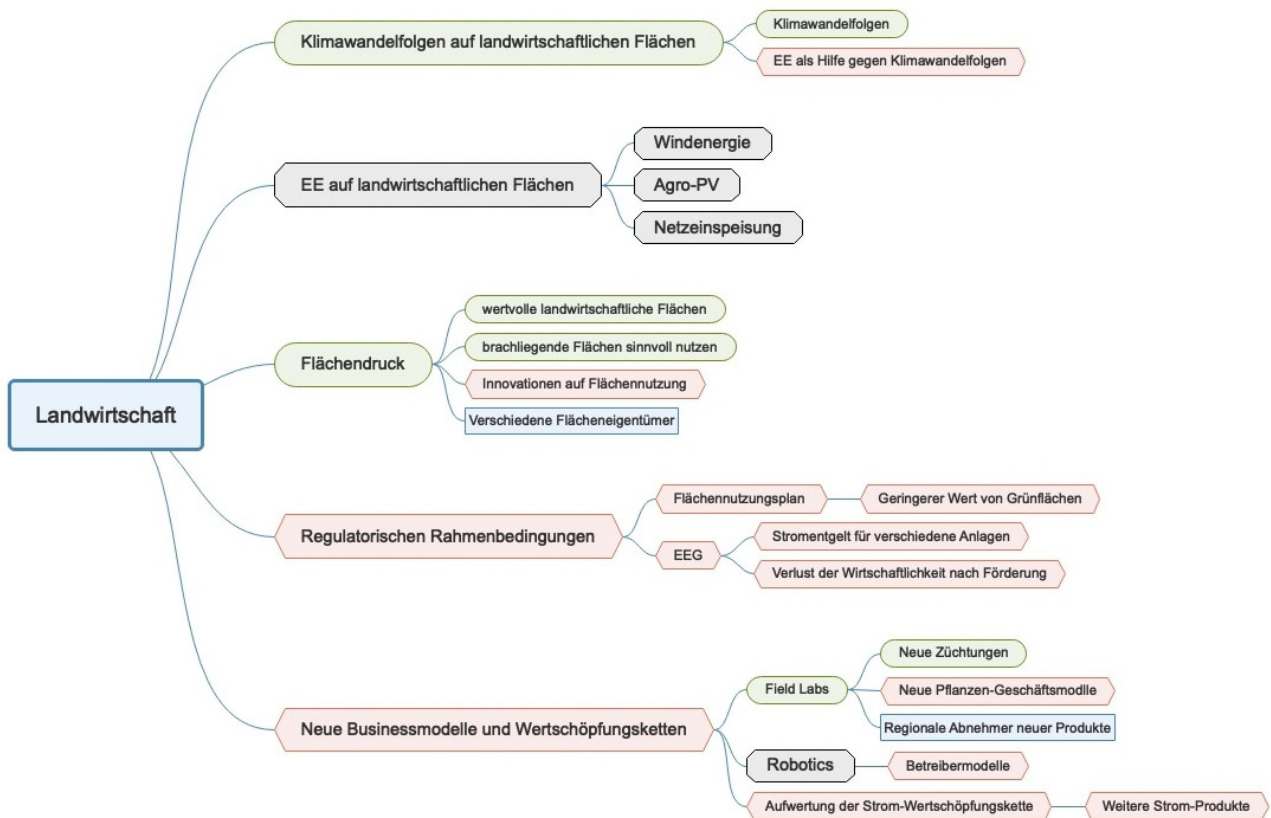


Abbildung 16: Auszug aus der Konstellationsanalyse

4.3.2 Perspektiven und Visionen ermitteln

Die Perspektiven und Visionen ermitteln, indem man sich über die möglichen zukünftigen Zustände eines Systems Gedanken macht. Dabei ist es wichtig, sich sowohl auf die Chancen als auch auf die Risiken zu konzentrieren. Die Perspektiven sind die wahrscheinlichen zukünftigen Zustände, während die Visionen die gewünschten zukünftigen Zustände darstellen. Die Perspektiven und Visionen sind eng miteinander verbunden und beeinflussen sich gegenseitig.

Die Perspektiven und Visionen ermitteln, indem man sich über die möglichen zukünftigen Zustände eines Systems Gedanken macht. Dabei ist es wichtig, sich sowohl auf die Chancen als auch auf die Risiken zu konzentrieren. Die Perspektiven sind die wahrscheinlichen zukünftigen Zustände, während die Visionen die gewünschten zukünftigen Zustände darstellen. Die Perspektiven und Visionen sind eng miteinander verbunden und beeinflussen sich gegenseitig. Die Perspektiven sind die wahrscheinlichen zukünftigen Zustände, während die Visionen die gewünschten zukünftigen Zustände darstellen. Die Perspektiven und Visionen sind eng miteinander verbunden und beeinflussen sich gegenseitig.

Die Perspektiven und Visionen ermitteln, indem man sich über die möglichen zukünftigen Zustände eines Systems Gedanken macht. Dabei ist es wichtig, sich sowohl auf die Chancen als auch auf die Risiken zu konzentrieren. Die Perspektiven sind die wahrscheinlichen zukünftigen Zustände, während die Visionen die gewünschten zukünftigen Zustände darstellen. Die Perspektiven und Visionen sind eng miteinander verbunden und beeinflussen sich gegenseitig.

Die Perspektiven und Visionen ermitteln, indem man sich über die möglichen zukünftigen Zustände eines Systems Gedanken macht. Dabei ist es wichtig, sich sowohl auf die Chancen als auch auf die Risiken zu konzentrieren. Die Perspektiven sind die wahrscheinlichen zukünftigen Zustände, während die Visionen die gewünschten zukünftigen Zustände darstellen. Die Perspektiven und Visionen sind eng miteinander verbunden und beeinflussen sich gegenseitig.

Die Perspektiven und Visionen ermitteln, indem man sich über die möglichen zukünftigen Zustände eines Systems Gedanken macht. Dabei ist es wichtig, sich sowohl auf die Chancen als auch auf die Risiken zu konzentrieren. Die Perspektiven sind die wahrscheinlichen zukünftigen Zustände, während die Visionen die gewünschten zukünftigen Zustände darstellen. Die Perspektiven und Visionen sind eng miteinander verbunden und beeinflussen sich gegenseitig.

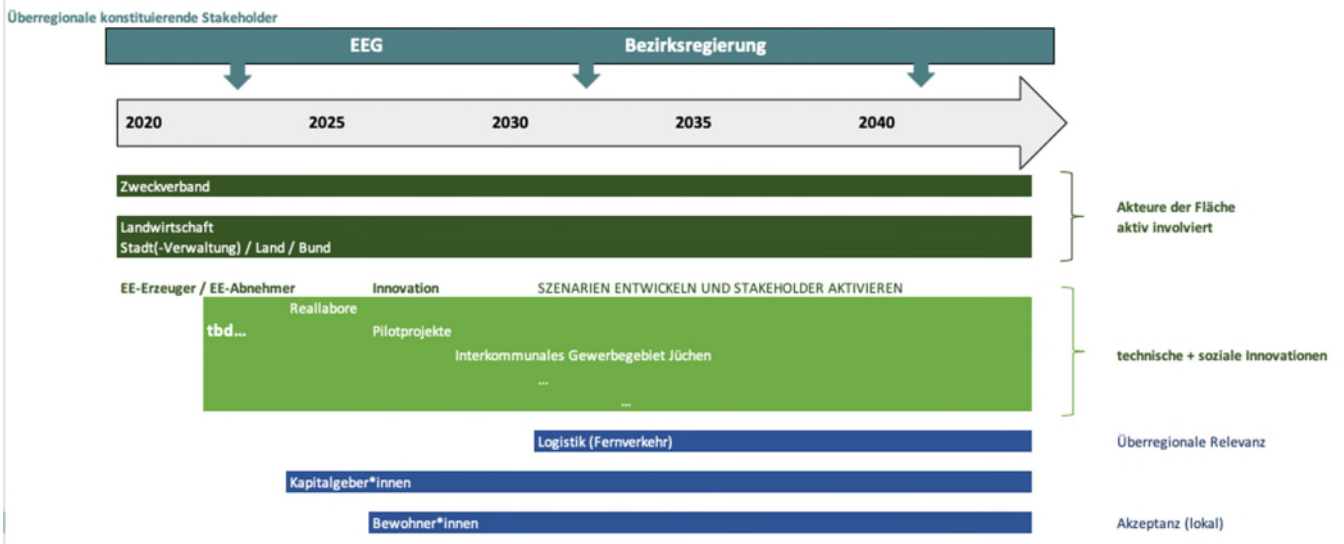


Abbildung 17: Akteursentwicklung

4.3.3 Evaluierung und Weiterentwicklung von Projektideen

Strombedarf in den Kommunen des Zweckverbandes

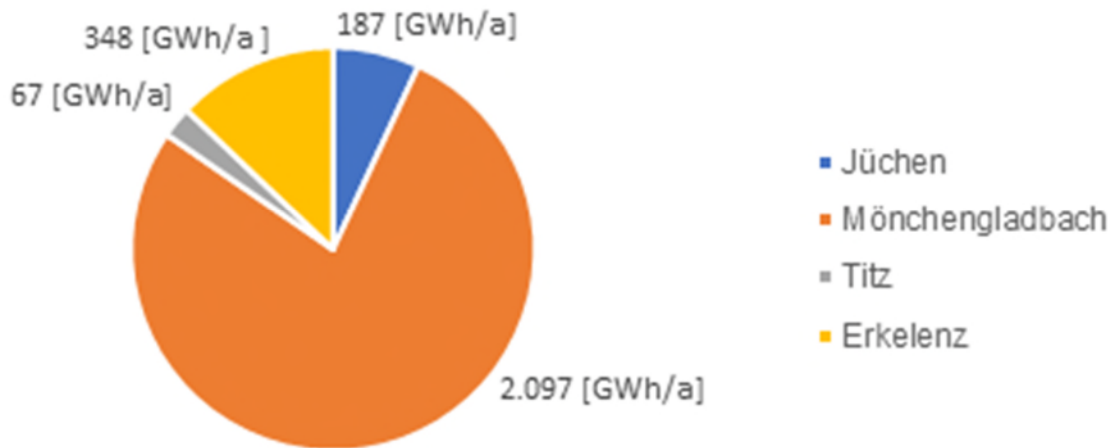


Abbildung 18: Strombedarf in den Kommunen des Zweckverbandes (Stand 2017) ###

###

###

###

###

Tabelle 4: Energieverbrauchsszenarien Gewerbegebietentwicklung „Elsbachtal“

	Energieverbrauchsszenarien Gewerbegebietentwicklung „Elsbachtal“			
	Szenario 1		Szenario 2	
	2010	2020	2010	2020
1. Szenario	10000	15000	12000	18000
2. Szenario	12000	18000	14000	20000
3. Szenario	14000	20000	16000	22000

Tabelle 5: Energieverbrauchsszenarien mögliche Gewerbegebietentwicklung im Süden des Tagebaus Garzweiler

	Energieverbrauchsszenarien mögliche Gewerbegebietentwicklung im Süden des Tagebaus Garzweiler			
	Szenario 1		Szenario 2	
	2010	2020	2010	2020
1. Szenario	10000	15000	12000	18000
2. Szenario	12000	18000	14000	20000
3. Szenario	14000	20000	16000	22000

1. Szenario
 2. Szenario
 3. Szenario
 4. Szenario
 5. Szenario
 6. Szenario
 7. Szenario
 8. Szenario
 9. Szenario
 10. Szenario
 11. Szenario
 12. Szenario
 13. Szenario
 14. Szenario
 15. Szenario
 16. Szenario
 17. Szenario
 18. Szenario
 19. Szenario
 20. Szenario
 21. Szenario
 22. Szenario
 23. Szenario
 24. Szenario
 25. Szenario
 26. Szenario
 27. Szenario
 28. Szenario
 29. Szenario
 30. Szenario
 31. Szenario
 32. Szenario
 33. Szenario
 34. Szenario
 35. Szenario
 36. Szenario
 37. Szenario
 38. Szenario
 39. Szenario
 40. Szenario
 41. Szenario
 42. Szenario
 43. Szenario
 44. Szenario
 45. Szenario
 46. Szenario
 47. Szenario
 48. Szenario
 49. Szenario
 50. Szenario
 51. Szenario
 52. Szenario
 53. Szenario
 54. Szenario
 55. Szenario
 56. Szenario
 57. Szenario
 58. Szenario
 59. Szenario
 60. Szenario
 61. Szenario
 62. Szenario
 63. Szenario
 64. Szenario
 65. Szenario
 66. Szenario
 67. Szenario
 68. Szenario
 69. Szenario
 70. Szenario
 71. Szenario
 72. Szenario
 73. Szenario
 74. Szenario
 75. Szenario
 76. Szenario
 77. Szenario
 78. Szenario
 79. Szenario
 80. Szenario
 81. Szenario
 82. Szenario
 83. Szenario
 84. Szenario
 85. Szenario
 86. Szenario
 87. Szenario
 88. Szenario
 89. Szenario
 90. Szenario
 91. Szenario
 92. Szenario
 93. Szenario
 94. Szenario
 95. Szenario
 96. Szenario
 97. Szenario
 98. Szenario
 99. Szenario
 100. Szenario

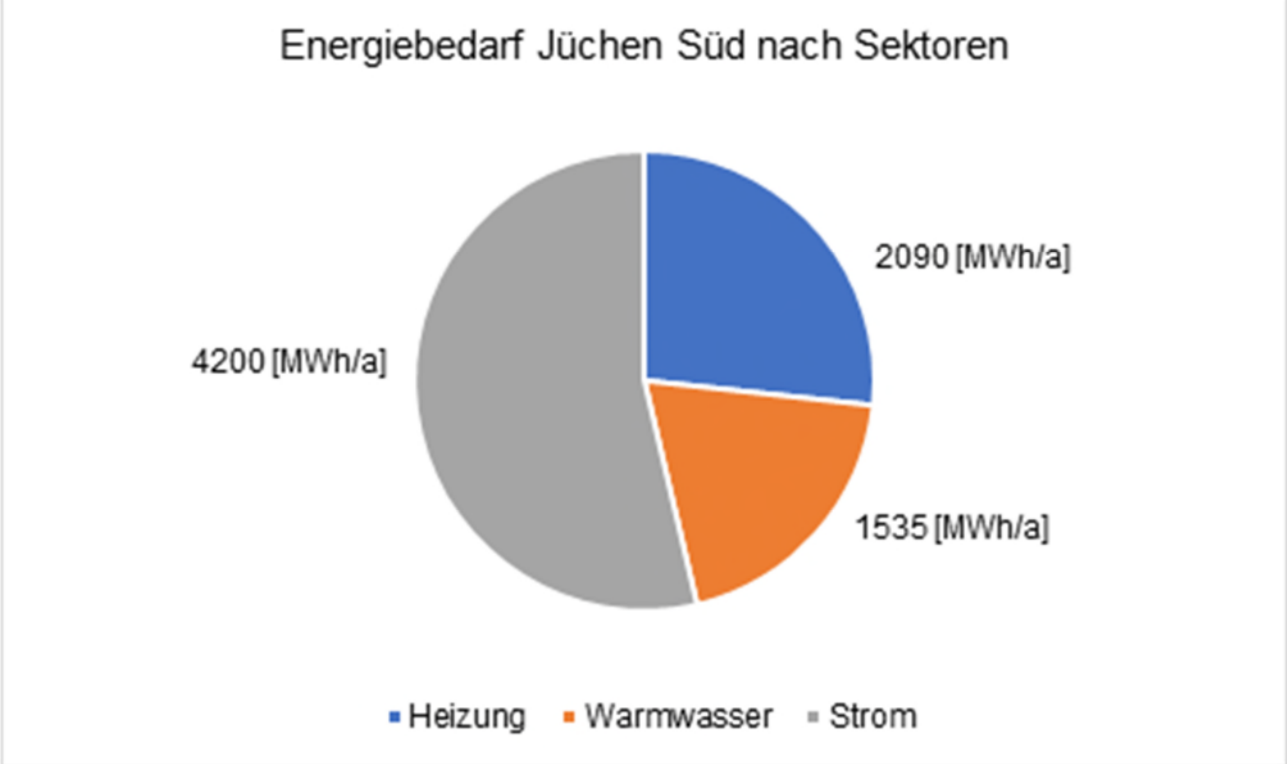


Abbildung 19: Energiebedarf Jüchen Süd nach Sektoren

5 Konzept und Teilprojekte

1. Projekt: Entwicklung eines neuen Produkts
2. Projekt: Optimierung der bestehenden Prozesse
3. Projekt: Erhöhung der Kundenzufriedenheit
4. Projekt: Reduzierung der Kosten
5. Projekt: Verbesserung der Mitarbeiterleistung
6. Projekt: Erweitern des Marktes
7. Projekt: Neue Vertriebskanäle erschließen
8. Projekt: Innovationen in der Technologie
9. Projekt: Nachhaltigkeitsmaßnahmen umsetzen
10. Projekt: Risikoprüfung und -management

11. Projekt: Personalmanagement verbessern
12. Projekt: Qualitätssicherung implementieren
13. Projekt: Compliance sicherstellen
14. Projekt: Supply Chain optimieren
15. Projekt: Digitalisierung vorantreiben
16. Projekt: Kundenbeziehungen vertiefen
17. Projekt: Interdisziplinäre Teams bilden
18. Projekt: Flexibilität erhöhen
19. Projekt: Innovationen fördern
20. Projekt: Nachhaltigkeit integrieren

21. Projekt: Neue Märkte erschließen
22. Projekt: Partnerschaften eingehen
23. Projekt: Innovationen in der Produktion
24. Projekt: Nachhaltigkeit in der Beschaffung
25. Projekt: Risikoprüfung durchführen
26. Projekt: Personalmanagement optimieren
27. Projekt: Qualitätssicherung verbessern
28. Projekt: Compliance sicherstellen
29. Projekt: Supply Chain optimieren
30. Projekt: Digitalisierung vorantreiben

31. Projekt: Kundenbeziehungen vertiefen
32. Projekt: Interdisziplinäre Teams bilden
33. Projekt: Flexibilität erhöhen
34. Projekt: Innovationen fördern
35. Projekt: Nachhaltigkeit integrieren
36. Projekt: Neue Märkte erschließen
37. Projekt: Partnerschaften eingehen
38. Projekt: Innovationen in der Produktion
39. Projekt: Nachhaltigkeit in der Beschaffung
40. Projekt: Risikoprüfung durchführen

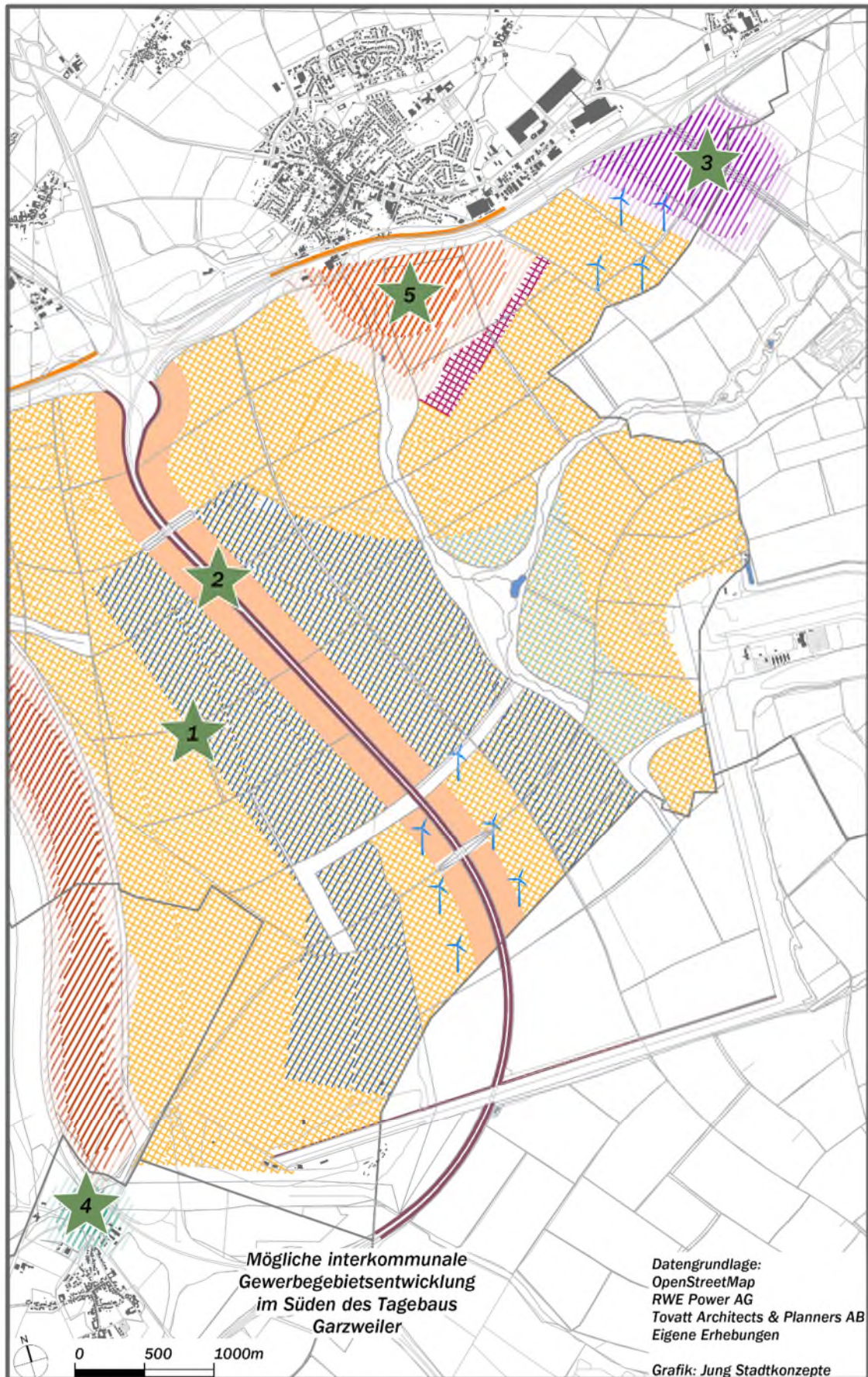


Abbildung 20: Konzept und Teilprojekte im Plangebiet [12]–[14], [30]

Teilprojekte

- 1 Energielandschaft
- 2 Solarautobahn
- 3 Energiesystem Gewerbe- und Industriegebiet Elsachtal
- 4 Autohof der Zukunft - Green Energy Hub (Standort noch nicht abschließend geklärt)
- 5 Energiekonzept Stadtentwicklung Jüchen Süd

Legende

-  Überlagerung:
Potenzialfläche für Windenergie und Potenzialfläche für Agri-Photovoltaik
-  Überlagerung:
Potenzialfläche für ergänzende Windenergiefläche und Potenzialfläche für Agri-Photovoltaik
-  Potenzialfläche für Agri-Photovoltaik
-  Potenzialfläche für Agrothermie
-  Potenzialfläche für Photovoltaik (Autobahndamm, Bandtrasse, Lärmschutzwand)
-  Potenzialfläche für Agri-Photovoltaik im förderfähigen Randstreifen nach EEG
-  Potenzialfläche für Photovoltaik (Lärmschutzwand)
-  Potenzialfläche Autohof der Zukunft - Green Energy Hub
-  Geplante Siedlungserweiterung
-  Entwicklung des Ostufers (mögliche Siedlungsentwicklung/touristische Entwicklung)
-  Geplante interkommunale Gewerbebebietsentwicklung
-  Windenergieanlagen

Legende zu Abbildung 20: Konzept und Teilprojekte im Plangebiet

5.1 Energielandschaft

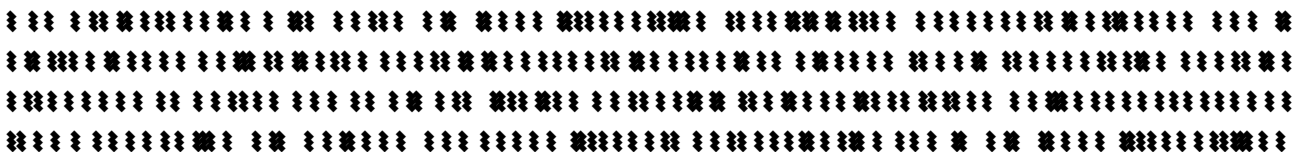


Tabelle 6: Potenzielle Windenergie

|||||

5.1.2 Agri-Photovoltaik

|||||



Abbildung 21: APV Konzepte (links: Horizontale Aufständerung - Forschungsanlage Heggelbach [39], rechts: vertikale Aufständerung - Anlage der Firma Next2Sun [40])

|||||

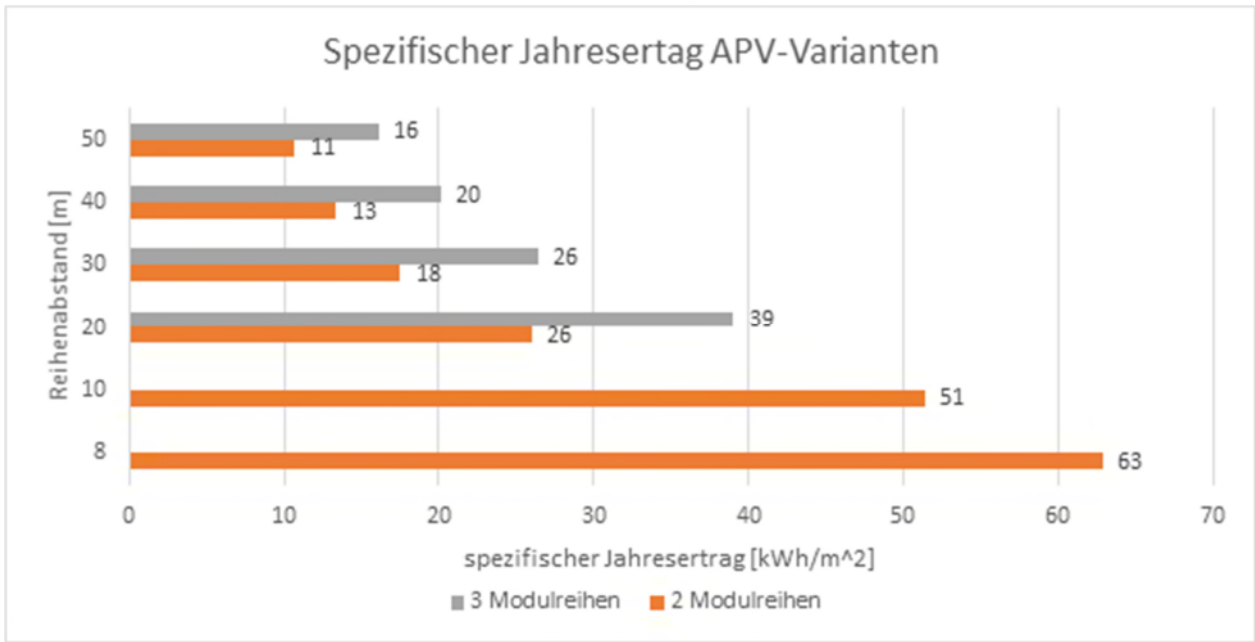
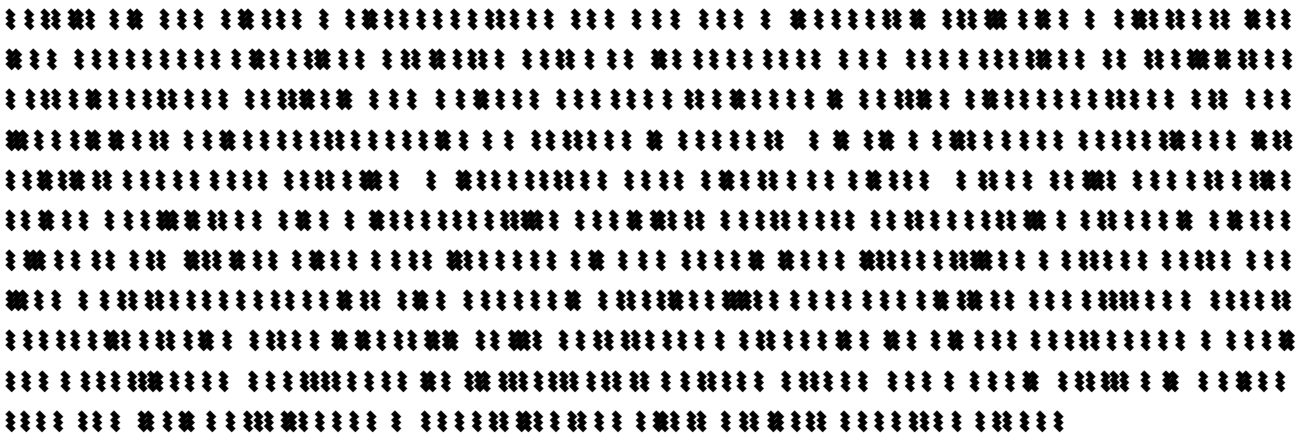
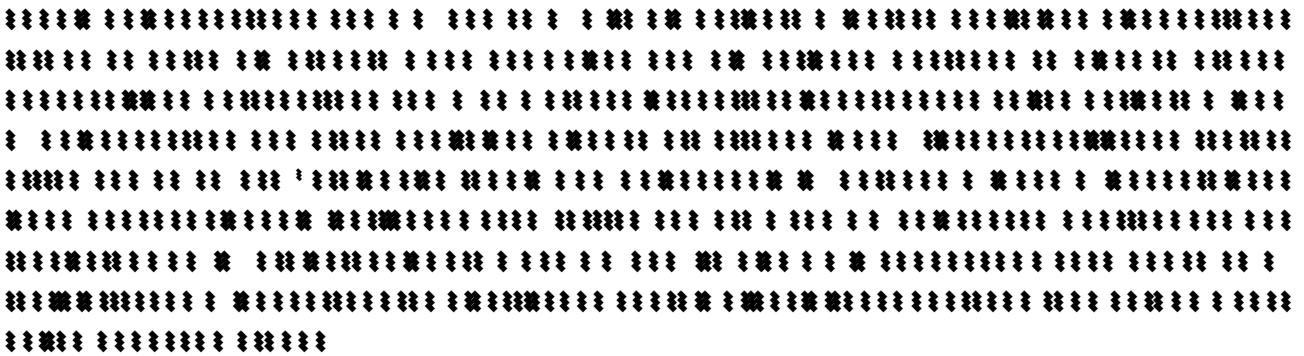
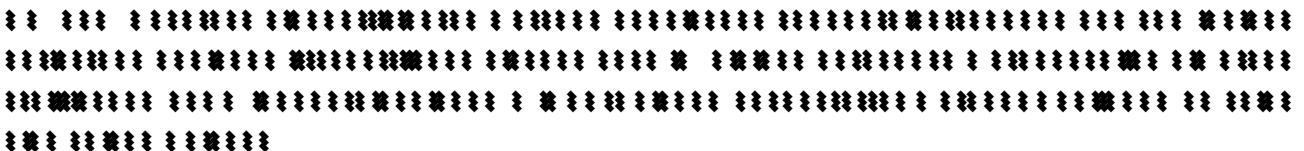


Abbildung 22: Flächenspezifischer Jahresertrag vertikaler APV-Anlagen in Abhängigkeit von Reihenabstand und Anzahl der Modulreihen



5.1.3 Photovoltaik auf Kranstellflächen



5.2.4 Gesamtpotenzial

Abbildung 27 ***

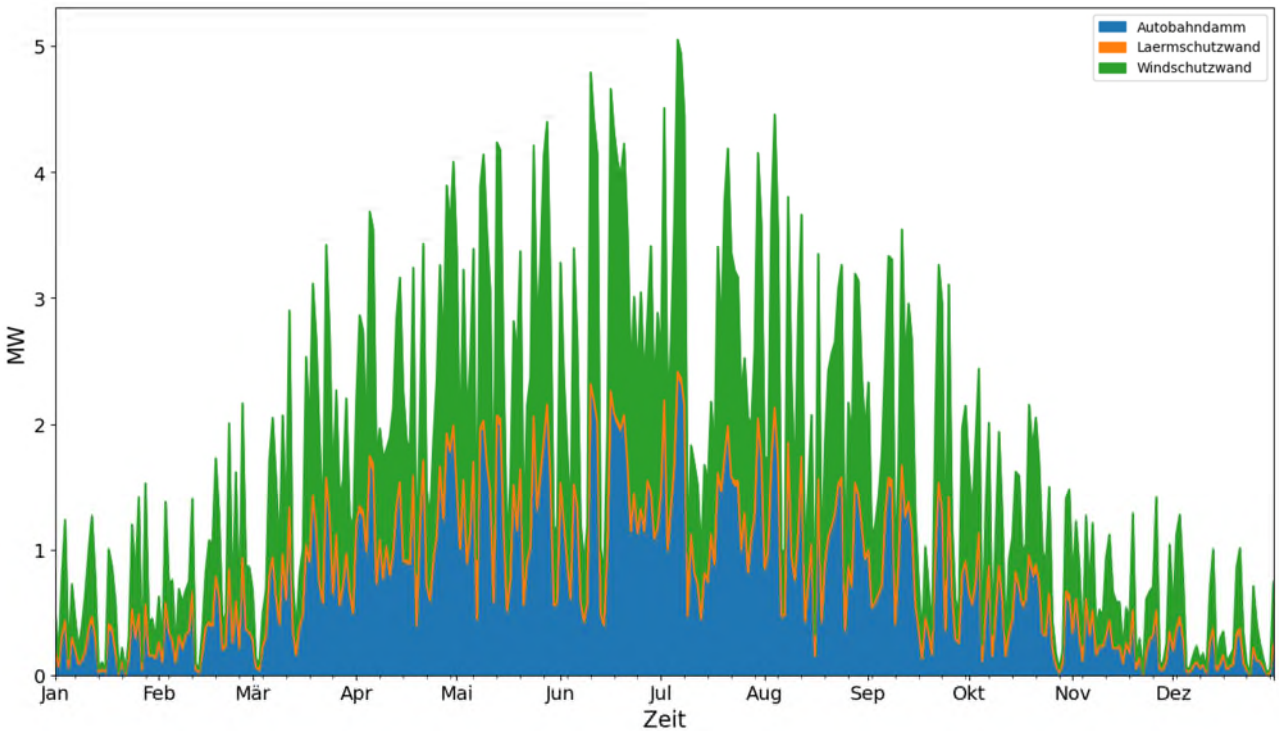


Abbildung 27: Erzeugung der Solarautobahn im Jahresverlauf

5.3 Energiesystem Gewerbe- und Industriegebiet „Elsbachtal“

5.3.5 Rahmenbedingungen

Die Rahmenbedingungen für die Realisierung des Green Energy Hub sind vielfältig und erfordern eine sorgfältige Abstimmung aller Beteiligten. Insbesondere die rechtliche und finanzielle Absicherung der Partnerschaften sowie die Klärung der Verantwortlichkeiten sind von zentraler Bedeutung. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Integration des Green Energy Hub in die bestehenden Energieinfrastrukturen und die Sicherstellung der Energieversorgung der umliegenden Bevölkerung. Die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren ist entscheidend für den Erfolg des Vorhabens.

5.4 Autohof der Zukunft - Green Energy Hub

Das Autohof der Zukunft - Green Energy Hub stellt eine innovative Lösung für die Energieversorgung von Fahrzeugen dar. Durch die Nutzung erneuerbarer Energien und die Implementierung intelligenter Ladesysteme wird eine nachhaltige und umweltfreundliche Mobilität ermöglicht. Die Integration von Solaranlagen und Windkraftanlagen in die Infrastruktur des Autohofs trägt zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes bei. Zudem werden die Ladezeiten verkürzt und die Kosten für die Nutzer gesenkt.

Die Realisierung des Green Energy Hub erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren. Insbesondere die Klärung der rechtlichen Rahmenbedingungen und die Sicherstellung der Finanzierung sind von zentraler Bedeutung. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Integration des Green Energy Hub in die bestehenden Energieinfrastrukturen und die Sicherstellung der Energieversorgung der umliegenden Bevölkerung.

Die Integration des Green Energy Hub in die bestehenden Energieinfrastrukturen ist ein zentraler Aspekt der Realisierung. Insbesondere die Klärung der rechtlichen Rahmenbedingungen und die Sicherstellung der Finanzierung sind von zentraler Bedeutung. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Sicherstellung der Energieversorgung der umliegenden Bevölkerung. Die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren ist entscheidend für den Erfolg des Vorhabens.

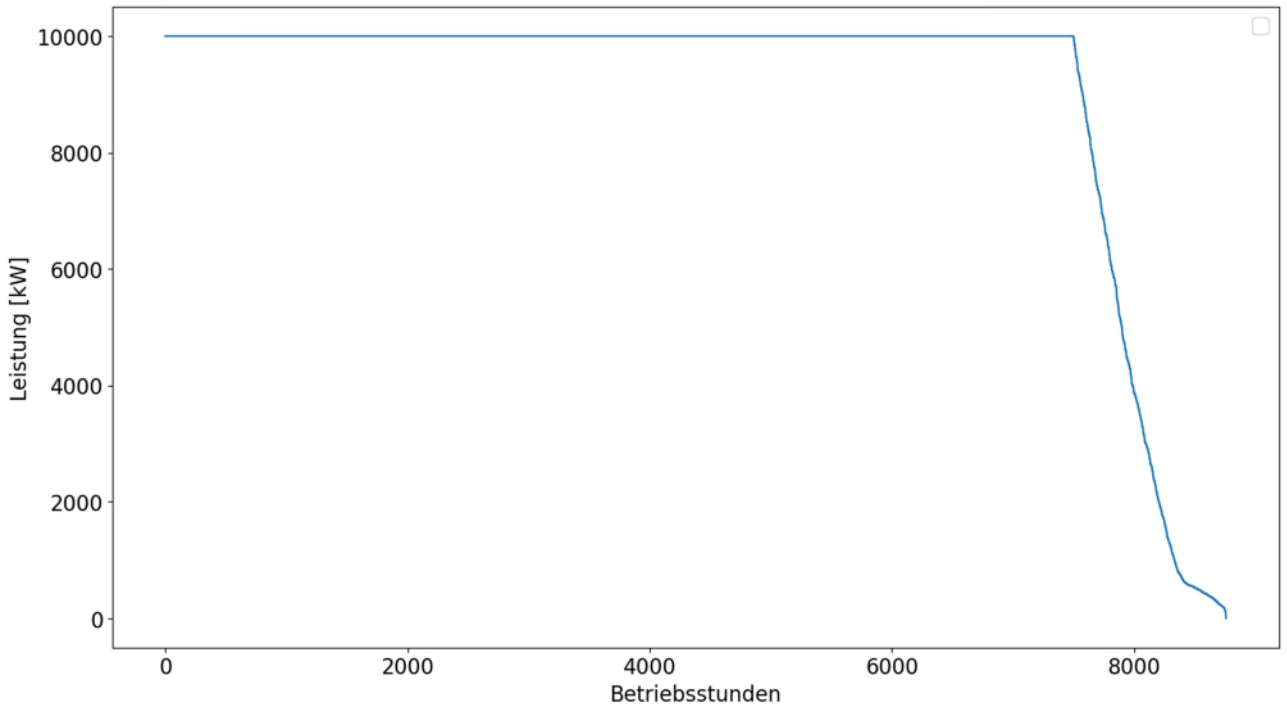


Abbildung 29: Auslastung Elektrolyseur (10 MW) für den Green Energy Hub

* * * * *
 * * * * *
 * * * * *
 * * * * *

5.5 Energiekonzept Stadtentwicklung Jüchen Süd

* * * * *
 * * * * *
 * * * * *
 * * * * *
 * * * * *

* * * * *
 * * * * *
 * * * * *
 * * * * *
 * * * * *
 * * * * *
 * * * * *
 * * * * *
 * * * * *

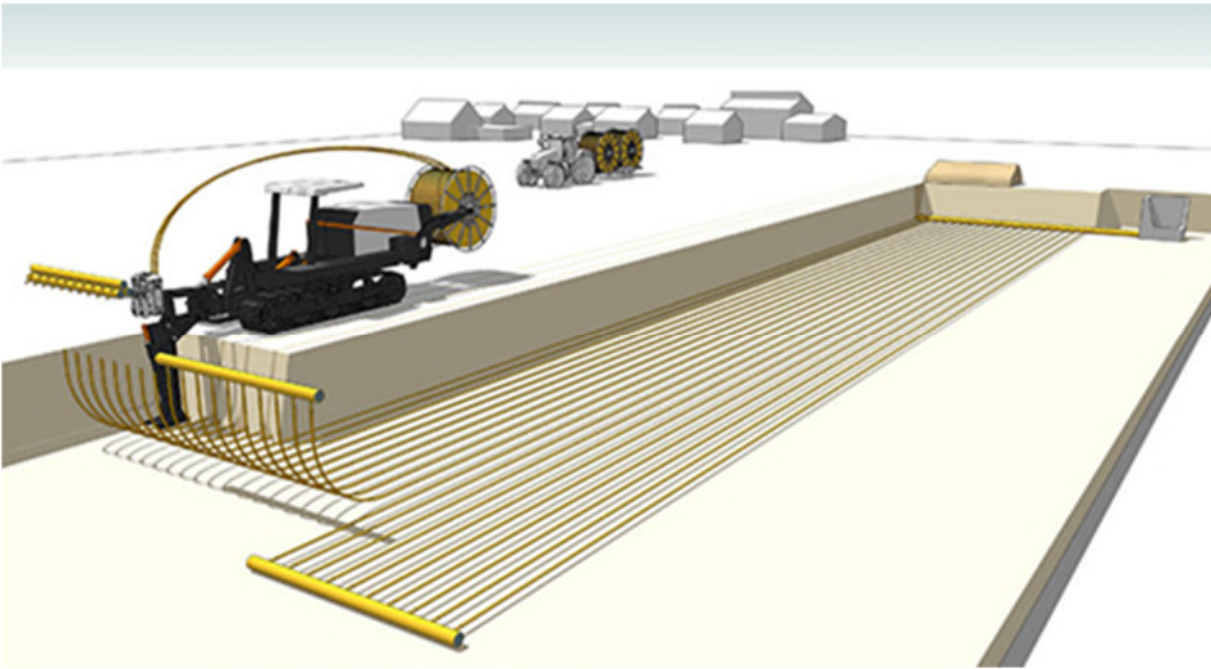


Abbildung 30: Einbringen des Agrothermiekollektors mit Spezialflug [50]

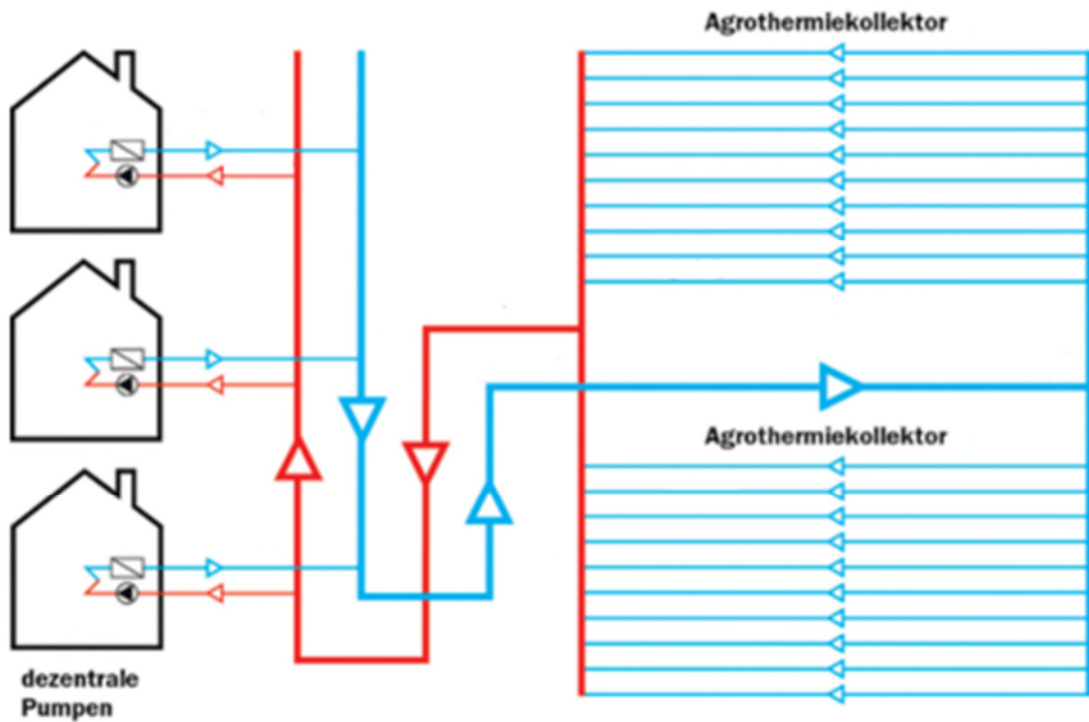
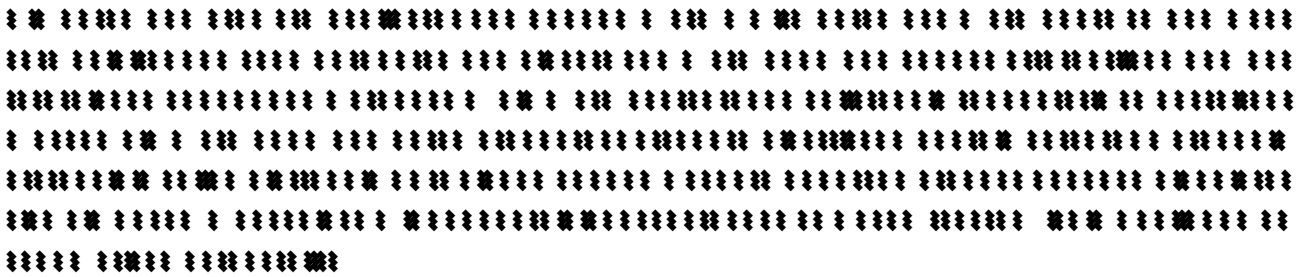


Abbildung 31: Schematischer Aufbau Wärmenetzsystem mit Agrothermiekollektor [49]

Agriphotovoltaik - vertikal

Stromerzeugung

Bezeichnung	Agriphotovoltaik (APV) - vertikal
--------------------	-----------------------------------

Beschreibung	
<ul style="list-style-type: none"> - Vertikale Aufständering bifazialer Photovoltaikmodule auf landwirtschaftlichen Flächen - Ermöglicht gleichzeitige Nutzung von Flächen durch Landwirtschaft und Photovoltaik - Hauptkomponenten: bifaziale Photovoltaik-Module, Aufständering - Reihenabstand variabel in Abhängigkeit von den Anforderungen der Landwirtschaft - Projektspezifische Ausführung: <ul style="list-style-type: none"> - Reihenabstand 40 m - 3 Modulreihen 	
	
<p>Abbildung 1: APV-Anlage der Firma Next2Sun bei Donaueschingen [1]</p>	

Technologie-Eigenschaften	
<i>technisch</i>	
Leistung	Bei 40 m Reihenabstand und 3 Modulreihen: 19 W/m ²
Wirkungsgradbereich	15 - 22 % [2]
Bifazialität	85 – 98 % [3]
<i>wirtschaftlich</i>	
Lebensdauer	30 a [4]
Investitionskosten	Modulkosten: 380 €/kWp [5] Sonstige Anlagenkosten: 500 €/kWp [3]
Betriebskosten	15,8 €/a je kWp [4]

Innovationspotenzial

- Gleichzeitige Landnutzung durch Landwirtschaft und Freiflächenphotovoltaik
- Einsatz bifazialer Photovoltaik-Module
- Projektspezifisch: APV auf Ackerland (bisherige APV-Anlagen nur auf Grünland)

Beispielprojekte

Projekte der Firma Next2Sun [6]

- Solarpark Donaueschingen-Aasen (Europaweit größte APV Anlage)
 - Inbetriebnahme: 2020
 - Leistung: 4,1 MWp
 - Jahresenergieertrag: 4850 MWh/a
 - Landwirtschaftliche Nutzung: Heu und Silage
 - Stromnutzung: Netzeinspeisung nach EEG
 - Betreiber: Bürgersolkraftwerke Donaueschingen-Aasen GmbH
- Solarpark Eppelborn-Dirmingen
 - Inbetriebnahme: 2018
 - Leistung: 2 MWp
 - Jahresenergieertrag: 2150 MWh/a
 - Landwirtschaftliche Nutzung: Heu und Silage
 - Stromnutzung: Netzeinspeisung nach EEG
 - Betreiber: Ökostrom Saar Wind GmbH

Weitere Informationen

Hersteller und potenzieller Partner: Next2Sun (<https://www.next2sun.de/>)

Referenzen

- [1] Next2Sun: "Next2Sun - Bilder." Available: <https://www.next2sun.de/news-media/>.
- [2] K. Mertens: "Photovoltaik. Lehrbuch zu Grundlagen, Technologien und Praxis." München: Carl Hanser Verlag, 2013.
- [3] M. Fuhs: "pv magazine award für senkrechte Montage bifazialer Solarmodule," *pv magazine*, 2017.
- [4] D. Chudinow et al.: "Vertical bifacial photovoltaics – A complementary technology for the European electricity supply?," in: *Appl. Energy*, vol. 264, no. February, p. 114782, 2020. Available: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114782>.
- [5] M. Schachinger: "Erobern jetzt bifaziale Module den Markt?," *pv magazine*, 2019.
- [6] Next2Sun: "Agri-PV-Anlagen," 2021. Available: <https://www.next2sun.de/referenzen/#Agriphotovoltaik>.

Stand Erhebung: März 2021

Windenergie

Stromerzeugung

Bezeichnung	Windenergie
--------------------	-------------

Beschreibung

- Stromerzeugung durch Umwandlung der kinetischen Windenergie in Rotations- und anschließend in elektrisch Energie [1]
- Hauptkomponenten: Rotor, Turm, Generator, je nach Ausführung Getriebe
- Ausführung der Windenergieanlagen mit Getriebe oder getriebelos (bspw. Ringgenerator)
- Standorte hauptsächlich auf landwirtschaftlichen Flächen [2]
- Dauerhafter Platzbedarf durch Fundament und Kranstellfläche: ca. 0,26 ha [3]



Abbildung 1: Windenergieanlage - N149 4.0-4.5 der Firma Nordex [4]

Technologie-Eigenschaften

technisch

Leistung	NRW Durchschnitt (Stand 2018): 3,1 MW Mögliche Leistung (Stand 2021): > 5 MW (bspw. Nordex Delta 163/5.X)
Wirkungsgradbereich	40 – 45 % [1]
Rotordurchmesser	NRW Durchschnitt (Stand 2018): 114 m Nordex Delta 163/5.X: 163 m
Nabenhöhe	NRW Durchschnitt (Stand 2018): 138 m Nordex Delta 163/5.X: 164 m

<i>wirtschaftlich</i>	
Lebensdauer	20 – 25 a [2]
Investitionskosten	1500 – 2000 [€/kW] [2]
Betriebskosten	56 [€/a je kW] [2]

Innovationspotenzial

- Projektspezifisch: Hybridnutzung mit Agri-Photovoltaik und PV auf Kranstellflächen (vgl. entsprechende Steckbriefe)

Herausforderungen

- Flächenverfügbarkeit erschwert durch Abstands-, Artenschutz- und Naturschutzregelungen
- Projektspezifisch: Liegezeit des Bodens von 10 – 15 Jahre muss für ausreichende Standsicherheit beachtet werden

Beispielprojekte

Windpark Jüchen A44n [5]

- Standort: Südlich von Jüchen, beidseits der Autobahn A44n
- Inbetriebnahme: Baustart 2020
- Gesamtleistung: 27 MW
- Anlagenanzahl: 6
- Anlagentyp: Nordex N149 4.0/4.5

Weitere Informationen

- Lokales Unternehmen der Windbranche: REA (<http://rea-dn.de/>)

Referenzen

- [1] A. Reuter: "Windkraftanlagen. Technologiesteckbrief zur Analyse 'Flexibilitätskonzepte für die Stromversorgung 2050,'" Berlin, 2016.
- [2] Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik: "Windenergie Report Deutschland 2018," Stuttgart, 2018.
- [3] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft Landesentwicklung und Energie: "Daten und Fakten," *Energieatlas Bayern*, 2020. Available: https://www.energieatlas.bayern.de/thema_wind/daten.html.
- [4] Nordex SE: "Pictures & Footage - Delta4000_N149/4.0-4.5," 2018. Available: <https://www.nordex-online.com/en/news-media/#footage>.
- [5] Nordex Group: "Nordex baut im Auftrag von innogy Kooperationswindpark auf rekultivierter Fläche des Braunkohletagebaus Garzweiler," *Windkraft-Journal*, 2020.

Stand Erhebung: Mai 2020

Photovoltaik auf Kranstellflächen

Stromerzeugung

Bezeichnung	Photovoltaik auf Kranstellflächen
--------------------	-----------------------------------

Beschreibung

- Freiflächenphotovoltaikanlage auf Kranstellflächen von Windenergieanlagen
- Aufständering
 - Ost-West Ausrichtung
 - 35 cm hoch [1]
 - Spezielle Aufständering möglich, die mehrfachen Auf- und Abbau ermöglicht, falls ein die Kranstellflächen genutzt werden muss (Entwicklung des Unternehmens Westfalenwind [1])
- Ungefähr jede 5. Kranstellfläche in Deutschland ist geeignet [2]



Abbildung 1: PV-Anlage auf einer Kranstellfläche [1]

Technologie-Eigenschaften

<i>technisch</i>	
Leistung	Limitiert durch Größe der Kranstellflächen; Aktuell maximal 100 kWp am sinnvollsten, um Direktvermarktung zu vermeiden
Wirkungsgradbereich	15 – 22 % [3]

<i>wirtschaftlich</i>	
Lebensdauer	30 a [3]
Investitionskosten	600 €/kW [2]
Bürokratie- und Zertifikatskosten	100 €/a je kW [2]

Innovationspotenzial
<ul style="list-style-type: none"> - Kleinflächiges Hybridkraftwerk: zusätzliche Stromerzeugung auf den sonst ungenutzten Kranstellflächen - Untergestell: erlaubt schnellen Auf- und Abbau [1]

Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> - Wirtschaftlichkeit wird durch Bürokratiekosten verschlechtert (Zertifikatspflicht, Ausgleichsmaßnahmen, Baugenehmigung) [2] - Photovoltaikanlage zur Eigenbedarfsdeckung wäre am wirtschaftlichsten, da Windstrom höher vergütet wird als Photovoltaikstrom [2]. Dies ist rechtlich nur mit aufwändigen Messkonzept möglich.

Beispielprojekte
<p>Photovoltaik auf Kranstellfläche im Windpark Lichtenau [1]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Unternehmen: Westfalenwind - Inbetriebnahme: 2020 - Leistung: 100 kWp - Jahresertrag: 85.000 kWh

Weitere Informationen
Beratung: Westfalenwind (https://www.westfalenwind.de/)

Referenzen
[1] S. Harrison, "Bei Lichtenau ist die erste Photovoltaikanlage auf einer Kranstellfläche im Windpark errichtet worden," <i>Westfalenwind</i> , 2020. https://www.westfalenwind.de/bei-lichtenau-ist-die-erste-photovoltaikanlage-auf-einer-kranstellflaeche-im-windpark-errichtet-warden/ .
[2] D. Saage, "PV auf Kranstellflächen," 2020.
[3] K. Mertens, <i>Photovoltaik. Lehrbuch zu Grundlagen, Technologien und Praxis</i> . München: Carl Hanser Verlag, 2013.

Stand Erhebung: Mai 2021

Bauwerkintegrierte Photovoltaik

Stromversorgung

Bezeichnung	Bauwerkintegrierte Photovoltaik
--------------------	---------------------------------

Beschreibung

- Mithilfe von Lichtenergie wird in der Photovoltaikanlage Strom erzeugt
- Bei Bauwerksintegrierter Photovoltaik (BIPV) erfüllt die Anlage, neben der Bereitstellung von Energie, mindestens eine weitere Aufgabe der Gebäudehülle
- Weitere Funktionen können Witterungsschutz und Wärmedämmung sein [1], [2]
- Anwendung findet die BIPV integriert in Dächer und Fassaden

Dachintegration
- Witterungsschutz
- Wärmedämmung

Aufdachanlage ohne Integration

Brüstungselemente
- Sichtschutz

Überkopfverglasung
- Witterungsschutz
- Sonnenschutz
(z.B. teiltransparent)

Fassade
- Wärmedämmung
- Schallschutz
(z.B. farbig)

Sonnenschutz
- Witterungsschutz
- Sonnenschutz
(z.B. bewegliche Verschattung)

Abbildung 1: Ausführungen und Funktionen von BIPV [3]

Technologie-Eigenschaften	
<i>technisch</i>	
Ertrag	100 kWh/kWp bei Südausrichtung und Aufstellwinkel von 30° 750 kWh/kWp bei Südausrichtung und Aufstellwinkel von 90° [4]
Wirkungsgradbereich	16-22 % [4]
<i>wirtschaftlich</i>	
Lebensdauer	25 - 40 Jahre [4]
Investitionskosten	1500-4000 €/kWp [4]
Betriebskosten	1 – 5 %/a der Investitionskosten [4]

Innovationspotenzial

- Ökonomische und ökologische Vorteile gegenüber herkömmlichen Bauelemente, aufgrund der mehrfachen Funktionen [4]
- Gemäß EU-Gebäuderichtlinie 2010/31/EU muss jedes Gebäude als Niedrigstenergiegebäude realisiert werden, BIPV kann eine Komponente zur Realisierung sein

Herausforderungen

- Hohe bautechnische und sicherheitstechnische Anforderungen [5]
- Geregelt sind die BIPV nach Regulatorik DIN EN 50583-1 BIPV-Module und DIN EN 50583-2 BIPV-Anlagen

Beispielprojekte

Solardachpfannen der Firma paXos [6]:

- Dachpfanne mit integriertem 14,5 W PV-Modul
- Optisch kaum Unterschiede zu herkömmlichen Dachpfannen
- Bisher nur in Forschungs- und Modellprojekten eingesetzt

Ärztzentrum Marburg [7]

- 120 Module integriert in die Fassade
- Vermarktung durch PPA

Weitere Informationen

- Beratung: Helmholtz Zentrum Berlin – Beratungsstelle für BIPV (https://www.helmholtz-berlin.de/projects/baip/index_de.html)

Referenzen

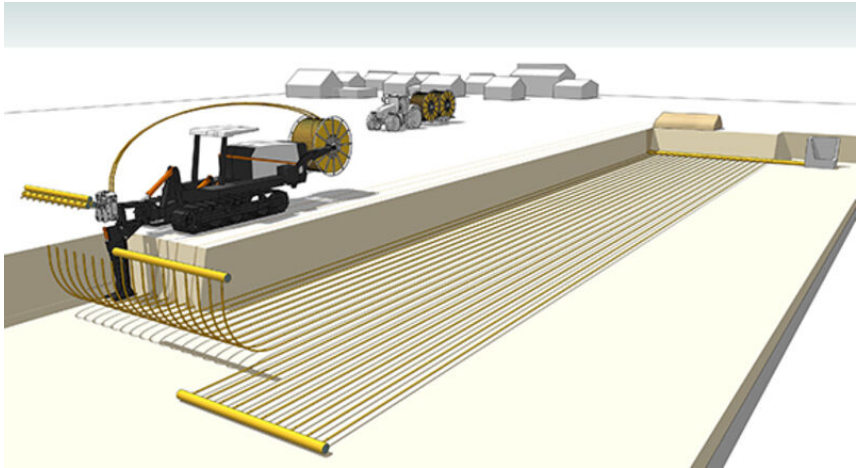
- [1] Nelskamp: "Solarziegelsystem (BIPV): Energie, Ästhetik und Gebäudehülle in einem."
- [2] Fraunhofer ISE: "Bauwerkintegrierte Photovoltaik (BIPV)," 2021. Available: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/energieeffiziente-gebäude/gebäudehülle/bauwerkintegrierte-pv-bipv.html>.
- [3] H. Z. Berlin: "Was ist BIPV?" Available: https://www.helmholtz-berlin.de/projects/baip/bipv_de.html. Accessed am 09. Jun. 2021.
- [4] B. Rech et al.: "Schriftenreihe Energiesystem der Zukunft. Photovoltaik Technologiesteckbrief zur Analyse 'Flexibilitätskonzepte für die Stromversorgung 2050,'" Berlin, 2016.
- [5] Allianz Bauwerkintegrierte Photovoltaik e.V.: "Checkliste Brandsicherheit für bauwerkintegrierte Photovoltaik-Anlagen (BIPB). Bauordnungsrechtliche Vorgaben, Anwendungsregeln und Ausführungshinweise für den Planungsprozess und Bauablauf." Berlin, 2020.
- [6] paXos Consulting & Engineering: "Solardachpfanne Mild-Hybrid." Available: <https://www.paxos.gmbh.de/innovationen/solar/>.
- [7] K. Crome: "Bürgerenergie finanziert neue Photovoltaikfassade für Geschäftshaus - Blog ErneuerbareEnergien.NRW," 2021. Available: <https://www.energieagentur.nrw/blogs/erneuerbare/beitraege/buergerenergie-finanziert-neue-photovoltaikfassade-fuer-geschäftshaus/>. Accessed am 09. Jun. 2021.

Stand Erhebung: Juni 2021

Agrothermie

Wärmeversorgung

Bezeichnung	Agrothermie
--------------------	-------------

Beschreibung	
<ul style="list-style-type: none"> - Erdwärmekollektor unter landwirtschaftlichen Flächen [1] <ul style="list-style-type: none"> - Einbringen über Spezialflug - Installationstiefe: 2 m - Abstand der Rohrleitungen: 0,5 m – 1 m - Wärmequelle für Wärmenetz: ca. 10°C 	
	
<p>Abbildung 1: Einbringen des Agrothermiekollektors mit Spezialflug [2]</p>	

Technologie-Eigenschaften	
<i>technisch</i>	
Wärmeentzug	28 – 32 kWh/m ²
Temperatur	10 °C
<i>wirtschaftlich</i>	
Investitionskosten	Projekt „Vordere Vieweide“ Wüstenrot (s. unten) [1]: Agrothermiefeld (4.400 m ²): 284.000 € Netzanschlüsse an Wärmenetz: 29.600 €

Innovationspotenzial	
<ul style="list-style-type: none"> - Multiuse-Ansatz - Zuverlässige Wärmequelle zur Einbindung in ein Wärmenetz ermöglicht regenerative Wärmeversorgung von Quartieren 	

Herausforderungen

- Akzeptanz: Um eine wirtschaftliche Betriebsweisen zu erreichen, muss eine ausreichende Anschlussdichte erreicht werden. Dafür müssen sich möglichst viele BewohnerInnen für eine gemeinschaftliche Wärmeversorgung entscheiden. [1], [3]
- Frühe Partizipationsprozesse und ein sichergestellter Informationsfluss können hier förderlich wirken.

Beispielprojekte

Plusenergiesiedlung „Vordere Viehweide“ Wüstenrot [1]

- Kommunales Ziel: Energieautarkie bis 2020
- Wärmeversorgung der Neubausiedlung „Vordere Viehweide“ durch ein kaltes Nahwärmenetz mit angeschlossenem Agrothermiekollektor
- Wärmedämmstandard: KfW 55
- Jährlicher Wärmebedarf: 288 MWh/a
- Hocheffiziente Wärmepumpen
- Größe des Agrothermiekollektors: 1,5 ha
 - Aufgeteilt in 2 Felder (1,06 ha und 0,44 ha) zur Untersuchung verschiedener Betriebsweisen

Weitere Informationen

Bundesverband Geothermie: <https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/a/agrothermie.html>

Doppelacker: <http://doppelacker.com/>

Referenzen

- [1] D. Pietruschka and U. Pietzsch: *“EnVisaGe. Abschlussbericht EnEff:Stadt-Projekt 1.7.2012 - 30.06.2017. Kommunale netzgebundene Energiversorgung -Vision 2020 am Beispiel der Gemeinde Wüstenrot. Ein kommunaler Cluster im Bereich EnEff:Stadt,”* Stuttgart, 2017.
- [2] Bundesverband Geothermie: *“Agrothermie,”* 2020. Available: <https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/a/agrothermie.html>.
- [3] M. Pehnt: *“Wärmenetzsysteme 4.0. Endbericht - Kurzstudie zur Umsetzung der Maßnahme „Modellvorhaben erneuerbare Energien in hocheffizienten Niedertemperaturwärmennetzen“,“* Heidelberg, Berlin, Düsseldorf, Köln, 2017.

Stand Erhebung: Juni 2021

Wärmepumpe

Wärmeversorgung

Bezeichnung	Wärmepumpe
--------------------	------------

Beschreibung

- Bei einer Wärmepumpe wird Umweltwärme entzogen und mithilfe von elektrischer Energie zum Heizen genutzt [1]
- Durch den Phasenübergang beim Verdampfen wird Energie frei, die genutzt werden kann [1]
- Das gleiche Prinzip wird bei einem Kühlschrank angewendet [1]
- Für die Umweltwärme werden zusätzliche Komponenten benötigt [1]
- Unterschieden wird nach Art der Wärmequelle in Luft-Wärmepumpen, Erdwärme-Wärmepumpen, Grundwasser-Wärmepumpen [2]

Abbildung 1: Schematische Darstellung einer Wärmepumpe [3]

Technologie-Eigenschaften	
<i>technisch</i>	
Leistung	1,7 – 58 kW (bietet Viessmann an) [2]
Leistungszahl	3,5 – 5,5 [2]
<i>wirtschaftlich</i>	
Lebensdauer	Luft-Wärmepumpen: 10 - 20 Jahren Erdwärme-Wärmepumpen: 25 – 30 Jahren [3]
Investitionskosten	Ca. 1000 €/kW [4]
Wartungskosten	200 €/a [5]

Innovationspotenzial

- Wärmepumpen sind bereits im kleinen Maßstab, beispielsweise für den dezentralen Einsatz in Wohngebäuden, eine ausgereifte und kommerzielle Technologie
- Innovationspotenzial bietet hingegen der Einsatz von Großwärmepumpen für den Einsatz im gewerblichen Maßstab oder auf Quartiersebene

Beispielprojekte

Neubau Bürogebäude und Filmstudio in Köln: [6]

- Leistung: 3 x 20 kW
- Luft-Wasser-Wärmepumpe
- Baujahr: 2015
- Unternehmen: HAUTEC

Weitere Informationen

- Typische Hersteller für Wärmepumpen sind Vaillant und Viessmann
- Informationen gibt es bei der Energieagentur NRW: <https://www.energieagentur.nrw/geothermie/waermepumpen>

Referenzen

- [1] Energieagentur NRW: "Wärmepumpen-Marktplatz NRW Planungsleitfaden Wärmepumpen," 2012.
- [2] Viessmann: "Heizen mit Luft- und Erdwärme: VITOCAL," 2021. Available: <https://www.viessmann.de/de/wohngebaeude/waermepumpe.html>.
- [3] Verbraucherzentrale: "Heizen mit Wärmepumpe ist klimafreundlich," 2021. Available: <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/heizen-und-warmwasser/heizen-mit-waermepumpe-ist-klimafreundlich-wenn-die-bedingungen-stimmen-5439>.
- [4] Energie-Experten.org: "Kosten für Wärmepumpen," 2021. Available: <https://www.energie-experten.org/heizung/waermepumpe/waermepumpenheizung/kosten#c25164>.
- [5] Wegatech: "Kosten und Wirtschaftlichkeit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe," 2021. Available: <https://www.wegatech.de/ratgeber/waermepumpe/kosten-und-wirtschaftlichkeit/uebersicht/>.
- [6] HAUTEC: "Referenzprojekt: Bürogebäude mit Filmstudio," 2021. Available: <https://hautec.eu/project/buerogebaeude-und-filmstudio-koeln/>.

Stand Erhebung: Juni 2021

Eisspeicher

Wärmeversorgung

Bezeichnung	Eisspeicher
--------------------	-------------

Beschreibung	
<ul style="list-style-type: none"> – Der Eisspeicher dient zur Wärmespeicherung und besteht hauptsächlich aus einer unterirdischen Zisterne – Im Inneren sind spiralförmig Leitungen verbaut, in denen eine frostgesicherte Sole zirkuliert [1] – Benötigt wird außerdem eine Wärmepumpe und z.B. solare Luftkollektoren zur Energie(/Wärme) -Gewinnung [1] – Die Wärmepumpe entzieht dem Wasser im Eisspeicher Wärme und so gefriert das Wasser in dem Eisspeicher. Die Wärme, die beim Phasenübergang frei wird, kann zum Heizen genutzt werden. [1] – Im Sommer kann mit der gewonnenen Wärme der Solar-Luft-Kollektoren der Eisspeicher wieder aufgetaut werden. Die freiwerdende „Kälte“ beim erneuten Phasenübergang kann im Sommer zum Kühlen genutzt werden. [1] 	
<p>Abbildung 1: Funktionsschema eines Eisspeichers [2]</p>	

Technologie-Eigenschaften	
<i>technisch</i>	
Leistung	6-17 kW (bietet z.B. Viessmann an) [3]
Leistungszahl	3,5 – 5,6 [3]
<i>wirtschaftlich</i>	
Lebensdauer	50 Jahre [4]
Investitionskosten	Ca. 15.000 €/kW _{Heizleistung} [4]
Betriebskosten	Ca. 70 €/kW und Jahr [4]

Innovationspotenzial

- Relativ neue Technologie in der Anwendung, bisher wenig Anwendung

Herausforderungen

- Hohe Investitionskosten, aber umso größer die Anlage desto wirtschaftlicher wird sie aufgrund der geringen jährlichen Betriebskosten [4]

Beispielprojekte

Bürogebäude in Stutensee [5]:

- Unternehmen: Vollack
- Größe des Eisspeichers: 170 m³
- Fläche des Bürogebäudes: 3600 m²
- Fertigstellung: 2016

Weitere Informationen

Hersteller: Viessmann (<https://www.viessmann.de/de/wohngebaeude/waermepumpe/eis-energiespeicher.html>)

Referenzen

- [1] B. Rech et al.: *„Schriftenreihe Energiesystem der Zukunft. Photovoltaik Technologiesteckbrief zur Analyse ‚Flexibilitätskonzepte für die Stromversorgung 2050,“* Berlin, 2016.
- [2] KfW: *„Funktionsschema Eisspeicher,“* 2021. Available: https://www.kfw.de/stories/kfw/bilder/umwelt/erneuerbare-energien/eisspeicher-koeln/eisspeicher-heizung-koeln_rs_text_image_landscape_large.jpg.
- [3] Viessmann: *„Eis-Energiespeicher-Systeme,“* 2021. Available: <https://www.viessmann.de/de/wohngebaeude/waermepumpe/eis-energiespeicher/eis-energiespeicher-systeme-grossanlagen.html>.
- [4] J. W. Benjamin Schroeteler, Helene Sperle, Tom Felder, Marco Meier, Matthias Berger: *„Techno-ökonomische Bewertung von saisonalen Wärmespeichern - ein simulationsbasierter Ansatz,“* Luzern, 2020.
- [5] R. Reiter: *„Pressemitteilung - Vollack setzt auf hocheffiziente Gesamtlösung Pressemitteilung.“* Karlsruhe, 2016.

Stand Erhebung: Juni 2021

Wasserelektrolyse

Sektorenkopplung

Bezeichnung	Wasserelektrolyse
--------------------	-------------------

Beschreibung

- Herstellung von Wasserstoff mithilfe der Elektrolyse aus Wasser und Strom
- Der Elektrolyseur besteht grundsätzlich aus: Wasser-/Stromanschluss, Elektrolyse, Gas-Reinigung, Verdichtung, Gasspeicherung [1]
- Es gibt drei verschiedene Ausführungen: PEM-, Alkalische-, Hochtemperatur-Elektrolyse [2]
- Voraussetzung ist die kontinuierliche Stromversorgung (aus regenerativen Quellen) und einen gesicherten Verwendungszweck für den Wasserstoff [1]
- Die Herstellung von Wasserstoff ist klimaneutral, wenn der verwendete Strom ausschließlich aus regenerativen Stromquellen kommt (grüner Wasserstoff) [2], [3]



Abbildung 1: Beispiel für einen Elektrolyseur in einem Container-Modell [4]

Technologie-Eigenschaften	
<i>technisch</i>	
Leistung	Serielle Ausführungen zwischen 0,5 und 2 MW In naher Zukunft werden zwischen 10 - 100 MW realisierbar
Wirkungsgradbereich	Ca. 73 %, mit Abwärmenutzung bis zu 93 % möglich
<i>wirtschaftlich</i>	
Lebensdauer	20 Jahre
Investitionskosten	1500 – 2300 €/kW
Betriebskosten	10 €/h

Innovationspotenzial

- Bisher wenig bis keine kommerzielle Nutzung
- Im industriellen Maßstab ist die Elektrolyse noch in den Anfängen
- Technische Weiterentwicklungen werden in den nächsten Jahren erwartet [1]

Herausforderungen

- Lange Genehmigungsphase mit hohen Anforderungen
- Wirtschaftlichkeit (Wasserelektrolyse ist noch kostenintensiv) [1]

Beispielprojekte

Energiepark Mainz [5]:

- Mainzer Stadtwerke AG, Hochschule RheinMain, Siemens AG und Linde AG
- 6 MW PEM-Elektrolyseur
- Laufzeit: 2012 – 2017
- Seit 2017 kommerzieller Testbetrieb
- Verschiedene Anwendungen für den Wasserstoff, z.B. für eine naheliegende Tankstelle

Weitere Informationen

- GTT (vorher Areva H2Gen) mit Standort in Köln als potenzieller Partner (Elektrolyseur Hersteller)
- EMCEL mit Standort in Köln (Ingenieurs- und Planungsbüro für Wasserstoffprojekte)

Referenzen

- [1] F. Graf: R. Schoof: and M. Zdrallek: *“Power-to-Gas, Grundlagen - Konzepte - Lösungen.”* Essen: Vulkan-Verlag GmbH, 2021.
- [2] J. Mitzel and K. Andreas Friedrich: *“Wasserstoff und Brennstoffzelle,”* 2nd ed., vol. 70, no. 5. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2017.
- [3] Shell Deutschland Oil GmbH; Wuppertal Institut: *“Shell Wasserstoff-Studie - Energie der Zukunft?,”* Hamburg, 2017.
- [4] HZwei: *“Elektrolyseur-Beispiel,”* 2021. Available: <https://www.hzwei.info/blog/2017/05/15/elektrolyseur-hersteller-bringen-sich-in-stellung/>.
- [5] Mainzer Stadtwerke AG: *“Energiepark Mainz,”* 2015. Available: <https://www.energiepark-mainz.de/projekt/energiepark/>.

Stand Erhebung: Juni 2021

Brennstoffzellen-BHKW

Sektorenkopplung

Bezeichnung	Brennstoffzellen-BHKW (Brennstoffzellen-Heizung)
--------------------	--

Beschreibung

- Mit der „kalten Verbrennung“ (chemische Reaktion zwischen zwei Elektroden, Umkehrung der Elektrolyse) wird Erdgas oder Wasserstoff direkt zu Strom umgewandelt [1]
- Die Abwärme lässt sich zusätzlich direkt nutzen, hier zu Heizzwecken
- Sektorenkopplung durch gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme
- Notwendig ist ein Gas-Anschluss oder Versorgung von Wasserstoff durch Trailer/Gasflaschen

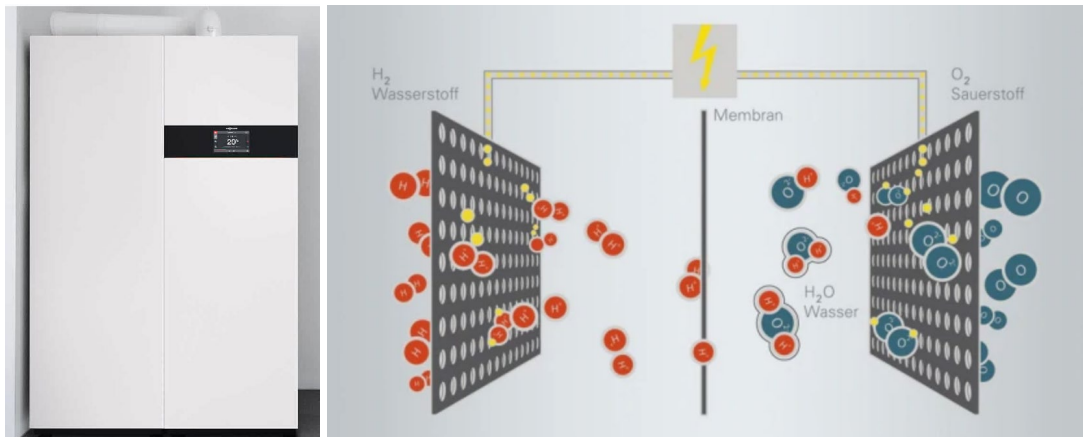


Abbildung 1: Links: Beispiel für eine Brennstoffzellen-Heizung [2]; rechts: Funktionsschaubild für Brennstoffzelle [3]

Technologie-Eigenschaften	
<i>technisch</i>	
Leistung	1-40 kW [3]
Wirkungsgradbereich	bis zu 95 % [1]
Temperaturbereich	Bis 80° C [4]
<i>wirtschaftlich</i>	
Lebensdauer	60.000-80.000 h [4]
Investitionskosten	20.000 €/kW [1]

Innovationspotenzial

- Brennstoffzellenheizungen werden bisher eher mit Erdgas versorgt [2]
- Innovationspotenzial besteht daher in dem Betrieb mit CO₂-neutralen „grünem“ Wasserstoff

Beispielprojekte

Projekt Callux [5]:

- Ziel: Bis zu 800 Brennstoffzellen-Heizungen als Praxistest in Eigenheimen
- Leistung der eingesetzten Heizungen: 2 kW thermisch, 1 kW elektrisch
- Projektpartner: u.a. EnBW, E.ON und EWE
- Laufzeit: 2008 – 2015

Weitere Informationen

- Hersteller: u.a. Viessmann und Vaillant

Referenzen

- [1] Shell Deutschland Oil GmbH; Wuppertal Institut: *“Shell Wasserstoff-Studie - Energie der Zukunft?”*, Hamburg, 2017.
- [2] E.ON: *“Brennstoffzellen-Heizung von Viessmann,”* 2021. Available: <https://www.eon.de/de/pk/heizung/brennstoffzellen-heizung/vitovvalor.html>.
- [3] Viessmann: *“Was ist eine Brennstoffzelle? – Energieeffizienz mit Umweltschutz,”* 2021. Available: <https://www.viessmann.de/de/wohngebaeude/welche-heizung/brennstoffzelle.html>.
- [4] KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH: *“Merkblatt Brennstoffzellenheizung,”* in: *Zukunft Altbau*, 2018. Available: https://www.zukunftaltbau.de/fileadmin/user_upload/Expertenwissen/Brennstoffzelle/ZAB_Merkblatt_BZH_Handwerker_WEB.PDF.

Stand Erhebung: Juni 2021

Quartierspeicher

Sektorenkopplung

Bezeichnung	Quartierspeicher
--------------------	------------------

Beschreibung

- Quartierspeicher sind große Stromspeicher, die häuserübergreifend Strom speichern und versorgen
- Der Quartierspeicher dient meist als Ergänzung für den erzeugten Solarstrom eines Quartiers
- Mit der Speicherung des Solarstroms können zeitliche Unterschiede von Stromverbrauch und Stromerzeugung ausgeglichen werden und so ein Quartier autarker gestalten [1], [2]
- Weitere Dienstleistung wie die Bereitstellung von Primärregelleistung können darüber als finanzieller Anreiz interessant sein [3]



Abbildung 1: Installation eines Quartierspeichers in einer Wohnsiedlung [1]

Technologie-Eigenschaften

<i>technisch</i>	
Größe	100 – 1100 kWh [4] (In naher Zukunft sind auch größere Quartierspeicher denkbar)
Wirkungsgradbereich	95 % [5]
<i>wirtschaftlich</i>	
Lebensdauer	20 Jahre [5]
Investitionskosten	1000 €/kWh (stark sinkende Preise) [2]
gespeicherte kWh Strom	19 ct/kWh

Innovationspotenzial

- Gemeinsamer Stromspeicher an Stelle von vielen dezentralen, privaten Stromspeichern
- Netz-Dienstleistungen, wie die Bereitstellung Primärregelleistung und Intraday-Handel [3]

Herausforderungen

- Rechtliche und regulatorische Herausforderungen im Energiewirtschaftsgesetz
- Herausforderungen in einem geeigneten Dienstleistungsmodell, da verschiedene Akteure Strom in den Speicher ein- und auspeisen [1], [4]

Beispielprojekte

ESQUIRE (Energiespeicherdienste für smarte Quartiere) [6]:

- Wohnquartier in Mannheim
- 875 kWp große PV-Anlage
- 96 kWh zentraler Stromspeicher
- Digitales Smart Grid mit einem Anschluss zum öffentlichen Netz
- Zusätzliche E-Ladesäule für PKW

Weitere Informationen

Weitere Informationen zu Fördermöglichkeiten oder verschiedenen Modellprojekten finden sich bei der Energieagentur NRW unter [1]

Referenzen

- [1] Energieagentur NRW: *„Erneuerbarer Strom aus dem Großquartierspeicher,“* 2020. Available: <https://www.energieagentur.nrw/blogs/erneuerbare/beitraege/erneuerbarer-strom-aus-dem-grossquartierspeicher/>.
- [2] F. Schnabel and K. Kreidel: *„Ökonomische Rahmenbedingungen für Quartierspeicher – Analyse der ökonomisch relevanten Kenngrößen für Energiedienstleistungen,“* Stutt, 2018.
- [3] R. Thomann: *„Strombank - Innovatives Betreibermodell für Quartierspeicher,“ Staatskolloquium Umweltforschung Baden-Württemberg.* Frankfurt, 2016.
- [4] S. C. Müller and I. M. Welp: *„Quartierspeicher : Überblick über mögliche Geschäftsmodelle und Barrieren,“* in *electrical energy storage Forum,* 2017.
- [5] Energie-Experten: *„Berechnung und Vergleich von Stromspeicher-Kosten für Solaranlagen,“* 2021. Available: <https://www.energie-experten.org/erneuerbare-energien/photovoltaik/stromspeicher/kosten>.
- [6] Institut für ökologische Wirtschaftsforschung: *„Energiespeicherdienste für smarte Quartiere (Esquire) Motivation-Hintergrund-Projektdesign.“* Stuttgart, 2020.

Stand Erhebung: Juni 2021

Wärmenetz 4.0

Infrastruktur

Bezeichnung	Wärmenetz 4.0
--------------------	---------------

Beschreibung	
<ul style="list-style-type: none"> – Wärmenetz als Alternative zu dezentraler Wärmebereitstellung – Wärmenetz 4.0 ist die 4. Generation des Wärmenetzsystems – Im Gegensatz zur 3. Generation beträgt die Temperatur unter 100 °C, was höhere Effizienz bedeutet (vgl. Abbildung 1) [1] – Im Wärmenetz 4.0 werden zusätzliche (regenerative) Energiequellen verwendet, wie z.B. Solarkollektoren oder Solarthermie [2] – Saisonale Speicher sichern zusätzlich mehr Flexibilität in der Versorgung – Das Wärmenetz 4.0 zeichnet sich durch erhöhte Effizienz und CO₂-Einsparung aus [2] 	
<p>Abbildung 1: Vergleich des bisherigen Wärmenetz mit dem Wärmenetz 4.0 hinsichtlich der Temperatur und Effizienz [2]</p>	

Technologie-Eigenschaften	
<i>technisch</i>	
Temperaturbereich	20 – 95 °C [2]
<i>wirtschaftlich</i>	
Nutzungskosten	7,5 – 14 ct/kWh [3]

Innovationspotenzial

- Üblich ist bisher vor allem die dezentrale Wärmeversorgung z.B. durch Gaskessel
- Gegenüber den bisherigen Wärmenetzen führt der niedrigere Temperaturbereich zur Effizienzsteigerung und erleichtert die Einbindung regenerativer Wärmequellen
- Mit dem Wärmenetz 4.0 erfolgt die Wärmeversorgung zentral und soll diese dekarbonisieren [2]
- Die Innovation setzt sich aus den einzelnen Energiequellen in Kombination, den zusätzlichen saisonalen Speichermöglichkeiten sowie durch einen erhöhten Digitalisierungsgrad im Betriebsmodell zusammen [2]
- Projektspezifisch: Agrothermie als Wärmequelle (vgl. entsprechende Steckbrief)

Herausforderungen

- Herausforderung ist das bestehende Wärmenetz nachhaltig umzurüsten auf das Wärmenetz 4.0
- Für die Umrüstung werden kurzfristig hohe Investitionskosten nötig sein
- Für einen wirtschaftlichen Betrieb muss eine ausreichende Wärmeabnahme im Gebiet gewährleistet sein

Beispielprojekte

Kaltes Nahwärmenetz in Nümbrecht [4]

- Versorgung von 13 Gebäuden mit jeweils einer Hocheffizienzwärmepumpe
- Oberflächennahe Geothermie und Vakuumkollektoren als Wärmequelle
- Bau: 2017
- Netztemperaturen: 4 – 21°C

Weitere Informationen

Weitere Informationen finden sich u.a. beim BMWi in [2], [5]

Referenzen

- [1] BMWi: *„Innovative Lösungen: Wärmenetze 4.0 sind smart und besonders effizient,“* 2021. Available: <https://www.deutschland-machts-effizient.de/KAENEF/Redaktion/DE/Standardartikel/Dossier/waermenetze-4-0-waermeinfrastruktur.html>.
- [2] M. Pehnt: *„Kurzstudie zur Umsetzung der Maßnahme „Modellvorhaben erneuerbare Energien in hocheffizienten Niedertemperaturwärmenetzen“,“* Heidelberg, Berlin, Düsseldorf, Köln, 2017.
- [3] Energieagentur Regensburg e.V.: *„Mögliche Wärmenetze in Alteglofsheim.“* Alteglofsheim, 2018.
- [4] Energieagentur NRW: *„»Kaltes« Nahwärmenetz spart 40.000 kg CO2 im Jahr,“* 2017. .
- [5] BMWi: *„Wärmenetze bringen Wärmewende in Schwung,“* 2021. Available: <https://www.deutschland-machts-effizient.de/KAENEF/Redaktion/DE/Standardartikel/Dossier/waermenetze-bringen-waermewende-in-schwung.html>.

Stand Erhebung: Juni 2021

Wasserstoffnetz

Infrastruktur

Bezeichnung

Wasserstoffnetz

Beschreibung

- Wasserstoffpipelines dienen zur Verteilung von Wasserstoff z.B. von großen Elektrolyse-Anlagen zu Tankstellen und großindustriellen Wasserstoffverbraucher [1]
- Im Gegensatz zum Erdgasnetz wird in das Wasserstoffnetz ausschließlich Wasserstoff mit einer hohen Reinheit eingespeist [1]
- Bis 2030 soll es in Deutschland 1300 km Wasserstoffleitungen geben (davon 240 Kilometer in NRW) [2]
- Eine Möglichkeit für Wasserstoffnetze ist, stillgelegte Erdgasnetze auf Wasserstoffnetze umzurüsten [1]
- Wasserstoffnetze benötigen eine höhere Anforderung als Erdgasnetze [1]
- Wasserstoffnetze können zusätzlich als Speicher von Wasserstoff genutzt werden [1]

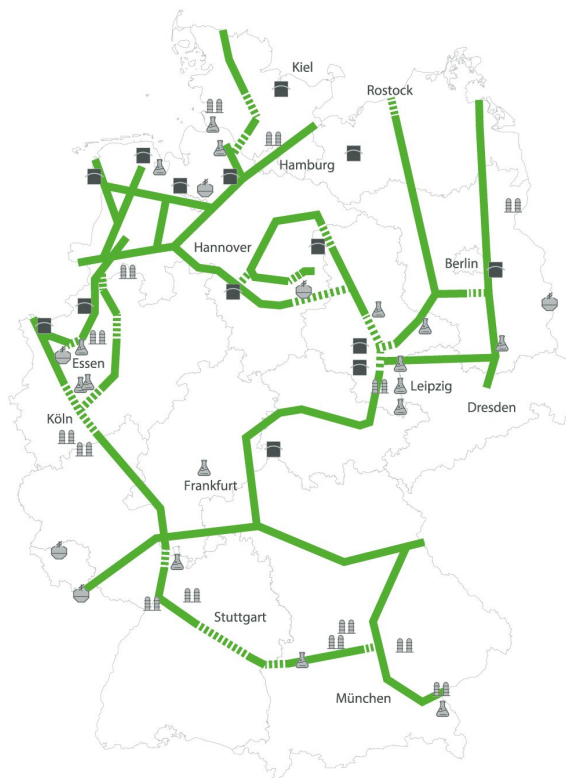


Abbildung 1 Entwurf der Gasnetzbetreiber für eine Wasserstoffinfrastruktur bis 2050 [3]

Technologie-Eigenschaften	
<i>technisch</i>	
Druckbereich	Ca. 300 bar [3]

Innovationspotenzial
<ul style="list-style-type: none"> – Installation von regionalen „Mikronetzen“ – Diese können langfristig auch mit überregionalen Wasserstoffnetzen verbunden werden [1]

Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> – Hohe Investitionskosten für die Installation oder Umrüstung von Wasserstoffpipelines, die aufgrund der Distribution von Wasserstoff hohe Anforderungen benötigen – Wirtschaftlich erst dann, wenn hohe Mengen Wasserstoff transportiert werden [3]

Beispielprojekte
<p>Projekt Get H2 Nukleus [4]:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Umsetzung eines ersten Teilabschnitts einer Wasserstoffinfrastruktur von Lingen nach Gelsenkirchen – Länge: 135 km – Einspeisung hauptsächlich durch eine Elektrolyseanlage mit einer Leistung von 100 MW – Fertigstellung bis 2024 – Projektpartner unter anderem RWE

Referenzen
<p>[1] Shell Deutschland Oil GmbH; Wuppertal Institut: <i>“Shell Wasserstoff-Studie - Energie der Zukunft?”</i>, Hamburg, 2017.</p> <p>[2] D. und E. des L. N. Ministerium für Wirtschaft, Innovation: <i>“Wasserstoff Roadmap NRW,”</i> 2020.</p> <p>[3] P. Adam; S. Engelshove; and F. Heunemann: <i>“Wasserstoffinfrastruktur – tragende Säule der Energiewende,”</i> 2020. Available: https://www.get-h2.de/wp-content/uploads/200915-whitepaper-h2-infrastruktur-DE.pdf.</p> <p>[4] Nowega GmbH: <i>“GET H2 – Mit Wasserstoff bringen wir gemeinsam die Energiewende voran.,”</i> 2021. Available: https://www.get-h2.de/wp-content/uploads/geth2_infobroschuere_4seiter_200311.pdf.</p>

Stand Erhebung: Juni 2021

Wasserstoffspeicher

Infrastruktur

Bezeichnung	Wasserstoffspeicher
--------------------	---------------------

Beschreibung

- Die Wasserstoffspeicherung kann in physikalische und stoffliche Speicherung eingeteilt werden, wobei die stofflichen Speicher noch in der Entwicklung sind [1]
- Physikalische Speicherung wird in Druckspeicherung und tiefgekühlte Speicherung eingeteilt
- Druckspeicherung: Bei 50 – 1000 bar in Stahl-Composite Druckbehälter, je nach Verwendungszweck. Für großtechnische Wasserstoffspeicher kommen Salzkavernen in Frage [1]
- Flüssige Speicherung (liquid Hydrogen): tiefgekühlter flüssiger Wasserstoff bei - 253 °C, im Einsatz bei Verwendungen mit erforderlicher hoher Energiedichte [1]



Abbildung 1: Wasserstoff-Druckspeicher neben einer Elektrolyse-Anlage [2]

Technologie-Eigenschaften	
<i>technisch</i>	
Speichergröße	Sämtliche Speichergrößen denkbar, Energiepark Mainz als Beispiel [3]: - 780 kg Speicherkapazität: entspricht ca. 26 MWh
Wirkungsgradbereich	98,5 % [1]
<i>wirtschaftlich</i>	
Investitionskosten	124 €/kg [4]

Innovationspotenzial

- Wasserstoff lässt sich im Vergleich zu elektrischer Energie gut und über lange Zeiträume speichern [1]

Herausforderungen

- Bei Hochdruckspeichern sind sicherheitsrelevante Aspekte wie Explosionsschutz zu beachten, jedoch gibt es langjährige Erfahrung mit Gasspeicherung [1]
- Bei Flüssiggasspeicher sind ebenfalls sicherheitsrelevante Aspekte bezüglich der tiefen Temperaturen zu beachten, zusätzlich ist der Energieaufwand für die Tiefkühlung zu beachten [1]

Beispielprojekte

Energiepark Mainz als Best-Practice Projekt [3]:

- Druckgasspeicher der Firma Linde AG
- Größe: 2 x 82 m³, 780 kW, 26 MWh
- Speicherdruck: 20- 80 bar

Weitere Informationen

Wichtiger Hersteller für Wasserstoffspeicher ist die Linde AG (https://www.linde-gas.de/de/processes/hydrogen_technology/index.html)

Referenzen

- [1] Shell Deutschland Oil GmbH; Wuppertal Institut: "Shell Wasserstoff-Studie - Energie der Zukunft?," Hamburg, 2017.
- [2] BDEW: "Wasserstoff in der Praxis," 2021. Available: <https://www.bdew.de/energie/wasserstoff/wasserstoff-der-anwendung/>.
- [3] Mainzer Stadtwerke: "Technische Daten des Energieparks Mainz," 2021. Available: <https://www.energiepark-mainz.de/wissen/technische-daten/>.
- [4] J. Mathiak; A. Heinzel; and C. Spitta: "Wirtschaftlichkeitsanalyse zur Wasserstoffbereitstellung," in: *Dtsch. Wasserstoff-Energietag*, pp. 1–6, 2004. Available: https://www.zbt-duisburg.de/fileadmin/user_upload/01-aktuell/05-publikationen/05-vortraege/2004/ZBT-Duisburg-DWET-2004.pdf.

Stand Erhebung: Juni 2021

Photovoltaik in Lärm- & Windschutzwänden

Stromerzeugung

Bezeichnung

Photovoltaik in Lärm- & Windschutzwänden

Beschreibung

- Photovoltaikmodule in oder auf Lärm- und Windschutzwänden
- Verschiedene Ausführungen individuell an Standort angepasst [1]
- Mögliche, beispielhafte Ausführungen:
 - Senkrechte Integration der (bifazialen) Photovoltaikmodule [1]
 - (Nachträgliche) Befestigung der Photovoltaikmodule an der Wand mit optionaler Modulneigung [2]
 - Als Überdachung (vgl. Abbildung 2)
- Hauptkomponenten: Photovoltaikmodul, Halterung zur Nachrüstung an Lärm- oder Windschutzwand bzw. Lärm- oder Windschutzwand mit vorgesehener Integrationsmöglichkeit



Abbildung 1: Lärmschutzwand mit integrierten bifazialen Photovoltaikmodulen in Neuötting [2]



Abbildung 2: Visualisierung Überdachung mit integrierten PV-Modulen [3]

Technologie-Eigenschaften	
<i>technisch</i>	
Leistung	~ 30 – 40 kWp pro 100 m Abhängig von der Ausführung (integriert, bifazial etc.)
Wirkungsgradbereich	15 – 22 % [4]
<i>wirtschaftlich</i>	
Lebensdauer	30 a [5]
Investitionskosten	Abhängig von der Ausführung (integriert, bifazial etc.) Projekt Neuötting (s.u.): Investitionskosten für Lärmschutz- wand + 15% [2]

Innovationspotenzial
<ul style="list-style-type: none"> – Multiuse-Ansatz, um Photovoltaikkapazität zu erhöhen ohne Freiflächen zu belasten – Anteil Lärmschutzwände mit PV: 1 % [1] – Projektspezifisch: Einsatz als Windschutz

Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> – Behördliche Zurückhaltung, unter Umständen aufgrund von Mehrkosten und Aufwand durch Bau und Wartung [1]

Beispielprojekte
<p>Umsetzungsprojekt Neuötting [2]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lärmschutzwand mit integrierter Photovoltaik - Länge: 234 m - Höhe: 5 m - Leistung: 65 kWp - Jahresertrag: 58 MWh - Bau: 2016 <p>Forschungsprojekt PVwins – Entwicklung von wandintegrierten PV-Elementen für den Lärm-schutz [6]</p> <ul style="list-style-type: none"> – Durchführung: Fraunhofer ISE – Projektpartner: R. Kohlhauser GmbH; Megasol Energie AG; Energiegenossenschaft Inn-Salzach eG; Bundesanstalt für Straßenwesen; Deutsches Zentrum für Schienenver-kehrsforschung des Eisenbahn-Bundesamt – Zeitraum: 04/2020 – 03/2023 – Auftraggeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Weitere Informationen

Hersteller: Kohlhauer (<https://www.kohlhauer.com/>)

Referenzen

- [1] M. Gorgus: "Solar-Lärmschutz mit Durchblick. Optisch ansprechende: Für Photovoltaik optimierter Schallschutz," *Sonnenenergie*, 2017.
- [2] C. J. Muth: "Ökostrom statt Lärm," *pv magazine Deutschland*, 27-Feb-2017.
- [3] Fraunhofer ISE: "PV-Süd – PV-Straßenüberdachung," 2021. Available: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/pv-sued.html>. Accessed am 24. Aug. 2021.
- [4] K. Mertens: "Photovoltaik. Lehrbuch zu Grundlagen, Technologien und Praxis." München: Carl Hanser Verlag, 2013.
- [5] D. Chudinow et al.: "Vertical bifacial photovoltaics – A complementary technology for the European electricity supply?," in: *Appl. Energy*, vol. 264, no. February, p. 114782, 2020. Available: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114782>.
- [6] Fraunhofer ISE: "PVwins – Entwicklung von wandintegrierten PV-Elementen für den Lärmschutz," 2021. Available: [ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/pvwins.html](https://www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/pvwins.html).

Stand Erhebung: August 2021

EE-Hybridkraftwerk

Infrastruktur

Bezeichnung	EE-Hybridkraftwerk
--------------------	--------------------

Beschreibung

- Kombination von verschiedenen regenerativen Erzeugungsarten und Sektorenkopplung: u.a. Windenergie, PV, KWK, Elektrolyse, Batteriespeicher (vgl. Abbildung 1)
- Diversifizierung der Erzeugung führt zu gleichmäßigerer Einspeisung und somit zur Netzstabilisation und zur Absenkung der notwendigen Übertragungskapazitäten [1]
- Integration von Sektorenkopplung trägt zur Dekarbonisierung des Verkehrs- und Industrieresektors bei

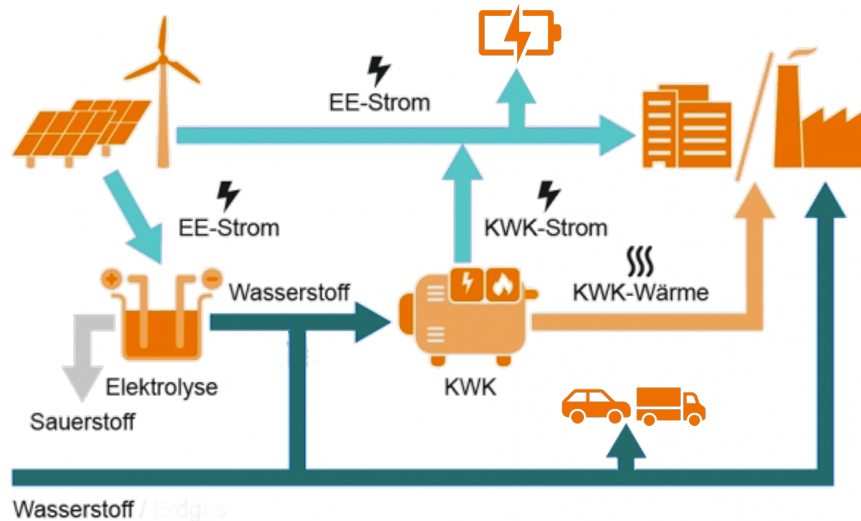


Abbildung 1: Möglicher Aufbau eines Hybridkraftwerkes [eigene Darstellung basierend auf [2]]

- Windkraft- und PV-Anlagen:
 - o können unter Beachtung der rechtlichen Rahmenbedingungen auf einer Fläche vereint werden (vgl. Abbildung 2)
 - o können Basis für Sektorenkopplung sein (Batteriespeicher, Elektrolyse)



Abbildung 2: Formen von Wind-PV-Kraftwerken (li: APV-Pilotanlage in direkter Nähe zu Windenergieanlagen [3]; re: PV auf Kranstellfläche einer Windenergieanlage[4])

Innovationspotenzial

Projektspezifisch:

- Kombination von APV und Wind ermöglicht neben hybrider Energieerzeugung landwirtschaftliche Flächennutzung
- Kein vergleichbares Projekt bekannt
- Energieerzeugung aus Hybridkraftwerk als Basis für Sektorenkopplung in umliegenden Teilprojekten

Herausforderungen

- Rechtliche Rahmenbedingungen:
 - o Hybride Nutzung muss raumplanerisch vorgesehen werden
 - o Hybride Umsetzung findet noch keine Berücksichtigung im Ausschreibungsverfahren [1]
- Planungs- und Umsetzungsprozess [5]
 - o Abstimmung Bauplanung und – ausführung, um parallele Umsetzung sicherzustellen
 - o Anpassung des SCADA Systems

Beispielprojekte

Energiepark Haringvliet Zuid (Goeree-Overflakkee, NL) [6]

- 2019
- 6 Windenergieanlagen: 22 MW
- 115.000 Solarmodule: 38 MW
- Batteriespeicher

Referenzen

- [1] RWE: "Hybridkraftwerke: Doppelt hält besser," *en:former*, 2020. Available: <https://www.en-former.com/hybridkraftwerke-doppelt-haelt-besser/>.
- [2] EnergieAgentur.NRW GmbH: "Wasserstoffbasierte Kraft-Wärme-Kopplung (H2-KWK)," *KWK NRW*, 24-Nov-2020. Available: <http://www.kwk-fuer-nrw.de/wasserstoffbasierte-kraft-waerme-kopplung-h2-kwk-29684.asp?find=>. Accessed am 24. Aug. 2021.
- [3] Next2Sun: "Agri-PV-Anlagen," 2021. Available: <https://www.next2sun.de/referenzen/#Agriphotovoltaik>.
- [4] S. Harrison: "Bei Lichtenau ist die erste Photovoltaikanlage auf einer Kranstellfläche im Windpark errichtet worden," *Westfalenwind*, 2020. Available: <https://www.westfalenwind.de/bei-lichtenau-ist-die-erste-photovoltaikanlage-auf-einer-kranstellflaeche-im-windpark-errichtet-worden/>.
- [5] N. Weinhold: "Neues Hybridkraftwerk aus Wind und Solar," *ERNEUERBARE ENERGIEN*, 03-Apr-2021. Available: <https://www.erneuerbareenergien.de/technik/solartechnik/techniktrend-neues-hybridkraftwerk-aus-wind-und-solar>. Accessed am 24. Aug. 2021.
- [6] Vattenfall: "About the energy park - Haringvliet Zuid Energy Park," 2021. Available: <https://energieparkharingvlietzuid.nl/energiepark-haringvliet/>. Accessed am 24. Aug. 2021.

Stand Erhebung: August 2021