

Agri-PV in Ingelheim

Lisa-Marie Bieber

27.06.2023

Bau- und Planungsausschuss Ingelheim am Rhein

www.ise.fraunhofer.de



Inhalte

- Zielsetzung des Projektes
- Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der landwirtschaftlichen Analyse
- Ausblick auf verschiedene Agri-PV-Designs und die Technologieentwicklung
- Potenzialanalyse für geeignete Kulturen und Flächen im Stadtgebiet Ingelheim

Agri-PV in Ingelheim

Zielsetzung des Projektes

Strategie bei der Projektentwicklung



1. Landwirtschaftsanalyse

- Untersuchung der vorkommenden Kulturen basierend auf bisherigen Studien und in Abhängigkeit von Klima- und Wetterbedingungen

2. Technologieentwicklung

- Entwicklung von 2-3 Agri-PV-System Designs und Durchführung von Lichtsimulationen zu den vielversprechendsten Kulturen der LW-Analyse, unter Beachtung der Verschattungstoleranzen.

3. Potenzial- und Wirtschaftlichkeitsanalyse

- Potenzialanalyse für geeignete Kulturen und Flächen im Stadtgebiet Ingelheim
- Wirtschaftlichkeitsanalyse für mögliche Agri-PV Designs

Agri-PV Analyse für Ingelheim

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der landwirtschaftlichen Analyse

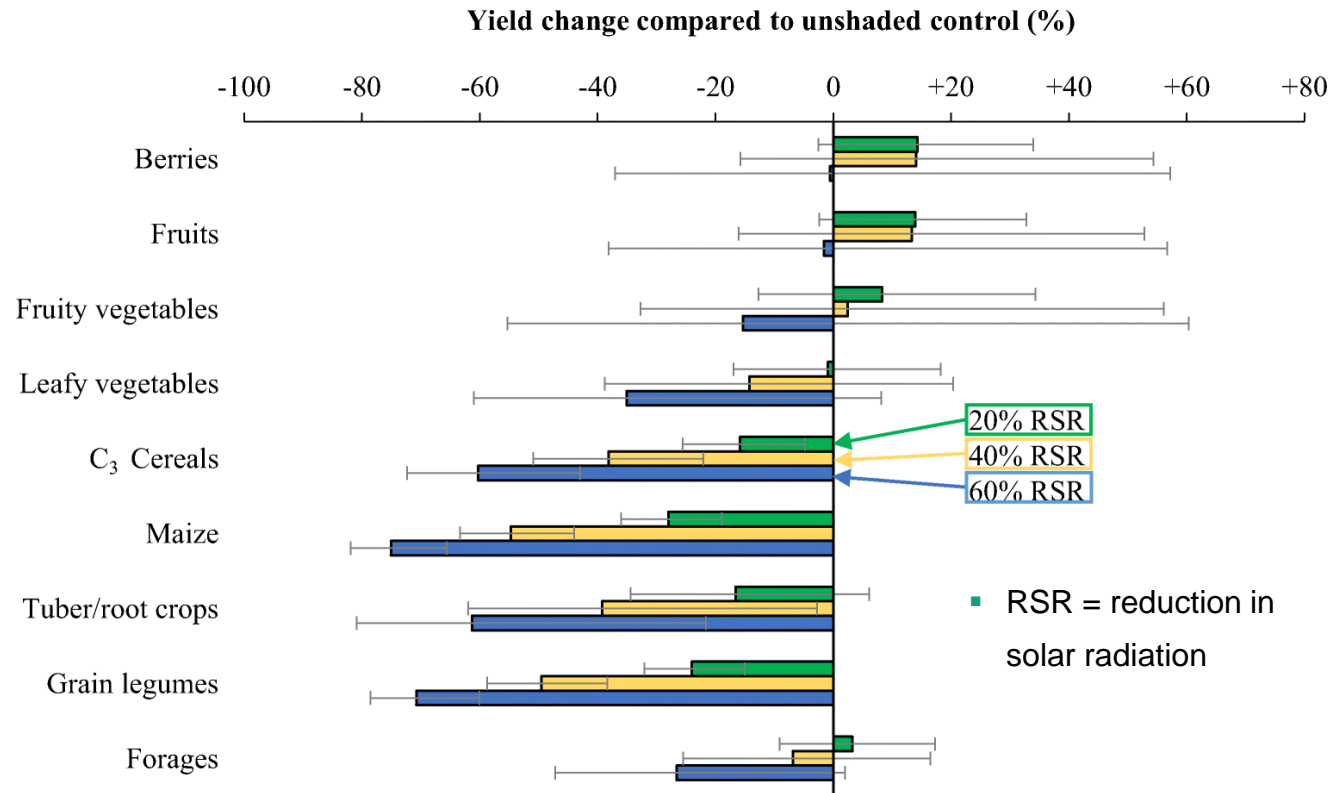


Abbildung 6: Veränderung des Ernteertrags verschiedener Kulturen im Vergleich zu einer unbeschatteten Referenzfläche Quelle: Universität Hohenheim [17])

- Der Vergleich mit einer Meta-Analyse der Universität Hohenheim führt zu ähnlichen Ergebnissen.
- Quelle: Moritz Laub, Lisa Pataczek, Arndt Feuerbacher, Sabine Zikeli, Petra Högy. 2021.
„Contrasting yield responses at varying levels of shade suggest different suitability of crops for dual land-use systems. A meta-analysis.“

Agri-PV Analyse für Ingelheim

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der landwirtschaftlichen Analyse

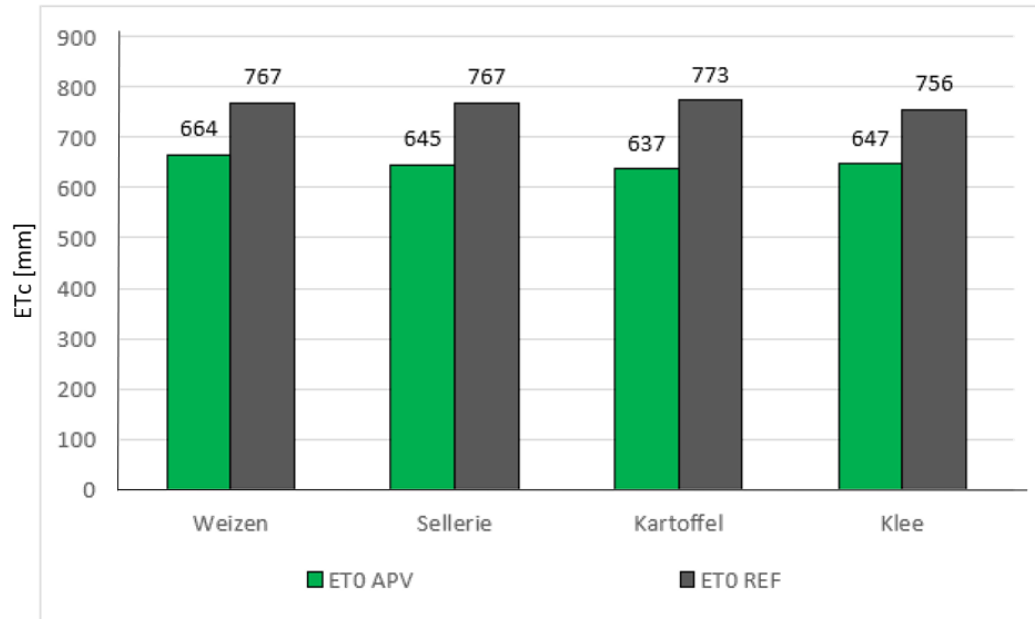
Pflanzenart	Auswirkungen durch Beschattung	Landwirtschaftliche Bewirtschaftung	Agri-PV Systemdesign
Kernobst	positiv	Kleine landwirtschaftliche Maschinen; Handarbeit	Agri-PV mit mind. ~2,5 – 3m Höhe
Steinobst	positiv	Kleine landwirtschaftliche Maschinen; Handarbeit	Agri-PV mit mind. ~2,5 – 3m Höhe
Beerenobst	tolerant-positiv	Kleine landwirtschaftliche Maschinen; Handarbeit	Agri-PV mit mind. ~2,5 – 3m Höhe
Weinbau	tolerant	Vollerntegerät oder Handlese	Je nach Bewirtschaftung: ~ 2,5 m bis 5 m
Gemüseanbau	tolerant	Große und kleine landwirtschaftliche Maschinen	Bodennahe oder hoch aufgeständerte Agri-PV
Ackerkulturen	negativ	Große Maschinen wie Mähdrescher notwendig	Agri-PV mit mind. 5 m Höhe
Grünland	tolerant	Große und kleine landwirtschaftliche Maschinen	Bodennahe oder hoch aufgeständerte Agri-PV

- Die Ergebnisse zeigen eine Eignung der Kulturen v.a. im Obstbau (Artspezifische Unterschiede der Kulturen müssen berücksichtigt werden)
- Im Beeren-Obstbau und Weinbau reagieren viele Kulturen zumindest tolerant bis positiv
- Auch Gemüsekulturen sind je nach Gemüseart durchaus tolerant (siehe nächste Folie)
- Grünland-(A-)PV ist möglich; es gibt jedoch rechtliche und gesellschaftliche Herausforderungen.

Agri-PV in Ingelheim

Landwirtschaftliche Analyse: Weitere potenzielle Synergieeffekte

- Schutz vor Hitzeschäden
- Reduktion der Verdunstung
- Schutz vor Frost im Frühjahr

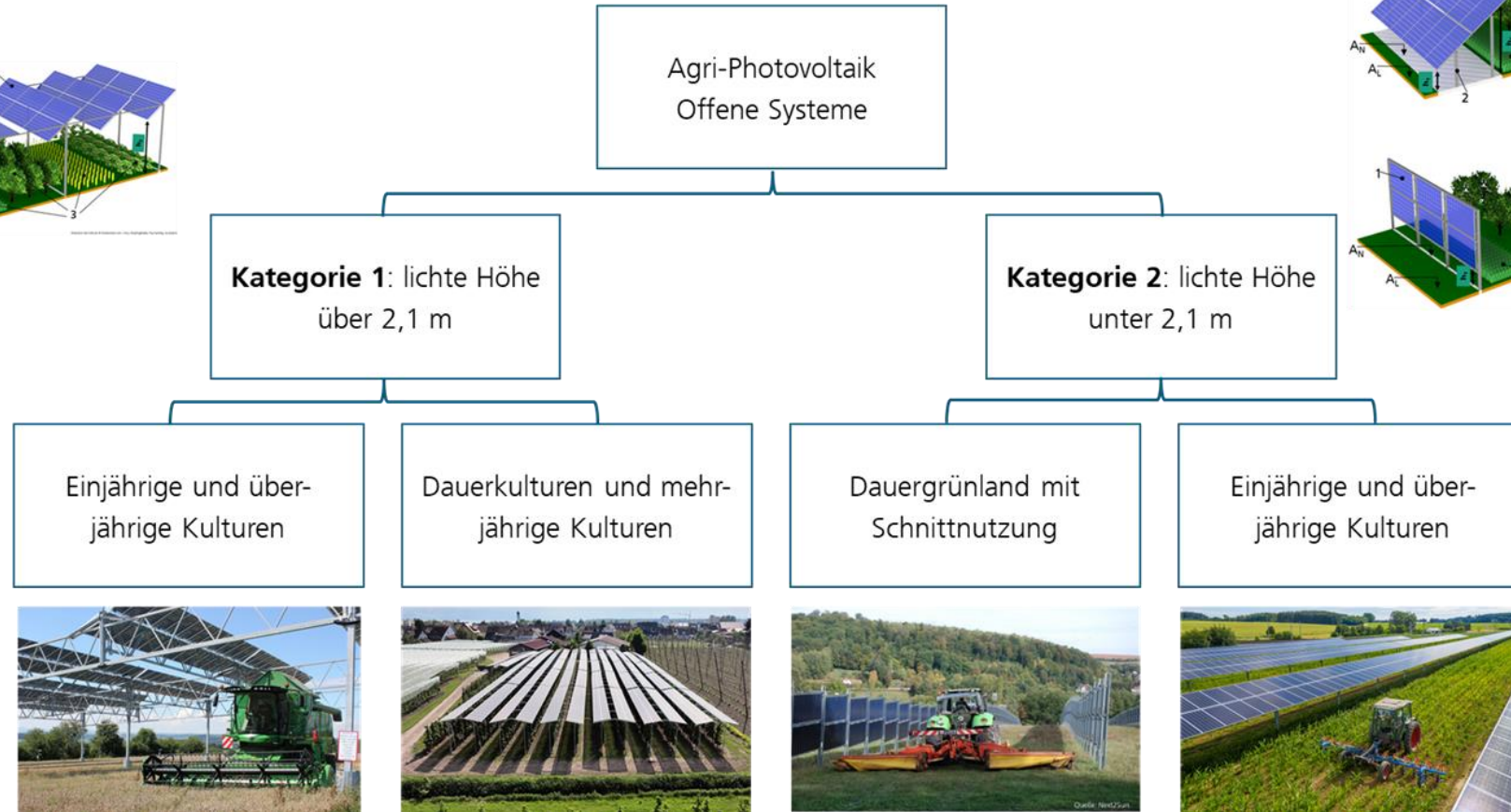
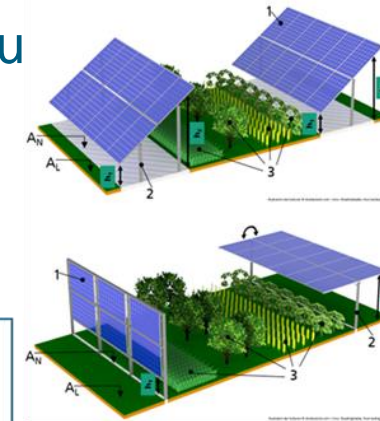
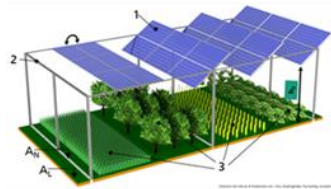


- Schutz vor Extremwetterereignissen wie Hagel und Starkregen
- Reduktion der Pestizide durch geringeren Pilz- und Schädlingsdruck



Agri-PV Analyse für Ingelheim

Ausblick auf verschiedene Agri-PV-Designs und die Technologieentwicklu



- Die Ergebnisse der landwirtschaftlichen Analyse werden genutzt, um ein Agri-PV-Systemdesign zu entwickeln, welches an die Bedürfnisse der jeweiligen landwirtschaftlichen Kultur angepasst ist.

Deliverable IV - Potenzialanalyse:

Potenzialanalyse für geeignete Kulturen und
Flächen im Stadtgebiet Ingelheim

Agri-PV in Ingelheim: Potenzialanalyse

Methodik-Grundlage: Restriktionen der Analyse

Erster Schritt: Ausschluss von Restriktionskriterien

- **Restriktionskriterien** = Kriterien, welche die Errichtung einer Agri-PV-Anlage unmöglich machen oder so weit erschweren, dass die Errichtung aus rechtlichen, technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht mehr praktikabel ist.
- Entwicklung von **vier Szenarien** mit **absinkendem Restriktionsgrad**:
 - für eine praxisnahe Entscheidungsgrundlage bzw.
 - um Auswirkungen der Restriktionen und Kriterien auf die Zielregion zu verdeutlichen
- **Harte Restriktionskriterien**: Finden grundlegend in allen Szenarien Anwendung.
 - bspw. die meisten infrastrukturelle Einschränkungen wie der Abstand zu Gebäuden und Verkehrsflächen
 - die Gewässerrandstreifen oder Hochwasserschutzgebiete.
- **Weiche Restriktionskriterien**: Werden individuell an die Szenarien angepasst werden.
 - bspw. Schutzgebiete sind im ersten generellen Szenario ausgeschlossen, während im zweiten Szenario auch die Grünzüge und Grünzäsuren betrachtet werden.

Agri-PV in Ingelheim: Potenzialanalyse

Methodik-Grundlage: Restriktionen der Analyse

Kategorie	Fläche	Szenario_1	Szenario_2	Szenario_3	Szenario_4	Puffer in m	Quelle
Infrastruktur	Gebäude_wohn	Ja	Ja	Ja	Ja	4	LBauO §8: min. 3m
	Gebäude_industrie	Ja	Ja	Ja	Ja	4	LBauO §8: min. 3m
	Bundesautobahn	Ja	Ja	Ja	Ja	40	FStrG § 9
	Bundesstraßen	Ja	Ja	Ja	Ja	20	FStrG § 10
	Landesstraßen	Ja	Ja	Ja	Ja	20	§ 22 LStrG 1 1
	Kreisstraßen	Ja	Ja	Ja	Ja	15	§ 22 LStrG 1 1
	Eisenbahnschienen	Ja	Ja	Nein	Nein	60	§ 18 LEisenbG
Freileitungen	Ja	Ja	Ja	Ja	9	Sachstand Deutscher Bundestag	
Gewässerrandstreifen	Gewässer_1_Ordnung	Ja	Ja	Ja	Ja	50	BNatSchG § 61
	StehendeGewässer_ab_1_ha	Ja	Ja	Ja	Ja	50	BNatSchG § 61
	Gewässer_II_III_Ordnung	Ja	Ja	Ja	Ja	10	
	StehendeGewässer_unter_1_ha	Ja	Ja	Ja	Ja	10	
Schutzgebiete nach BNatSchG	Naturschutzgebiet	Ja	Ja	Ja	Ja		BNatSchG §23
	gesetzlich geschützte Biotope_LANIS	Ja	Ja	Ja	Nein		BNatSchG §30
	Natura 2000_FFH	Ja	Ja	Ja	Ja		BNatSchG §31
	Natura 2000_Vogelschutz	Ja	Ja	Ja	Ja		BNatSchG §31

Agri-PV in Ingelheim: Potenzialanalyse

Methodik-Grundlage: Restriktionen der Analyse

Kategorie	Fläche	Szenario_1	Szenario_2	Szenario_3	Szenario_4	Puffer in m
Weitere Schutzgebiete	Umfeld zum Wald	Ja	Ja	Ja	Ja	30
	Eingestuft als Moorboden	Ja	Ja	Ja	Ja	
	Grünzüge	Ja	Nein	Nein	Nein	
	Grünzäsur	Ja	Ja	Ja	Ja	
	Wasserschutzgebiete_Zone_I	Ja	Ja	Ja	Ja	
	Wasserschutzgebiete_Zone_II	Ja	Ja	Ja	Nein	
	Wasserschutzgebiete_Zone_III	Nein	Nein	Nein	Nein	
Hochwasser- schutz	Polder	Ja	Ja	Ja	Ja	
	Überschwemmungsgebiete	Ja	Ja	Ja	Ja	
Land- wirtschaftliche Flächen	Hangneigung ab 20 %	Ja	Ja	Ja	Nein	
	Exponierte Lagen	Ja	Ja	Nein	Nein	
	Nordhang	Ja	Ja	Ja	Nein	Nördlich ausgerichtet(Aziumth +- 20), Hangneigung über 5 %

Agri-PV in Ingelheim: Potenzialanalyse

Methodik-Grundlage: Flächeneignung

Zweiter Schritt: Ermittlung der Flächeneignung

- Eignungskriterien = Um die Eignung der Flächen in den jeweiligen Szenarien zu ermitteln, werden weitere Kriterien mit Abstufungen herangezogen.
- Eignungskriterien haben einen Score / eine Abstufung, um die Eignung darzustellen:
 - Es wird differenziert betrachtet, wie geeignete bzw. ungeeignete Kulturen oder Abstände innerhalb der ausgewählten, landwirtschaftlichen Potenzialflächen und Szenarien sind.
- **Eignungskriterien:**
 - **Nähe zum Stromnetz**
 - **Eignung der landwirtschaftlichen Kulturen**

Agri-PV in Ingelheim: Potenzialanalyse

Methodik-Grundlage: Flächeneignung

Nähe zum Stromnetz

- Ob eine (Agri-) PV-Anlage wirtschaftlich umgesetzt werden kann, ist u.a. Abhängig von der Distanz zum Stromnetz bzw. zum nächsten Einspeisepunkt sowie von der Anlagengröße.
- Faustregel kann zur Einschätzung der möglichen Distanz herangezogen werden:
Pro 1 MW installierter PV-Leistung kann eine maximale Distanz von 0,5 km zum nächsten Netzeinspeisepunkt als wirtschaftlich tragfähig

Nähe zum Netz	1500-2000 m	1000-1500 m	500 – 1000 m	Bis 500 m
Rating	1	2	3	4

Agri-PV in Ingelheim: Potenzialanalyse

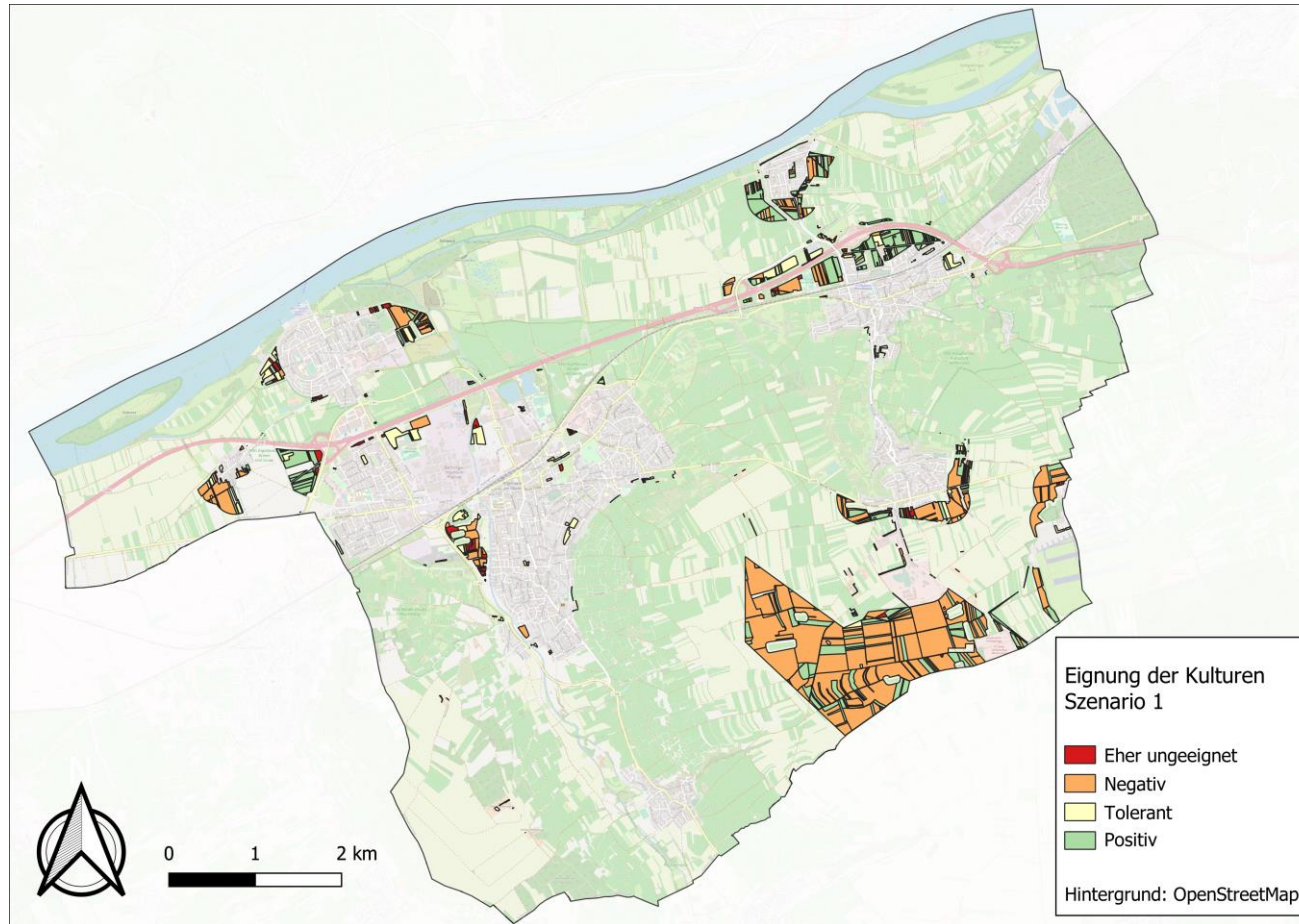
Methodik-Grundlage: Flächeneignung

Eignung der landwirtschaftlichen Kulturen gemäß der landwirtschaftlichen Analyse

Bezeichnung	Eher ungeeignet	Negativ	Tolerant	Positiv
Rating	1	2	3	4
	Brachland: ist eine Fläche der Landwirtschaft, die nicht mehr zu Produktionszwecken genutzt wird.	Ackerland: ist eine Fläche für den Anbau von Feldfrüchten (z.B. Getreide, Hülsenfrüchte, Hackfrüchte) und Sammelnuss-früchten wie Erdbeere).	Weingarten: ist eine mit speziellen Vorrichtungen ausgestattete Agrarfläche, auf der Weinstöcke angepflanzt sind.	Obstplantage: ist eine Fläche, die vorwiegend dem Intensivobstanbau dient und mit Obstbäumen und Obststräuchern bestanden ist. Im Unterschied zu Streuobst handelt es sich hierbei um gleichmäßige und dicht angelegte Kulturen.
	Streuobstwiese: beschreibt den Bewuchs einer Grünlandfläche mit Obstbäumen.		Gartenland: ist eine Fläche für, die dem gewerbsmäßigen Anbau von Gartengewächsen (Gemüse, Obst und Blumen) sowie für die Aufzucht von Kulturpflanzen dient.	Obststrauchplantage: ist eine landwirtschaftliche Fläche, die ausschließlich mit Obststräuchern bepflanzt ist
	Streuobstacker: beschreibt den Bewuchs einer Ackerfläche mit Obstbäumen.		Grünland: ist eine Grasfläche, die gemäht oder beweidet wird.	Obstbaumplantage: ist eine landwirtschaftliche Fläche, die ausschließlich mit Obstbäumen bepflanzt ist
				Baumschule: ist eine Fläche, auf der Holzgewächse aus Samen, Ablegern oder Stecklingen unter mehrmaligem Umpflanzen (Verschulen) gezogen werden.

Agri-PV in Ingelheim: Potenzialanalyse

Restriktionen im Szenario 1



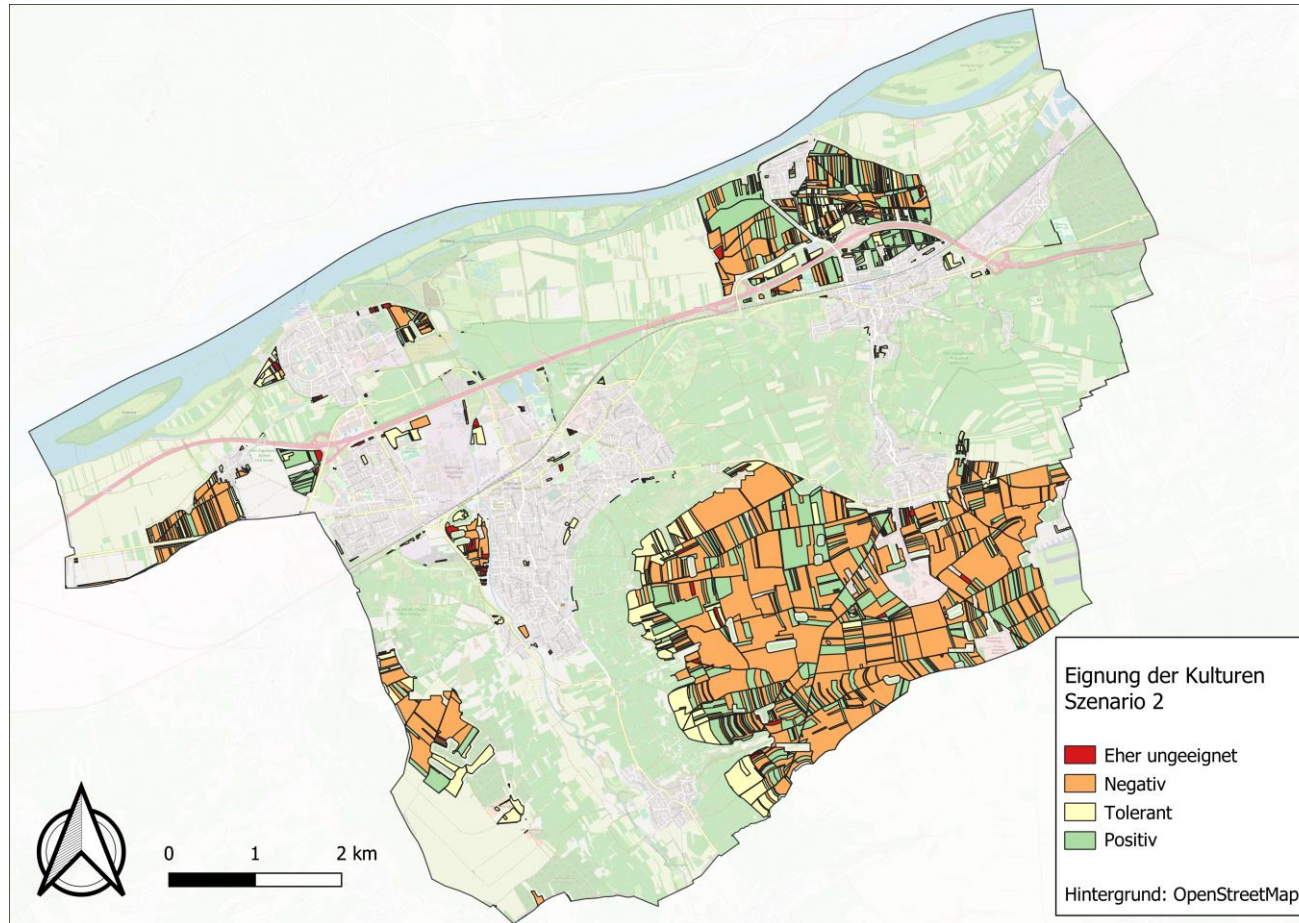
Abgebildet sind die Flächen, die nach Abzug der Restriktionskriterien im Szenario 1 als Potenzialflächen für Agri-PV-Anwendungen eingestuft werden.

Des Weiteren ist die Eignung der landwirtschaftlichen Kulturen, welche in den Potenzialflächen des Szenarios 1 liegen, dargestellt.

Um die landwirtschaftliche Eignung darzustellen, wurden die Flächen farbig hinterlegt.

Agri-PV in Ingelheim: Potenzialanalyse

Restriktionen im Szenario 2



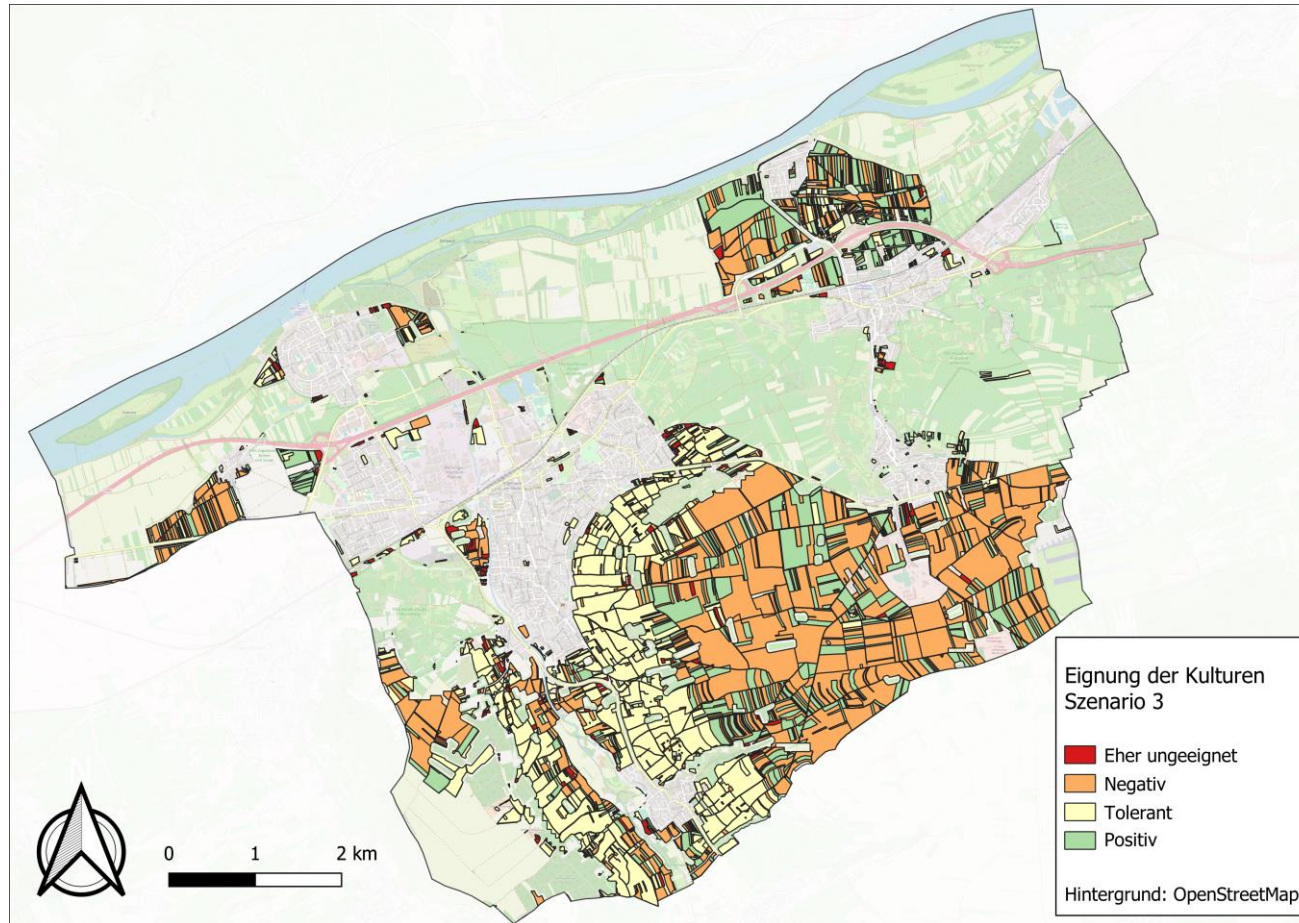
Abgebildet sind die Flächen, die nach Abzug der Restriktionskriterien im Szenario 2 als Potenzialflächen für Agri-PV-Anwendungen eingestuft werden.

Des Weiteren ist die Eignung der landwirtschaftlichen Kulturen, welche in den Potenzialflächen des Szenarios 2 liegen, dargestellt.

Um die landwirtschaftliche Eignung darzustellen, wurden die Flächen farbig hinterlegt.

Agri-PV in Ingelheim: Potenzialanalyse

Restriktionen im Szenario 3



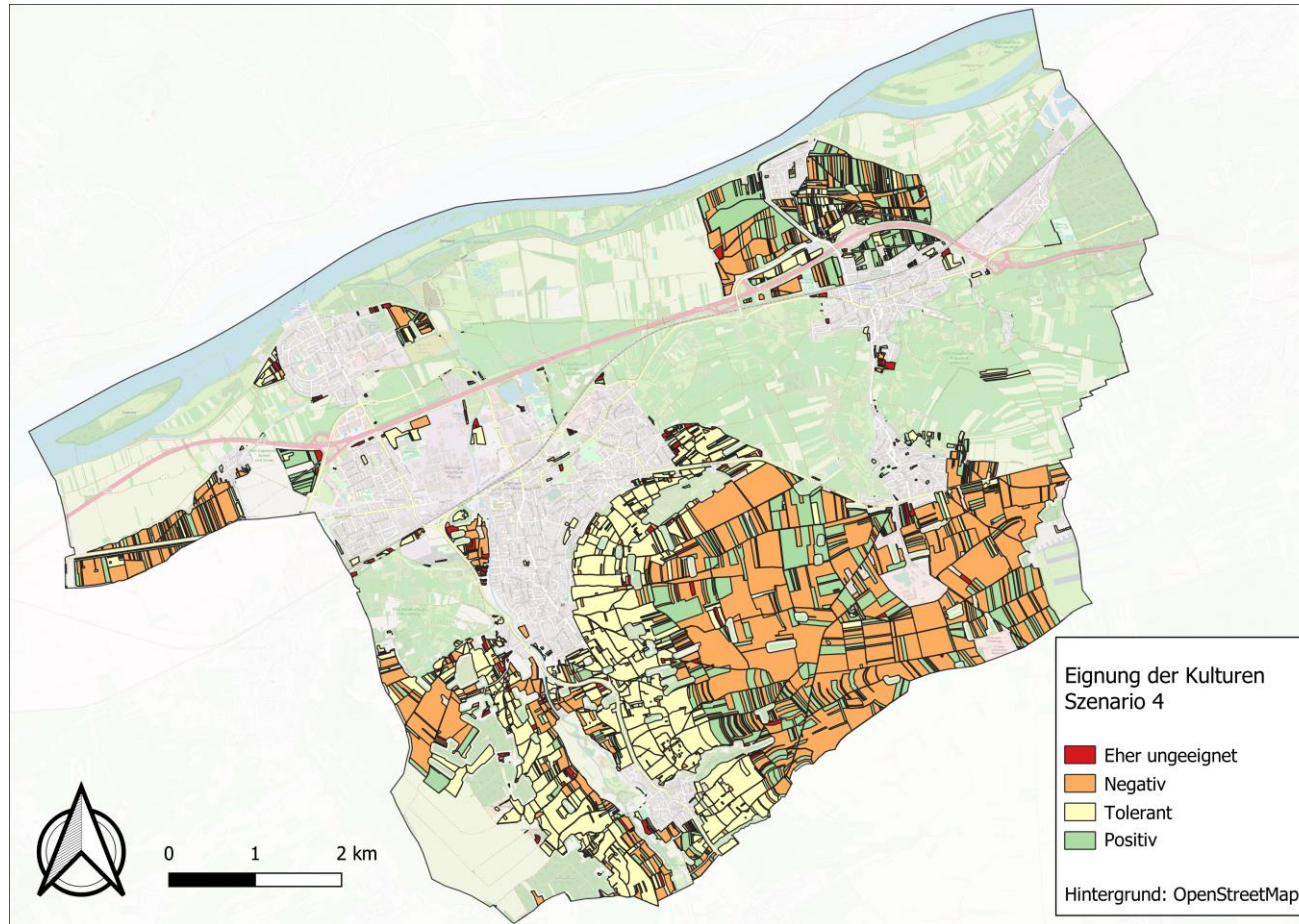
Abgebildet sind die Flächen, die nach Abzug der Restriktionskriterien im Szenario 3 als Potenzialflächen für Agri-PV-Anwendungen eingestuft werden.

Des Weiteren ist die Eignung der landwirtschaftlichen Kulturen, welche in den Potenzialflächen des Szenarios 3 liegen, dargestellt.

Um die landwirtschaftliche Eignung darzustellen, wurden die Flächen farbig hinterlegt.

Agri-PV in Ingelheim: Potenzialanalyse

Restriktionen im Szenario 4



Abgebildet sind die Flächen, die nach Abzug der Restriktionskriterien im Szenario 4 als Potenzialflächen für Agri-PV-Anwendungen eingestuft werden.

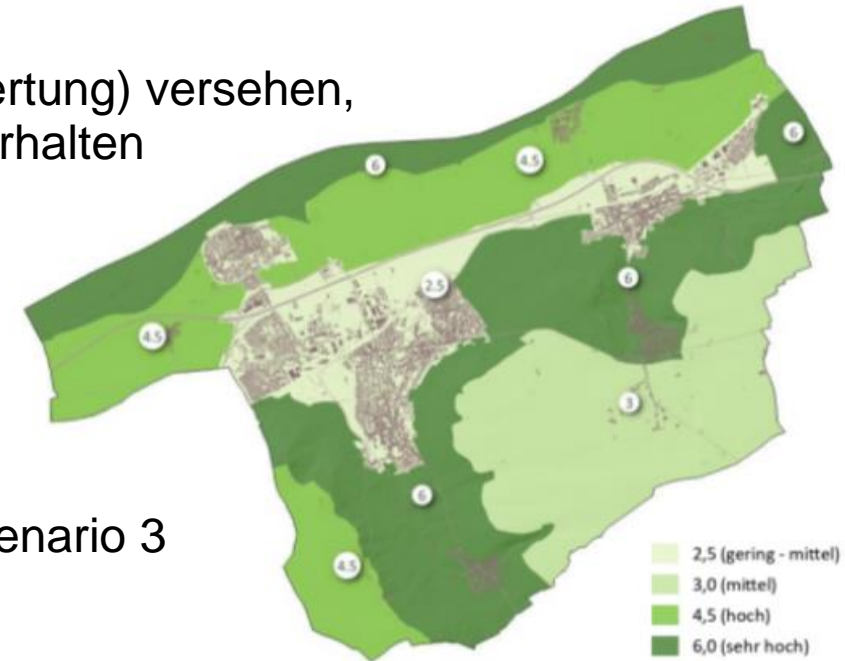
Des Weiteren ist die Eignung der landwirtschaftlichen Kulturen, welche in den Potenzialflächen des Szenarios 4 liegen, dargestellt.

Um die landwirtschaftliche Eignung darzustellen, wurden die Flächen farbig hinterlegt.

Agri-PV in Ingelheim: Potenzialanalyse

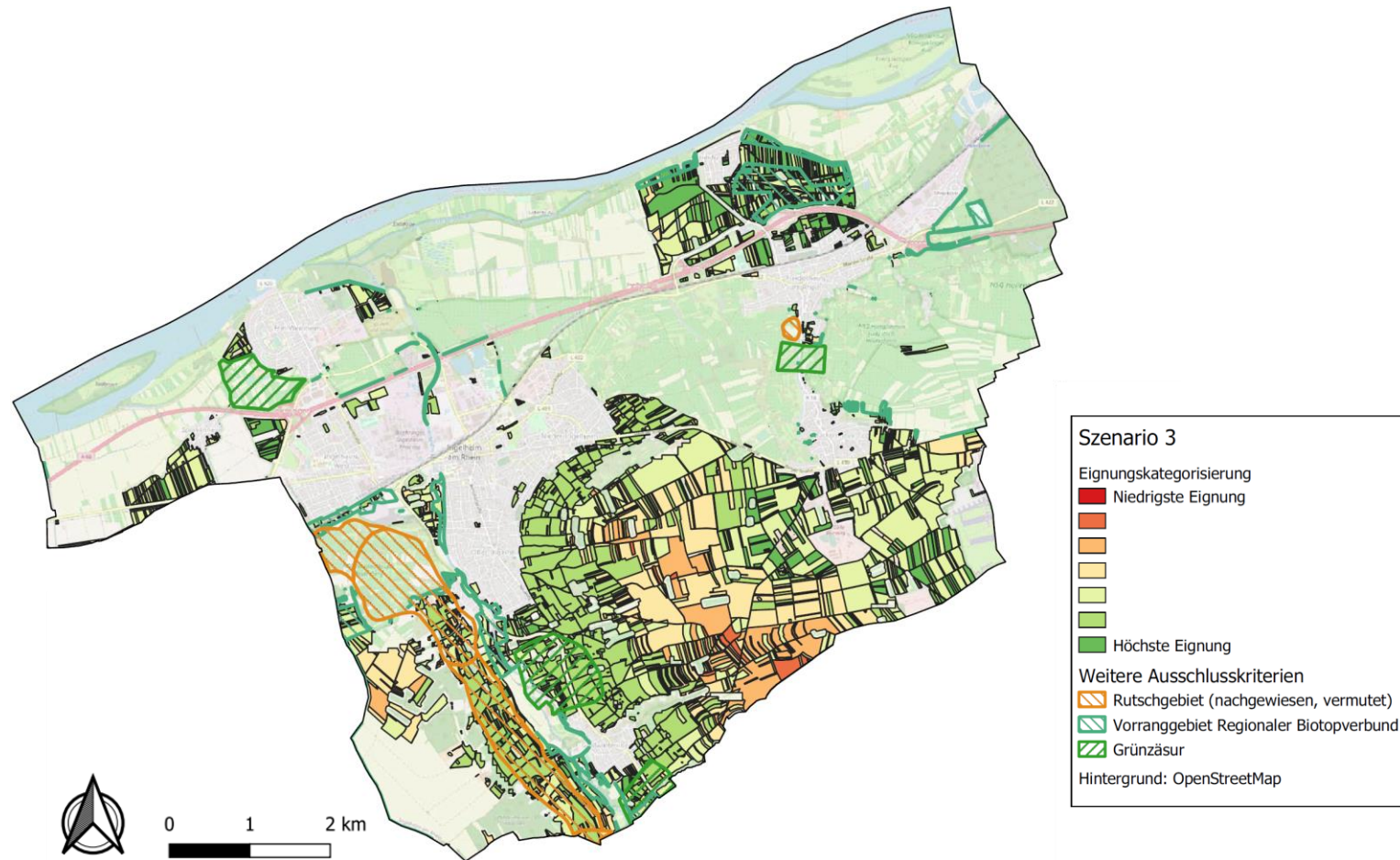
Potenzialanalyse und Eignungsanalyse: Ergebnisse

- Die Eignungsanalyse ist in vier Szenarien mit abnehmendem Restriktionsgrad aufgeteilt
- Es liegen alle harten und die entsprechenden weichen Restriktionskriterien zugrunde
- Die abgestuften Eignungskriterien wurden jeweils mit einem Score (= Wertung) versehen, welche aufsummiert werden, um eine finale Bewertung der Eignung zu erhalten
- Zwei abgestufte Kriterien:
 - Nähe zum Mittelspannungsnetz und
 - Eignung der angebauten Kulturen nach Flächennutzungstyp
- In Rücksprache mit Planungsbüros und dem Auftraggeber wurde das Szenario 3 mit mittleren Restriktionen fokussiert und genauer betrachtet



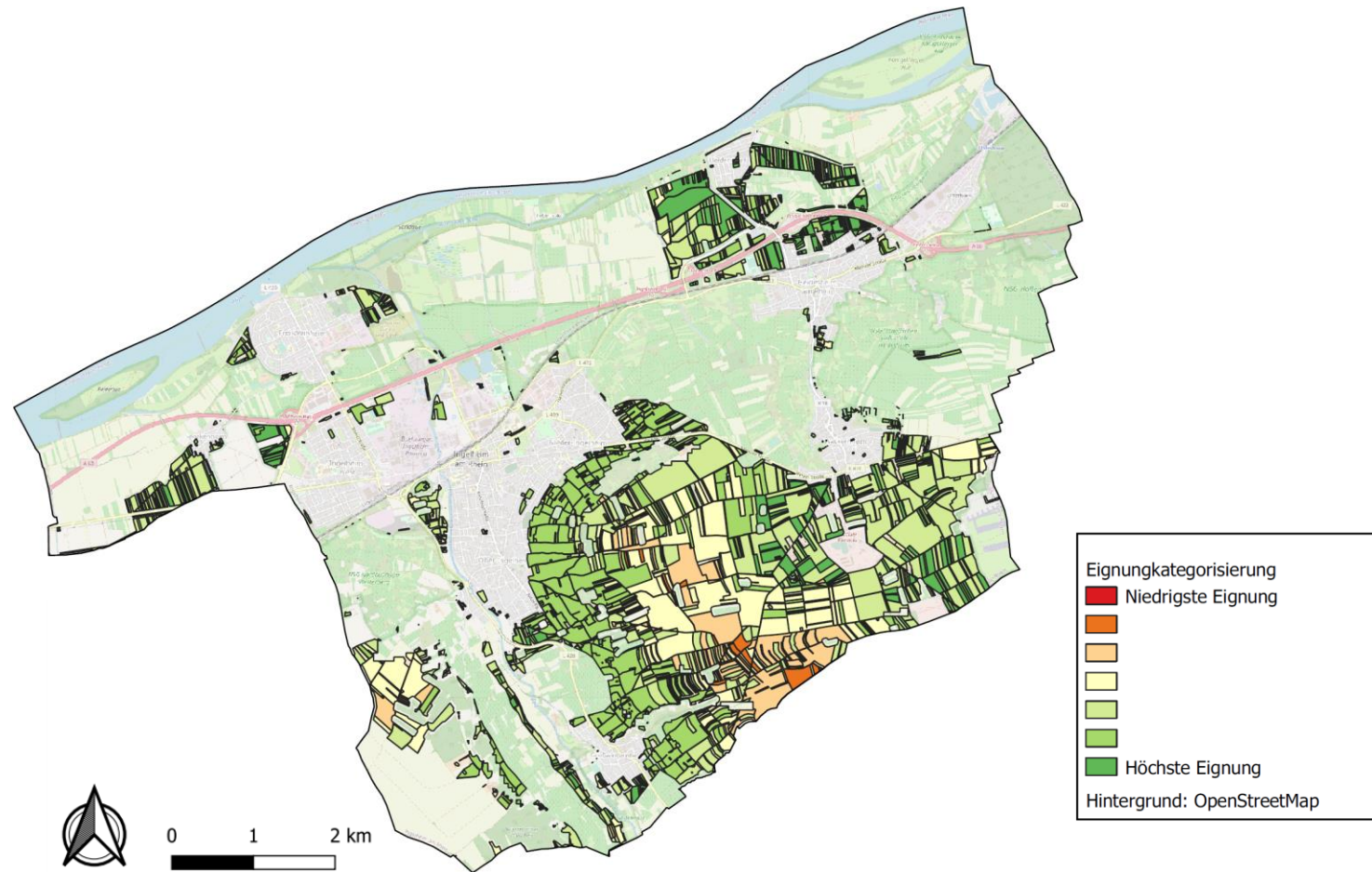
Agri-PV in Ingelheim: Potenzialanalyse

Ergebnisse der Potenzialanalyse und Eignungsanalyse: Weitere Ausschlusskriterien; Szenario 3



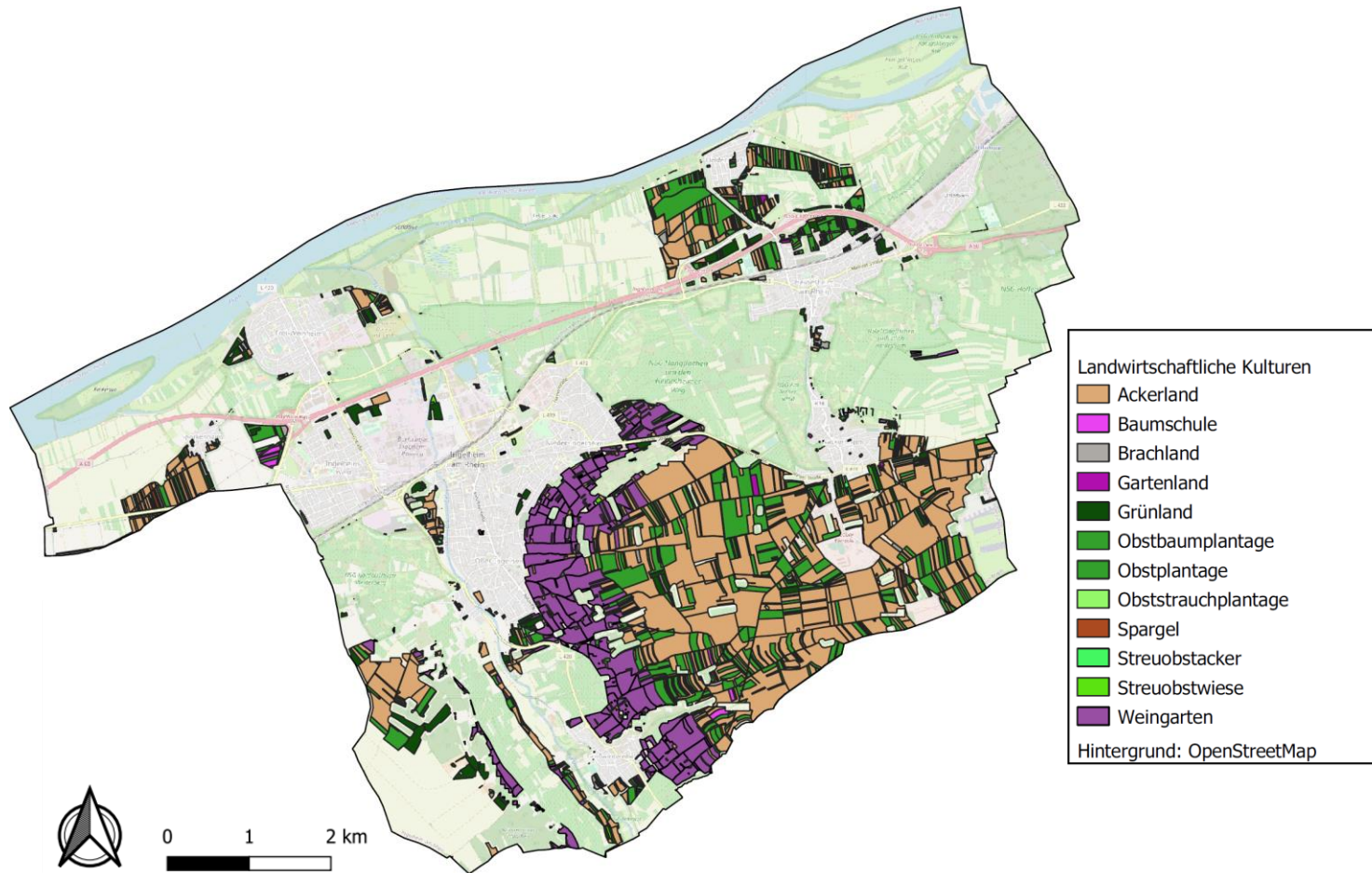
Agri-PV in Ingelheim: Potenzialanalyse

Ergebnisse der Potenzialanalyse und Eignungsanalyse: Szenario 3



Agri-PV in Ingelheim: Potenzialanalyse

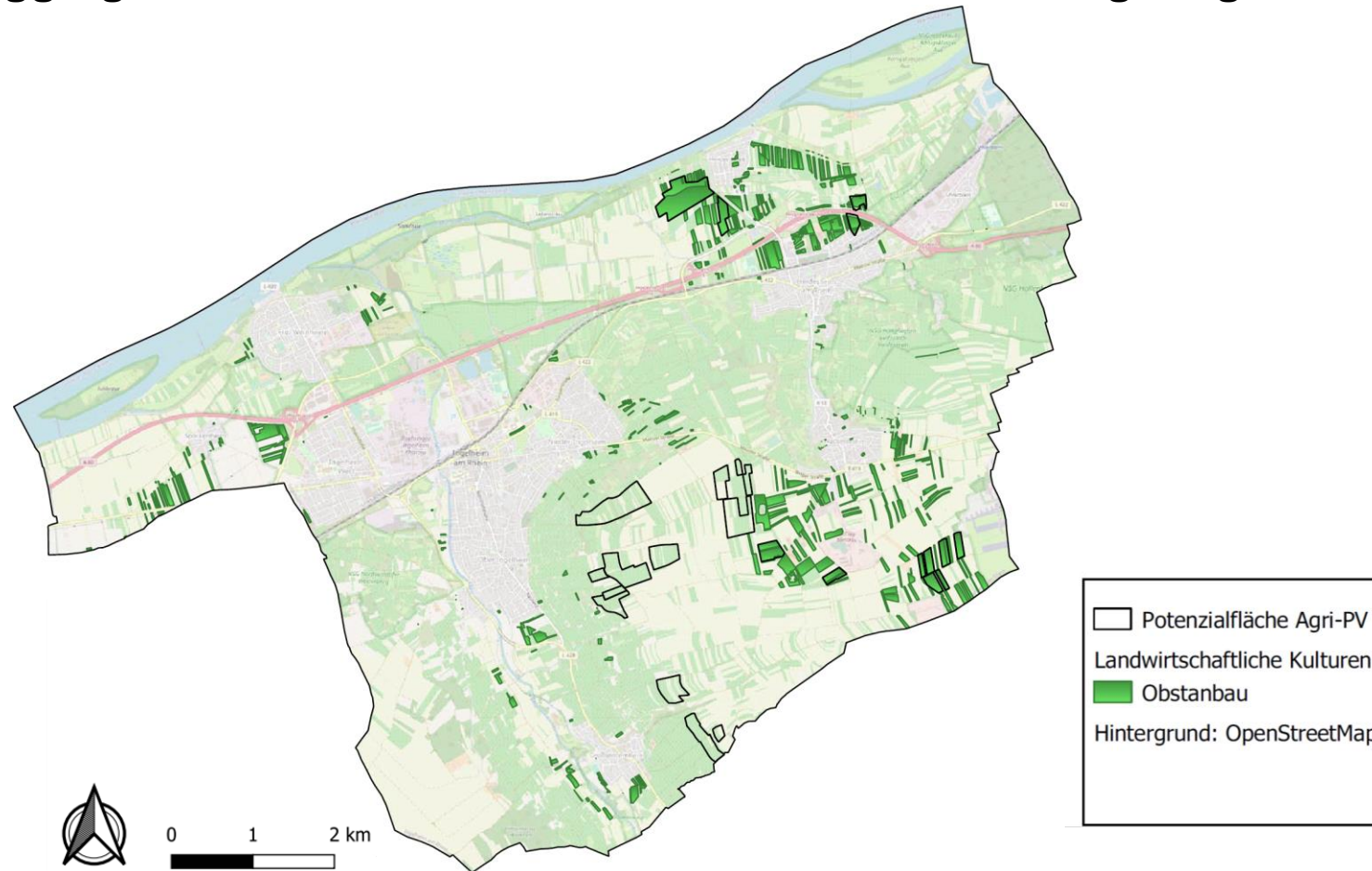
Ergebnisse der Potenzialanalyse und Eignungsanalyse: Kulturen in Szenario 3



Agri-PV in Ingelheim: Potenzialanalyse

Ergebnisse der Potenzialanalyse und Eignungsanalyse: Flächenauswahl in Szenario 3

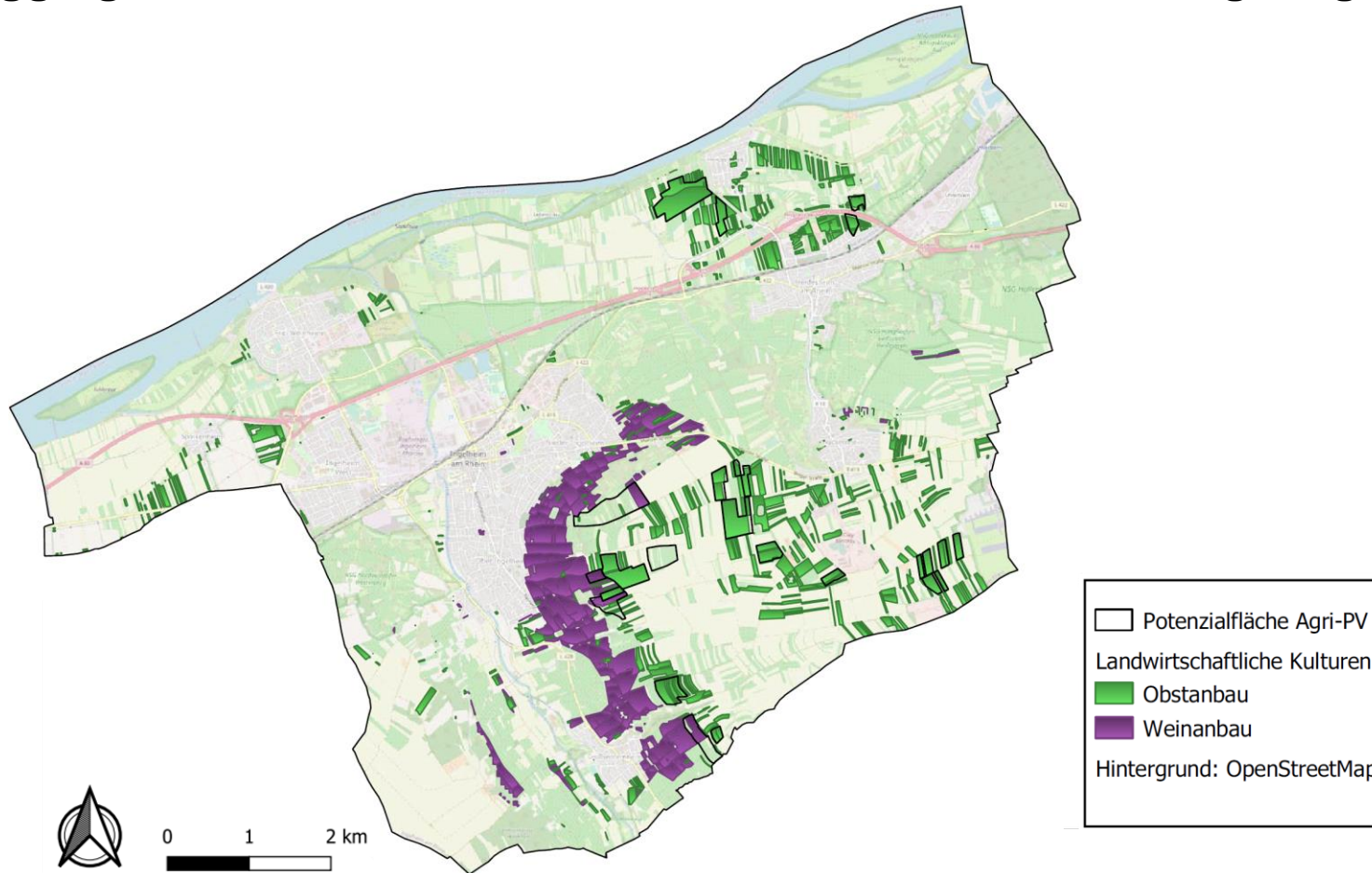
Auswahl und Aggregation der Potenzialflächen mit der höchsten Eignungsstufe



Agri-PV in Ingelheim: Potenzialanalyse

Ergebnisse der Potenzialanalyse und Eignungsanalyse: Flächenauswahl in Szenario 3

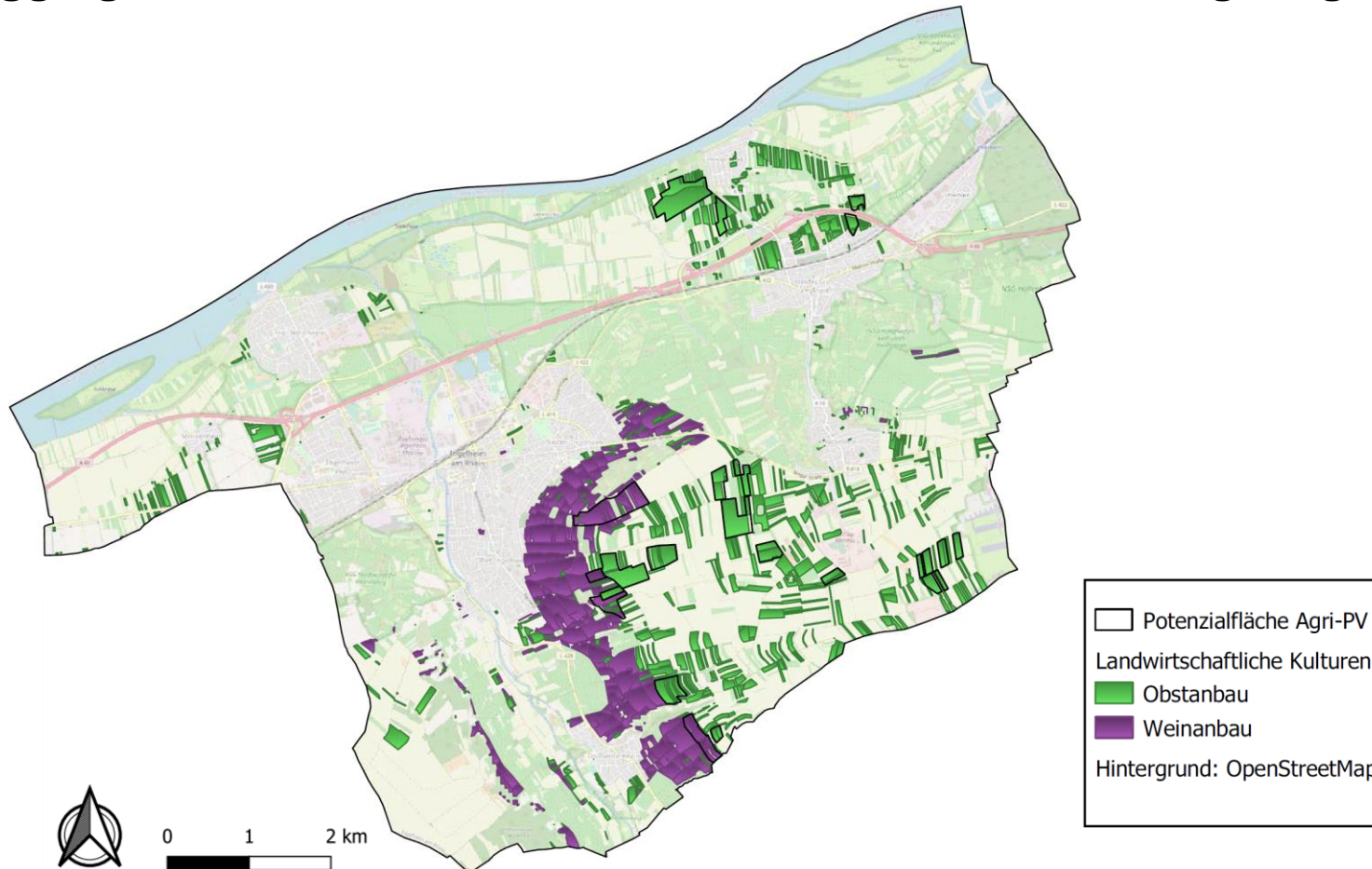
Auswahl und Aggregation der Potenzialflächen mit den zwei höchsten Eignungsstufen



Agri-PV in Ingelheim: Potenzialanalyse

Ergebnisse der Potenzialanalyse und Eignungsanalyse: Flächenauswahl in Szenario 3

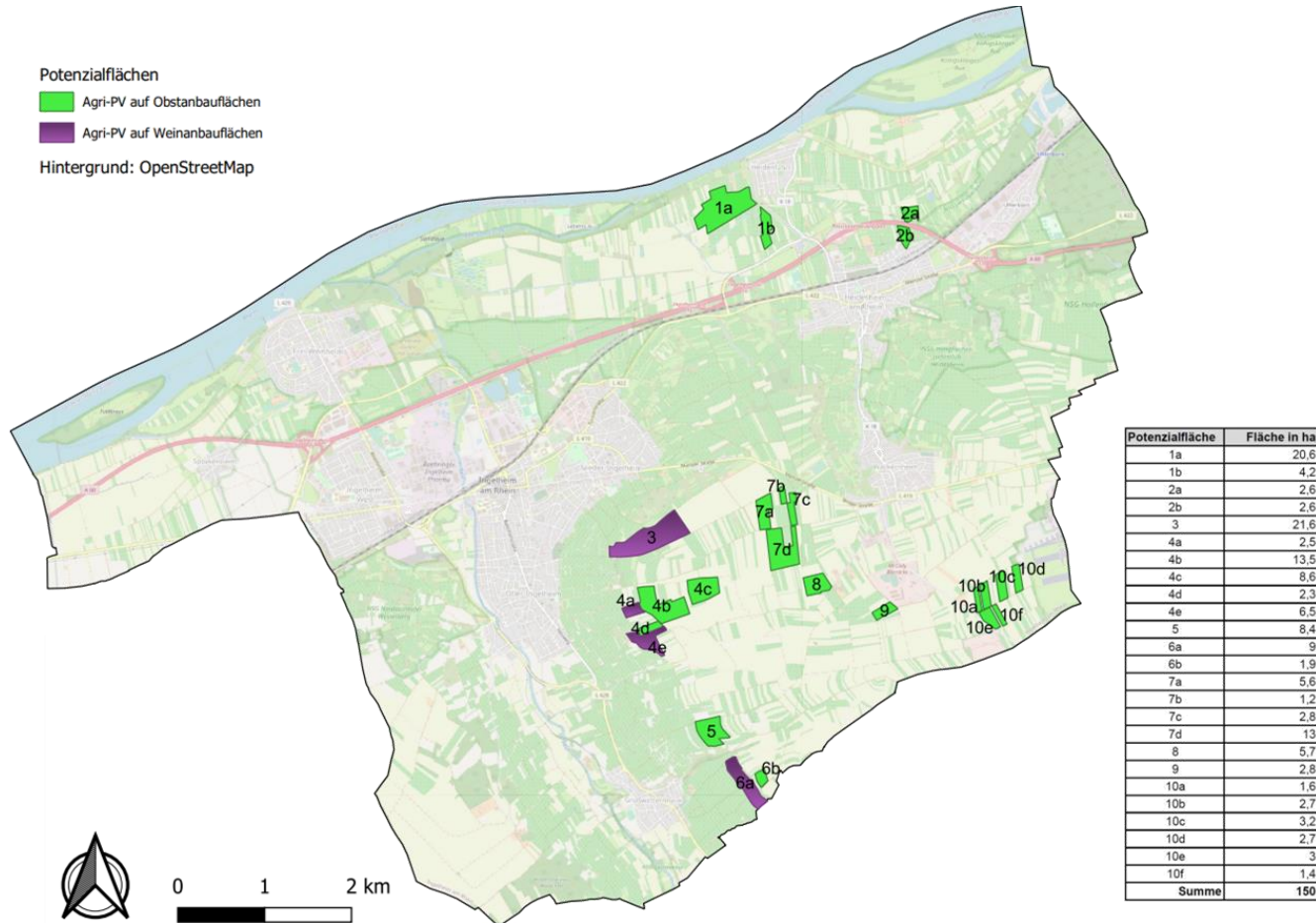
Auswahl und Aggregation der Potenzialflächen mit den drei höchsten Eignungsstufen



Agri-PV in Ingelheim: Potenzialanalyse

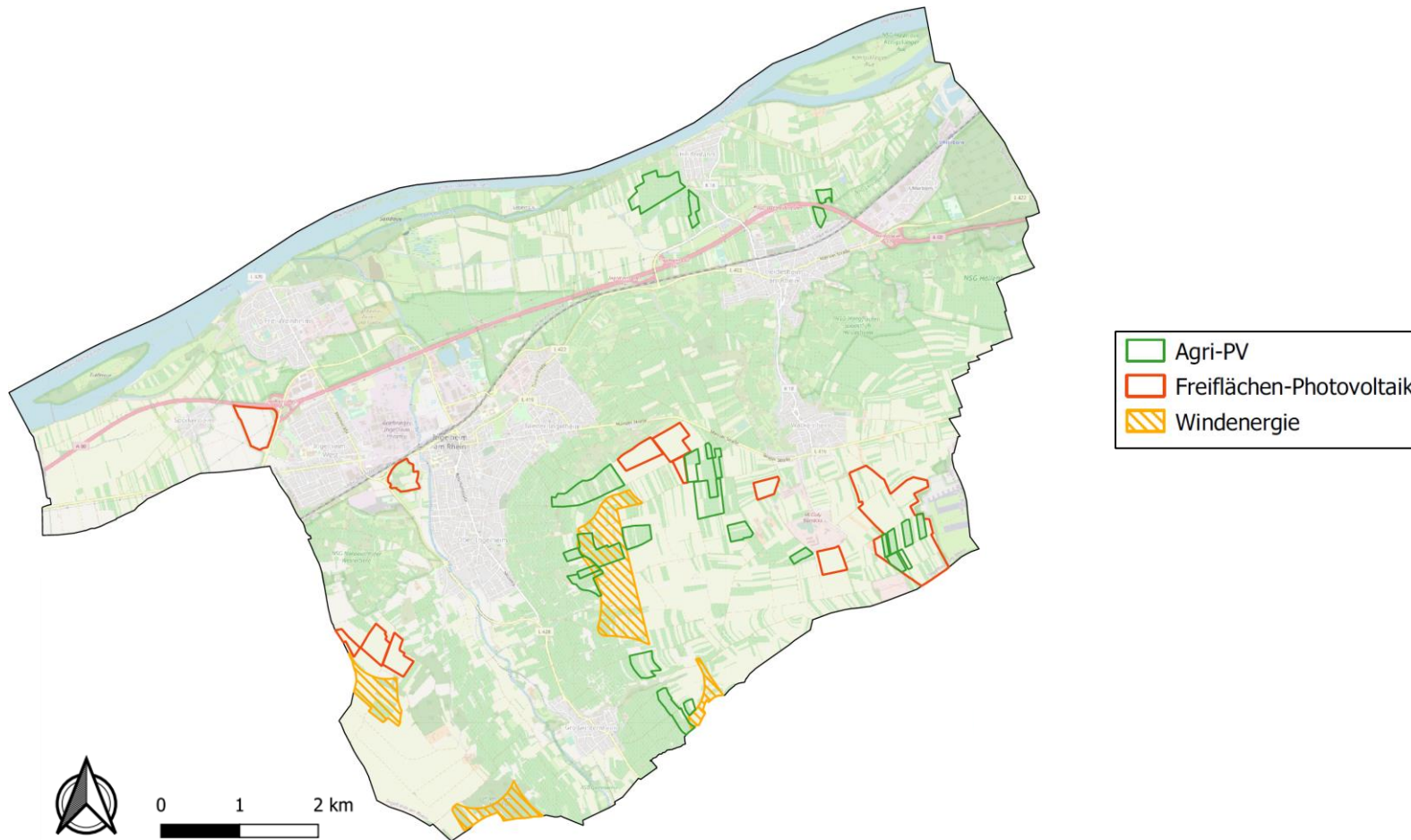
Ergebnisse der Potenzialanalyse und Eignungsanalyse: Flächenauswahl in Szenario 3

Potenzialflächen Agri-PV



Fachkonzept-übergreifende Darstellung der Potenzialflächen

Darstellung der ermittelten Potenzialflächen für Windenergie, Freiflächen-Photovoltaik und Agri-PV



Lisa-Marie Bieber

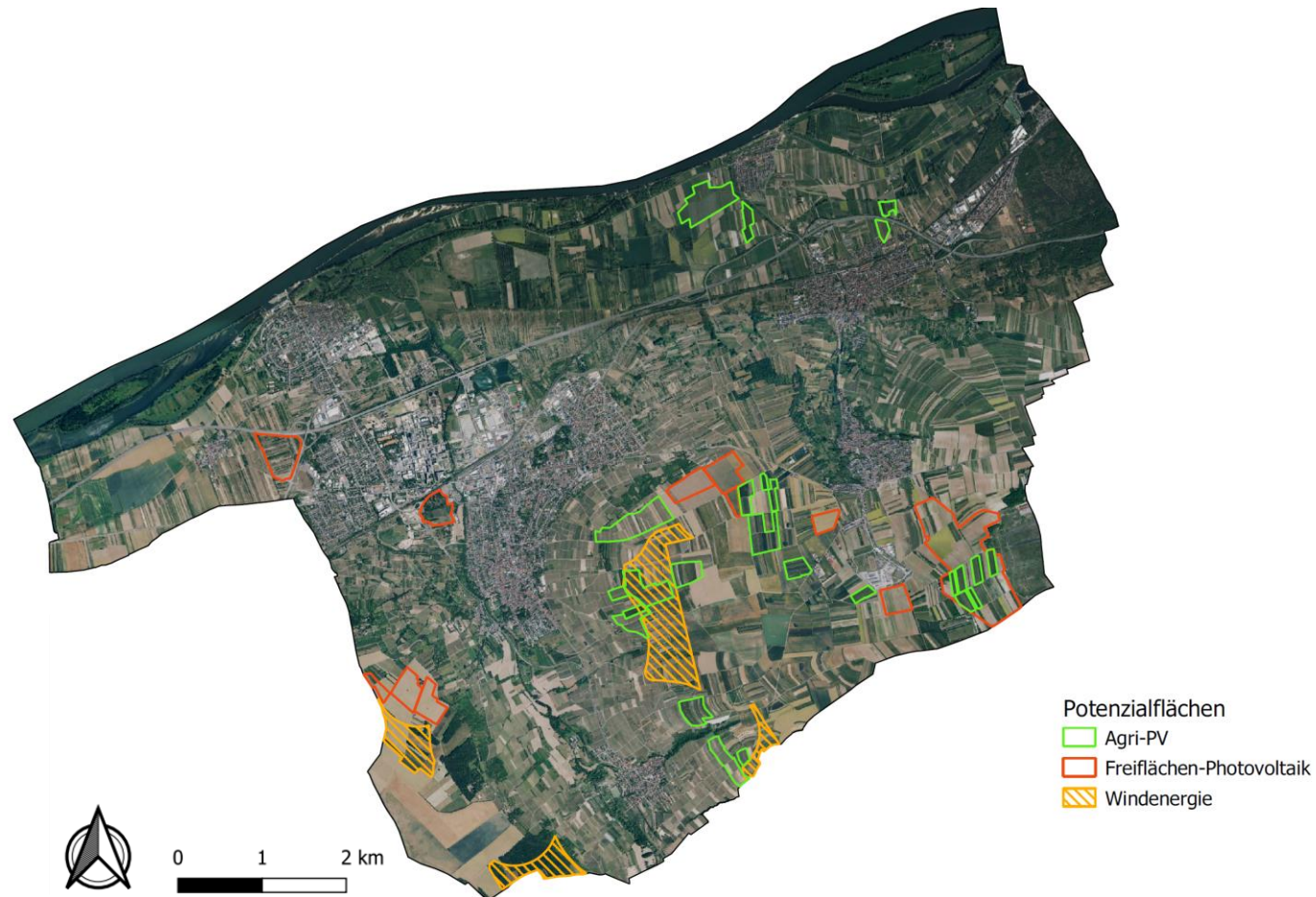
**Projektmanager Fraunhofer ISE
Gruppe Agri-Photovoltaik**

Tel. +49 761 45 88-5961

lisa-marie.bieber@ise.fraunhofer.de

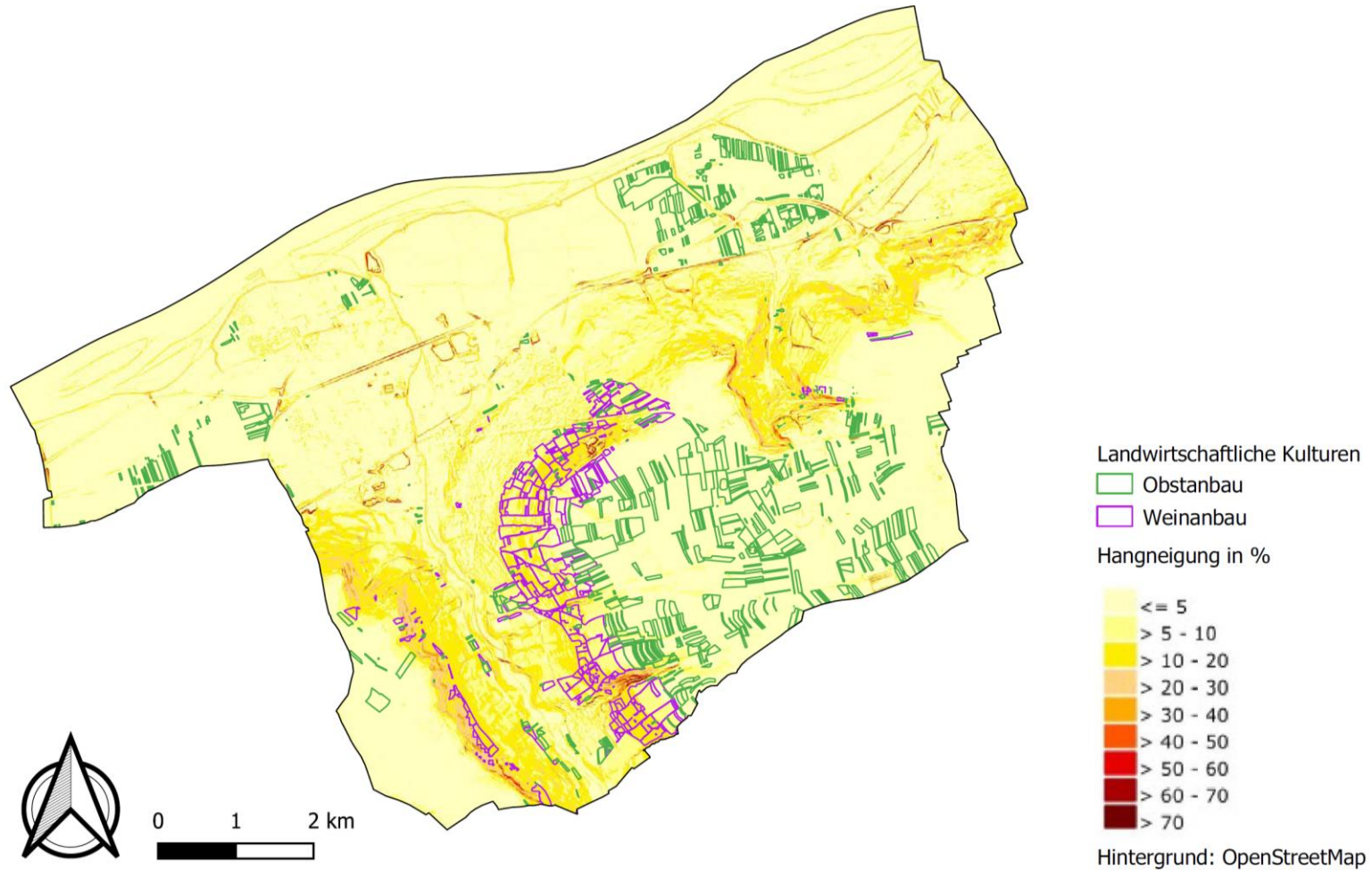
Fachkonzept-übergreifende Darstellung der Potenzialflächen

Darstellung der ermittelten Potenzialflächen für Windenergie, Freiflächen-Photovoltaik und Agri-PV



Agri-PV in Ingelheim: Potenzialanalyse

Hangneigung



Agri-PV in Ingelheim: Potenzialanalyse

Vorranggebiete gemäß dem Regionalen Raumordnungsplan Rheinhessen-Nahe

