

Potenzialflächenanalyse für Freiflächen-Photovoltaikanlagen in der Stadt Mühlhausen

Endbericht
vom 24.04.2024

ThINK –
Thüringer Institut für Nachhaltigkeit
und Klimaschutz GmbH



Projektleitung

Heiko Griebisch

Unter Mitarbeit von

Dr. Matthias Mann

ThINK – Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz
Hainstraße 1a
07745 Jena

Auftraggeber:

Stadt Mühlhausen/Thüringen
Fachbereich 7 – Stadtentwicklung und Bauordnung
Ratsstraße 25.
99974 Mühlhausen
Stand: April 2024

Inhalt

1. Vorbemerkungen	5
1.1 Veranlassung	5
1.2 Aufgabenstellung	6
1.3 Aktuelle gesetzliche Regelungen auf Bundes- und Landesebene ...	8
1.4 Übergeordnete Planungen	8
1.5 Flächennutzungsplan der Stadt Mühlhausen	9
2. Freiflächen-Photovoltaik Methodik und grundsätzliche Vorgehensweise	11
2.1 Ermittlung der angestrebten Flächengröße bzw. der prozentuale Flächenanteil für PV-Freiflächenanlagen im Gemarkungsgebiet der Stadt Mühlhausen	12
2.2 Harte und weiche Ausschlusskriterien	17
2.3 Bereinigung von ungünstig geformten Flächenanteilen sowie Splitterflächenbereinigung	24
2.4 Stadt- und Landschaftsbild	26
3. Solarthermie	27
3.1 Vorbemerkungen	27
3.2 Potenzialflächen	27
4. Sonstige	28
4.1 Sektorkopplung	28
4.2 Schwimmende PV-Anlagen	28
5. Ergebnis	30
5.1 Beschreibung der ermittelten Potenzialflächen	30
5.2 Bilanzierung der Potenzialflächen	32
5.3 Bewertung der Potenzialflächen	32

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Stadtgebiet Mühlhausen	7
Abbildung 2: Ausschluss von Siedlungs- und Verkehrsflächen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen	21
Abbildung 3: Ausschluss von Naturschutzflächen, Wald- und Gehölzflächen, Gewässern, Überschwemmungs- und Wasserschutzgebieten für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen	22
Abbildung 4: Ausschluss von Naturschutzflächen, Wald- und Gehölzflächen, Gewässern, Überschwemmungs- und Wasserschutzgebieten erweitert um landwirtschaftliche Flächen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen	23
Abbildung 5: Bereinigung von ungünstig geformten Flächenanteilen; ursprünglich ermittelte Potenzialfläche	24
Abbildung 6: Bereinigung von ungünstig geformten Flächenanteilen; korrigierte Potenzialfläche	24
Abbildung 7: Ausschluss von ungünstig geformten und ungünstig gelegenen Flächen; ursprünglich ermittelte Potenzialfläche	25
Abbildung 8: Ausschluss von ungünstig geformten und ungünstig gelegenen Flächen; Ausschluss der Potenzialfläche	25

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenstellung der harten und weichen Ausschlusskriterien für Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen in der Stadt Mühlhausen	18
Tabelle 2: Kurzbeschreibung der Potenzialflächen	30
Tabelle 3: Bilanzierung der ermittelten Potenzialflächen	32
Tabelle 4: Bewertung der Teilflächen (Ranking)	34

1. Vorbemerkungen

1.1 *Veranlassung*

Die Stadt Mühlhausen hat das ambitionierte Ziel, bis zum Jahr 2035 klimaneutral zu sein. Im Juli 2020 wurde ein Maßnahmenkatalog zur Bekämpfung der Klimaveränderung einstimmig vom Mühlhäuser Stadtrat beschlossen. Mit der konsequenten Umsetzung dieser Maßnahmen können Ressourcen effizienter genutzt und der CO₂-Ausstoß reduziert werden, um die ambitionierten Klimaziele der Stadt Mühlhausen und auch von Deutschland zu erreichen. Der Erfolg ist abhängig von zielstrebigem, nachhaltigem und gemeinschaftlichem Handeln in privaten und kommunalen Bereichen, in Stadt und Landschaft sowie in großen und kleinen Zusammenhängen.

Wesentliche Einzelziele daraus sind:

- Bürgerbeteiligung: ein öffentlicher Bürgerbeteiligungsprozess bei der Umsetzung der Energiewende,
- Mobilität: mehr Sicherheit und Verkehrsberuhigung auf Fuß-/Radwegen
- Energie: Energieeinsparungen und durch Nutzung regenerativer Energiequellen eine Reduzierung von Treibhausgasen,
- Stadtentwicklung: Möglichkeiten zur Treibhausgasvermeidung und der langfristigen CO₂-Bindung erkunden und nutzen, auf Folgen des Klimawandels reagieren sowie die Biodiversität verbessern durch
- Mitmachkultur: Aktive Mitgestaltung und Fantasie von jedem Einzelnen

Die Stadt Mühlhausen, hat sich der ganzheitlichen gesellschaftlichen Herausforderung gestellt, aktiven Klimaschutz zu bestreiten. Zu den erforderlichen Aktivitäten zählt der Ausbau der erneuerbaren Energieerzeugung auf allen Ebenen.

Während der Aufbau bzw. die Errichtung von erneuerbaren Energien-Anlagen vorrangig eine Aufgabe privater Investitionen z. B. durch Eigentümer von Gebäuden (Dach-PV-Anlagen) bzw. durch gewerblich tätige Unternehmen (Freiflächen-PV-Anlagen, Windenergieanlagen) ist, ist es Aufgabe der Stadt Mühlhausen bzw. Regionalen Planungsgemeinschaften, die planungsrechtlichen Voraussetzungen für den Ausbau der erneuerbaren Energien zu schaffen und ein lokales Raumplanungskonzept (bzw. eine Raumplanungsstrategie) zu erarbeiten.

Für die Stadt Mühlhausen ergibt sich hierbei die konkrete Aufgabe im Rahmen ihrer kommunalen Planungshoheit die Potenzialflächen für Freiflächen-Photovoltaikanlagen zu erfassen und in die weitere Flächennutzungsplanung einzubeziehen. In diesem Zusammenhang soll eine das gesamte Stadtgebiet umfassende Potenzialflächenanalyse für Freiflächen-Photovoltaikanlagen erstellt werden.

Für die Stadt Mühlhausen und die mittlerweile 10 Ortsteile ist ein aktuell gültiger Flächennutzungsplan mit integriertem Landschaftsplan vorhanden. Der

Flächennutzungsplan stellt dar, wie Flächen im Stadtgebiet genutzt werden sollen. Die Plandarstellung für Flächennutzungspläne erfolgt in der Regel in kleinen Maßstäben (im Maßstab von 1:10.000 bis 1:50.000) und ist nicht »parzellenscharf«.

Die Stadt Mühlhausen beabsichtigt ihren Flächennutzungsplan fortzuschreiben und in diesem Rahmen unter anderem die sich ändernden Raumanprüche bzw. den Flächenbedarf bezüglich der erneuerbaren Energien verstärkt zu berücksichtigen. In Vorbereitung auf diese Überarbeitung des Flächennutzungsplanes der Stadt Mühlhausen ist festzustellen, dass die veränderten Raumanprüche vor allem auf Flächen im Außenbereich vielfältig sind. Eine nachhaltige Entwicklung ist hier nur möglich, wenn der Flächenverbrauch auch für die zunehmend notwendige Produktion und Nutzung der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung auf der Basis einer Standortprüfung optimiert wird.

Die Elektroenergieerzeugung muss in Zukunft unstrittig im Sinne einer nachhaltigen Lebens- und Wirtschaftsweise zunehmend durch erneuerbare Energien erfolgen. Für die Stadt Mühlhausen ergibt sich die konkrete Aufgabe, im Rahmen der kommunalen Planungshoheit die Potenzialflächen für erneuerbare Energien zu erfassen, gegeneinander abzuwägen, mögliche Alternativstandorte zu prüfen und zu bewerten und dann in eine weitere optimierte Flächennutzungsplanung einzubeziehen. Dadurch wird u. a. das Abwägungsgebot bezüglich eines gerechten Ausgleiches aller betroffenen Belange und Interessen (§ 1 Abs. 7 BauGB) berücksichtigt. Im Rahmen der Abwägung ist nun insbesondere zu beachten, dass die Nutzung erneuerbarer Energien **im überragenden öffentlichen Interesse** liegt und der öffentlichen Sicherheit dient (§ 2 Satz 1 EEG).

Flächenkonkurrenzen zulasten der bisher privilegierten Nutzungen im Außenbereich (Landwirtschaft, Wald, Landschafts- und Naturschutz, Erholung, Bergbau etc.), aber auch der Energieträger untereinander, nehmen erheblich zu. Um auch künftig sparsam mit Grund und Boden umzugehen und den Flächenentzug für bisher privilegierte Nutzungen im Außenbereich zu minimieren, ist eine entsprechende Standortprüfung notwendig.

1.2 Aufgabenstellung

Aus den vorangegangenen Darstellungen ergibt sich für diese Standortalternativenprüfung für die Stadt Mühlhausen die Notwendigkeit, das Stadtgebiet nach einer einheitlichen, nachvollziehbaren und in sich konsistenten Methodik hinsichtlich potenzieller Standorte für die Errichtung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien zu bewerten.

Dafür sollen mit dieser Studie die jeweils am besten geeigneten Flächen im planungsrechtlichen Außenbereich identifiziert und nach einem belastbaren Schema bewertet werden. Erst im Anschluss daran wird durch die Stadt Mühlhausen die schrittweise Nutzung zur Bedarfsdeckung vorbereitet werden.

Dieser Arbeitsschritt ist nicht mehr Bestandteil der hier erarbeiteten Standortalternativenprüfung.

Für den erneuerbaren Energieträger Photovoltaik war ein einheitlicher Bewertungsmaßstab zu entwickeln, mit der Stadt abzustimmen und anschließend konsequent anzuwenden. Die so herausgearbeiteten Flächen wurden kartographisch identifiziert.

Ziel der Flächennutzung ist weiterhin die Konzentration auf vergleichsweise wenige kompakte Flächen im Außenbereich. Dabei werden abgelegene und wenig frequentierte Bereiche bevorzugt. Gleichzeitig soll das Ortsbild bewahrt und die Landschaft weitgehend freigehalten werden.

Nicht Gegenstand des vorliegenden Gutachtens ist eine Betrachtung der bebauten und beplanten Bereiche der Stadt Mühlhausen.

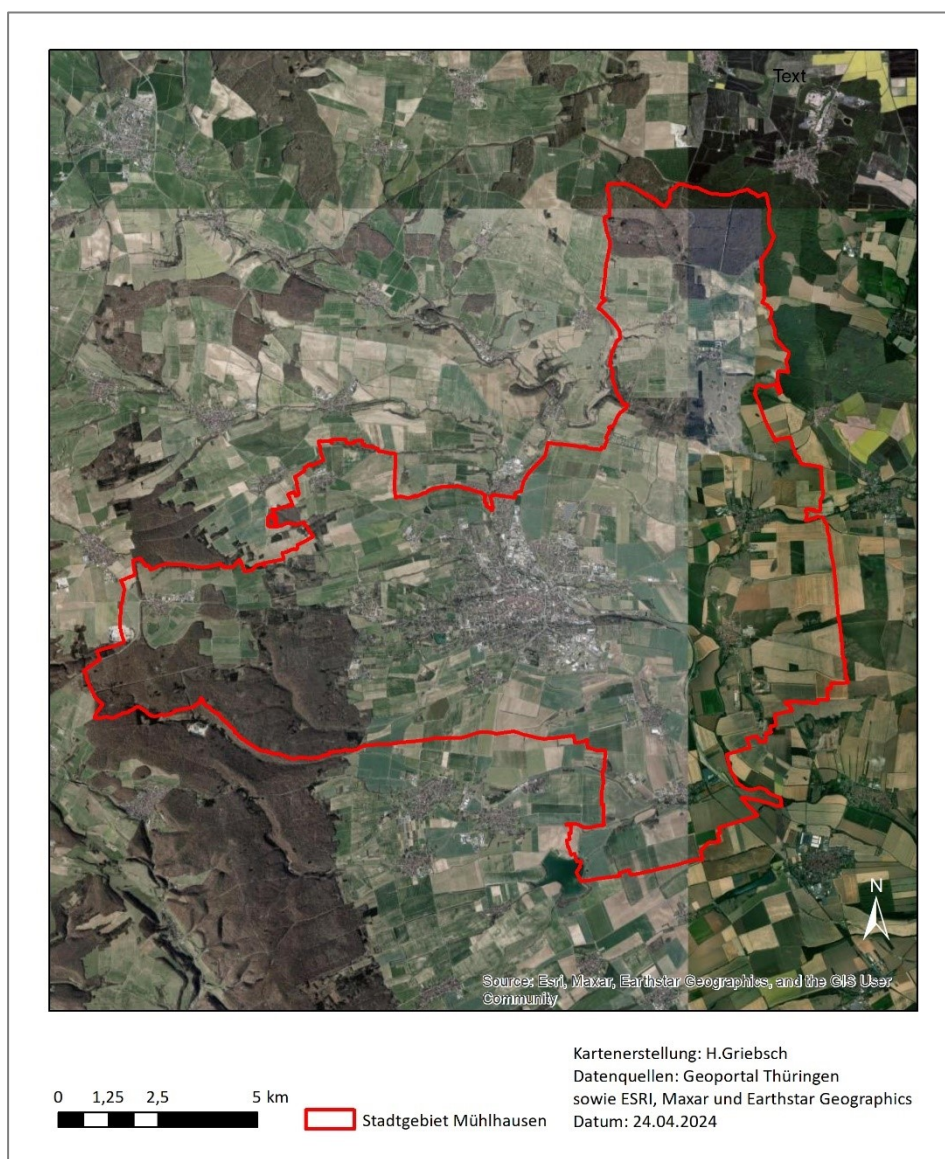


Abbildung 1: Stadtgebiet Mühlhausen

1.3 *Aktuelle gesetzliche Regelungen auf Bundes- und Landesebene*

Die bundes- und landesrechtlichen Rahmenbedingungen sind aktuell durch eine sehr hohe Dynamik gekennzeichnet. Von zentraler Bedeutung sind hier zunächst das Baugesetzbuch (BauGB) und das Raumordnungsgesetz (ROG) sowie die weiteren Novellierungen des Baugesetzbuches, des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) und das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) sowie die Thüringer Verordnung über Gebote für Photovoltaik-Freiflächenanlagen in benachteiligten Gebieten (Thüringer Photovoltaik-Freiflächenverordnung – ThürPVfflVO-) vom 4. Juli 2023. Es kann und soll an dieser Stelle nicht auf sämtliche Änderungen in den entsprechenden Gesetzen eingegangen werden, sondern es wird versucht, sich auf die Änderungen zu konzentrieren, die für die hier vorliegende Standortprüfung von unmittelbarer Bedeutung sind.

Im BauGB erfolgte eine gravierende Änderung in Bezug auf die Genehmigung der Errichtung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen. Am 11.01.2023 ist das Gesetz zur sofortigen Verbesserung der Rahmenbedingungen für die erneuerbaren Energien im Städtebaurecht in Kraft getreten, dass eine Änderung im § 35 Abs. 1 Ziff. 8 bewirkt. Damit sind Freiflächen-Photovoltaikanlagen auf einer Fläche längs von Autobahnen und Schienenwegen des übergeordneten Netzes mit einer Breite von bis zu 200 m privilegiert. Die Konsequenz, die sich aus dieser Regelung ergibt, besteht in der künftig entfallenden Notwendigkeit der Aufstellung eines Bebauungsplanes für entsprechende Vorhaben in dem genannten 200-m-Streifen entlang von Autobahnen und wichtigen Schienenwegen. Ein entsprechender Bauantrag kann also ohne Vorliegen einer verbindlichen Bauleitplanung direkt bei der zuständigen Unteren Bauaufsichtsbehörde eingereicht werden. Von dieser Neuregelung ist die Stadt Mühlhausen jedoch nicht betroffen.

1.4 *Übergeordnete Planungen*

Unter den übergeordneten Planungen sollen hier die folgenden Planungsdokumente verstanden werden:

- das Landesentwicklungsprogramm Thüringen 2025 aus dem Jahr 2014
- der aktuell gültige Regionalplan Nordthüringen aus dem Jahr 2012 (künftig kurz: RP NT 2012),
- der Entwurf des Regionalplans Nordthüringen aus dem Jahr 2018 (künftig kurz: RP NT-E 2018),
- der Erster Entwurf zur Änderung des Landesentwicklungsprogramms Thüringen in den Abschnitten 1.1 Handlungsbezogene Raumkategorien, 2.2 Zentrale Orte und überörtlich bedeutsame Gemeinde-

funktionen, 2.3 Mittelzentrale Funktionsräume und 5.2 Energie (künftig kurz: LEP-E 11/2022)

Für die Planungen auf allen Planungsebenen gilt zunächst der gesetzlich fixierte Planungsgrundsatz zum sparsamen Umgang mit Grund und Boden (§ 2 Abs.2 Nr. 2 ROG; § 1a Abs.2 BauGB), sodass die Inanspruchnahme von Flächen für bauliche Nutzungen im Außenbereich – und hierzu zählen selbstverständlich auch Sonderbauflächen für die Energiegewinnung – mit großer Zurückhaltung erfolgen soll.

Vor diesem Hintergrund formuliert der **RP NT 2012** zur Solarenergienutzung folgenden Grundsatz (G 3-21): „Die Stromerzeugung aus Solarenergie mittels großflächiger Photovoltaikanlagen soll insbesondere auf nicht mehr genutzten Deponiekörpern und Rückstandshalden sowie Brach- und Konversionsflächen erfolgen.“ In der Begründung heißt es aber: „Der Einsatz von Photovoltaik- und solarthermischen Anlagen im Gebäudebestand stellen, soweit mit dem Denkmalschutz vereinbar, den Schwerpunkt bei der Nutzung der Solarenergie dar.“, was als Absicht zum o. g. sparsamen Umgang mit Grund und Boden, zur Schonung des freien Landschaftsraumes vor einer überdimensionierten Inanspruchnahme und einer technischen Überprägung durch derartige Anlagen verstanden werden kann.

Im **RP NTE 2018** findet sich zur Solarenergienutzung folgende Formulierung für einen Grundsatz (G 3-26): „Die Stromerzeugung aus Solarenergie mittels großflächiger Photovoltaikanlagen soll insbesondere auf nicht mehr genutzten Deponiekörpern und Rückstandshalden, durch Kiesabbau entstandenen Wasserflächen sowie Brach- und Konversionsflächen erfolgen.“ Erkennbar ist hier, dass die Nutzung der Wasserflächen der Kiesseen ausdrücklich als Potenzialflächen benannt ist. Allerdings erfolgte hier noch keine abschließende Abwägung dieses Grundsatzes.

Der Ausbau der erneuerbaren Energien benötigt Flächenbereitstellungen für die Energieversorgung. Die im Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) verankerte gesetzliche Verpflichtung, bis 2045 in Deutschland eine weitestgehend klimaneutrale Energieversorgung aufzubauen, hat die Konsequenz, dass zusätzliche Flächen im planungsrechtlichen Außenbereich in Anspruch genommen werden müssen. Die vorhandenen „Brach- und Konversionsflächen“ in der Stadt Mühlhausen werden dafür nicht ausreichen, was zwangsläufig weitere Überlegungen für den planungsrechtlichen Außenbereich erforderlich macht.

1.5 *Flächennutzungsplan der Stadt Mühlhausen*

Ein Flächennutzungsplan (FNP) ist ein wichtiges Instrument der kommunalen Raumplanung, welches die langfristige Entwicklung und Nutzung des Stadt- oder Gemeindegebiets festlegt. Die Hauptaufgabe eines Flächennutzungsplans besteht darin, die räumliche Entwicklung einer Gemeinde zu lenken und zu steuern. Hier sind einige der wichtigsten Aufgaben eines Flächennutzungsplans:

- Festlegung von Nutzungsgebieten
- Richtlinien für die räumliche Entwicklung
- Berücksichtigung von Umwelt- und Naturschutz
- Koordination mit anderen Planungsinstrumenten
- Grundlage für Bauleitplanung

Insgesamt dient der Flächennutzungsplan als langfristige strategische Planungsgrundlage für die räumliche Entwicklung einer Stadt und legt die Rahmenbedingungen für eine nachhaltige und ausgewogene Entwicklung fest.

Im wirksamen Flächennutzungsplan der Stadt Mühlhausen sind bereits erste Sonderbauflächen für „Photovoltaik-Freiflächenanlagen“, „Energiegewinnung aus solarer Strahlungsenergie“, „Solarparks“ oder ähnliches dargestellt. Die bisher in der Stadt Mühlhausen bereits errichteten Photovoltaik-Freiflächenanlagen befinden sich alle auf Flächen im Innenbereich (§ 34 BauGB) oder in Plangebieten (§ 30 BauGB).

Mit der Änderung des FNP der Stadt Mühlhausen vom 09.07.2020 wurde z.B. im Bereich ‚Auf dem Schadeberg‘ eine Sonderbaufläche für solare Strahlungsenergie (Sondergebiet Großsolarthermieanlage) wirksam dargestellt.

2. Freiflächen-Photovoltaik Methodik und grundsätzliche Vorgehensweise

Wenn das gesamte Stadtgebiet nach einer einheitlichen, nachvollziehbaren und in sich konsistenten Methodik hinsichtlich potenzieller Standorte für Anlagen zur Erzeugung von erneuerbaren Energien (speziell Photovoltaik) bewertet werden soll, bedarf es einer Definition von klaren und eindeutigen Kriterien, nach denen das Stadtgebiet einer einheitlichen Bewertung unterzogen werden kann.

In Anlehnung an die Vorgehensweise bei der Festsetzung von Windvorranggebieten auf der Ebene der Regionalplanung wurde auch bei dem hier vorliegenden Gutachten jeweils zunächst mit harten und weichen Ausschlusskriterien gearbeitet. Diese Ausschlusskriterien wurden sehr frühzeitig gemeinsam mit dem Auftraggeber detailliert festgelegt. Nach der Anwendung dieser harten und weichen Ausschlusskriterien verbleiben jeweils „Restflächen“, also eine Flächenkulisse mit Potenzialflächen, die dann einer weiteren Bewertung und Kategorisierung zu unterziehen waren. Wie im Folgenden noch zu zeigen sein wird, ergibt diese Flächenkulisse für die Freiflächen-Photovoltaik ausreichende Möglichkeiten für Photovoltaik-Anlagen.

In einem zweiten Arbeitsschritt werden die einzelnen Teilflächen dann unter Heranziehung von Gunst- und Ungunstkriterien bewertet. D. h., alle Flächen, für die keine der (harten oder weichen) Ausschlusskriterien gelten, werden als grundsätzlich geeignet eingestuft, untereinander aber nochmals einem Ranking unterzogen. Es ergibt sich damit für die Freiflächen-Photovoltaik eine Flächenkulisse mit sehr gut und gut geeigneten Potenzialflächen sowie zwar grundsätzlich denkbaren, aber weniger geeigneten Potenzialflächen für Freiflächen-Photovoltaikanlagen. Die Entscheidung, welche der Potenzialflächen schließlich als Sonderbauflächen Eingang in den neuen FNP finden, kann dieses Gutachten nicht liefern, da hier weitere städtebauliche Gründe hinzutreten und eine Abwägung mit konkurrierenden Flächennutzungen erfolgen muss. Im Sinne eines „sachgerechten Ausgleichs aller betroffenen Belange und Interessen“ liefert aber vor allem das o. g. Ranking wichtige Anhaltspunkte dafür, welche Bedeutung die einzelne Teilfläche künftig für die erneuerbare Energieerzeugung haben kann.

An dieser Stelle muss auf den Umstand verwiesen werden, dass eine Änderung der (harten und weichen) Ausschlusskriterien zwangsläufig zu einer Änderung der zur Verfügung stehenden und zu bewertenden potenziellen Flächenkulisse führt. Ändert man einzelne Ausschlusskriterien, kommen möglicherweise

Potenzialflächen hinzu. Entfällt z. B. ein Ausschlusskriterium, dann können ebenfalls zusätzliche Potenzialflächen hinzukommen. Einer belastbaren Festlegung der Ausschlusskriterien kommt daher besondere Bedeutung zu. Dies sollte durch eine umfangreiche inhaltliche Abstimmung mit dem Auftraggeber aber gelungen sein.

2.1 Ermittlung der angestrebten Flächengröße bzw. der prozentuale Flächenanteil für PV-Freiflächenanlagen im Gemarkungsgebiet der Stadt Mühlhausen

Die bundespolitischen Ziele zur Energiewende sehen bis 2035 eine vollständige Deckung des Bruttostrombedarfes aus erneuerbaren Energien vor. Landespolitisch werden diese Ziele im Thüringer Klimagesetz unterstrichen und fordern eine Deckung des Energiebedarfes zu hundert Prozent aus erneuerbaren Energien bis 2040.

Kommunalpolitisch werden in Mühlhausen noch keine Zielwerte ausgegeben bzw. festgelegt.

Im Regionalplan sind anders als bei der Windenergie keine Vorranggebiete bzw. Vorbehaltsgebiete für Freiflächenphotovoltaikanlagen (FF-PVA) ausgewiesen. Empfehlungen gibt es generell für Deponien, Konversionsflächen sowie entlang von BAB und dem übergeordneten Schienennetz. Die steuernde Wirkung für das Stadtgebiet Mühlhausen obliegt damit ausschließlich der Flächennutzungs- und Bauleitplanung. Die bauplanungsrechtliche Zulässigkeit von FF-PVA kann regelmäßig nur im Zuge der Aufstellung eines Bebauungsplanes herbeigeführt werden.

Im Flächennutzungsplan sind aktuell Flächen in Aemilienhausen und westlich der Windeberger Landstraße für die Photovoltaiknutzung ausgewiesen.

Gibt es eine Minimal-/Maximalgröße für die Errichtung einer PV-Freiflächenanlage?

Für eine maximale Flächengröße einer PV-Freiflächenanlage gibt es auf Bundes- oder Länderebene keine politischen Vorgaben zu Flächengrößen.

Grundsätzlich gibt es keine technische Begrenzung nach Oben bzw. keine Maximalgröße für die Errichtung einer PV-Freiflächenanlage. Jedoch stellen die verfügbaren Netzkapazitäten am jeweiligen Standort für ein wirtschaftliches Projekt oft eine natürliche Begrenzung dar. In ein typisches Mittelspannungskabel können – abhängig vom umliegenden Verbrauch,

weiteren Einspeiseanlagen und der Entfernung zum nächsten Umspannwerk – meist nicht mehr als 3 bis 5 MWp eingespeist werden, oft sogar deutlich weniger. Größere Photovoltaikanlagen müssen aus diesem Grund oftmals direkt im Umspannwerk bzw. über eine Trafostation an eine Hochspannungsleitung angeschlossen werden, Potenzialflächen von über 5 Hektar sollten sich also im Umfeld einer solchen Einspeisemöglichkeit befinden.

Eine endgültige Aussage zur Netzanschlussmöglichkeit einer PV-Freiflächenanlage kann nur durch den Netzbetreiber getroffen werden, der dann auf Basis der angefragten Leistung eine individuelle Netzlastrechnung für den Standort erstellt.

Maximalgröße

Aufgrund des kleinteiligen Landschaftsbilds und der planerischen Zielsetzung der Erhaltung dieses Landschaftsbildes rund um die Stadt Mühlhausen, sollte es eine maximale Größenbegrenzung für Photovoltaik-Freiflächenanlagen geben.

Die unregelmäßigen Flächenstrukturen im Landschaftsbild rund um Mühlhausen liegen durchschnittlich in der Größenordnung von etwa 500 x 600 m (300.000m² bzw. 30 ha). Dies beruht auf individuellen Flächenmessungen von Feldern bzw. Strukturen rund um Mühlhausen, es gibt jedoch auch zum Teil deutlich kleinere sowie deutlich größere Strukturen. Aufgrund der Tatsache, dass sich eine PV-Freiflächenanlage in das Landschaftsbild einfügen sollte, ohne dass es zu einer Überprägung der vorhandenen Strukturen kommt, ergibt sich daraus eine anzustrebende Maximalgröße in der Größenordnung von ca. 30 ha für PV-Freiflächenanlagen.

Minimalgröße

Da der Entwicklungsaufwand eines PV-Freiflächenprojekts mit Erschließungsaufwand, Abklärung Netzanschluss und Einholung sämtlicher Genehmigungen etc. sehr groß ist, empfehlen wir eine Mindestgröße von ca. 3 Hektar. Auch in der Errichtung gibt es Fixkosten, wie die Herstellung der Netzeinbindung, die Durchführung von Bodengutachten oder die gesamte Baustelleneinrichtung, die unabhängig von der Projektgröße stets anfallen. Unter besonderen Voraussetzungen, beispielsweise wenn das Grundstück bereits die benötigte Widmung aufweist oder ein Netzanschluss über eine bestehende Transformatorstation erfolgen kann, ist auch die Nutzung einer kleineren Fläche möglich.

Netzbelastung in Mühlhausen

Unter den derzeitigen technischen Gegebenheiten des Stromnetzes in Mühlhausen wäre ein Zubau an Dachflächen-Photovoltaik von maximal ca. 20 MWp als realistisch anzusehen.

Die Mittelspannungsebene ist für Freiflächenanlagen nur sehr bedingt geeignet. Freiflächen-Photovoltaik sollte nur über separate Trafostationen direkt in das Hochspannungsnetz angeschlossen werden.

Eine individuelle Anfrage beim Netzbetreiber zu möglichen Einspeisepunkten wird in jedem Fall für eine genaue Planung notwendig sein.

Solarer Deckungsgrad des Strombedarfs der Stadt Mühlhausen

Der Begriff "Solarer Deckungsgrad" bezieht sich auf den Prozentsatz des Energiebedarfs der Stadt Mühlhausen, der durch Solarenergie gedeckt wird. Er wird verwendet, um zu quantifizieren, wie viel des Energiebedarfs aus erneuerbaren Solarquellen stammt.

Um den Solardeckungsgrad zu bestimmen, wird der jährliche Energieertrag aus Photovoltaikanlagen mit dem Gesamtenergieverbrauch der Stadt verglichen. Das Ergebnis wird dann in Prozent ausgedrückt.

Ein hoher Solardeckungsgrad zeigt dabei an, dass ein signifikanter Anteil des Energiebedarfs aus Solarenergie stammt, was auf eine hohe Nutzung erneuerbarer Energien hinweist und einen geringeren Umfang konventioneller Energiequellen wie fossiler Brennstoffe erfordert.

Der Solardeckungsgrad ist ein wichtiger Indikator für den Fortschritt im Bereich der erneuerbaren Energien und des Klimaschutzes, da er zeigt, wie effektiv eine bestimmte Region Solarenergie nutzt, um ihren Energiebedarf zu decken.

Anteil des lokal erzeugten Photovoltaik-Stroms am Gesamtstrom-Verbrauch der Stadt Mühlhausen

Laut Angaben der Netzbetreiber TEAG (Thüringer Energie AG) und Stadtwerke Mühlhausen GmbH betrug der Stromverbrauch der Stadt Mühlhausen 2021 ca. 117.000 MWh.¹

¹ Für die Ermittlung des prozentualen Anteils des PV-Stroms am Gesamtstromverbrauch wurde das Jahr 2021 gewählt, da die Daten dieses Jahres die aktuellsten Daten der Netzbetreiber darstellen.

Ende 2021 waren im Stadtgebiet 523 PV-Anlagen mit einer installierten Leistung von ca. 18 MWp installiert, dies entspricht einer Stromerzeugung von ca. 17.000 MWh (Quelle: Marktstammdatenregister). Davon waren 504 Anlagen mit einer Leistung von kleiner 10 KWp auf Dachflächen installiert.

Der prozentuale Anteil des lokal erzeugten Photovoltaik-Stroms am Gesamtstromverbrauch der Stadt Mühlhausen betrug somit ca. 14,6 %.

Wie groß sollte der Anteil von PV-Strom in Zukunft sein?

Die Frage nach dem zukünftigen Anteil von PV-Strom ist komplex und hängt von verschiedenen Faktoren ab, darunter technologische Fortschritte, politische Maßnahmen, wirtschaftliche Bedingungen und Umweltziele. Es gibt jedoch einige allgemeine Überlegungen, die bei der Bestimmung des zukünftigen Anteils von PV-Strom berücksichtigt werden können:

1. Klimaziele und Energiewende: Viele Kommunen haben ehrgeizige Ziele zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen und zur Förderung erneuerbarer Energien, um den Klimawandel zu bekämpfen. Der Ausbau von PV-Strom kann einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung dieser Ziele leisten, insbesondere in Bezug auf den Ausstieg aus fossilen Brennstoffen und die Dekarbonisierung des Stromsektors.

2. Technologische Entwicklungen: Weitere Fortschritte in der PV-Technologie, einschließlich Verbesserungen der Effizienz, der Produktionskosten und der Speicherung, könnten den Ausbau von PV-Strom in Zukunft beschleunigen und wirtschaftlich rentabler machen.

3. Netzintegration: Der Anteil von PV-Strom im Stromnetz hängt auch von der Fähigkeit zur Integration in das bestehende Energiesystem ab. Dies erfordert möglicherweise Investitionen in die Netzinfrastruktur, Speichertechnologien und intelligente Netzsteuerungssysteme.

4. Wirtschaftliche Rahmenbedingungen: Die Wirtschaftlichkeit von PV-Strom wird weiterhin von Faktoren wie den Kosten für PV-Anlagen, Strompreisen, staatlichen Förderungen und Marktanreizen beeinflusst. Sinkende Kosten für PV-Technologie könnten dazu führen, dass PV-Strom in Zukunft noch wettbewerbsfähiger wird.

5. Gesellschaftliche Akzeptanz und Politik: Die Akzeptanz von PV-Anlagen durch die Bevölkerung und politische Entscheidungsträger sowie die Umsetzung geeigneter politischer Rahmenbedingungen sind entscheidend für den Ausbau von PV-Strom.

Aus planeischer Sicht gibt es in Thüringen oder auf der Bundesebene keine Vorgaben oder Empfehlungen wieviel Prozent der Kommune mit Photovoltaik belegt werden sollen. Jedoch wird öfters im Zusammenhang mit Klimaschutz- oder Klimaanpassungskonzepten eine Flächengröße bzw. eine installierte Leistung als Zielgröße genannt bzw. gefordert.

Der genaue Anteil von PV-Strom in der Zukunft variiert je nach Kommune und den oben genannten Faktoren. Einige Schätzungen und Szenarien gehen davon aus, dass PV-Strom in vielen Kommunen einen signifikanten Anteil am Gesamtstrommix erreichen könnte, möglicherweise bis zu einem Viertel oder sogar mehr des gesamten Strombedarfs. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass die genaue Zielsetzung und Umsetzung dieser Ziele von den Kommunen selbst bestimmt wird.

Beispiele für Festlegungen von Zielwerten in verschiedenen Kommunen:

- Nordhausen
 - bisher keine Festlegung von Zielen für Flächenanteile oder installierte Leistung für Photovoltaik-Freiflächenanlagen
- Eisenach
 - aktuell ca. 7 % PV-Strom-Anteil am Gesamtstromverbrauch der Stadt Eisenach
 - Ziel: 15 % PV-Strom bis 2025 (Verdopplung des aktuellen Anteils)
 - entspricht einem Zubau von etwa 23 MWp (Stadtratsbeschluss)
- Jena
 - bis 2035 30 % EE-Strom (keine Festlegung, ob die Stromerzeugung aus Wind, Wasser, PV, Bioenergie erfolgen soll)
 - 36 ha für Freiflächen-PV (im Klimaaktionsplan festgelegt)
- Berlin
 - Im Koalitionsvertrag 2021 bis 2026 wurde festgelegt, dass möglichst bis 2035 25 % der Stromerzeugung in Berlin aus solaren Quellen stammen soll. (aus Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm, Umsetzungszeitraum 2022 bis 2026)

Mögliche Zielwerte für Mühlhausen

- Erhöhung des lokalen PV-Strom-Anteils am Gesamtstromverbrauch auf ca. 30 %, dies entspricht etwa einem Zubau von ca. 19 MWp

Das Ziel kann sowohl über die Errichtung von Aufdachanlagen als auch über Freiflächenphotovoltaik erreicht werden.

Bei ausschließlicher Realisierung der nötigen 19 MWp durch Freiflächenphotovoltaik entspricht dies einem Flächenverbrauch von ca. 20 bis 30 ha. Um das gleiche Ergebnis durch Zubau von Dachflächenphotovoltaik zu erreichen, müssten zukünftig zusätzlich 1.900 Dachanlagen á 10 kWp errichtet werden (mögliche Größe für eine Anlage eines Privathaushaltes). Zwar gibt das Dachflächenpotential diesen Zubau grundsätzlich her. Allerdings kann aufgrund der Kleinteiligkeit der Anlagen und der Vielzahl von Betreibern nur langfristig damit gerechnet werden.

Um die 20 MWp installierter Leistung wäre auch eine Größenordnung, die das aktuelle Netz verkraften kann. Allein durch Aufdachanlagen kann kurzfristig diese Zielstellung jedoch nicht erreicht werden.

- Erhöhung des lokalen PV-Strom-Anteils am Gesamtstromverbrauch auf ca. 50 %, dies entspricht etwa einem Zubau von ca. 62 MWp

Dieses Ziel kann über Freiflächenphotovoltaik erreicht werden.

Um diese Größenordnung zu erreichen, ist ein Flächenverbrauch von bis zu ca. 90 ha notwendig.

Zum Vergleich sei hier die mögliche PV-Anlage auf der ehemaligen Deponie in Bollstedt mit einem Flächenverbrauch von ca. 3 ha (2 bis 2,5 MWp; 2 - 2,5 GWh/a) und die mögliche PV-Anlage in Schröterode mit 2 Teilflächen (zusammen ca. 45 ha) genannt.

2.2 *Harte und weiche Ausschlusskriterien*

Im Folgenden sollen die herangezogenen Ausschlusskriterien für die Nutzung mit Freiflächen-Photovoltaik dargestellt werden. Diese werden in harte und weiche Kriterien unterteilt.

Tabelle 1: Zusammenstellung der harten und weichen Ausschlusskriterien für Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen in der Stadt Mühlhausen

Ausschlusskriterium	Bemerkungen/Begründungen	
Siedlungs- und Verkehrsflächen	hart	Hiermit sind zunächst die aktuell tatsächlich baulich genutzten Flächen für Siedlung und Verkehr in der Stadt Mühlhausen gemeint (§ 34 BauGB), die digital über das ATKIS abgefragt wurden (ATKIS-Flächen, Ortslage, Fläche mit gemischter Nutzung, Bauwerke für Industrie und Gewerbe, Bauwerke für Sport und Freizeit, Fahrwege, Bahnstrecken, etc.) Hinzu kommen die im FNP dargestellten Bauflächen, die teilweise bereits durch einen B-Plan untersetzt wurden (§ 30 BauGB), aber auch Flächen die noch nicht beplant wurden (Bauerwartungsland). Die Siedlungs- und Verkehrsflächen selbst gelten hier als hartes Ausschlusskriterium. Für die geplanten Ortsumgehungen der B247 und B249 wurden außerdem beidseitig der Fahrbahn jeweils 25 m im Rahmen der Trassenfreihaltung ausgeschlossen.
	weich	Zusätzlich wurde ein 50 m-Abstand zur Wohnbebauung (Wohn- und gemischte Nutzung laut ATKIS) als weiches Ausschlusskriterium festgelegt, um die eventuell als Beeinträchtigung des Landschaftsbildes empfundene technische Überprägung für die Anwohner am Ortsrand möglichst gering zu halten.
Naturschutzflächen, Wald & Gehölze	hart	Hiermit auszuschließen sind Flächen im Stadtgebiet, die unter verschiedene Schutzkategorien nach dem Bundesnaturschutzgesetz fallen. Als harte Ausschlusskriterien sollen dabei Naturschutzgebiete (NSG), Flächen des Natura 2000-Netzwerks (FFH und SPA-Flächen) und Flächen aus der Offenlandbiotopkartierung gelten.
	weich	Landschaftsschutzgebiete (LSG), Naturparks (NP) und Flächennaturdenkmale (FND) bzw. Geschützte Landschaftsbestandteile (GLB) sollen als weiche Ausschlusskriterien behandelt werden, ebenso wie Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft (SPE-Flächen aus dem FNP der Stadt Mühlhausen). Weiterhin sollen Waldflächen und sämtliche als Gehölze erfassten Flächen ausgeschlossen werden, da die Beseitigung von Wald oder Gehölzen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen nicht zugelassen werden soll.
Wasserschutzgebiete	hart	Als hartes Ausschlusskriterium sollen hier Wasserschutzgebiete der Zone I geführt werden.
	weich	Zone II wird als weiches Kriterium angesehen, da hier Bauverbot besteht, von welchem jedoch im Einzelfall abgewichen werden kann.

Ausschlusskriterium	Bemerkungen/Begründungen	
	kein	In der Wasserschutzzone III sind Bauten grundsätzlich möglich. Da von Photovoltaik-Freiflächenanlagen keine Grundwassergefährdung ausgeht, wird die Wasserschutzzone III nicht als Ausschlusskriterium betrachtet.
Gewässer	hart	Die dem ATKIS entnommenen Gewässer ² werden hier als hartes Ausschlusskriterium angesehen. Nach § 61 Abs. 1 BNatSchG (Freihaltung von Gewässern und Uferzone), soll an stehenden Gewässern mit einer Größe über einem Hektar sowie an Fließgewässern 1. Ordnung (hier: Unstrut) ein 50 m breiter Uferbereich von baulichen Anlagen freigehalten werden. Dieser wird deshalb hier ebenfalls als hartes Ausschlusskriterium behandelt.
Überschwemmungsgebiete	hart	Amtlich festgesetzte Überschwemmungsgebiete für ein 100-jähriges Hochwasser (HQ100) werden als hartes Ausschlusskriterium behandelt.
Vorbehalts- und Vorranggebiete ³ – Rohstoffe – Hochwasserschutz – Freiraumsicherung – Windenergie – Landwirtschaftliche Bodennutzung – Tourismus und Erholung	hart	Im Interesse einer minimalen Beeinträchtigung anderer wirtschaftlicher Nutzungen, der Natur und Umwelt sowie des Landschaftsbildes sollen so wenig wie möglich anderweitig durch die Regionalplanung ausgewiesene Flächen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen herangezogen werden. Bei diesen Flächen ist vom Grundsatz davon auszugehen, dass verbindliche Ziele der Raumordnung einer Nutzung durch von Freiflächen-PV-Anlagen entgegenstehen. Festgesetzte Vorbehalts- und Vorranggebiete Rohstoffe ⁴ werden deshalb als hartes Ausschlusskriterium behandelt. Die Vorranggebiete Hochwasserschutz decken sich mit den Überschwemmungsgebieten für HQ 100 im Stadtgebiet (s. o.) und gelten deshalb auch als hartes Ausschlusskriterium. Festgesetzte Vorbehalts- und Vorranggebiete Freiraumsicherung sind für den Erhalt der schutzgutorientierten Freiraumfunktionen verschiedenster Naturgüter vorgesehen und stellen abschließend abgewogene Ziele der Raumordnung dar.
	weich	Vorbehalts- und Vorranggebiete Landwirtschaftliche Bodennutzung nach RP NT 2012 sowie RP NTE 2018 fließen als weiches Ausschlusskriterium mit ein. Die Einstufung als weiches Ausschlusskriterium wird damit begründet, dass z. B. PV-Nutzung im Umfeld auf Ackerflächen (Agri-PV) zwar vom Grundsatz (Vorrang anderer Nutzung) nicht vorgesehen werden sollte, im Einzelfall doch noch möglich und genehmigungsfähig wäre.

² Gewässerflächen sowie Flächen ermittelt aus (Fließ-)Gewässerachsen mit Angabe der Gewässerbreite

³ Datenlage und Bezeichnungen laut RP NT-2012, sofern nicht explizit anders erwähnt

⁴ Im RP NTE 2018 werden entsprechende Gebiete als „Vorranggebiete Rohstoffgewinnung“ bezeichnet.

In den Abbildungen 2, 3 und 4 wird beispielhaft der schrittweise Ausschluss von Flächen durch die in Tabelle 1 aufgelisteten Kriterien gezeigt. In den Abbildungen wird die Anwendung der Ausschlusskriterien zur besseren Nachvollziehbarkeit der Methodik in drei aufeinander aufbauenden Schritten dargestellt, in welchen jeweils thematisch verwandte Kriterien gemeinsam auf die verbleibenden Potenzialflächen angewandt wurden. Hierzu sei angemerkt, dass jedes Ausschlusskriterium für sich steht und die Kriterien inhaltlich nicht voneinander abhängig sind; die schrittweise Darstellung dient einzig der besseren Ansicht.

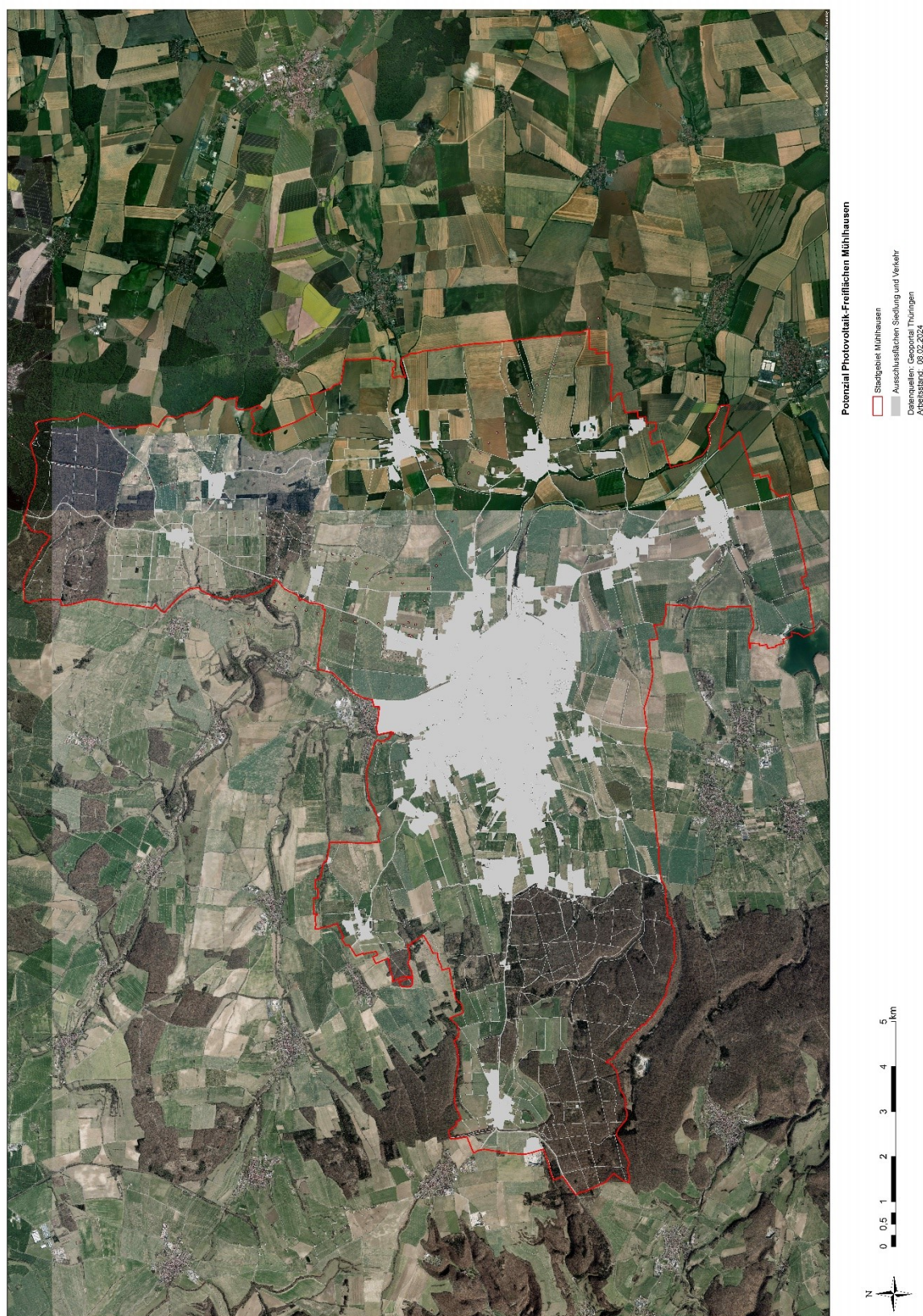


Abbildung 2: Ausschluss von Siedlungs- und Verkehrsflächen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen

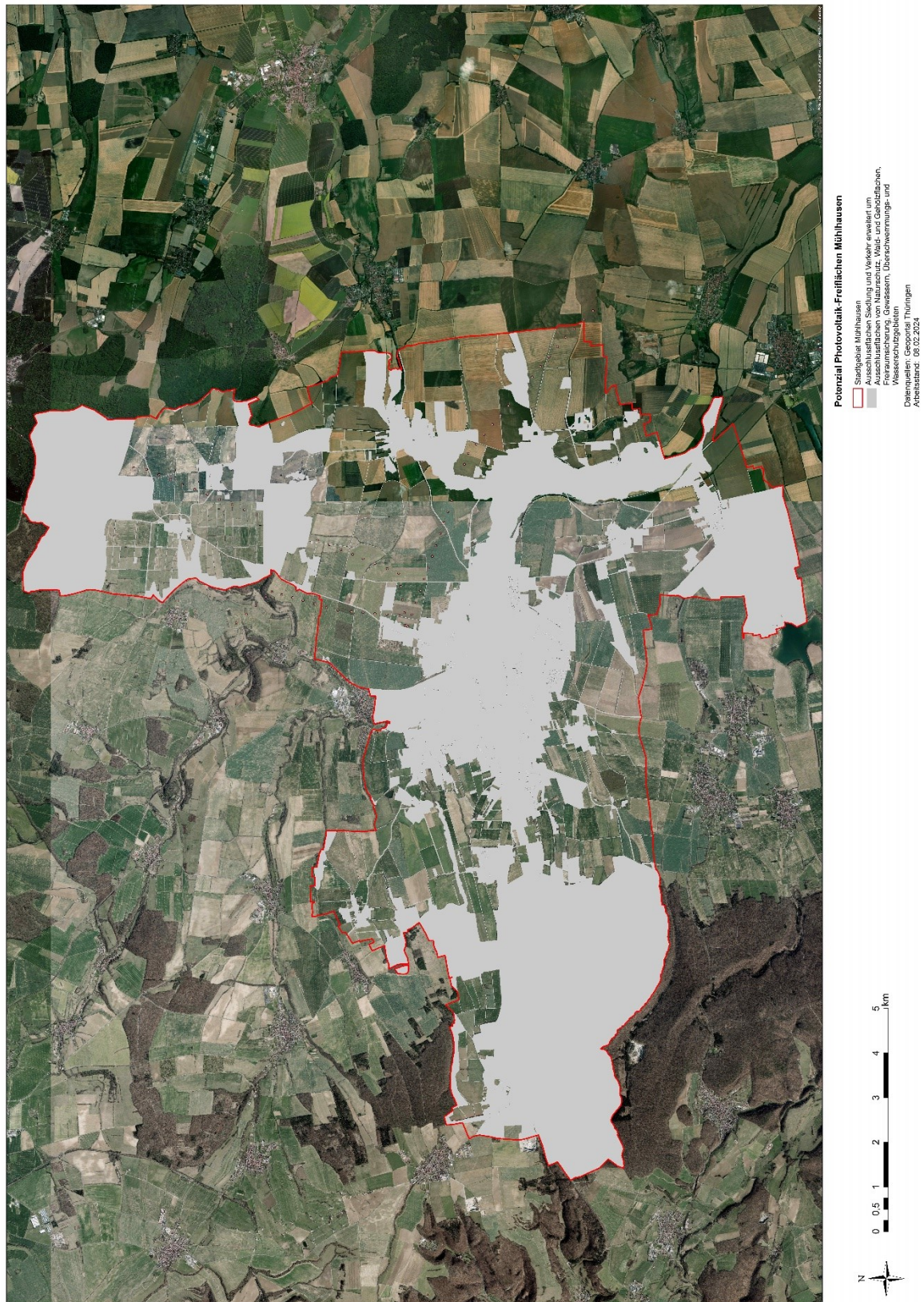


Abbildung 3: Ausschluss von Naturschutzflächen, Wald- und Gehölzflächen, Gewässern, Überschwemmungs- und Wasserschutzgebieten für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen

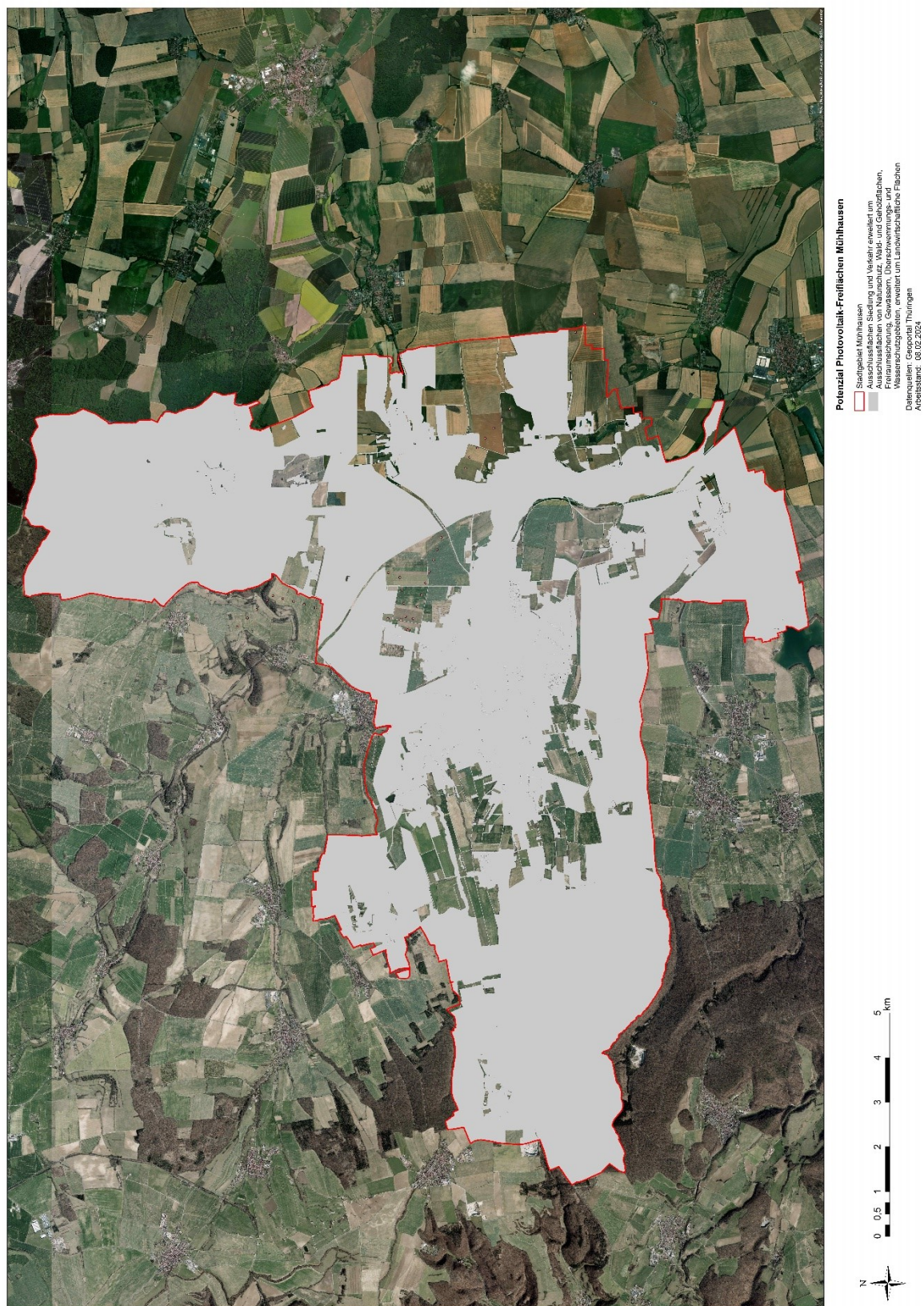


Abbildung 4: Ausschluss von Naturschutzflächen, Wald- und Gehölzflächen, Gewässern, Überschwemmungs- und Wasserschutzgebieten erweitert um landwirtschaftliche Flächen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen

2.3 *Bereinigung von ungünstig geformten Flächenanteilen sowie Splitterflächenbereinigung*

Im Anschluss wurde eine Splitterflächenbereinigung durchgeführt, um kleine und ungünstig geformte (z. B. schmale) Flächen auszuschließen, da sich diese praktisch nicht für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen anbieten.

Dabei wurden zunächst Flächen mit einer Größe von unter ca. 10 Hektar ausgeschlossen. An einzelnen Teilflächen wurden außerdem sehr schmale und ungünstig geformte Flächenteile zusätzlich händisch entfernt.

Abbildung 5 und Abbildung 6 dient zur Veranschaulichung der oben beschriebenen Methodik zum Ausschluss der ungünstig geformten Flächen. Im dargestellten Kartenausschnitt ist zu erkennen, dass die Fläche aufgrund ihrer ungünstigen Form beschnitten wurde.



Abbildung 5: Bereinigung von ungünstig geformten Flächenanteilen; ursprünglich ermittelte Potenzialfläche



Abbildung 6: Bereinigung von ungünstig geformten Flächenanteilen; korrigierte Potenzialfläche

Abbildung 7 und Abbildung 8 dient zur Veranschaulichung der oben beschriebenen Methodik zum Ausschluss von weiteren Splitterflächen. Im dargestellten Kartenausschnitt ist zu erkennen, dass die Fläche aufgrund ihrer ungünstigen Form und Lage ausgeschlossen wurde.



Abbildung 7: Ausschluss von ungünstig geformten und ungünstig gelegenen Flächen; ursprünglich ermittelte Potenzialfläche



Abbildung 8: Ausschluss von ungünstig geformten und ungünstig gelegenen Flächen; Ausschluss der Potenzialfläche

Die nach der Splitterflächenbereinigung verbleibenden Flächen werden im Folgenden als Potenzialflächen für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen angesehen. Die einzelnen Flächen wurden für die weitere Betrachtung nummeriert. Es blieben bis zu diesem Arbeitsfortschritt noch weit über 200 Flächen die grundsätzlich für Freiflächen Photovoltaik geeignet waren.

2.4 Stadt- und Landschaftsbild

Die einzelnen Potenzial-Teilflächen wurden anschließend in Bezug auf die Qualität für die Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen hinsichtlich des Stadt- und Landschaftsbildes bewertet.

Das Stadt- und Landschaftsbild wird oft durch eine Kombination von subjektiven und objektiven Bewertungsmethoden beurteilt. Hier sind einige Ansätze, die verwendet wurden, um das Stadt- und Landschaftsbild zu bewerten:

Visuelle Bewertung: Diese Methode beinhaltet die subjektive Bewertung des Erscheinungsbilds einer Stadt oder Landschaft durch Einzelpersonen oder Gruppen. Visuelle Bewertungen basieren auf persönlichen Vorlieben, ästhetischen Prinzipien und kulturellen Normen.

Historische und kulturelle Bedeutung: Das Stadt- und Landschaftsbild wurde auch anhand seiner historischen und kulturellen Bedeutung bewertet. Dies beinhaltet die Analyse historischer Gebäude, Denkmäler, städtischer Strukturen und kultureller Landschaftselemente.

Funktionalität und Nutzung: Die Bewertung des Stadt- und Landschaftsbilds basiert auch auf der Funktionalität und Nutzung des Raums. Dies beinhaltet die Analyse der touristischen Gegebenheiten, Grünflächen und öffentlicher Räume.

Umweltqualität: Die Qualität des Stadt- und Landschaftsbilds wurde auch anhand der Umweltqualität bewertet, einschließlich Biodiversität und Grünflächen.

Städtebauliche Gestaltung und Architektur: Die Bewertung des Stadt- und Landschaftsbilds beinhaltet die Analyse von städtebaulichen Gestaltungselementen sowie Sichtbarkeit im öffentlichen Raum.

3. Solarthermie

3.1 *Vorbemerkungen*

Neben der Nutzung der solaren Strahlungsenergie für die Erzeugung von Elektroenergie (Photovoltaik) kann solare Strahlungsenergie auch für eine direkte Wärmeerzeugung genutzt werden. In diesem Fall spricht man im Gegensatz zur Photovoltaik von Solarthermie. Die typischen Anwendungen der Nutzung dieser erneuerbaren Energie liegen in der gebäudegebundenen Installation solarthermischer Anlagen (meist Flachkollektoren oder Vakuumröhrenkollektoren) zur Warmwasserbereitung und/oder Heizungsunterstützung. Eine weitere besondere technisch und wirtschaftlich mögliche Lösung ist die Errichtung von Freiflächen-Solarthermieanlagen und Einspeisung der über diese Anlagen gewonnen Wärmeenergie in ein vorhandenes oder neu zu errichtendes Fern- oder Nahwärmenetz (eine solche Anlage ist in Mühlhausen geplant). Anders als bei der Photovoltaik, bei der die Weiterleitung der erzeugten Elektroenergie selbst über größere Entfernungen ohne größere Verluste möglich ist, treten bei der aus Solarthermieanlagen gewonnen Wärme im Falle größerer Entfernungen zwischen Erzeugungsstandort und Verbrauchsort sehr schnell Netzverluste in einer Größenordnung auf, die das Gesamtsystem unwirtschaftlich werden lassen. Daraus ergibt sich der Zwang, eine Freiflächen-Solarthermieanlage immer möglichst nahe an dem potenziellen Verbrauchsort der solar erzeugten Wärme einzuordnen, was bedeutet, dass Potenzialflächen für Freiflächen-Solarthermieanlagen eigentlich nur in unmittelbarer Nähe zum Verbrauchsort sinnvoll sind. Dies gilt selbst dann, wenn der Energieversorger über eine kurzfristige bis saisonale Speicherung der gewonnen Wärmeenergie nachdenkt, da größere Transportentfernungen für Wärme immer zu (teilweise erheblichen) Leitungsverlusten führen.

Abschließend sei der Vollständigkeit halber noch auf den Umstand hingewiesen, dass die spezifische Leistung (in kWh/m² Kollektorfläche) bei einer solarthermischen deutlich höher als bei einer Photovoltaikanlage ist. D. h. je Quadratmeter Kollektorfläche erzeugt eine Solarthermieanlage im Jahr mehr (thermische) Arbeit als eine Photovoltaik an (elektrischer) Arbeit bereitstellen kann. Allerdings fällt die meiste Wärme in den Sommermonaten an, während der Bedarf i. d. R. in den Wintermonaten am größten ist.

3.2 *Potenzialflächen*

Bei der Ermittlung der Potenzialflächen für Solarthermie kann man hinsichtlich Ausschlusskriterien, sowie Gunst- und Ungunstkriterien zunächst grundsätzlich

identisch vorgehen, wie bei der Ermittlung der Potenzialflächen Photovoltaik. Die im Rahmen der Ermittlung der Potenzialflächen für Freiflächen-Photovoltaik identifizierten Potenzialflächen können grundsätzlich auch mit Freiflächen-Solarthermieranlagen belegt werden. Die Nutzung einer Potenzialfläche für Freiflächen-Solarthermie ist, wie oben dargelegt, aber nur dann wirtschaftlich sinnvoll, wenn in unmittelbarer Nähe eine Einspeisung (über eine Heizzentrale) in ein Fern- oder Nahwärmesystem möglich ist.

Mit der Großsolarthermieranlage mit Speicher am südöstlichen Stadtrand nutzt die Stadt Mühlhausen bereits auf ca. 19.000 Quadratmetern die Kraft der Sonne für saubere Wärme-Energieerzeugung. Eine weitere Solarthermieranlage ist westlich der Stadtwerke geplant. Ein entsprechender Aufstellungsbeschluss wurde im Jahr 2023 gefasst.

Vor dem Hintergrund der hier erfolgten Darlegungen konnten keine zusätzlichen Flächen im Außenbereich identifiziert werden, deren Übernahme als Potenzialflächen für Freiflächen-Solarthermieranlagen in den FNP empfohlen werden kann.

4. Sonstige

4.1 *Sektorkopplung*

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden Projekte der Kombination mehrerer erneuerbarer Energien nicht betrachtet. Derartige Vorhaben werden regelmäßig unter dem Begriff der „Sektorkopplung“ subsumiert. Die für den Betrieb der Wärmepumpen benötigte Elektroenergie könnte dann ebenfalls über eine Freiflächen-Photovoltaikanlage auf einer Teilfläche der Potenzialfläche gewonnen werden.

Auch zu diesem Thema gibt es erste Planungen in Mühlhausen auf die hier nicht weiter eingegangen wird.

4.2 *Schwimmende PV-Anlagen*

Im Stadtgebiet gibt es nur wenige größeren Wasserflächen, die z. T. durch Tonabbau entstanden sind (teilweise Bergbaufolgelandschaft). Teilweise befinden sich diese Flächen noch in Nutzung. Sie unterliegen überwiegend als Bergwerkseigentum dem Bundesberggesetz. Innerhalb des Bergwerkseigentums nach § 9 BBergG ist ein obligatorischer Rahmenbetriebsplan nach § 52 Abs. 2a BBergG vorgeschrieben und regelt verbindlich nicht nur die

Rohstoffgewinnung bis zur vollständigen Ausbeutung der Lagerstätte, sondern u. a. auch die Nachnutzung der Seen. Soweit die planfestgestellte Nachnutzung das zulässt, sollen die kleinen Seen mit guter bis sehr guter Wasserqualität dem Naturerleben und der Erholung sowie zugehöriger Nutzungen dienen.

Im Entwurf des Regionalplans (RP NT-E 2018) ist dazu folgender Grundsatz formuliert:

G 3-26 Die Stromerzeugung aus Solarenergie mittels großflächiger Photovoltaikanlagen soll insbesondere auf nicht mehr genutzten Deponiekörpern und Rückstandshalden, durch Kiesabbau entstandenen Wasserflächen sowie Brach- und Konversionsflächen erfolgen.

Die Begründung dazu lautet:

Mit der Konzentration von raumbedeutsamen Photovoltaikanlagen auf Brach- und Konversionsflächen sowie Deponiekörpern, Schlamm-, Asche- und Rückstandshalden des Kalibergbaues wird eine Konkurrenz mit freiraum-relevanten Flächennutzungen/-funktionen vermieden. Beispielhafte Umsetzungen erfolgten bereits auf dem Gelände des Abfallwirtschaftszentrums Nentzelsrode und der Kalihalde in Bleicherode.

Der Einsatz von Photovoltaik- und solarthermischen Anlagen im Gebäudebestand stellen, soweit städtebaulich mit dem Denkmalschutz vereinbar, den Schwerpunkt bei der Nutzung der Solarenergie dar.

In der Stadt Mühlhausen gibt es derzeit keine Überlegungen die Kleinseen für die Energieerzeugung zu nutzen. Weiterhin sind hier neben einer Vielzahl von rechtlichen und technischen Fragen, vor allem die Auswirkungen auf die Umwelt und hier vorrangig auf den Wasserkörper (Veränderung Belichtung und damit Biomasseproduktion, Wasserqualität und Wassertemperatur) zu klären. Daraus lassen sich zahlreiche Fragen für die Genehmigungsfähigkeit eines solchen Vorhabens ableiten.

Die Gemarkung Mühlhausen gehört zu einer Region, die nur über einen geringen Anteil an offenen Wasserflächen verfügt. Aus stadtplanerischer Sicht sollen diese wenigen Wasserflächen deshalb vorrangig als Lebensräume für Tiere und Pflanzen dienen und zugleich Aufgaben im Bereich Erholung/Tourismus erfüllen.

Wegen der umfangreichen vorab zu klärenden Belange werden PV-Projekte auf Wasserflächen kurz- und mittelfristig kaum angegangen werden können,

sodass aktuell kein Bedarf für entsprechende Darstellungen im FNP erkennbar ist.

5. Ergebnis

5.1 Beschreibung der ermittelten Potenzialflächen

Es folgt eine Kurzbeschreibung der ermittelten Potenzialflächen (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Kurzbeschreibung der Potenzialflächen

Fläche Nummer	Größe in ha	Lagebeschreibung	Aktuelle Nutzung	Kartenausschnitt
1	12,8	Mühlhausen, westlich Windeberger Landstraße L 1016, direkt neben bestehender Photovoltaikfreiflächenanlage	Brachfläche	
2	9,1	Mühlhausen, östlich Windeberger Landstraße L 1016, direkt neben Umspannwerk und Fläche 3	Ackerfläche	
3	34,0	Mühlhausen, östlich Windeberger Landstraße L 1016, direkt neben Fläche 2 bzw. Umspannwerk	Ackerfläche	
4	32,2	Schröterode, nördlich der Putenzuchtanlage	Grünland	

Fläche Nummer	Größe in ha	Lagebeschreibung	Aktuelle Nutzung	Kartenausschnitt
5	12,8	Schröterode, östlich der Putenzuchtanlage	Grünland	
6	33,7	Bollstedt, nördlich der Mühlhäuser Straße bzw. Raiffeisen (Varen – Technik)	Grünland, Ackerfläche	
7	32,1	Bollstedt, nördlich Flugplatz Mühlhausen	Ackerfläche	
8	84,0	Bollstedt, nördlich Flugplatz Mühlhausen	Ackerfläche	
9	120,5	Bollstedt, südlich Flugplatz Mühlhausen	Ackerfläche	

5.2 Bilanzierung der Potenzialflächen

Zur Berechnung eines möglichen Ertrags der Potenzialflächen (siehe Tabelle 3) werden folgende Annahmen getroffen:

- die Flächengrößen werden als Bruttoflächen betrachtet und diese sind nur zu 90 % mit PV-Modulen bestückt
- mögliche Belegung 1 MWp/ha möglich, gerundet auf 100 kWp
- Geschätzter Ertrag unter der Annahme von 900 kWh/kWp*a (gerundet auf 1 MWh/a)

Tabelle 3: Bilanzierung der ermittelten Potenzialflächen

Flächen Nummer	Fläche in ha	Potenzielle Leistung in MWp	Geschätzter Energieertrag in MWh/a
1	12,8	11,5	10.350
2	9,1	8,2	7.380
3	34,0	30,6	27.540
4	32,2	29,0	26.100
5	12,8	11,5	10.350
5	33,7	30,3	27.270
7	32,1	28,9	26.010
8	84,0	75,6	68.040
9	120,5	108,5	97.650
Summe	371,2	334,1	300.690

Es ist wichtig zu beachten, dass dies eine grobe Schätzung ist und die tatsächliche Energieerzeugung je nach Bauart (nachgeführte PV-Anlage oder starre PV-Anlage) bzw. Ausrichtung der Module oder Neigungswinkel, Schattenwurf und anderen Faktoren variieren kann. Um genaue Zahlen zu erhalten, ist eine detaillierte Standortanalyse und Planung durch einen Fachmann erforderlich.

5.3 Bewertung der Potenzialflächen

Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens wurde nach einer einheitlichen, nachvollziehbaren und in sich konsistenten Methodik der Außenbereich des gesamten Stadtgebietes hinsichtlich potenzieller Standorte für Erzeugungsanlagen von PV-Freiflächen-Photovoltaik untersucht und bewertet.

Eine Relevanz für eine Darstellung im Flächennutzungsplan (FNP) haben nur die Flächenausweisungen für Freiflächen-Photovoltaikanlagen, eingeschränkt auch Solarthermie, die im Rahmen der hier vorgelegten Standortalternativenprüfung untersucht und bewertet wurden.

Bezüglich der Potenzialflächen für Freiflächen-Photovoltaikanlagen wurden nach der beschriebenen Vorgehensweise insgesamt 9 Potenzialflächen mit einer Gesamtgröße von ca. 370 ha ermittelt und kartographisch dargestellt. Das Ergebnis ist auch in der Übersichtskarte im Maßstab 1:25.000 zu finden (siehe Anlage).

Es haben sich 3 Hauptgebiete für mögliche PV-Freiflächenanlagen herauskristallisiert:

- beiderseitig der Windeberger Landstraße L 1016 (Nähe Umspannwerk)
- nördlich und östlich der Putenzuchanlage in Schröterode
- nördlich Bollstedt bzw. Rund um den Flugplatz Mühlhausen

Mit diesen 9 Flächen auf dem Stadtgebiet Mühlhausen könnte bei voller Belegung deutlich mehr PV-Strom erzeugt werden als die Stadt verbraucht (siehe Tabelle 3).

In einem nächsten Arbeitsschritt werden die bisher ermittelten einzelnen Teilflächen dann unter Heranziehung von Gunst- und Ungunstkriterien bewertet. D. h., die bisher ermittelten Flächen, werden als grundsätzlich gut geeignet eingestuft, untereinander aber nochmals einem Ranking unterzogen. Dies beinhaltet u. a. eine Bewertung bezüglich des Landschaftsbilds und eine Bewertung bezüglich Anschlussfähigkeit an das Energienetz.

Die Entscheidung, welche der Potenzialflächen schließlich als Sonderbauflächen Eingang in den neuen FNP finden, kann dieses Gutachten nicht liefern, da hier möglicherweise weitere städtebauliche Gründe hinzutreten und eine Abwägung mit konkurrierenden Flächennutzungen erfolgen muss. Im Sinne eines „sachgerechten Ausgleichs aller betroffenen Belange und Interessen“ liefert aber vor allem das o. g. Ranking wichtige Anhaltspunkte dafür, welche Bedeutung die jeweilige einzelne Teilfläche künftig für die erneuerbare Energieerzeugung haben kann.

Für jedes Gunst- oder Ungunstkriterium, welches auf eine Potenzialfläche zutrifft, erhält diese eine Wertung von +1 bis (je nach Kriterium maximal) +2 für Gunst bzw. -1 bis -2 für Ungunstkriterien. Trifft ein Kriterium nicht zu, erhält die entsprechende Fläche an dieser Stelle die Bewertung 0. In Summe ergibt sich

so für jede Teilfläche eine unterschiedlich stark positive oder negative Gesamtbewertung der Fläche.

Tabelle 4: Bewertung der Teilflächen (Ranking)

Potenzialflächen-Nr.	Flächengröße [ha]	Ungunstkriterien			Gunstkriterien			Bewertung/Ranking
		Bodenfruchtbarkeit	Geländeexponierung Nord	Landschaftsbild	Geländeexponierung Süd	Nähe zu Einspeisepunkt	Brachfläche	
1 westlich Windeberger Landstraße, direkt neben bestehender Photovoltaikfrei- flächenanlage	12,8	0	0	0	1	2	1	4
2 östlich Windeberger Landstraße, direkt neben Umspannwerk und Fläche 3	9,1	-2	0	0	1	2	0	1
3 östlich Windeberger Landstraße, direkt neben Fläche 2 bzw. Umspannwerk	34,0	-2	0	0	1	2	0	1
4 Schröterode, nördlich der Putenzuchtanlage	32,2	-1	0	0	1	1	0	1
5 Schröterode, östlich der Putenzuchtanlage	12,9	-1	0	0	1	1	0	1
6 Bollstedt, nördlich der Mühlhäuser Straße bzw. Raiffeisen (Waren – Technik)	33,7	-2	0	-1	1	1	0	-1
9 Bollstedt, südlich Flugplatz Mühlhausen	120,5	-2	0	-2	1	1	0	-2
7 Bollstedt, nördlich Flugplatz Mühlhausen	32,1	-2	-1	-2	0	1	0	-4
8 Bollstedt, nördlich Flugplatz Mühlhausen	84,0	-2	-1	-2	0	0	0	-5

Anmerkungen zur Bewertung:

Ungunstkriterien

Bodenfruchtbarkeit: 0 – trifft nicht zu, weder Acker- noch Grünlandnutzung; -1 – Grünlandnutzung; -2 – Ackerland

Geländeexponierung Nord: 0 – trifft nicht zu; -1 – nordexponierte Fläche

Landschaftsbild: 0 – Fläche ist kaum einsehbar oder bereits starke Prägung der Umgebung durch technische Anlagen; -1 – Fläche wird wahrgenommen, Kontrast zu Landschaftsraum, aber kein Konflikt mit sensiblen Bereichen; -2 – offene Fläche, relativ weit sichtbar bzw. Störung bedeutsamer Landschaftselemente

Gunstkriterien

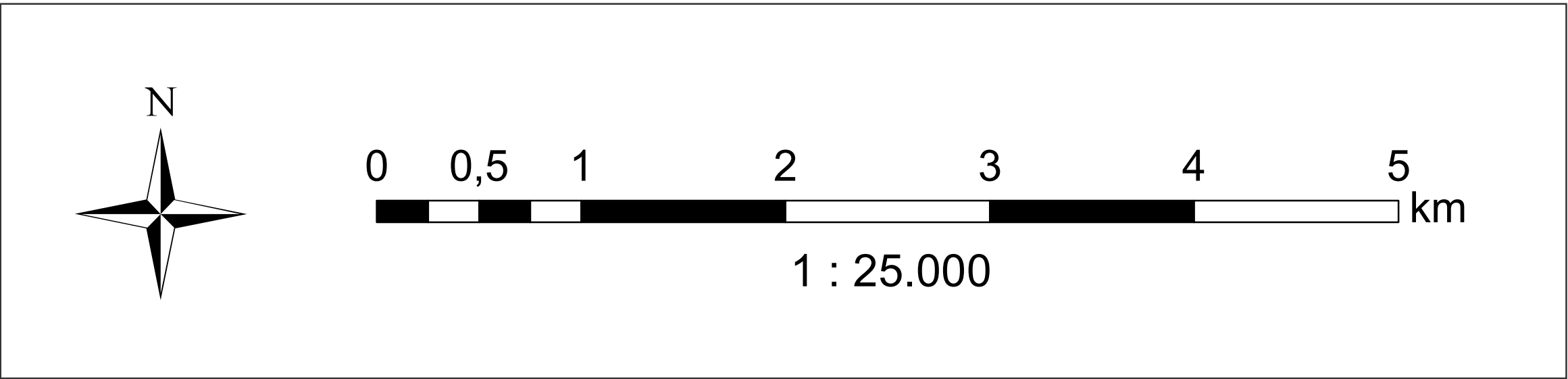
Geländeexponierung Süd: 0 – trifft nicht zu; 1 – südexponierte Fläche

Nähe zu Einspeisepunkt: 0 – relativ große Entfernung zu möglichem Einspeisepunkt; 1 – relativ nah zu Hochspannungstrasse; 2 – unmittelbare Nähe zu Umspannwerk

Brachfläche: 0 – trifft nicht zu; 1 – Brachfläche

Die hier ermittelten Potenzialflächen sowie das Ranking dieser Flächen stellen eine Empfehlung dar. Es liegt nun an der Kommune die Eignung und Relevanz im Hinblick auf die langfristigen Entwicklungsziele und -pläne der Stadt Mühlhausen zu bewerten.

Insgesamt ist es wichtig, dass die Kommune bei der Behandlung der Empfehlung für die Ausweisung von PV-Freiflächen einen transparenten, partizipativen und ganzheitlichen Ansatz verfolgt, um sicherzustellen, dass die Entscheidung im besten Interesse der Stadt und unter Berücksichtigung aller relevanten Faktoren getroffen wird.



Potenzialflächen für Freiflächen-Photovoltaik Mühlhausen

Stadtgebiet Mühlhausen	Trasse Ortsumgehung Ost B247/B249
Photovoltaik Potenzialflächen	Straßen
Hochspannungsmast	Bahnstrecke

Kartenerstellung: H.Griebsch
Datenquellen: Geoportal Thüringen
sowie ESRI, Maxar und Earthstar Geographics
Datum: 11.04.2024

MÜHLHAUSEN
Mittelalterliche Reichstadt