

# Agri-Photovoltaikanlagen als neues Kulturlandschaftselement

*Ermittlung der Auswirkungen einer Modellanlage auf  
das Schutzgut Landschaftsbild mittels  
Visualisierungen sowie Vorschläge für eine  
optimierte Planung und Integration*

***Freie wissenschaftliche Arbeit zur Erlangung des  
akademischen Grades***

***Bachelor of Engineering (B.Eng.)***

***in der Studienfachrichtung Landschaftsarchitektur der  
Fachhochschule Erfurt***

vorgelegt bei:

Erstgutachterin: Prof. Dr. Marschall

Zweitgutachterin: Prof. Dr. Wydra

von: Thieu Quang Nguyen

aus: Hanoi

am: 09.03.2022

## Kurzreferat

**Autor:** Thieu Quang Nguyen

**Titel der Arbeit:** Agri-Photovoltaikanlagen als neues Kulturlandschaftselement

Schlagworte: **Agri-Photovoltaik, Landschaftsbild, Wirkfaktoren, Auswirkungen, Visualisierung, Maßnahmen**

Umfang: 81 Seiten davon 48 Seiten für den inhaltlichen Text, 31 Anhänge, 30 Abbildungen, 1 Tabelle

Eingereicht am: 09.03.2022

Zusammenfassung:

Im Rahmen der Bachelorarbeit wurde die Agri-Photovoltaikanlage in Heggelbach als Modellanlage ausgewählt und sowohl auf dem Versuchsgelände am Campus Leipziger Straße in der Fachhochschule Erfurt als auch auf einem Gelände in Bösleben zur Ermittlung der Auswirkungen auf das Schutzgut Landschaftsbild visualisiert. Der Ausgangszustand des Landschaftsbildes in den ausgewählten Sichtfeldern wurde bewertet, bevor eine mögliche bauliche Ausführung auf dem Versuchsgelände und dem Gelände in Bösleben erstellt wurde. Nach der Ausführung wurden die Auswirkungen der Modellanlage auf das Landschaftsbild mittels Visualisierungen durch das Programm Vectorworks ermittelt. Die anlagebedingten Wirkfaktoren wurden damit als wesentliche Wirkfaktoren, die zu potenziellen Auswirkungen der Modellanlage auf das Landschaftsbild führen, bestimmt. In den unterschiedlichen Sichtfeldern beeinträchtigt die visualisierte Modellanlage das Landschaftsbild erheblich. Für eine optimierte Planung und Integration in das Landschaftsbild wurden die Vermeidungs-, Verminderungsmaßnahmen und Ausgleichsmaßnahmen ausgewählt sowie durchgeführt.

## Vorwort

Diese vorliegende Bachelorarbeit verfasste ich als Abschlussarbeit in meinem Bachelorstudium in der Fachrichtung Landschaftsarchitektur an der Fachhochschule Erfurt. Das Thema der Bachelorarbeit hat mir Frau Prof. Dr. Marschall vorgeschlagen und es geht um Ermittlung der Auswirkungen einer Agri-Photovoltaikanlage als Modellanlage auf das Schutzgut Landschaftsbild mithilfe Visualisierungen und verschiedene Maßnahmen zur besseren Integration in dieses Schutzgut.

Zuerst möchte ich Frau Prof. Dr. Marschall als erste Betreuerin und Frau Prof. Dr. Wydra als zweite Betreuerin für die Betreuung der Bachelorarbeit danken. Beide Professorinnen haben mir viele hilfreiche Unterlagen zur Literaturrecherche gesendet sowie hilfreiche Anmerkungen für den Inhalt meiner Bachelorarbeit gegeben haben. Darüber hinaus möchte ich ebenso Frau Vollmer von SolarInput für die hilfreichen Unterlagen danken. Ich möchte auch Frau Prof. Dr. Wydra und Frau Vollmer für den Vorschlag des zweiten Standortes in Bösleben danken. Der Agrargenossenschaft Bösleben möchte ich ebenfalls für die im Januar stattgefundene Ortsbesichtigung danken. Außerdem möchte ich mich ebenso bei Frau Prof. Dr. Marschall für sprachliche Korrekturen bedanken. Abschließend möchte ich mich bei meiner Familie bedanken, die mir mein Studium in Deutschland durch ihre große Unterstützung möglich gemacht haben.

Thieu Quang Nguyen

Erfurt, 28.02.2022

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Hintergrund.....	1
1.2	Ziele der Arbeit .....	2
1.3	Vorgehensweise .....	2
2	Hintergründe zu Agri-Photovoltaikanlagen .....	3
2.1	Agri-Photovoltaikanlagen im Überblick in Deutschland .....	3
2.2	Agri-Photovoltaikanlagen weltweit .....	4
2.3	Agri-Photovoltaikanlage in Heggelbach als Modellanlage .....	5
3	Natur- und Umweltverträglichkeit von Agri-Photovoltaikanlagen .....	7
4	Rechtliche Rahmenbedingungen für die Genehmigung von Agri-Photovoltaikanlagen .....	9
5	Standortwahl und aktuelle Bewertung des Landschaftsbildes .....	10
5.1	Standortwahl.....	10
5.2	Methode zur Bewertung des Landschaftsbildes.....	10
5.3	Versuchsgelände am Campus Leipziger Straße in der Fachhochschule Erfurt 12	
5.3.1	Sichtfeld 1: Vom Standort „Lehrgebäude“ aus gesehen.....	13
5.3.2	Sichtfeld 2: Vom Standort „Heckenweg“ aus gesehen .....	16
5.3.3	Sichtfeld 3: Vom Standort „Galgenberg“ aus gesehen .....	18
5.4	Gelände in Bösleben .....	20
5.4.1	Sichtfeld 4: Vom Standort „Tankstelle mit dem Blick zum Gelände“ aus gesehen 21	
5.4.2	Sichtfeld 5: Vom Standort „Tankstelle mit dem Blick zur Arnstädter Straße“ aus gesehen .....	23
5.4.3	Sichtfeld 6: Vom Standort „Eingang der Tankstelle“ aus gesehen.....	25
6	Mögliche bauliche Ausführung der Modellanlage an zwei Standorten.....	27
6.1	Versuchsgelände am Campus Leipziger Straße in der Fachhochschule Erfurt 27	

6.2	Gelände in Bösleben .....	28
7	Ermittlung der Auswirkungen der Modellanlage mittels Visualisierungen auf das Schutzgut Landschaftsbild .....	30
7.1	Versuchsgelände am Campus Leipziger Straße in der Fachhochschule Erfurt 31	
7.1.1	Sichtfeld 1: Vom Standort „Lehrgebäude“ aus gesehen .....	31
7.1.2	Sichtfeld 2: Vom Standort „Heckenweg“ aus gesehen .....	32
7.1.3	Sichtfeld 3: Vom Standort „Galgenberg“ aus gesehen .....	33
7.2	Gelände in Bösleben .....	34
7.2.1	Sichtfeld 4: Vom Standort „Tankstelle mit dem Blick zum Gelände“ aus gesehen 34	
7.2.2	Sichtfeld 5: Vom Standort „Tankstelle mit dem Blick zur Arnstädter Straße“ aus gesehen .....	35
7.2.3	Sichtfeld 6: Vom Standort „Eingang der Tankstelle“ aus gesehen.....	36
8	Mögliche Maßnahmen als Vorschläge für eine gute Integration und ästhetische Aufwertung der Modellanlage .....	37
8.1	Verminderungs-, Vermeidungsmaßnahmen.....	37
8.1.1	Vereinfachte technischer Unterkonstruktion.....	37
8.1.2	Grüne Solarmodule.....	40
8.1.3	Reduzierung der Höhe der Modellanlage.....	42
8.2	Ausgleichsmaßnahmen .....	44
8.2.1	Ökologische und gestalterische Aufwertung durch Blühstreifen .....	44
8.2.2	Ökologische und gestalterische Aufwertung durch Feldhecken .....	45
9	Fazit.....	47
10	Gesetzestexte .....	49
11	Quellenverzeichnis.....	50
12	Eidesstattliche Versicherung .....	56

## Anhangsverzeichnis

Anhang 1: Ansicht 1 der Modellanlage (eigene Erstellung mit Vectorworks) .....	i
Anhang 2: Ansicht 2 der Modellanlage (eigene Erstellung mit Vectorworks) .....	i
Anhang 3: Matrix zur Bewertung des Indikators „Natürlichkeit“ je Sichtfeld in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014) .....	ii
Anhang 4: Tabelle: Matrix zur Bestimmung der Zuordnung der Stufe der Natürlichkeit in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014) .....	iii
Anhang 5: Luftbild der Fachhochschule Erfurt am Campus Leipziger Straße (10.2000)iv	
Anhang 6: Luftbild des Geländes in Bösleben (12.2008).....	iv
Anhang 7: Matrix zur Bewertung des Kriteriums „Eigenart“ je Sichtfeld in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014) .....	v
Anhang 8: Matrix zur Bewertung des Indikators „Natürlichkeit“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 1 (vom Standort „Lehrgebäude“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014).....	vi
Anhang 9: Matrix zur Bewertung des Kriteriums „Eigenart“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 1 (vom Standort „Lehrgebäude“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014).....	vi
Anhang 10: Matrix zur Bewertung des Indikators „Natürlichkeit“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 2 (vom Standort „Heckenweg“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014).....	vi
Anhang 11: Matrix zur Bewertung des Kriteriums „Eigenart“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 2 (vom Standort „Heckenweg“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014).....	vi
Anhang 12: Matrix zur Bewertung des Indikators „Natürlichkeit“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 3 (vom Standort „Galgenberg“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014).....	vii
Anhang 13: Matrix zur Bewertung des Kriteriums „Eigenart“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 3 (vom Standort „Galgenberg“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014).....	vii
Anhang 14: Matrix zur Bewertung des Indikators „Natürlichkeit“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 4 (vom Standort „Tankstelle mit dem Blick zum Gelände“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014) .....	vii

Anhang 15: Matrix zur Bewertung des Kriteriums „Eigenart“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 4 (vom Standort „Tankstelle mit dem Blick zum Gelände“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014) .....	vii
Anhang 16: Matrix zur Bewertung des Indikators „Natürlichkeit“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 5 (vom Standort „Tankstelle mit dem Blick zur Arnstädter Straße“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014).....	viii
Anhang 17: Matrix zur Bewertung des Kriteriums „Eigenart“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 5 (vom Standort „Tankstelle mit dem Blick zur Arnstädter Straße“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014) .....	viii
Anhang 18: Matrix zur Bewertung des Indikators „Natürlichkeit“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 6 (vom Standort „Eingang der Tankstelle“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014) .....	viii
Anhang 19: Matrix zur Bewertung des Kriteriums „Eigenart“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 6 (vom Standort „Eingang der Tankstelle“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014) .....	viii
Anhang 20: Horizontlinie bei der Modellanlage im Sichtfeld 1 .....	ix
Anhang 21: Horizontlinie bei der Modellanlage nach der Reduzierung der Höhe der Modellanlage im Sichtfeld 1 .....	ix
Anhang 22: Ackerfläche mit dem Feldweg (Fotoaufnahme, Thieu Quang Nguyen) .....	x
Anhang 23: Apfelanlage (Fotoaufnahme, Thieu Quang Nguyen) .....	x
Anhang 24: Sichtfeld 1 (vom Standort „Lehrgebäude“ aus gesehen) (Fotoaufnahme, Thieu Quang Nguyen).....	xi
Anhang 25: Sichtfeld 2 (vom Standort „Heckenweg“ aus gesehen) (Fotoaufnahme, Thieu Quang Nguyen) .....	xi
Anhang 26: Sichtfeld 3 (vom Standort „Galgenberg“ aus gesehen) (Fotoaufnahme, Thieu Quang Nguyen) .....	xii
Anhang 27: Arnstädter Straße mit der gegenüberliegenden Ackerfläche (Fotoaufnahme, Thieu Quang Nguyen).....	xiii
Anhang 28: Teil-Gelände (Fotoaufnahme, Thieu Quang Nguyen).....	xiii
Anhang 29: Sichtfeld 4 (vom Standort „Tankstelle mit dem Blick zum Gelände“ aus gesehen) (Fotoaufnahme, Thieu Quang Nguyen) .....	xiv

Anhang 30: Sichtfeld 5 (vom Standort „Tankstelle mit dem Blick zur Arnstädter Straße“ aus gesehen) (Fotoaufnahme, Thieu Quang Nguyen) .....	xiv
Anhang 31: Sichtfeld 6 (vom Standort „Eingang der Tankstelle“ aus gesehen) (Fotoaufnahme, Thieu Quang Nguyen).....	xv

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Erstellung des 3D-Modells für die Modellanlage beruht auf dem Originalfoto der Agri-Photovoltaikanlage in Heggelbach (eigene Erstellung mit Vectorworks).....	6
Abbildung 2: Bearbeitungsfläche der Modellanlage (eigene Erstellung mit QGIS) .....	13
Abbildung 3: Sichtfeld 1 (eigene Fotoaufnahme und eigene Erstellung mit Photoshop) .....	14
Abbildung 4: Sichtfeld 2 (eigene Fotoaufnahme und eigene Erstellung mit Photoshop) .....	16
Abbildung 5: Sichtfeld 3 (eigene Fotoaufnahme und eigene Erstellung mit Photoshop) .....	18
Abbildung 6: Bearbeitungsfläche der Modellanlage (eigene Erstellung mit QGIS) .....	20
Abbildung 7: Sichtfeld 4 (eigene Fotoaufnahme und eigene Erstellung mit Photoshop) .....	21
Abbildung 8: Sichtfeld 5 (eigene Fotoaufnahme und eigene Erstellung mit Photoshop) .....	23
Abbildung 9: Sichtfeld 6 (eigene Fotoaufnahme und eigene Erstellung mit Photoshop) .....	25
Abbildung 10: mögliche bauliche Ausführung der Modellanlage auf dem Versuchsgelände (eigene Erstellung mit Photoshop).....	28
Abbildung 11: mögliche bauliche Ausführung der Modellanlage auf dem Gelände in Bösleben (eigene Erstellung mit Photoshop) .....	29
Abbildung 12: Visualisierung der Modellanlage im Sichtfeld 1 (eigene Erstellung mit Vectorworks).....	31
Abbildung 13: Visualisierung der Modellanlage im Sichtfeld 2 (eigene Erstellung mit Vectorworks).....	32
Abbildung 14: Visualisierung der Modellanlage im Sichtfeld 3 (eigene Erstellung mit Vectorworks).....	33

Abbildung 15: Visualisierung der Modellanlage im Sichtfeld 4 (eigene Erstellung mit Vectorworks).....	34
Abbildung 16: Visualisierung der Modellanlage im Sichtfeld 5 (eigene Erstellung mit Vectorworks).....	35
Abbildung 17: Visualisierung der Modellanlage im Sichtfeld 6 (eigene Erstellung mit Vectorworks).....	36
Abbildung 18: Visualisierung der vereinfachten Unterkonstruktion im Sichtfeld 2 (eigene Erstellung mit Vectorworks) .....	37
Abbildung 19: Visualisierung der vereinfachten Unterkonstruktion im Sichtfeld 4 (eigene Erstellung mit Vectorworks) .....	38
Abbildung 20: Visualisierung der vereinfachten Unterkonstruktion im Sichtfeld 5 (eigene Erstellung mit Vectorworks) .....	38
Abbildung 21: Visualisierung der vereinfachten Unterkonstruktion im Sichtfeld 6 (eigene Erstellung mit Vectorworks) .....	39
Abbildung 22: Visualisierung für die Verwendung grüner Solarmodule im Sichtfeld 1 (eigene Erstellung mit Vectorworks).....	40
Abbildung 23: Visualisierung für die Verwendung grüner Solarmodule im Sichtfeld 3 (eigene Erstellung mit Vectorworks).....	41
Abbildung 24: Visualisierung für die Verwendung grüner Solarmodule im Sichtfeld 5 (eigene Erstellung mit Vectorworks).....	41
Abbildung 25: Visualisierung der Reduzierung der Höhe der Modellanlage im Sichtfeld 1 (eigene Erstellung mit Vectorworks).....	42
Abbildung 26: Visualisierung der Reduzierung der Höhe der Modellanlage im Sichtfeld 2 (eigene Erstellung mit Vectorworks).....	43
Abbildung 27: Visualisierung der Reduzierung der Höhe der Modellanlage im Sichtfeld 6 (eigene Erstellung mit Vectorworks).....	43
Abbildung 28: Visualisierung der Anlage von Blühstreifen im Sichtfeld 2 (eigene Erstellung mit Vectorworks) .....	44
Abbildung 29: Visualisierung der Anlage von Blühstreifen im Sichtfeld 6 (eigene Erstellung mit Vectorworks) .....	45
Abbildung 30: Visualisierung der Anlage von Hecken im Sichtfeld 6 (eigene Erstellung mit Vectorworks) .....	46

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anlagebedingte Wirkfaktoren mit den Beeinträchtigungen der Modellanlage in Anlehnung an die Tabelle bezüglich Wirkfaktoren mit möglichen Beeinträchtigungen (Marschall et. al., 2021) .....	8
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

## Abkürzungsverzeichnis

BauGB .....	Baugesetzbuch
BBodSchG .....	Bundes-Bodenschutzgesetz
BNatSchG .....	Bundesnaturschutzgesetz
PV .....	Photovoltaik

## 1 Einleitung

### 1.1 Hintergrund

Wegen des schnellen Baus von Photovoltaik-Kraftwerken auf Freiflächen in Deutschland im vergangenen Jahrzehnt nimmt die Landnutzungskonkurrenz zwischen der Gewinnung nachhaltiger Energie und der Produktion von Lebensmitteln zu (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE [Fraunhofer ISE], 2015, S. 1). Hier wäre die Agri-Photovoltaik ein Lösungsansatz: *„ein Anbausystem zur Produktion von landwirtschaftlichen Gütern unterhalb von PV-Freiflächenanlagen, das die Erträge aus Photovoltaik und Photosynthese, also die gleichzeitige Ernte von Solarstrom und Lebensmitteln, optimiert.“* (Fraunhofer ISE, 2015, S. 2). D. h. die Installation von Solarmodulen wird über Ackerflächen durchgeführt, *„was den Ausbau der PV-Leistung bei gleichzeitiger Nutzung der Flächen für den Ackerbau ermöglicht.“* (Fraunhofer ISE, 2019, S. 2).

Um die Idee der Agri-Photovoltaik in die Realität umsetzen zu können, wurden in Deutschland schon drei Agri-Photovoltaikanlagen zu Forschungszwecken in Betrieb genommen. Während die beiden ersten Forschungsanlagen unter der Beteiligung der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf in den Jahren 2013 und 2015 errichtet wurden, erfolgte die dritte Forschungsanlage in Heggelbach am Bodensee im Rahmen des Projekts APV-RESOLA im Jahr 2016 (Trommsdorff et. al., 2020, S. 10,12).

Trotz eines positiven Ergebnisses der Agri-Photovoltaik bei der Forschungsanlage in Heggelbach für die Verringerung der Flächenkonkurrenz (Fraunhofer ISE, 2017, S. 1) und der Vorteile bezüglich des Klimaschutzes, Erhöhung der Klimaresilienz und Reduzierung des Wasserbrauchs, betonen Trommsdorff et. al. (2020, S. 44), dass die Agri-Photovoltaikanlagen das Landschaftsbild beeinträchtigen.

Damit beschäftigt sich die vorliegende Arbeit im Rahmen der Bachelorarbeit mit den Auswirkungen einer Agri-Photovoltaikanlage auf das Schutzgut Landschaftsbild.

## 1.2 Ziele der Arbeit

Das Ziel der Bachelorarbeit ist es, einen Einblick zu gewinnen, welche Wirkfaktoren von Agri-Photovoltaikanlagen das Schutzgut Landschaftsbild beeinträchtigen. Hierzu wird exemplarisch die Agri-Photovoltaikanlage in Heggelbach im Bundesland Baden-Württemberg als Modellanlage ausgewählt und in ihren Auswirkungen mit verschiedenen Visualisierungen mittels der Programme Vectorworks und Photoshop auf dem Versuchsgelände am Campus Leipziger Straße in der Fachhochschule Erfurt und auf einem Gelände in Bösleben analysiert. Zur Visualisierung der möglichen Auswirkungen auf das Landschaftsbild werden Fotos vor Ort aufgenommen sowie geeignete Sichtfelder ausgewählt. Ein 3D-Modell der Modellanlage mit Angaben wird erstellt. Außerdem sollte die genaue Lage der Modellanlage auf den ausgewählten Flächen bestimmt werden, um so die konkreten visuellen Wirkungen zu ermitteln. Ebenso werden verschiedene Visualisierungen angefertigt, die eine optimierte Integration der Anlagen in das Landschaftsbild zum Ziel haben.

## 1.3 Vorgehensweise

Zur Erhaltung eines Überblicks für die zwei ausgewählten Standorten zu Visualisierungen der Modellanlage fanden die Ortsbesichtigungen sowohl in der Fachhochschule Erfurt als auch in Bösleben statt. Ziel war es, dass die vorhandenen Biotoptypen und sonstigen räumlichen Eigenschaften der Standorte veranschaulicht werden. Außerdem wurden die Fotos für die Bestanderfassung auch vor Ort aufgenommen. Das Datum und die Uhrzeit von Fotos sollte dann bei Fotoaufnahmen richtig überprüft werden. Die Aufnahmehöhe von Fotos sollte ungefähr zwischen 1,5 m und 1,7 m liegen, was in etwa der Augenhöhe eines erwachsenen Menschen entspricht (FA Wind et. al. (2021, S. 21-22).

Nach FA Wind et. al. (2021, S. 18) muss ein maßstabsgetreues 3D-Modell mit wichtigen Angaben ebenso erstellt werden. In der Arbeit wurde ein 3D-Modell der Agri-Photovoltaikanlage in Heggelbach als Modellanlage mithilfe des Programms Vectorworks erstellt werden. Die Maße der Anlage sind dem Leitfaden des Fraunhofer ISE entnommen. Die Dimensionierung der visualisierten Modellanlage wurde versucht, so genau wie möglich gemäß des Originaldesigns in Heggelbach erstellt, weil eine detaillierte Konstruktionszeichnung der Agri-Photovoltaikanlage in Heggelbach nicht angefragt sowie gefunden werden konnte. Nach der Erstellung des 3D-Modells wird eine mögliche bauliche Ausführung an beiden Standorten angepasst. Danach wird die Funktion „Fotoansicht“ in Vectorworks verwendet. Diese Funktion „*erstellt die 3D-Ansicht*

eines Modells, so dass diese mit der Perspektive eines vorgegebenen Fotos übereinstimmt.“ (Vectorworks, 2020). Ein Fotoreferenzpunkt wird zuerst zur Orientierung des 3D-Modells gesetzt. Danach ist ein Ansichtsbereich anzulegen. Dann wird die Fotoansicht zu einem Ergänzungsbereich eines Ansichtsbereichs gewechselt, damit die Fotoansicht erfolgreich angelegt werden kann. Die 3D-Ansicht ist damit durch Angleichen von Kontrolllinien an das ausgewählte Foto zu berechnen. Zum Angleichen von Kontrolllinien wird Fluchtpunktperspektive berücksichtigt. Das Werkzeug „Fotomaske“ ist dann zu verwenden, um das Foto mit der Visualisierung realistischer zu machen.

## 2 Hintergründe zu Agri-Photovoltaikanlagen

### 2.1 Agri-Photovoltaikanlagen im Überblick in Deutschland

Agri-Photovoltaikanlage „ist eine Sonderform von Photovoltaik-Freiflächenanlagen“ (Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg [MLUK], 2021, S. 10). Die Art der Erzeugung des Stroms funktioniert bei Agri-Photovoltaikanlagen auf die gleiche Weise wie bei Photovoltaik-Freiflächenanlagen (Trommsdorff et. al., 2020, S. 28). Nach Trommsdorff et. al. (2020, S. 10) wurden bereits drei Agri-Photovoltaikanlagen in Deutschland zu Forschungszwecken errichtet (vgl. Kap. 1.1).

#### 2.1.1 Anlage in Weihenstephan

In Deutschland wurde eine Agri-Photovoltaikanlage unter der Beteiligung der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf zu Forschungszwecken in Betrieb genommen (Hochschule Weihenstephan-Triesdorf 2014). „Erste Vorversuche erfolgten 2011 am Institut für Gartenbau der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf mit einer kleinen (nach Süden ausgerichteten) Dummy-Freiflächenanlage.“ (Trommsdorff et. al., 2020, S. 10).

Ziel ist es, dass es herausgefunden wird, „inwieweit die landwirtschaftliche und auch die gärtnerische Produktion unter den Modulen stattfinden kann bzw. auch angepasst werden muss, um optimale Energie- und Pflanzenerträge zu ermöglichen.“ (Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, 2014).

Die Durchfahrtshöhe der Anlage ist 3,60 m hoch. Die Moverische haben einen Abstand von 7 m, so dass gerade 4 Beete angelegt werden können. Außerdem ist eine barrierefreie Bodenbearbeitung, welche 6,50 m breit ist, bis zu einer Tiefe von 80 cm wegen der geramnten Stützen (Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, 2014).

Bei der Anlage werden drei Reihen, die als Reihe West, Mitte und Ost bezeichnet, in Nord-Süd Richtung aufgestellt. *„Die Reihen sind jeweils in 3 Tische, die mechanisch miteinander verbunden sind, eingeteilt.“* Die Module der vorderen Tische sind mit einem Abstand von 66 cm installiert worden, während die mittleren mit einem Abstand von 25 cm verlegt wurden. Die Module der hinteren Tische wurden dicht belegt. Auf der Gesamtfläche, die 491,40 m<sup>2</sup> groß ist, sind die Installation der 90 Solarmodule durchgeführt (Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, 2014).

#### 2.1.2 Anlage in Zusammenarbeit zwischen der Hochschule Weihenstephan und der Firma TubeSolar

Mit Photovoltaikzellen werden Rohrmodule aus gehärtetem Glas ausgerüstet. Eine Ertragsreduzierung im einstrahlungsintensiven Afrika ist damit voraussichtlich nicht zu sehen. Daher ist diese Anlage passend auf die Verhältnisse in Afrika abgestimmt. Unter Bedingungen in Afrika ist dadurch ein pflanzenfreundliches Klima zu erwarten, dass sich der Schatten positiv auf die Pflanzenfrischmasse bei den bisher unter dieser Forschungsanlage kultivierten Gemüsearten auswirken. Außerdem können die Rohrmodule den Regen in vollem Umfang auf den Boden durchlassen (Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, 2017). Die Hochschule schrieb auch, dass das System einsatzbereit ist. Jedoch wird noch eine Firma hinsichtlich der serienmäßigen Entwicklung der Photovoltaik-Zellen gesucht und die Optimierung der Aufständigung noch durchgeführt werden kann.

#### 2.2 Agri-Photovoltaikanlagen weltweit

Neben Deutschland gibt es ebenso verschiedene Länder auf der Welt, die Agri-Photovoltaikanlagen installiert hatten. Während in Japan bereits mehr als 1800 Anlagen schon errichtet sind, plant Südkorea den Bau von 100.000 Agri-Photovoltaikanlagen auf Bauernhöfen (Trommsdorff et. al., 2020, S. 14). Darüber hinaus sind in den USA nach Trommsdorff et. al. (2020, S. 16) der Bau einer Forschungsanlage in Massachusetts zwecks der Doppelnutzung von Pflanzenproduktion und Stromerzeugung schon durchgeführt. Auch in Europa ist eine Agri-Photovoltaikanlage zwecks einer landwirtschaftlichen Sicht bereits installiert. An der Universität Montpellier in Frankreich ist eine kleine Agri-Photovoltaikanlage hinsichtlich experimenteller Studien mit Weizenkulturen vorhanden (Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH & Fraunhofer ISE, S. 11).

### 2.3 Agri-Photovoltaikanlage in Heggelbach als Modellanlage

Im Rahmen des Projekts APV-RESOLA wurde die Forschungsanlage zu Agri-Photovoltaik in Deutschland im Jahr 2016 in Heggelbach am Bodensee installiert (vgl. Kap. 1.1).

Die gesamte Fläche der Forschungsanlage in Heggelbach umfasst 2,5 ha einschließlich sowohl Agri-Photovoltaikanlage als auch Referenzfläche, die neben der Agri-Photovoltaikanlage liegt, zur Analyse des Einflusses der Agri-Photovoltaikanlage auf die Entwicklung der Pflanzen (Fraunhofer ISE, 2016a, S. 1-2). Diese Anlage erfolgt auf einer ein Drittel ha großen Ackerfläche mit einer Breite von 25 m und Länge von 136 m lang (Trommsdorff et. al., 2020, S. 5).

*„In fünf Metern Durchfahrtshöhe befinden sich 720 bifaziale Photovoltaikmodule mit einer installierten Leistung von 194 KW (Trommsdorff et. al., 2020, S. 5). Eine hohe Aufständigung wurde gewählt, „um den ungehinderten Zugang für große landwirtschaftliche Maschinen zur Bearbeitung und Ernte zu gewährleisten.“ (Scharf et. al. 2021, S. 18). Laut Badelt (2020, S. 23) gibt es sowohl Hauptfahrtrichtung als auch Nebenfahrtrichtung als Durchfahrt, die eine Bewirtschaftung der Fläche unter dieser Agri-Photovoltaikanlage möglich machen. Laut Fraunhofer ISE (2016a, S. 1) ist der Stützenabstand als Durchfahrtsbreite 19 m breit und 12 m lang. Der Modulreihenabstand in der Anlage bei einem Neigungswinkel der PV-Module von 20° beläuft sich auf 9,5 m bei einer Modulreihenbreite von 3,4 m (Fraunhofer ISE, 2016a, S. 1; Trommsdorff et. al., 2020, S. 31).*

Diese Agri-Photovoltaikanlage ist mit bifazialen PV-Modulen der deutschen Firma SolarWorld ausstatten. Diese Module können sowohl vorderseitig Sonneneinstrahlung in Strom umwandeln als auch die reflektierte Strahlung der Umgebung über die Rückseite aufnehmen. Damit wird der Energieertrag pro Fläche durch diese Module erhöht und sorgen die Module dann durch ihre beidseitige Zellverglasung für eine homogenere Lichtverteilung über den Pflanzen (Fraunhofer ISE, 2016b, S. 2-3).

*„Im Projekt APV-RESOLA sind die Pfeiler mit einem Rammschutz ausgestattet. Das beugt Schäden an der Anlage vor. Der tatsächliche Flächenverlust durch Pfeiler und Rammschutz lag in Heggelbach bei unter einem Prozent der Ackerfläche.“ (Trommsdorff et. al., 2020, S. 19).*

Bei dieser Agri-Photovoltaikanlage in Heggelbach als Modellanlage werden betonlose Spinnanker-Fundamente nach Fraunhofer ISE (2016a, S. 1) verwendet. Bei der Agri-

Photovoltaikanlage ermöglichen sie „[...] die landwirtschaftliche Bearbeitung bis an die Stützen und eine rückstandslose Demontage [...]“. D. h. kein Beton wird in die Fläche eingebracht (Trommsdorff et. al., 2020, S. 31).

Die Richtung der Module der Anlage in Heggelbach wird nach Südwesten ausgerichtet (Fraunhofer ISE, 2016a, S. 1). Jedoch schrieben Badelt et. al. (2020, S. 23), dass die Module in Süd-Süd-West-Ausrichtung errichtet sind.

Im Folgenden ist die eigene Erstellung des 3D-Modells der Modellanlage zwecks Visualisierungen zur Ermittlung der Auswirkungen auf das Landschaftsbild. Außerdem sind die Ansichten dieses 3D-Modells ebenfalls zu erstellen (vgl. Anhang 1, 2).

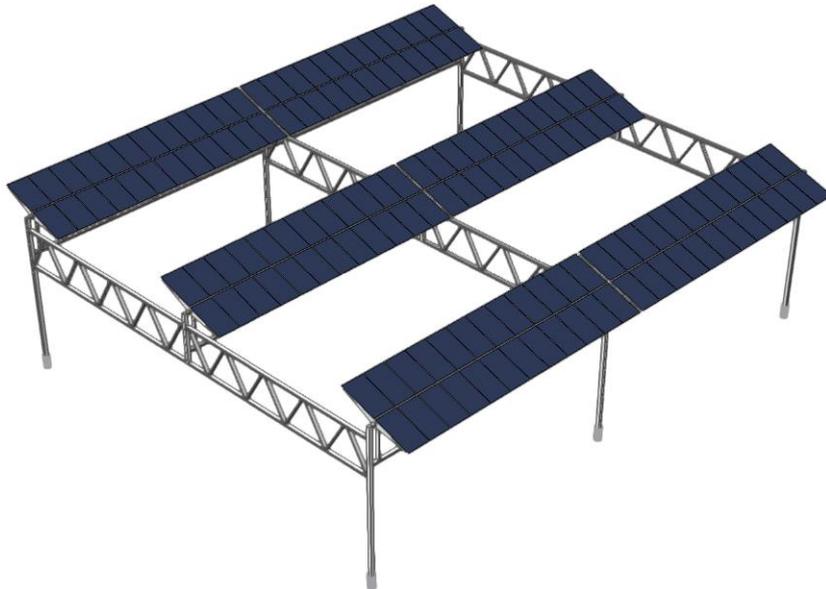


Abbildung 1: Erstellung des 3D-Modells für die Modellanlage beruht auf dem Originalfoto der Agri-Photovoltaikanlage in Heggelbach (eigene Erstellung mit Vectorworks)

### **3 Natur- und Umweltverträglichkeit von Agri-Photovoltaikanlagen**

Im Rahmen der Bachelorarbeit ist das Schutzgut Landschaftsbild zu berücksichtigen. Laut § 1 Absatz 1 Satz 1 BNatSchG sind Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie der Erholungswert von Natur und Landschaft wegen des eigenen Werts und als Grundlage für Leben und Gesundheit des Menschen zu schützen. Nach § 15 Absatz 1 Satz 1 und 2 BNatSchG ist der Verursacher der Baumaßnahme verpflichtet, nicht nur vermeidbare Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft zu unterlassen, sondern unvermeidbare Beeinträchtigung durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege auch auszugleichen oder zu ersetzen.

Dazu werden zu erwartende Wirkfaktoren und mögliche Beeinträchtigungen bzw. Auswirkungen von Agri-Photovoltaikanlagen ermittelt. Die Analyse relevanter Wirkfaktoren der erneuerbaren Energien-Anlage ist eine Voraussetzung für eine Betrachtung landschaftsästhetischer Wirkungen der Energiewende. Ein Wirkfaktor stellt dabei jeweils eine konkrete Eigenschaft des Eingriffes in deren genauen Ausprägung dar (Schmidt et. al., 2018, S. 20; Schmidt et. al., 2018, S. 31).

#### Baubedingte Wirkfaktoren:

Diese Wirkfaktoren entsprechen den generellen Wirkfaktoren von Baumaßnahmen, so kann es während der Baumaßnahmen zu temporärer Flächenbeanspruchung, visuellen Störungen und temporärem Lärm durch Erdarbeiten, Baustellenverkehr oder Bautätigkeit in der Fläche für Baustelleneinrichtungen oder Deponiefläche führen (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung [BMVBS], 2011, S. 27). Da diese Wirkfaktoren jedoch nur temporär auftreten, beeinträchtigen sie das Landschaftsbild nicht erheblich (Badelt et. al., 2020, S. 57).

#### Anlagebedingte Wirkfaktoren:

Anlagebedingt stellen u. a. die Höhe, Textur, Farbe, Lichtreflexe und Schattenwurf Wirkfaktoren der Gestalt von Agri-Photovoltaikanlagen dar.

Die folgende Tabelle wird für anlagebedingte Wirkfaktoren erstellt.

Tabelle 1: Anlagebedingte Wirkfaktoren mit den Beeinträchtigungen der Modellanlage in Anlehnung an die Tabelle bezüglich Wirkfaktoren mit möglichen Beeinträchtigungen (Marschall et. al., 2021)

Wirkfaktoren der Modellanlage	Mögliche Beeinträchtigungen der Modellanlage	anlagebedingt
Visuelle Wirkungen	Horizontbelastung durch Höhe	x
	starke optische Wirkung durch Textur	x
	Beeinträchtigung durch Farbe	x
Lichtreflexe	Beeinträchtigung durch Reflexion	(x)
Schattenwurf	Beeinträchtigung durch Schattenwirkung	(x)
<u>Legende:</u> nicht erhebliche Auswirkungen = (x) erhebliche Auswirkungen = x		

Außerdem sind Vorbelastungen ebenfalls einzuschätzen.

#### Betriebsbedingte Wirkfaktoren:

Nach ARGE Monitoring PV-Anlagen (2007, S. 21) liegen bislang bei den Photovoltaik-Freiflächenanlagen noch keine belastbaren Erfahrungen zum Wartungsbedarf beispielsweise Reparaturen, Austausch von Bauteilen vor. Bezüglich der Reinigung der PV-Module hat sich bei Photovoltaik-Freiflächenanlagen bisher kein Reinigungsbedarf in nennenswertem Umfang gezeigt. Es geht davon aus, dass Agri-Photovoltaikanlagen auch keine solche belastbaren Erfahrungen sowie kein Reinigungsbedarf aufweisen. Damit beeinträchtigen diese Wirkfaktoren das Landschaftsbild nicht erheblich.

#### 4 Rechtliche Rahmenbedingungen für die Genehmigung von Agri-Photovoltaikanlagen

Im Zuge einer Möglichkeit der potenziellen Beeinträchtigung des Naturhaushalts bei Agri-Photovoltaikanlagen als Eingriff, schrieben Trommsdorff et. al. (2020, S. 43), *„wird eine Fläche zur Erzeugung von Strom genutzt, stellt dies derzeit in der Regel einen Eingriff im Sinne des § 14 Abs. 1 BNatSchG dar. So wurde beispielsweise auch das Forschungsprojekt APV-RESOLA als Eingriff gewertet“*. Als ein Eingriff in Natur und Landschaft müssen Agri-Photovoltaikanlagen die Genehmigung benötigen (Freistaat Thüringen, n. d.). Jedoch überlegen Trommsdorff et. al. (2020, S. 43) gemäß § 14 BNatSchG Abs. 2 und § 5 BNatSchG Abs. 2 sowie § 17 Abs. 2 des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG), *„ob die Flächennutzung [für Agri-Photovoltaikanlagen, A. d. V.] der Regeln der guten landwirtschaftlichen Praxis zugeordnet wird und damit keinen Eingriff im Sinne des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) darstellt“*, weil Agri-Photovoltaikanlagen für die landwirtschaftliche Nutzung der Flächen viele Vorteile bringen.

Nach Trommsdorff et. al. (2020, S. 41) handelt es sich bei Agri-Photovoltaikanlagen außerdem um bauliche Anlagen im Sinne des Bauordnungsrechts. Für die Errichtung der Anlagen ist üblicherweise eine Baugenehmigung erforderlich. Trommsdorff et. al. (2020, S. 44) schrieben ebenso, Agri-Photovoltaikanlagen sind ein natürlicher Teil des Außenbereichs wegen der landwirtschaftlichen Nutzung.

Gemäß Baugesetzbuch werden Agri-Photovoltaikanlagen bisher nicht als privilegierte Vorhaben genannt (Trommsdorff et. al., 2020, S. 41). Das Baugesetzbuch unterscheidet sich zwischen sogenannten privilegierten und sonstigen Vorhaben. *„Privilegierte Vorhaben sind nach § 35 Abs. 1 BauGB nur ausnahmsweise unzulässig, wenn ihnen öffentliche Belange entgegenstehen. Sonstige Vorhaben sind dagegen nach § 35 Abs. 2 BauGB im Außenbereich grundsätzlich unzulässig, es sei denn, öffentliche Belange werden ausnahmsweise nicht beeinträchtigt.“* (Trommsdorff et. al., 2020, S. 41). Um eine Beeinträchtigung öffentlicher Belange bezüglich der Natur- und Umweltverträglichkeit zu vermeiden, sollten Agri-Photovoltaikanlagen gemäß § 35 Abs. 3 BauGB sowohl keine schädlichen Umwelteinwirkungen hervorrufen (Nr. 3) als auch keine Beeinträchtigung der Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege, des Bodenschutzes, des Denkmalschutzes oder die natürliche Eigenart der Landschaft und ihren Erholungswert sowie das Landschaftsbild durchführen (Nr. 5). Dazu zeigten Trommsdorff et. al. ebenfalls (2020, S. 44), dass öffentliche Belange durch Agri-Photovoltaikanlagen kaum

berührt werden, da die Agri-Photovoltaikanlagen dem Klimaschutz sowie der Erhöhung der Klimaresilienz dienen. Jedoch beeinträchtigt die Anlage das Landschaftsbild (vgl. Kap. 1.1).

Die Herausforderung für Agri-Photovoltaikanlagen ist nach Trommsdorff et. al. (2020, S. 6) die Privilegierung gemäß BauGB. Wegen der Flächenneutralität und des typischen Einsatzes im Außenbereich sollten Agri-Photovoltaikanlagen als privilegierte Vorhaben nach § 35 BauGB einordnen, um Genehmigungsverfahren zu vereinfachen.

Außerdem sind Scharf et. al. (2021, S. 56) der Meinung, dass man Agri-Photovoltaikanlagen als Schutzstrukturen für landwirtschaftliche Kulturen betrachtet, so sind die Anlagen als Nutzen für die landwirtschaftliche Erzeugung, damit sollten Agri-Photovoltaikanlagen als privilegiertes Vorhaben betrachtet werden. Falls Agri-Photovoltaikanlagen als sonstiges Bauvorhaben eingestuft würden, dürfte es öffentliche Belange zur Zulassung der Baugenehmigung nicht beeinträchtigen.

Die Autoren fassen zusammen, dass die gesetzlichen Vorgaben der Agri-Photovoltaikanlagen in Deutschland noch nicht deutlich geklärt wurden (Scharf et. al., 2021, S. 49).

## **5 Standortwahl und aktuelle Bewertung des Landschaftsbildes**

### **5.1 Standortwahl**

Das Versuchsgelände am Campus Leipziger Straße in der Fachhochschule Erfurt und ein Gelände in Bösleben wurden zur Visualisierung der Modellanlage hinsichtlich der Bewertung der Auswirkungen auf das Schutzgut Landschaftsbild ausgewählt.

### **5.2 Methode zur Bewertung des Landschaftsbildes**

Laut dem Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende [KNE] (2020, S. 9) setzt die Bewertung des Ausgangszustandes des Landschaftsbildes für die Beurteilung des Eingriffes in das Landschaftsbild voraus. *„Zur Erfassung und Bewertung des Ausgangszustandes gehören [...] die Festlegung geeigneter Kriterien und Indikatoren und die Festlegung eines Bewertungsrahmens.“* (Roth et. al. 2016, S. 49).

An den zwei ausgewählten Standorten werden die Sichtfelder beschrieben. Der Ausgangszustand des Landschaftsbildes in diesen Sichtfeldern wird in Anlehnung der Methode der Erfassung und Bewertung des Landschaftsbildes nach Köhler & Preiß (2000) bewertet. D. h. die Bewertung des Ausgangszustandes des Landschaftsbildes an

den zwei Standorten lehnt sich an die Bewertung des Kriteriums „Eigenart“ als auch an das Kriterium „Freiheit von Beeinträchtigungen“ an.

Das Kriterium „Eigenart“ ist nach Köhler & Preiß (2000, S. 45) eng mit den Begriffen „Natürlichkeit“, „historische Kontinuität“ und „Vielfalt“ verbunden. Diese Begriffe stellen wichtige Indikatoren dar.

„Natürlichkeit“ wird als *„Erlebbarkeit einer natürlichen Eigenentwicklung der Landschaft“* beispielsweise *„natürlich wirkende Lebensräume, freier Wuchs und Spontanität der Vegetation, natürliche Lebenszyklen von Flora und Fauna“* beschrieben. Außerdem gehören *„Erlebbarkeit auffälliger, naturraumtypischer Tierpopulationen“*, *„Erlebbarkeit naturraumtypischer Geräusche und Gerüche“* und *„Erlebbarkeit von Ruhe“* ebenfalls zu diesem Indikator (Köhler & Preiß, 2000, S. 46). Zur Ermittlung des Indikators „Natürlichkeit“ je Sichtfeld wurde eine Matrix erstellt (vgl. Anhang 3). In dieser wurden die Biotoptypen der Sichtfelder bezüglich Natürlichkeit bewertet (vgl. Anhang 4).

„Historische Kontinuität“ handelt sich um die Evolution der Landschaft und die historisch gewachsene Landschaftsgestalt z. B. Erkennbarkeit historischer Kulturlandschaften (Köhler & Preiß, 2000, S. 46). Zur Bewertung dieses Indikators werden Luftbilder aus den Jahren 2000 für das Versuchsgelände (vgl. Anhang 5) und 2008 für das Gelände in Bösleben (vgl. Anhang 6) verwendet. Mithilfe der Luftbilder wird ein Vergleich der Landschaft beider ausgewählten Standorten im Zeitraum zwischen den Jahren 2000 und 2008 und heute durchgeführt.

Nach Köhler & Preiß (2000, S. 46) spielt der Indikator „Vielfalt“ eine wichtige Rolle für das Kriterium „Eigenart“. Hier schrieben die Autoren, dass der Wert des Landschaftsbildes durch den Wechsel naturraum- und standorttypischer Landschaftselemente sowie Landschaftseigenschaften geprägt sein kann. Dieser Indikator wird als *„naturraumtypischer Vielfalt der unterschiedlichen Flächennutzungen, der räumlichen Struktur und Gliederung sowie des Reliefs der Landschaft“* und *„Erlebbarkeit der naturraum- und standorttypischen Arten“* geprägt.

Zur Ermittlung des Kriteriums „Eigenart“ je Sichtfeld für die gesamte Bewertung des Ausgangszustandes des Landschaftsbildes wurde ebenso eine Matrix erstellt (vgl. Anhang 7).

Bezüglich des Kriteriums „Freiheit von Beeinträchtigungen“ wurden Objekte betrachtet, die dem Kriterium „Eigenart“ nicht entsprechen. Solche Objekte bestehen aus Geräuschen, Gerüchen und sichtbaren Objekten. Unter Freiheit von Beeinträchtigungen

wird also die Freiheit von störenden Objekten, Geräuschen oder Gerüchen verstanden. Dies können z. B. Verkehrsgerausche sein (Köhler & Preiß, 2000, S. 47).

Beeinträchtigungen führen zu einer Abwertung der aggregierten Eigenartwerte.

### 5.3 Versuchsgelände am Campus Leipziger Straße in der Fachhochschule Erfurt

Die Landeshauptstadt Erfurt, die in Mittelthüringen liegt, befindet sich *„im Vorland des Thüringer Waldes am Rand des Thüringer Beckens“* (Landeshauptstadt Erfurt, Stadtverwaltung, 2015, S. 9) *„Für Mittelthüringen sind flachwellige, gehölzarme Ackerhügellandschaften des Thüringer Beckens raumprägend.“* (Freistaat Thüringen, n. d., S. 27).

Das Versuchsgelände, das sich hinter dem Gewächshaus am Campus befindet, gehört zum Teilgebiet der Krämpfervorstadt, das durch eine Kombination aus Wohn- und Gewerbenutzung geprägt ist (Landeshauptstadt Thüringen, 2015, S. 36). In der Nähe des Versuchsgeländes befinden sich der Nordstrand, Ringelberg und Galgenberg. Nach Landeshauptstadt Erfurt (2015, S. 37) setzen sich funktionale Beziehungen zu erholungswirksamen Freiräumen aus dem Freizeit- und Erholungspark Nordstrand als Naherholungsgebiet sowie Ringelberg, Galgenberg als Offenland des östlichen Hangfußes zusammen.

Das Versuchsgelände der Abbildung 2 wird als erster Standort zur Ermittlung der Auswirkungen der Modellanlage auf das Landschaftsbild mittels Visualisierung im Rahmen der Bachelorarbeit ausgewählt.

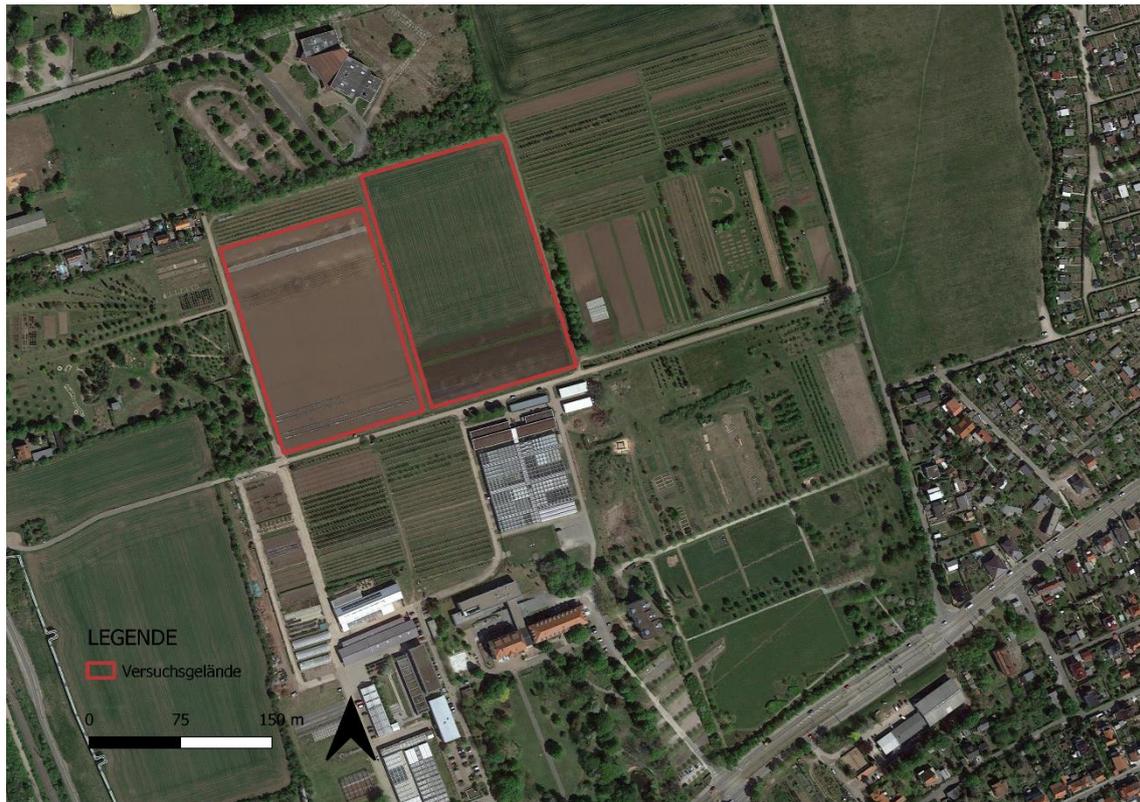


Abbildung 2: Bearbeitungsfläche der Modellanlage (eigene Erstellung mit QGIS)

Original-Bild: Google Maps

Die Sichtfelder (von den Standorten „Lehrgebäude“, „Heckenweg“ und „Galgenberg“ aus gesehen) werden für die Visualisierungen der Modellanlage auf dem Versuchsgelände bearbeitet.

### 5.3.1 Sichtfeld 1: Vom Standort „Lehrgebäude“ aus gesehen

Dieses Sichtfeld der Abbildung 3 befindet sich südlich des Versuchsgeländes am Campus in der Fachhochschule Erfurt. Ein Teil des Versuchsgeländes zusammen mit der Apfelanlage ist in diesem Sichtfeld zu sehen. Eine Baumreihe läuft das Versuchsgelände entlang. Auf dem Campus befinden sich eine Niedrigstammbobstplantage, ein Gewächshaus „als ein begehrter, ortsfester, in sich abgeschlossener mit transparenter Außenhülle versehener Produktionsstandort für Kulturpflanzen“ (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit [BVL], n. d.) und ein Teil einer Rasenfläche. Darüber hinaus sind ebenfalls Einzelbäume zu finden. Auf diesem Campus befinden sich noch ein Gehweg und eine teilversiegelte Fläche.



Abbildung 3: Sichtfeld 1 (eigene Fotoaufnahme und eigene Erstellung mit Photoshop)

Im Sichtfeld 1 sind keine naturnahen Biotope erkennbar. Baumreihen und Einzelbäume sind als Biotope mit mittlerer Natürlichkeit einzustufen und weisen nur einen geringen Teil im Sichtfeld auf. Daher wird ihr Anteil als gering eingeschätzt. Die Ackerfläche, die Apfelanlage, die Niedrigstammbobstplantage, ein Teil der Rasenfläche und das Gewächshaus sowie der Gehweg und die teilversiegelte Fläche werden als naturferne Biotope eingestuft und weisen einen Großteil der gesamten Flächen in diesem Sichtfeld auf. Damit ist ihr Anteil als hoch einzuschätzen.

Mithilfe der oben genannten Einschätzung ist die gesamte Natürlichkeit im Sichtfeld 1 als gering einzustufen (vgl. Anhang 8).

Die Landschaft im Sichtfeld 1 im Vergleich zu der heutigen Landschaft mithilfe des Luftbildes aus dem Jahr 2000 wird fast gar nicht verändert. Jedoch ist der Zeitraum nicht lang genug, um die historische Kontinuität genauer zu bewerten. Damit ist dieser Indikator in Bezug auf die Bewertung des Indikators „historische Kontinuität“ als mittel einzuschätzen.

Bezüglich des Indikators „Vielfalt“ befinden sich verschiedene Flächennutzungen in diesem Sichtfeld. Außerdem sind viele Arten der Bäume zu sehen. Daher ist die Vielfalt als mittel-hoch einzuschätzen.

Hinsichtlich der Bewertung der oben genannten Indikatoren wird die gesamte Bewertung des Kriteriums „Eigenart“ im Sichtfeld 1 als mittel eingestuft (vgl. Anhang 9).

Hinsichtlich der Bewertung der Beeinträchtigungen ist keine Störung im Sichtfeld 1 erkennbar. Auf dem Campus der Fachhochschule Erfurt ist es normalerweise so ruhig wie möglich, damit sich die Studenten auf ihr Studium besser konzentrieren können.

Mithilfe der oben genannten Kriterien führt eine gesamte Bedeutung des Landschaftsbildes im Sichtfeld 1 zu einer mittleren Bedeutung.

### 5.3.2 Sichtfeld 2: Vom Standort „Heckenweg“ aus gesehen

Im Sichtfeld 2 der Abbildung 4 befindet sich eine große Ackerfläche des Versuchsgeländes. Ein Teil des landwirtschaftlichen Weges liegt neben der Ackerfläche. Ein Heckenweg ist auch im Sichtfeld zu sehen. Die Apfelanlage und die Baumreihe sind ebenfalls zu sehen (vgl. Kap. 5.3.1). Hochhäuser sind ebenso erkennbar zu sein. Hinzu kommt, dass die Einzäunung des Versuchsgeländes auch zu sehen. Außerdem dient der Heckenweg sowohl einem Parkplatz als auch ein Erholungsgebiet für Fußgänger.



Abbildung 4: Sichtfeld 2 (eigene Fotoaufnahme und eigene Erstellung mit Photoshop)

Im Sichtfeld 2 sind keine naturnahen Biotope erkennbar. Baumreihen und Einzelbäume werden als Biotope mit mittlerer Natürlichkeit eingestuft und ihr Anteil wird als gering eingeschätzt, da sie nur einen geringen Teil im Sichtfeld aufweisen. Die Ackerfläche mit dem landwirtschaftlichen Weg, die Apfelanlage und der Gehweg werden als naturferne Biotope eingestuft. Sie weisen einen Großteil der gesamten Flächen in diesem Sichtfeld auf, damit ist ihr Anteil als hoch einzuschätzen.

Mithilfe der oben genannten Einschätzung ist die gesamte Natürlichkeit im Sichtfeld 2 als gering einzustufen (vgl. Anhang 10).

Die Landschaft im Sichtfeld 2 im Vergleich zu der heutigen Landschaft mithilfe des Luftbildes aus dem Jahr 2000 wird fast gar nicht verändert. Dieser Indikator in Bezug auf die Bewertung des Indikators „historische Kontinuität“ ist als mittel einzuschätzen.

Bezüglich des Indikators „Vielfalt“ stellen die Ackerflächen des Versuchsgeländes im Sichtfeld den Studenten der Fachhochschule Erfurt die praktische Untersuchung für z. B. Abschlussarbeit bereit. D. h. die Vielfalt der Ackerflächen könnte je nach Zweck der Übungen sowie praktische Untersuchungen geändert werden. Jedoch kann die Vielfalt des gegenwärtigen Zustands der Ackerflächen in diesem Sichtfeld nicht erkannt werden. Daher wird die Vielfalt des Landschaftsbildes als gering eingeschätzt.

Hinsichtlich der Bewertung der oben genannten Indikatoren wird die gesamte Bewertung des Kriteriums „Eigenart“ im Sichtfeld 2 als gering-mittel eingestuft (vgl. Anhang 11).

Hinsichtlich der Bewertung der Beeinträchtigungen sind sowohl die Zäune, die den Heckenweg und die Ackerflächen trennen, als auch Hochhäuser zu berücksichtigen. Nach BUND Naturschutz in Bayern e. V. [BN] (2009) kann der Zaunbau das Landschaftsbild verunstalten. Die Hochhäuser beeinträchtigen das Landschaftsbild ein bisschen durch die vertikale Struktur. Automotoren als beeinträchtigte Geräusche sind vorhanden. Jedoch ist diese Beeinträchtigung nur kurz vorhanden, deswegen beeinträchtigen sie das Landschaftsbild unerheblich. Nach den oben genannten Bewertungen wird die Beeinträchtigung im Sichtfeld als mittel eingeschätzt.

Damit führt eine gesamte Bedeutung des Landschaftsbildes im Sichtfeld 2 zu einer geringen Bedeutung.

### 5.3.3 Sichtfeld 3: Vom Standort „Galgenberg“ aus gesehen

Ein Teil des Galgenbergs und Campus zusammen mit dem gesamten Versuchsgelände sind im Sichtfeld 3 der Abbildung 5 zu sehen. Die Abwechslung der Bäume zeichnet sich aus. Außerdem ist auch der Siedlungsbereich in Bezug auf anthropogenen Einfluss z. B. die Hochhäuser zu sehen.



Abbildung 5: Sichtfeld 3 (eigene Fotoaufnahme und eigene Erstellung mit Photoshop)

Im Sichtfeld 3 sind keine naturnahen Biotopie erkennbar. Siedlungsgehölze, Baumreihen und Einzelbäume sind als Biotopie mit mittlerer Natürlichkeit einzustufen und ihr Anteil ist als mittel einzuschätzen, da sie wahrnehmbar sind. Die Ackerfläche, Apfelanlage, Niedrigstammbobstplantage, Erholungsanlagen, der Heckenweg, das Neugebäude der Fachhochschule Erfurt und die Hochhäuser im Hintergrund werden als naturferner Biotopie eingestuft und haben einen Großteil der gesamten Flächen in diesem Sichtfeld. Damit wird ihr Anteil als hoch eingeschätzt.

Mithilfe der oben genannten Abschätzung ist die gesamte Natürlichkeit im Sichtfeld 3 als gering einzustufen (vgl. Anhang 12).

Die Landschaft im Sichtfeld 3 im Vergleich zu der heutigen Landschaft mithilfe des Luftbildes aus dem Jahr 2000 wird fast gar nicht verändert. Dieser Indikator in Bezug auf die Bewertung des Indikators „historische Kontinuität“ ist als mittel einzuschätzen.

Bezüglich des Indikators „Vielfalt“ könnte die Ackerfläche des Versuchsgeländes in diesem Sichtfeld eine Rolle spielen, aber die Vielfalt des gegenwärtigen Zustands kann nicht erkannt werden. Außerdem ist eine Freilandfläche neben dem Versuchsgelände, die sich aus den Flächen für Baumschule, Erdbeeren, Gemüsedemo, Schnitthecken sowie bunte Stauden als Zäune zusammensetzt, zu sehen. Daher wird die Vielfalt als mittel-hoch eingeschätzt.

Hinsichtlich der Bewertung der oben genannten Indikatoren wird die gesamte Bewertung des Kriteriums „Eigenart“ im Sichtfeld 3 als mittel eingestuft (vgl. Anhang 13).

Am Galgenberg als eine Erholungsanlage sind beeinträchtigte Geräusche fast gar nichts zu erkennen. Jedoch wird das Landschaftsbild aufgrund der vertikalen Struktur von Hochhäusern deutlich erheblich beeinträchtigt. Nach den oben genannten Bewertungen wird die Beeinträchtigung in diesem Sichtfeld als mittel-hoch eingeschätzt.

Damit führt eine gesamte Bedeutung des Landschaftsbildes im Sichtfeld 3 zu einer gering-mittleren Bedeutung.

#### 5.4 Gelände in Bösleben

Bösleben liegt im Mittelthüringen und im Süden des Thüringer Beckens. *„Für Mittelthüringen sind flachwellige, gehölzarme Ackerhügellandschaften des Thüringer Beckens raumprägend.“* (vgl. Kap. 5.3). Nach Freistaat Thüringen (n. d.) ist die Landschaft in Mittelthüringen vorrangig durch landwirtschaftliche Nutzung geprägt.

Das Gelände als Dauergrünlandfläche der Abbildung 6 wird als zweiter Standort zur Ermittlung der Auswirkungen der Modellanlage auf das Landschaftsbild mittels Visualisierung im Rahmen der Bachelorarbeit ausgewählt.



Abbildung 6: Bearbeitungsfläche der Modellanlage (eigene Erstellung mit QGIS)

Original-Bild: Google Maps

Die Sichtfelder (von den Standorten „Tankstelle mit dem Blick zum Gelände“, „Tankstelle mit dem Blick zur Arnstädter Straße“ und „Eingang der Tankstelle“ aus gesehen) werden für die Visualisierungen der Modellanlage auf dem Gelände in Bösleben bearbeitet.

5.4.1 Sichtfeld 4: Vom Standort „Tankstelle mit dem Blick zum Gelände“ aus gesehen  
Das Sichtfeld 4 der Abbildung 7 befindet sich an der Böslebener Tankstelle, wo ungefähr 20 km von Erfurt entfernt ist. In diesem Sichtfeld sind das Gelände als die Dauergrünlandfläche, ein Teil der Tankstelle als Siedlungsbereich zu sehen. Einzelbäume auf dem Gelände gelten als gliedernde und strukturierende Landschaftselemente. Außerdem sind Windenergieanlagen im Hintergrund ebenfalls zu sehen.



Abbildung 7: Sichtfeld 4 (eigene Fotoaufnahme und eigene Erstellung mit Photoshop)

In diesem Sichtfeld sind keine naturnahen Biotope erkennbar. Einzelbäume und Dauergrünlandfläche sind als Biotope mit mittlerer Natürlichkeit einzustufen und ihr Anteil wird als hoch eingeschätzt, weil sie einen großen Teil in diesem Sichtfeld aufweisen. Hinzu kommt, dass die Tankstelle und der versiegelte Weg als naturferner Biotope eingestuft werden und auch einen Großteil der gesamten Flächen in diesem Sichtfeld haben. Damit wird ihr Anteil ebenso als hoch eingeschätzt.

Mithilfe der oben genannten Einschätzung ist die gesamte Natürlichkeit im Sichtfeld 4 als gering-mittel einzustufen (vgl. Anhang 14).

Die Landschaft im Sichtfeld 4 im Vergleich zu der heutigen Landschaft mithilfe des Luftbildes aus dem Jahr 2008 wird fast gar nicht verändert. Jedoch ist der Zeitraum nicht lang genug, um die historische Kontinuität genauer zu bewerten. Damit ist dieser Indikator in Bezug auf die Bewertung des Indikators „historische Kontinuität“ als gering-mittel einzuschätzen.

Bezüglich des Indikators „Vielfalt“ sind nur die Dauergrünlandfläche und Einzelbäume in diesem Sichtfeld zu sehen. Daher wird die Vielfalt als gering eingeschätzt.

Hinsichtlich der Bewertung der oben genannten Indikatoren wird die gesamte Bewertung des Kriteriums „Eigenart“ im Sichtfeld 4 als gering-mittel eingestuft (vgl. Anhang 15).

An der Tankstelle sind beeinträchtigte Geräusche wegen Autos so oft zu erkennen. Darüber hinaus beträgt der Abstand zwischen den Fotoaufnahmepunkt und der Arnstädter Straße weniger als 50 m. Daher kann die Arnstädter Straße das Landschaftsbild stören. Die Windenergieanlagen könnten ebenfalls das Landschaftsbild durch die vertikale Struktur beeinträchtigen. Die Dimension der Tankstelle hat auch eine dominante optische Wirkung in das Landschaftsbild. Nach den oben genannten Bewertungen wird die Beeinträchtigung in diesem Sichtfeld als hoch eingeschätzt.

Damit führt eine gesamte Bedeutung des Landschaftsbildes im Sichtfeld 4 zu einer geringen Bedeutung.

#### 5.4.2 Sichtfeld 5: Vom Standort „Tankstelle mit dem Blick zur Arnstädter Straße“ aus gesehen

Im Sichtfeld 5 der Abbildung 8 befinden sich eine sogenannte Transformatorstation als einer versiegelten Fläche zusammen mit einer teilversiegelten Fläche, einem kleinen Baumbestand und einem Teil der Dauergrünlandfläche. Ein Teil der Arnstädter Straße sowie der Ackerfläche im Hintergrund sind auch zu sehen, jedoch nicht so deutlich.



Abbildung 8: Sichtfeld 5 (eigene Fotoaufnahme und eigene Erstellung mit Photoshop)

In diesem Sichtfeld sind keine naturnahen Biotope erkennbar. Kleine Baumbestände, Einzelbäume und Dauergrünlandfläche sind als Biotope mit mittlerer Natürlichkeit einzustufen. Ihr Anteil wird als hoch eingeschätzt. Hinzu kommt, dass die Transformatorenstation mit der teilversiegelten Fläche als naturferne Biotope eingestuft werden und ihr Anteil wird als hoch wegen der dominanten optischen Wirkung der Transformatorenstation eingeschätzt.

Mithilfe der oben genannten Einschätzung ist die gesamte Natürlichkeit im Sichtfeld 5 als gering-mittel einzustufen (vgl. Anhang 16).

Die Landschaft im Sichtfeld 5 im Vergleich zu der heutigen Landschaft mithilfe des Luftbildes aus dem Jahr 2008 wird fast gar nicht verändert. Jedoch ist der Zeitraum nicht lang genug, um die historische Kontinuität genauer zu bewerten. Damit ist dieser Indikator in Bezug auf die Bewertung des Indikators „historische Kontinuität“ als gering-mittel einzuschätzen.

In diesem Sichtfeld ist ein kleiner Baumbestand zu sehen. Die Vielfalt des Landschaftsbildes wird als gering-mittel eingeschätzt.

Hinsichtlich der Bewertung der oben genannten Indikatoren wird die gesamte Bewertung des Kriteriums „Eigenart“ im Sichtfeld 5 als gering-mittel eingestuft (vgl. Anhang 17).

Die Arnstädter Straße könnte das Landschaftsbild beeinträchtigen (vgl. Kap. 5.4.1). Außerdem stört die Transformatorenstation ebenfalls das Landschaftsbild. Nach den oben genannten Bewertungen wird die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes in diesem Sichtfeld als hoch eingeschätzt.

Damit führt eine gesamte Bedeutung des Landschaftsbildes im Sichtfeld 5 zu einer geringen Bedeutung.

#### 5.4.3 Sichtfeld 6: Vom Standort „Eingang der Tankstelle“ aus gesehen

Das Gelände als die Dauergrünlandfläche, ein Teil der Tankstelle mit dem Laden, zwei Autos sowie ein paar Einzelbäume sind im Sichtfeld 6 der Abbildung 9 zu sehen.



Abbildung 9: Sichtfeld 6 (eigene Fotoaufnahme und eigene Erstellung mit Photoshop)

Im Sichtfeld 6 ist keine naturnahen Biotope erkennbar. Einzelbäume und Dauergrünlandfläche sind als Biotope mit mittlerer Natürlichkeit einzustufen und ihr Anteil wird als hoch eingeschätzt. Die Tankstelle hat einen deutlichen Einfluss in das Landschaftsbild trotz eines größeren Abstands im Vergleich zum Sichtfeld 4. Daher wird der Anteil naturferner Biotope als hoch eingeschätzt.

Mithilfe der oben genannten Einschätzung ist die gesamte Natürlichkeit im Sichtfeld 6 als gering-mittel einzustufen (vgl. Anhang 18).

Die Landschaft im Sichtfeld 6 im Vergleich zu der heutigen Landschaft mithilfe des Luftbildes aus dem Jahr 2008 wird fast gar nicht verändert. Jedoch ist der Zeitraum nicht lang genug, um die historische Kontinuität genauer zu bewerten. Damit ist dieser Indikator in Bezug auf die Bewertung des Indikators „historische Kontinuität“ als gering-mittel einzuschätzen.

In diesem Sichtfeld sind Einzelbäume zu sehen. Die Vielfalt des Landschaftsbildes wird dann als gering-mittel eingeschätzt.

Hinsichtlich der Bewertung der oben genannten Indikatoren wird die gesamte Bewertung des Kriteriums „Eigenart“ im Sichtfeld 6 als gering-mittel eingestuft (vgl. Anhang 19).

Trotz eines großen Abstands stört die Unterhaltung an der Tankstelle das Landschaftsbild. Die Windenergieanlagen, die Arnstädter Straße und die Dimension der Tankstelle beeinträchtigen ebenso das Landschaftsbild (vgl. Kap. 5.4.1). Nach der oben genannten Bewertung wird die Beeinträchtigung in das Landschaftsbild in diesem Sichtfeld als hoch eingeschätzt.

Damit führt eine gesamte Bedeutung des Landschaftsbildes im Sichtfeld 6 zu einer geringen Bedeutung.

## 6 Mögliche bauliche Ausführung der Modellanlage an zwei Standorten

### 6.1 Versuchsgelände am Campus Leipziger Straße in der Fachhochschule Erfurt

In Bezug auf ein bestmögliches Wachstum der Pflanzen ist aus einer landwirtschaftlichen Sicht die gleichmäßige Verteilung von genügend Licht bedeutend (Ingenieur.de, 2015). Trommsdorff et. al. (2020, S. 12-13) schrieben ebenfalls, dass die Original-Anlage in Heggelbach gewöhnlich nach Südwesten ausgerichtet wird, damit „die Nutzpflanzen eine gleichmäßige Verteilung des Sonnenlichts erhalten.“. Jedoch schrieben Trommsdorff et. al. (2021, S. 4) ebenfalls, dass falls die Ausrichtung berücksichtigt wird, sind örtliche Gegebenheiten ein bestimmter Faktor und könnten sie entweder größere oder geringere Abweichung benötigen. Je größer die Modellanlage ist, desto mehr Auswirkungen gibt es zur Ermittlung. Das heißt, dass die Ausrichtung der Module der Anlage nicht unbedingt nach Südwesten ausgerichtet ist. Eine Richtung wird dann so optimal wie möglich ausgewählt, dass neben einer bestmöglichen landwirtschaftlichen Sicht auch eine optimale mögliche bauliche Ausführung auf Flächen gewährleistet werden kann, wo die Modellanlage visualisiert wird. In diesem Fall des Versuchsgeländes ist die geplante Modellanlage daher etwa für Richtung Südosten ausgerichtet, wo eine hoch aufgeständerte Agri-Photovoltaikanlage nicht nur Richtung Süden und Südwesten, sondern auch Südosten für gewöhnlich ausgerichtet sein könnte (Scharf et. al., 2021, S. 18).

Die Modellanlage erfolgt auf dem Versuchsgelände am Campus in der Fachhochschule Erfurt. Die Agri-Photovoltaik könnte mit Ackerbau angewendet werden (Trommsdorff et. al., 2020, S. 9-10). Die Anlage, die ca. 3,47 ha groß ist, wird in zwei Teile geteilt (siehe Abbildung 10).

Die Modellanlage mit dem Originaldesign mit 2 Längeneinheiten wird um 6 Längeneinheiten je Teil-Anlage vergrößert, damit diese Anlage eine gesamte Länge von 195,944 m (je Teil-Anlage 97,972 m) hat. Die Breitereinheiten der linken Teil-Anlage werden von 7 Breitereinheiten gemäß des Originaldesigns in Heggelbach auf 8 Einheiten vergrößert, damit diese Anlage eine gesamte Breite von 157,846 m aufweist. Das heißt, die linke Teil-Anlage hat eine Fläche von ca. 1,55 ha (15.464,5 m<sup>2</sup>). Die Breitereinheiten der rechten Teil-Anlage werden von 7 auf 10 Breitereinheiten vergrößert, damit diese Anlage eine gesamte Breite von 196,506 m aufweist. Das heißt, die rechte Teil-Anlage hat eine Fläche von ca. 1,92 ha (19.252,1 m<sup>2</sup>).

Die oben genannte mögliche bauliche Ausführung der Anlage ermöglicht auch die Bewegung von landwirtschaftlichen Maschinen auf dem Versuchsgelände.



Abbildung 10: mögliche bauliche Ausführung der Modellanlage auf dem Versuchsgelände (eigene Erstellung mit Photoshop)

Original-Bild: Google Maps

## 6.2 Gelände in Bösleben

Eine hochaufgeständerte Anlage, die *„hoch genug stehen, damit die dazwischenliegenden Flächen von Landmaschinen befahren werden können“*, kann nach Süden aufgestellt sein (MDR Wissen, 2021). Daher wird die geplante Modellanlage nach Süden ausgerichtet. Die Module bekommen dann eine höchste Stromerzeugung als Erzeugungsspitzen in der Mittagszeit. Außerdem könnte mit dieser Ausrichtung eine optimale mögliche bauliche Ausführung der Anlage zur Ermittlung der Auswirkungen auf das Schutzgut Landschaftsbild durchgeführt werden.

Die Modellanlage erfolgt auf einem Gelände als einer Dauergrünlandfläche in Bösleben. Nach Trommsdorff et. al. (2020, S. 9-10) könnten die Agri-Photovoltaik im Dauergrünland z. B. Weide- und Wiesennutzung angewendet werden. Für die bauliche Ausführung der Anlage (siehe Abbildung 11) wird bei der Teil-Anlage, die neben der Arnstädter Straße liegt, die Modellanlage von 2 Längeneinheiten auf 4 Einheiten vergrößert. Die Breitereinheiten werden von 7 auf 1 Einheit reduziert. Bei der mittleren

Teil-Anlage ist die Längeneinheit auf 1 Einheit zu reduzieren. Die Breitereinheiten werden von 7 auf 3 reduziert. Bei der größten Teil-Anlage wird die Modellanlage um 4 Längeneinheiten auf 6 Einheiten vergrößert. Die Breitereinheiten werden von 7 auf 5 reduziert.

Die visualisierte Fläche beträgt dann fast 1 ha (ca. 9403,655 m<sup>2</sup>).

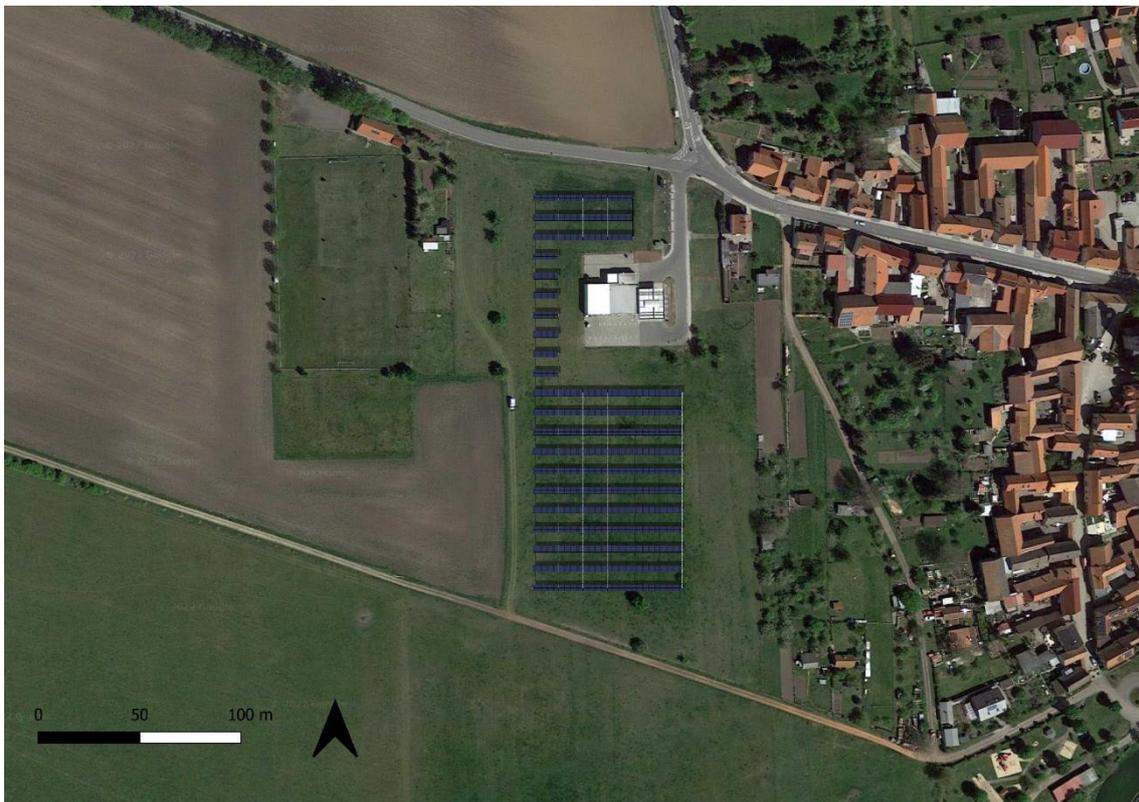


Abbildung 11: mögliche bauliche Ausführung der Modellanlage auf dem Gelände in Bösleben (eigene Erstellung mit Photoshop)

Original-Bild: Google Maps

## **7 Ermittlung der Auswirkungen der Modellanlage mittels Visualisierungen auf das Schutzgut Landschaftsbild**

Nach Bundesamt für Naturschutz [BfN] (2019, S. 12) sind der Ausbau der nachhaltigen Energie und die Erhaltung von Natur und Landschaft auf verschiedene Art miteinander verbunden. *„Die technische Überprägung durch den Bau erneuerbarer Energieanlagen auf die Kulturlandschaft bringt sichtbare Veränderungen der Landschaft mit sich und weckt die Sensibilität der Bevölkerung für den Landschaftswandel.“* Dies gilt auch für Agri-Photovoltaikanlagen in Bezug auf das Schutzgut Landschaftsbild (vgl. Kap. 1.1).

Im Folgenden werden ausschließlich die anlagebedingten Wirkfaktoren, die zu potenziellen Auswirkungen des Schutzguts Landschaftsbildes führen, erörtert und visualisiert (vgl. Kapitel 3).

Als wesentliche Wirkfaktoren mit möglichen Beeinträchtigungen wurden in Kapitel 3 die Folgenden benannt:

Visuelle Wirkungen mit Horizontbelastung durch Höhe, starker optischen Wirkung durch Textur der Unterkonstruktion und Beeinträchtigung durch Farbe sowie Lichtreflexe, Schattenwurf, Vorbelastung.

Diese werden jeweils verbal-argumentativ beschrieben und mit der in Kapitel 5 durchgeführten Bewertung des aktuellen Landschaftsbildes in Verbindung gebracht. Die nachfolgenden Visualisierungen des Vorhabens dienen der Veranschaulichung der entstehenden Auswirkungen (KNE, 2020, S. 16; Schmidt et. al., 2018, S. 98).

## 7.1 Versuchsgelände am Campus Leipziger Straße in der Fachhochschule Erfurt

### 7.1.1 Sichtfeld 1: Vom Standort „Lehrgebäude“ aus gesehen

Im Sichtfeld der Abbildung 12 ist ein großer Teil der visualisierten Modellanlage zu erkennen. Die rechte Teil-Anlage ist durch das Gewächshaus sichtsverschattet. Diese Anlage bildet ein neues technisches Element in der zuvor ausschließlich durch Pflanzenbau geprägten Landschaft des Versuchsgeländes. Mit einer Anlagehöhe von 8 m durchbricht die Anlage die Horizontlinie (vgl. Anhang 20). Dadurch ist die Baumreihe auf dem Versuchsgelände (vgl. Kap. 5.3.1) fast nicht mehr sichtbar zu sein. Vom Lehrgebäude kann die komplizierte Textur der Anlage nicht so detailliert gesehen werden. Die blaue Farbe der Solarmodule der Anlage ist abweichend von der Umgebung und Farbe des Himmels sowie des Gewächshausdaches. Ebenso treten Lichtreflexe auf, weil fast die ganze Oberfläche der Solarmodule erkennbar ist. Außerdem ist von einem Schattenwurf durch die hoch aufgeständerten Module auszugehen. Vorbelastung durch die grünen Zäune ist eher wenig in diesem Sichtfeld auffällig. Damit sind die Auswirkungen der Modellanlage auf das Landschaftsbild in diesem Sichtfeld als erheblich eingeschätzt. Das Landschaftsbild nach der Ausführung der Modellanlage weist dann eine geringe Bedeutung im Vergleich zur mittleren Bedeutung des aktuellen Landschaftsbildes auf.



Abbildung 12: Visualisierung der Modellanlage im Sichtfeld 1 (eigene Erstellung mit Vectorworks)

### 7.1.2 Sichtfeld 2: Vom Standort „Heckenweg“ aus gesehen

Im Sichtfeld der Abbildung 13 ist ein großer Teil der visualisierten Modellanlage sichtbar. Aufgrund der geringen Entfernung wirkt die Anlage sehr dominant und entfaltet eine starke optische Wirkung. Die Höhe der Anlage durchbricht deutlich die Horizontlinie. Die komplexe Textur der Unterkonstruktion mit den wiederholten Reihen der Anlage hat eine starke und dominante optische Wirkung. Die blaue Farbe der Solarmodule ist trotz der Dimension der Anlage erkennbar. Die Auffälligkeit der Lichtreflexe ist eher gering aufgrund der Dimension der Anlage. Der Schattenwurf könnte in diesem Sichtfeld unter den Modulen stark auffällig sein. Vorbelastungen bestehen durch die Einzäunung des Versuchsgeländes (vgl. Kap. 5.3.2). Diese Auswirkungen wirken sich voraussichtlich negativ auf die Erholungseignung des Weges aus, auf dem viele Leute einen Spaziergang machen. Die oben genannten Auswirkungen der Modellanlage auf das Landschaftsbild werden als erheblich eingeschätzt, obwohl das aktuelle Landschaftsbild in diesem Sichtfeld schon eine geringe Bedeutung aufweist (vgl. Kap. 5.3.2).



Abbildung 13: Visualisierung der Modellanlage im Sichtfeld 2 (eigene Erstellung mit Vectorworks)

### 7.1.3 Sichtfeld 3: Vom Standort „Galgenberg“ aus gesehen

Im Sichtfeld der Abbildung 14 ist die Modellanlage vollständig sichtbar. Auch wenn sich nach Koch (n. d., S. 40) die Wahrnehmbarkeit einer technischen Anlage mit einer zunehmenden Entfernung verringert, wird die Landschaft durch sie deutlich überprägt. Die technische Anlage ist deutlich sichtbar und überprägt in dominanter Form das bisherige Landschaftsbild. Die Textur der Anlage ist aufgrund der Entfernung nicht deutlich zu sehen. Das Erscheinungsbild der Anlage mit ihren blauen Solarmodulen erscheint flächig. Die Farbe der Module ist aus dieser Entfernung, die zudem eine Aufsicht ermöglicht, stark auffällig. Ebenso können deutliche Lichtreflexe an den Moduloberflächen entstehen. Lichtreflexe und Farbwirkungen sind dabei je nach den vorherrschenden Witterungsverhältnissen unterschiedlich. Schattenwurf spielt im aus dieser Entfernung keine Rolle. Evtl. Vorbelastungen sind die Hochhäuser im Hintergrund zu erkennen (vgl. Kap. 5.3.3). Die Auswirkungen der Modellanlage auf das Landschaftsbild sind als erheblich eingeschätzt, obwohl das aktuelle Landschaftsbild im Sichtfeld 3 schon zur gering-mittleren Bedeutung führt (vgl. Kap. 5.3.3).



Abbildung 14: Visualisierung der Modellanlage im Sichtfeld 3 (eigene Erstellung mit Vectorworks)

## 7.2 Gelände in Bösleben

### 7.2.1 Sichtfeld 4: Vom Standort „Tankstelle mit dem Blick zum Gelände“ aus gesehen

Im Sichtfeld der Abbildung 15 ist ein Teil der visualisierten Modellanlage sichtbar. Ein auf der Dauergrünlandfläche befindlicher Einzelbaum muss wegen der optimalen möglichen baulichen Ausführung gefällt werden. Aufgrund der Nähe stört die Anlage das Landschaftsbild durch ihre Dimension bzw. Höhe und wirkt ggf. bedrückend. Die Höhe der Anlage durchbricht deutlich die Horizontlinie. Die komplexe Textur der Unterkonstruktion der Anlage wirkt wegen der geringen Entfernung dominant und entfaltet eine sehr starke optische Wirkung. Die blaue Farbe der Solarmodulen ist dunkler als der Himmel, abweichend von der Umgebung des Landschaftsbildes und stark auffällig. Da nur die Unterseiten der Module sichtbar sind, sind die Lichtreflexe nicht auffällig. Die Auffälligkeit des Schattenwurfs ist ebenfalls vorhanden. Vorbelastungen sind durch die Windenergieanlagen im Hintergrund und Tankstelle gegeben (vgl. Kap. 5.4.1). Die Auswirkungen der Anlage auf das Landschaftsbild sind als erheblich eingeschätzt, obwohl das aktuelle Landschaftsbild in diesem Sichtfeld schon nur eine geringe Bedeutung aufweist (vgl. Kap. 5.4.1).



Abbildung 15: Visualisierung der Modellanlage im Sichtfeld 4 (eigene Erstellung mit Vectorworks)

### 7.2.2 Sichtfeld 5: Vom Standort „Tankstelle mit dem Blick zur Arnstädter Straße“ aus gesehen

Im Sichtfeld der Abbildung 16 ist ein kleiner Teil der visualisierten Modellanlage sichtbar. Aufgrund der Nähe stört sie das Landschaftsbild durch ihre Dimension. Ein Teil des Baumbestandes ist durch die Anlage sichtsverschattet. Darüber hinaus durchbricht die Anlage deutlich die Horizontlinie. Die komplexe Textur der Unterkonstruktion ist auffällig und sie wirkt sehr dominant im Landschaftsbild. Außerdem ist der Baumbestand (vgl. Kap. 5.4.2) durch diese Textur auch teilweise sichtsverschattet. Die blaue Farbe der Module ist in diesem Sichtfeld nicht sichtbar. Ebenso sind die Lichtreflexe nicht erkennbar. Die Auffälligkeit des Schattenwurfs unter den Solarmodulen ist erkennbar. Vorbelastungen sind durch die Transformatorstation sowie die teilversiegelte Fläche gegeben (vgl. Kap. 5.4.2). Die Auswirkungen der Anlage sind als erheblich einzuschätzen. Die Auswirkungen der Anlage auf das Landschaftsbild sind als erheblich eingeschätzt, obwohl das aktuelle Landschaftsbild in diesem Sichtfeld schon nur zu einer geringen Bedeutung führt (vgl. Kap. 5.4.2).



Abbildung 16: Visualisierung der Modellanlage im Sichtfeld 5 (eigene Erstellung mit Vectorworks)

### 7.2.3 Sichtfeld 6: Vom Standort „Eingang der Tankstelle“ aus gesehen

Im Sichtfeld der Abbildung 17 ist ein Teil der Anlage sichtbar. Die Höhe der Anlage durchbricht deutlich die Horizontlinie. Außerdem stört sie sehr stark zusammen mit der sehr komplexen Textur der Unterkonstruktion. Die blaue Farbe der Unterseite der Module ist auffällig, weil sie abweichend von dem Himmel sowie die Umgebung ist. Lichtreflexe sind in diesem Sichtfeld nicht zu sehen. Der Schattenwurf ist je nach Witterung auffällig. Als Vorbelastungen besteht ein Teil der Transformatorstation, die Tankstelle mit dem Laden (vgl. Kap. 5.4.3). Die Auswirkungen der Anlage auf das Landschaftsbild sind als erheblich einzuschätzen, obwohl das aktuelle Landschaftsbild in diesem Sichtfeld schon nur zu einer geringen Bedeutung führt (vgl. Kap. 5.4.3).



Abbildung 17: Visualisierung der Modellanlage im Sichtfeld 6 (eigene Erstellung mit Vectorworks)

## 8 Mögliche Maßnahmen als Vorschläge für eine gute Integration und ästhetische Aufwertung der Modellanlage

Die folgenden Verminderungs-, Vermeidungsmaßnahmen und Ausgleichsmaßnahmen werden zur ästhetischen Aufwertung der Modellanlage auf das Landschaftsbild durchgeführt (vgl. Kap. 3).

### 8.1 Verminderungs-, Vermeidungsmaßnahmen

#### 8.1.1 Vereinfachte technischer Unterkonstruktion

Diese Maßnahme ist durchzuführen, um eine dominante optische Wirkung der Unterkonstruktion der Modellanlage zu vermindern. Die geeigneten Sichtfelder des Versuchsgeländes und Geländes in Bösleben sind ausgewählt, sodass es gezeigt werden kann, wie effektiv diese Maßnahme sein könnte.



Abbildung 18: Visualisierung der vereinfachten Unterkonstruktion im Sichtfeld 2 (eigene Erstellung mit Vectorworks)



Abbildung 19: Visualisierung der vereinfachten Unterkonstruktion im Sichtfeld 4 (eigene Erstellung mit Vectorworks)



Abbildung 20: Visualisierung der vereinfachten Unterkonstruktion im Sichtfeld 5 (eigene Erstellung mit Vectorworks)



Abbildung 21: Visualisierung der vereinfachten Unterkonstruktion im Sichtfeld 6 (eigene Erstellung mit Vectorworks)

Aus den oben erstellten Visualisierungen der Abbildungen 18, 19, 20 und 21 können resultiert werden, dass die Modellanlage in das Landschaftsbild ohne komplexe technische Unterkonstruktion viel besser integrieren kann.

### 8.1.2 Grüne Solarmodule

Selbst das Aussehen von Solarmodulen könnte auf Freiflächen geändert werden, um in das Landschaftsbild besser zu integrieren (Badelt et. al., 2020, S. 16). Diese Methode könnte damit ebenfalls bei Agri-Photovoltaik berücksichtigt werden.

Herden et. al. (2009, S. 124-125) schrieben ebenfalls, dass die Auffälligkeit der Module z. B. durch eine von der Umgebung abweichende Farbe für das Landschaftsbild von Bedeutung ist. Die Autoren (2009, S. 134) zeigten auch, dass *„je weniger der PV-Anlage hinsichtlich [...] Farbe ähnliche Landschaftsbildelemente vorhanden sind [...]“*, desto intensiver ist die Veränderung des Landschaftsbildes durch PV-Anlagen. Badelt et. al. (2020, S. 90) schrieben auch, dass grüne Module wegen der Störung der blauen Farbe der Solarmodule für das Landschaftserleben modelliert wurden. Damit ist von einem Versuch mit der Integration grüner Module in die visualisierte Modellanlage für eine Verbesserung des Landschaftsbildes auszugehen.

Im Folgenden sind die Visualisierungen mit der Verwendung grüner Module in den geeigneten Sichtfeldern zu erstellen.



Abbildung 22: Visualisierung für die Verwendung grüner Solarmodule im Sichtfeld 1 (eigene Erstellung mit Vectorworks)



Abbildung 23: Visualisierung für die Verwendung grüner Solarmodule im Sichtfeld 3 (eigene Erstellung mit Vectorworks)



Abbildung 24: Visualisierung für die Verwendung grüner Solarmodule im Sichtfeld 5 (eigene Erstellung mit Vectorworks)

Aus den Visualisierungen kann resultiert werden, dass die Modellanlage mit grüner Solarmodulen in das Landschaftsbild in den Sichtfelder der Abbildungen 22 und 23 besser in das Landschaftsbild im Vergleich zur Abbildung 24 zu integrieren scheinen. Im Sichtfeld 5 sind grüne Solarmodule der Modellanlage nicht deutlich zu sehen. Daher kann die Maßnahme in diesem Sichtfeld nicht richtig bewertet werden.

### 8.1.3 Reduzierung der Höhe der Modellanlage

Da die Horizontlinie bei der Wahrnehmung des Landschaftsbildes einen wichtigen Orientierungspunkt darstellt, können Objekte in dieser Linie stark auffällig sein. Wenn die Solarmodule in der Horizontlinie erscheinen, so ist von einer höheren Wirkintensität auszugehen. Wenn es durch die Höhe der Solarmodule zu einer Horizontüberhöhung führt, ist die Auffälligkeit von Anlagen dann besonders hoch (Herden et. al., 2009, S. 134).

Die Visualisierungen der Modellanlage im unterschiedlichen Sichtfeldern auf dem Versuchsgelände und Gelände in Bösleben zeigten, dass die Anlage zu einer deutlichen Horizontbelastung führt. Nach Scharf et. al. (2021, S. 18) beträgt die Durchfahrtshöhe einer hoch aufgeständerten Agri-Photovoltaikanlagen mindestens 4 m. Daher ist von einer Reduzierung der Durchfahrtshöhe der Modellanlage auf 4 m für eine Verringerung der Wirkintensität auf 4 Meter auszugehen.



Abbildung 25: Visualisierung der Reduzierung der Höhe der Modellanlage im Sichtfeld 1 (eigene Erstellung mit Vectorworks)

Aus der Visualisierung der Abbildung 25 kann resultiert werden, dass die Horizontbelastung bzw. Horizontüberhöhung durch diese Maßnahme vermindert werden kann. Die Solarmodule führt nicht mehr deutlich zur Horizontüberhöhung (vgl. Anhang 21). Die Baumreihe im Hintergrund ist dadurch besser zu sehen, obwohl sie noch durch die Modellanlage sichtverschattet ist.



Abbildung 26: Visualisierung der Reduzierung der Höhe der Modellanlage im Sichtfeld 2 (eigene Erstellung mit Vectorworks)

Die Modellanlage in dem Sichtfeld der Abbildung 26 integriert ebenfalls besser in das Landschaftsbild.



Abbildung 27: Visualisierung der Reduzierung der Höhe der Modellanlage im Sichtfeld 6 (eigene Erstellung mit Vectorworks)

Besonders im Sichtfeld der Abbildung 27 ist die komplexe Unterkonstruktion durch die Tankstelle sichtverschattet und dadurch nicht mehr zu sehen. Daher wird die dominante optische Wirkung der Anlage auf das Landschaftsbild ein bisschen vermindert.

## 8.2 Ausgleichsmaßnahmen

### 8.2.1 Ökologische und gestalterische Aufwertung durch Blühstreifen

Zur Artenvielfalt der Tierwelt sowie Verbesserung des Landschaftsbildes könnte eine Anlage von Blühstreifen durchgeführt werden. Blühstreifen dient einem geeigneten Lebensraum für Feldlerche. Die Feldlerche nutzt Randstrukturen wie Blühstreifen nicht nur zur Nahrungssuche, sondern auch zur Nestanlage. Eine Struktur, die erst spät gemäht wird, verbessert auf der Ackerfläche die Bedingungen für die Feldlerche. Zur Steigerung des Nutzens für die Natur können blumenreiche Wiesensaatensorten oder mehrjährige Kräuter eingesät werden (Naturschutzbund Deutschland e. V. [NABU], Michael-Otto-Institut im NABU & Landesbund für Vogelschutz in Bayern e. V. [LBV], n. d., S. 9).



Abbildung 28: Visualisierung der Anlage von Blühstreifen im Sichtfeld 2 (eigene Erstellung mit Vectorworks)

Auf dem Versuchsgelände im Sichtfeld 2 wird die Anlage von Blühstreifen durchgeführt. Die Breitereinheiten der Anlage werden um 1 Einheit für die Anlage von Blühstreifen reduziert. Aus der Visualisierung der Abbildung 28 kann resultiert werden, dass das Landschaftsbild durch diese Maßnahme verbessert werden kann.



Abbildung 29: Visualisierung der Anlage von Blühstreifen im Sichtfeld 6 (eigene Erstellung mit Vectorworks)

Auf dem Gelände als Dauergrünlandfläche wird ebenfalls die Anlage von Blühstreifen am Rand der Modellanlage zur Aufwertung der Vielfalt des Landschaftsbildes durch Artenvielfalt durchgeführt. Außerdem kann aus der Visualisierung der Abbildung 29 resultiert werden, dass das Landschaftsbild durch diese Maßnahme in diesem Sichtfeld verbessert werden kann.

#### 8.2.2 Ökologische und gestalterische Aufwertung durch Feldhecken

Trommsdorff et. al. (2020, S. 39) schrieben, dass Standorte mit natürlichem Sichtschutz bevorzugt ausgewählt werden sollte, um die Anlagen bestmöglich in das Landschaftsbild zu integrieren.

Daher ist von der Anlage von Hecken für eine Aufwertung des Landschaftsbildes auszugehen. Nach Meyerhoff (2011, S. 2) können Hecken sowohl zu einer schönen Kulturlandschaft als auch zur Erhaltung der pflanzlichen und tierischen Vielfalt beitragen.

Im Folgenden wird die Visualisierung in einem geeigneten Sichtfeld erstellt. Das ausgewählte Sichtfeld kann zeigen, wie effektiv diese Maßnahme sein könnte.



Abbildung 30: Visualisierung der Anlage von Hecken im Sichtfeld 6 (eigene Erstellung mit Vectorworks)

Aus der Visualisierung der Abbildung 30 kann resultiert werden, dass ein Teil der Unterkonstruktion durch die Anlage von Hecken sichtverschattet ist. Dadurch kann das Landschaftsbild aufgewertet werden.

## 9 Fazit

Trotz der fehlenden Konstruktionszeichnung der Agri-Photovoltaikanlage in Heggelbach wurde die Modellanlage, die zu den Visualisierungen im Rahmen der Bachelorarbeit verwendet wurde, so detailliert wie möglich anhand der vorhandenen Angaben dieser Agri-Photovoltaikanlage mit Vectorworks erstellt.

Anhand der im Rahmen der Arbeit angefertigten Visualisierungen, die für die beiden betrachteten Standorten zur Ermittlung der Auswirkungen der Modellanlage auf das Landschaftsbild erstellt wurden, konnten z. T. erhebliche Auswirkungen auf das Landschaftsbild festgestellt werden. Insbesondere die Dimension bzw. Höhe der technischen Unterkonstruktion der Anlage hat aus geringer Entfernung eine starke optische Wirkung und damit erhebliche Auswirkungen auf das Landschaftsbild. Dies ist am Beispiel der Visualisierungen im Sichtfeld 2 (vom Standort „Heckenweg“ aus gesehen) sowie in den drei Sichtfeldern in Bösleben deutlich zu erkennen. Durch eine Vereinfachung der Unterkonstruktion konnte in der Visualisierung eine bessere Integration in das Landschaftsbild erreicht werden. Außerdem wurde durch eine Reduzierung der Höhe der Anlage eine leicht optimierte Integration (Horizontlinie) in das Landschaftsbild erreicht.

Aus größerer Entfernung in den Sichtfeldern (von den Standorten „Lehrgebäude“ und „Galgenberg“ aus gesehen) wird hingegen die Textur der komplexen Unterkonstruktion kaum gesehen. Hier führt insbesondere die blaue Farbe der Solarmodule der Anlage aufgrund ihrer Abweichung von der Umgebung ggf. zu den Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes. Zur Verminderung dieser Beeinträchtigung wurde vom Autor hier die Verwendung grüner Module zur besseren Integration in das Landschaftsbild visualisiert.

Aus den Visualisierungen kann resultiert werden, dass die Entfernung des Betrachters von der Modellanlage eine große Bedeutung für eine evtl. negativ unterschiedliche empfundene Beeinträchtigung des Landschaftsbildes spielt. Je geringer die Entfernung zur Anlage ist, desto stärker entfaltet die Unterkonstruktion und Dimension bzw. Höhe der Anlage eine dominante optische Wirkung auf den Betrachter. Je größer Entfernung ist, desto mehr beeinflusst die Farbe der Anlage das Landschaftsbild.

Ob es möglich bzw. gewollt ist, die oben genannten Vermeidungs-, Verminderungsmaßnahmen in der Praxis des jeweiligen Genehmigungsverfahrens ggf. in Folge der Anwendung der Eingriffsregelung umzusetzen, bleibt abzuwägen.

Des Weiteren wurde ebenfalls mithilfe der Visualisierungen dargestellt, dass die Anlage durch die Anlage von Blühstreifen und Hecken, die allerdings mit einer Reduzierung der Fläche der Anlage auf dem Versuchsgelände in der Fachhochschule Erfurt verbunden sind, besser in das Landschaftsbild integriert werden können. Auch solche Maßnahmen können im Rahmen von Genehmigungsverfahren festgesetzt werden, was vom Autor empfohlen wird.

Zum Schluss kann eingeschätzt werden, dass noch weitere praktische Maßnahmen untersucht werden sollten, damit Agri-Photovoltaikanlagen bzw. die Modellanlage bestmöglich in das Landschaftsbild eingefügt werden können. Insbesondere bei großdimensionierten Anlagen könnte hiervon auch die Akzeptanz dieses neuen Kulturlandschaftselements in der Landschaft durch die Bevölkerung abhängen. Trotz der Dringlichkeit einer schnellen Energiewende sind auch in Zukunft ästhetische Anforderungen zu beachten und tragen bei einer gelungenen Umsetzung vermutlich auch zu einer größeren Akzeptanz derselben bei.

## **10 Gesetzestexte**

BauGB. Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 9 des Gesetzes vom 10. September 2021 (BGBl. I S. 4147) geändert worden ist.

BBodSchG. Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 25. Februar 2021 (BGBl. I S. 306) geändert worden ist.

BNatSchG. Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3908) geändert worden ist.

## 11 Quellenverzeichnis

ARGE Monitoring PV-Anlagen (2007, 27. November). *Leitfaden zur Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Planung von PV-Freiflächenanlagen*. Verfügbar unter [https://www.bauberufe.eu/images/doks/pv\\_leitfaden.pdf](https://www.bauberufe.eu/images/doks/pv_leitfaden.pdf)

Badelt, O., Niepelt, R., Wiehe, J., Matthies, S., Gewohn, T., Stratmann, M., Brendel, R. & von Haaren, C. (2020, November). *Integration von Solarenergie in die niedersächsische Energielandschaft (INSIDE)*.

Bundesamt für Naturschutz (BfN). (Hrsg.). (2020, Juli). *Erneuerbare Energien Report. Die Energiewende naturverträglich gestalten!* Bonn: Bundesamt für Naturschutz. Verfügbar unter [https://www.bfn.de/sites/default/files/BfN/erneuerbareenergien/Dokumente/bfnerneuerbareenergienreport2019\\_barrierefrei.pdf](https://www.bfn.de/sites/default/files/BfN/erneuerbareenergien/Dokumente/bfnerneuerbareenergienreport2019_barrierefrei.pdf)

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL). (n. d.). *Definition des Anwendungsbereichs „Gewächshaus“*. Zugriff am 02.02.2022. Verfügbar unter [https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/04\\_Pflanzenschutzmittel/03\\_Antragsteller/04\\_Zulassungsverfahren/03\\_Wirksamkeit\\_Anwendung/psm\\_definition\\_gewaechshaus\\_basepage.html](https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/04_Pflanzenschutzmittel/03_Antragsteller/04_Zulassungsverfahren/03_Wirksamkeit_Anwendung/psm_definition_gewaechshaus_basepage.html)

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). (2011). *Richtlinien für die landschaftspflegerische Begleitplanung im Straßenbau (RLBP)*. Verfügbar unter [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/StB/richtlinien-fuer-landschaftspflegerische-begleitplanung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/StB/richtlinien-fuer-landschaftspflegerische-begleitplanung.pdf?__blob=publicationFile)

BUND Naturschutz in Bayern e. V. (BN). (2009, 21. Januar). *Bayerns Wälder bald eingezäunt?* Zugriff am 16.02.2022. Verfügbar unter <https://www.bund-naturschutz.de/pressemitteilungen/bayerns-waelder-bald-eingezaeunt>

Fachagentur Windenergie an Land e. V., Landesenergie- und Klimaschutzagentur Mecklenburg-Vorpommern, Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende (KNE). (Hrsg.). (2021). *Gute fachliche Praxis für die Visualisierung von Windenergieanlagen*. Verfügbar unter [https://www.naturschutz-energiewende.de/wp-content/uploads/WEB\\_faw\\_broschuere\\_fachstandard\\_visualisierung\\_210407\\_S.pdf](https://www.naturschutz-energiewende.de/wp-content/uploads/WEB_faw_broschuere_fachstandard_visualisierung_210407_S.pdf)

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (Fraunhofer ISE). (2016a, 18. September). *Fact Sheet. Projekt »APV-Resola«: Pilotanlage Demeter-Hofgemeinschaft Heggelbach.* Verfügbar unter [https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/presseinformation/en/2016/ISE\\_FactSheet\\_d\\_AgroPV\\_Pilotanlage\\_final.pdf](https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/presseinformation/en/2016/ISE_FactSheet_d_AgroPV_Pilotanlage_final.pdf)

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (Fraunhofer ISE). (2015, 25. März). *Presseinformation. Agrophotovoltaik – nachhaltige Landnutzung für Energie und Nahrung. Pilotprojekt am Bodensee.* Verfügbar unter [https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/presseinformation/en/2015/0815\\_ISE\\_PI\\_AgroPV\\_d.pdf](https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/presseinformation/en/2015/0815_ISE_PI_AgroPV_d.pdf)

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (Fraunhofer ISE). (2019, 09. September). *Presseinformation. Flächen aktivieren: Fraunhofer ISE präsentiert auf EU PVSEC Lösungen für Integrierte Photovoltaik.* Verfügbar unter [https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/presseinformation/en/2019/2519\\_ISE\\_d\\_PI\\_Integrated%20PV.pdf](https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/presseinformation/en/2019/2519_ISE_d_PI_Integrated%20PV.pdf)

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (Fraunhofer ISE). (2016b, 18. September). *Presseinformation. Photovoltaik und Photosynthese. Pilotanlage am Bodensee kombiniert Strom- und Nahrungsmittelproduktion.* Verfügbar unter [https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/presseinformation/en/2016/2016\\_ISE\\_PI\\_d\\_APV\\_Pilotanlage\\_final.pdf](https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/presseinformation/en/2016/2016_ISE_PI_d_APV_Pilotanlage_final.pdf)

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (Fraunhofer ISE). (2017, 21. November). *Presseinformation. Sonne ernten auf zwei Etagen. Agrophotovoltaik steigert die Landnutzungseffizienz um über 60 Prozent.* Verfügbar unter [https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/presseinformation/en/2017/2017\\_ISE\\_de\\_PI\\_1Jahr\\_APV.pdf](https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/presseinformation/en/2017/2017_ISE_de_PI_1Jahr_APV.pdf)

Freistaat Thüringen. (n. d.). *Naturschutz: Eingriff in Natur und Landschaft – Genehmigung.* Verfügbar unter [https://buerger.thueringen.de/detail?area=M%C3%B6ckern&areald=352417&ps\\_tld=742185](https://buerger.thueringen.de/detail?area=M%C3%B6ckern&areald=352417&ps_tld=742185)

Freistaat Thüringen. (n. d.). *Rahmenbedingungen und Leitbilder Mittelthüringen.* Verfügbar unter [https://regionalplanung.thueringen.de/fileadmin/user\\_upload/Mittelthueringen/Dokumente/RPM-Bestand/RPM2011/RPM-Inet-5\\_RuL.pdf](https://regionalplanung.thueringen.de/fileadmin/user_upload/Mittelthueringen/Dokumente/RPM-Bestand/RPM2011/RPM-Inet-5_RuL.pdf)

- Herden, C., Rasmus, J. & Gharadjedaghi, B. (2009). *Naturschutzfachliche Bewertungsmethoden von Freilandphotovoltaikanlagen*. BfN – Skripten 247. Verfügbar unter <https://www.bfn.de/sites/default/files/BfN/service/Dokumente/skripten/skript247.pdf>
- Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. (2017, 18. September). *Bundesentwicklungsminister Dr. Gerd Müller spricht sich für eine Umsetzung von Bewässerungs- und Agro-Photovoltaik-Projekten der HSWT in Afrika aus*. Zugriff am 17.02.2022. Verfügbar unter <https://www.hswt.de/forschung/news/article/bundesentwicklungsminister-dr-gerd-mueller-spricht-sich-fuer-eine-umsetzung-von-bewaesserungs-und-agr.html>
- Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. (2014, Juli). *Solaranlage mit Mehrfachnutzen: Strom – Wasser – Pflanzenproduktion*. Zugriff am 17.02.2022. Verfügbar unter <https://www.hswt.de/forschung/wissenstransfer/2014/juli-2014/forschung.html>
- Ingenieur.de (2015, 30. März). *Pflanzen und Solarmodule teilen sich auf dem Acker das Sonnenlicht*. Zugriff am 23.01.2022. Verfügbar unter <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/energie/pflanzen-solarmodule-teilen-acker-sonnenlicht/>
- Köhler, B. & Preiß, A. (2000, Januar). *Erfassung und Bewertung des Landschaftsbildes. Grundlagen und Methoden zur Bearbeitung des Schutzguts „Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft“ in der Planung*.
- Koch, M. (n. d.) *Die Veränderung des Landschaftsbildes durch die Errichtung von Windkraftanlagen – Beurteilung aus der Sicht des Landschaftsplaners*. Verfügbar unter [http://www.planung-umwelt.de/wp-content/uploads/2016/02/Michael-Koch-Die-Ver%C3%A4nderung-des-Landschaftsbildes-durch-die-Errichtung-von-Windkraftanlagen\\_-Vortrag-Schopfheim.pdf](http://www.planung-umwelt.de/wp-content/uploads/2016/02/Michael-Koch-Die-Ver%C3%A4nderung-des-Landschaftsbildes-durch-die-Errichtung-von-Windkraftanlagen_-Vortrag-Schopfheim.pdf)
- Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende (KNE). (Hrsg.). (2020). *Auswirkungen von Solarparks auf das Landschaftsbild. Methoden zur Ermittlung und Bewertung*. Berlin: Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende. Verfügbar unter [https://www.naturschutz-energiewende.de/wp-content/uploads/KNE\\_Auswirkungen-von-Solarparks-auf-das-Landschaftsbild\\_11-2020.pdf](https://www.naturschutz-energiewende.de/wp-content/uploads/KNE_Auswirkungen-von-Solarparks-auf-das-Landschaftsbild_11-2020.pdf)

Landeshauptstadt Erfurt, Stadtverwaltung. (Hrsg.). (2015, September). *Landschaftsplan Erfurt. Rahmenkonzept „Masterplan Grün“. Erläuterungsbericht*. Verfügbar unter [https://www.erfurt.de/mam/ef/service/mediathek/publikationen/2012/landschaftsplan\\_erfurt.pdf](https://www.erfurt.de/mam/ef/service/mediathek/publikationen/2012/landschaftsplan_erfurt.pdf)

Landkreis Stade – Naturschutzamt. (2014). *Landschaftsrahmenplan für den Landkreis Stade Neuaufstellung 2014*. Stade: Landkreis Stade – Der Landrat.

Marschall, I., Schäfer, T. & Schönheit, S. (2021). *Unveröffentlichter Entwurf*

MDR Wissen. (2021, Dezember). *Agri-Photovoltaik. Felder als Solarparks und Solarparks als Hummelwiesen*. Zugriff am 28.01.2022. Verfügbar unter <https://www.mdr.de/wissen/photovoltaik-landwirtschaft-insekten-hummeln-100.html>

Meyerhoff, E. (2011). *Hecken planen, pflanzen, pflegen. Eine praktische Anleitung für Landwirte. Merkblatt*. Verfügbar unter [https://www.bioland.de/fileadmin/user\\_upload/Erzeuger/Fachinfos/Merkblaetter/Hecken.pdf](https://www.bioland.de/fileadmin/user_upload/Erzeuger/Fachinfos/Merkblaetter/Hecken.pdf)

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg (MLUK). (2021, 19. März). *Vorläufige Handlungsempfehlung des MLUK zur Unterstützung kommunaler Entscheidungen für großflächige Photovoltaik-Freiflächensolaranlagen (PV-FFA)*. Verfügbar unter <https://mluk.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/MLUK-Handlungsempfehlung-PV-FFA.pdf>

NABU – Naturschutzbund Deutschland e. V., Michael-Otto-Institut im NABU. & Landesbund für Vogelschutz in Bayern e. V. (LBV). (Hrsg.). (n. d.). *Feldvögel. Kulturfolger der Landwirtschaft*. Verfügbar unter <https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/landwirtschaft/naturschutz/5.pdf>

Roth, M. & Bruns, E. (Hrsg.). (2016). *Landschaftsbildbewertung im Spannungsfeld von Wissenschaft und Praxis*. Bonn: Bundesamt für Naturschutz. Verfügbar unter <https://www.bfn.de/sites/default/files/BfN/service/Dokumente/skripten/skript439.pdf>

Scharf, J., Grieb, M. & Fritz, M. (2021, Mai). *Agri-Photovoltaik – Stand und offene Fragen*. Straubing: Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für

- Nachwachsende Rohstoffe (TFZ). Verfügbar unter [https://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/rohstoffpflanzen/dateien/tfz\\_bericht\\_73\\_agri-pv.pdf](https://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/rohstoffpflanzen/dateien/tfz_bericht_73_agri-pv.pdf)
- Schmidt, C., von Gagern, M., Lachor, M., Hage, G., Hoppenstedt, A., Schuster, L., Kühne, O., Weber, F., Rossmeier, A., Bruns, D., Münderlein, D. & Bernstein, F. (2018). *Landschaftsbild & Energiewende. Band 1: Grundlagen. Ergebnisse des gleichnamigen Forschungsvorhabens FKZ 3515 82 3400 im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz.* Verfügbar unter [https://www.bfn.de/sites/default/files/BfN/erneuerbareenergien/Dokumente/landschaftsbildundenergiewende\\_band1.pdf](https://www.bfn.de/sites/default/files/BfN/erneuerbareenergien/Dokumente/landschaftsbildundenergiewende_band1.pdf)
- Trommsdorff, M., Gruber, S., Keinath, T., Hopf, M., Hermann, C., Schönberger, F., Högy, P., Zikeli, S., Ehmann, A., Weselek, A., Bodmer, U., Rösch, C., Ketzer, D., Weinberger, N., Schindele, S. & Vollprecht, J. (2020, Oktober). *Agri-Photovoltaik: Chance für Landwirtschaft und Energiewende. Ein Leitfaden für Deutschland.* Freiburg: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE. Verfügbar unter <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studien/APV-Leitfaden.pdf>
- Trommsdorff, M., Kang, J., Reise, C., Schindele, S., Bopp, G., Ehmann, A., Weselek, A., Högy, P. & Oberfell, T. (2021). *Combining food and energy production: Design of an agrivoltaic system applied in arable and vegetable farming in Germany.* Renewable and Sustainable Energy Reviews 140 (2021) 110694.
- Vectorworks (2020). *Fotoansicht.* Vectorworks 2021 Hilfe. Zugriff am 15.02.2022. Verfügbar unter [https://vectorworks-hilfe.computerworks.eu/2021/index.htm#t=VW\\_2021\\_Handbuch\\_Vectorworks%2FKamera-Ansichten%2FVectorworks\\_29-.htm&rhsearch=Fotoansicht&rhhlterm=Fotoansicht&rhsyns=%20](https://vectorworks-hilfe.computerworks.eu/2021/index.htm#t=VW_2021_Handbuch_Vectorworks%2FKamera-Ansichten%2FVectorworks_29-.htm&rhsearch=Fotoansicht&rhhlterm=Fotoansicht&rhsyns=%20)

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH. & Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (Fraunhofer ISE). (2014, 21. August). „*Eckpunkte für ein Ausschreibungsdesign für Photovoltaik-Freiflächenanlagen*“. *Agrophotovoltaik (APV) als ressourceneffiziente Landnutzung*. Stellungnahme zur BMWi-Konsultation. Verfügbar unter [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Stellungnahmen/stellungnahmen-photovoltaik-pilotausschreibung/fraunhofer-institut-fuer-solare-energiesysteme-wuppertal-institut-fuer-klima-umwelt-energie.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Stellungnahmen/stellungnahmen-photovoltaik-pilotausschreibung/fraunhofer-institut-fuer-solare-energiesysteme-wuppertal-institut-fuer-klima-umwelt-energie.pdf?__blob=publicationFile&v=2)

## 12 Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

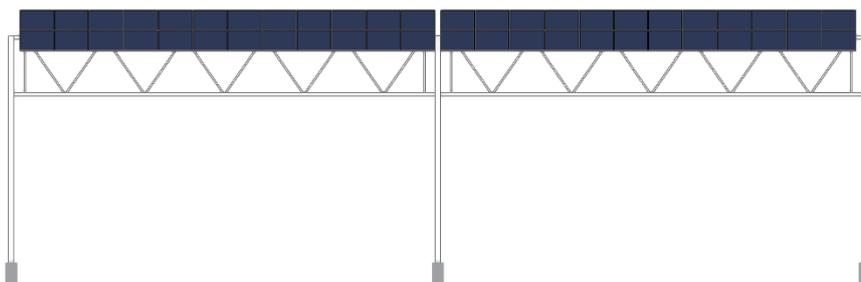
Die Arbeit wurde weder einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt noch veröffentlicht.

Erfurt, ..08.03.2022.

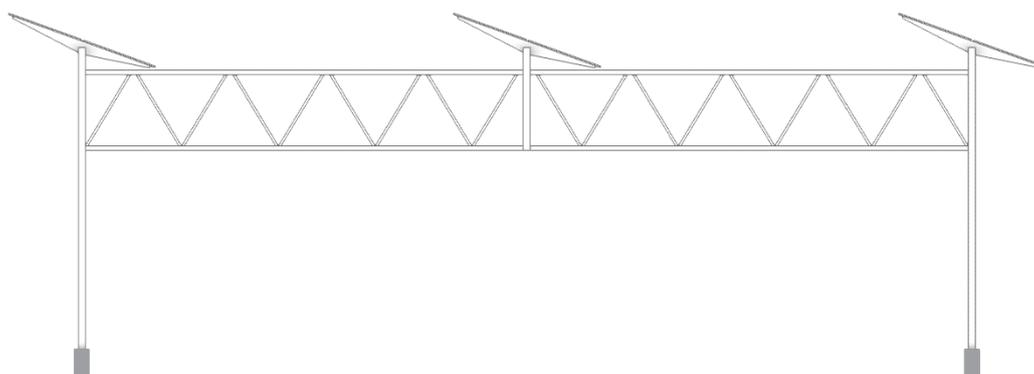
A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'J' followed by 'TB' and a long horizontal stroke.

## Anhang

### Ansichten der Modellanlage bei der Erstellung mit Vectorworks



Anhang 1: Ansicht 1 der Modellanlage (eigene Erstellung mit Vectorworks)



Anhang 2: Ansicht 2 der Modellanlage (eigene Erstellung mit Vectorworks)

Anhang 3: Matrix zur Bewertung des Indikators „Natürlichkeit“ je Sichtfeld in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014)

Anteil naturnaher Biotope	Anteil an Biotope mit mittlerer Naturnähe	Anteil naturferner Biotope	<b>Gesamte Natürlichkeit</b>
sehr hoch	gering	gering	<b>sehr hoch</b>
sehr hoch	mittel	gering	<b>sehr hoch</b>
sehr hoch	hoch	gering	<b>sehr hoch</b>
sehr hoch	hoch	hoch	<b>hoch</b>
hoch	sehr hoch	gering	<b>hoch</b>
hoch	mittel	gering	<b>hoch</b>
hoch	gering	gering	<b>hoch</b>
hoch	hoch	mittel	<b>mittel-hoch</b>
hoch	hoch	gering	<b>mittel-hoch</b>
hoch	mittel	mittel	<b>mittel-hoch</b>
mittel	hoch	gering	<b>mittel-hoch</b>
hoch	hoch	hoch	<b>mittel</b>
hoch	mittel	hoch	<b>mittel</b>
hoch	gering	hoch	<b>mittel</b>
mittel	hoch	hoch	<b>mittel</b>
mittel	hoch	mittel	<b>mittel</b>
gering	hoch	mittel	<b>mittel</b>
gering	hoch	gering	<b>mittel</b>
mittel	mittel	hoch	<b>gering-mittel</b>
mittel	gering	hoch	<b>gering-mittel</b>
gering	hoch	hoch	<b>gering-mittel</b>
gering	mittel	hoch	<b>gering</b>
gering	gering	hoch	<b>gering</b>

Anhang 4: Tabelle: Matrix zur Bestimmung der Zuordnung der Stufe der Natürlichkeit in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014)

Biotop mit mittlerer Natürlichkeit	Biotop mit geringer Natürlichkeit (naturferne Biotop)	Biotop mit sehr geringer bzw. keine Natürlichkeit (naturferne Biotop)
Siedlungsgehölze, Baumreihen, kleinere Baumbestände, Einzelbäume, Dauergrünlandfläche	Äcker, Obstplantagen und sonstige Gehölzkulturen, landwirtschaftliche Lagerflächen, Erholungsanlagen	Siedlungsbereiche, Verkehrsflächen



Anhang 5: Luftbild der Fachhochschule Erfurt am Campus Leipziger Straße (10.2000)

Quelle: Google Earth



Anhang 6: Luftbild des Geländes in Bösleben (12.2008)

Quelle: Google Earth

Anhang 7: Matrix zur Bewertung des Kriteriums „Eigenart“ je Sichtfeld in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014)

Indikator 1	Indikator 2	Indikator 3	<b>Gesamte Eigenart</b>
sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	<b>sehr hoch</b>
sehr hoch	sehr hoch	hoch	<b>sehr hoch</b>
sehr hoch	hoch-sehr hoch	hoch	<b>hoch-sehr hoch</b>
sehr hoch	hoch	mittel-hoch	<b>hoch</b>
sehr hoch	hoch	mittel	<b>hoch</b>
sehr hoch	gering	gering-mittel	<b>mittel</b>
hoch-sehr hoch	hoch	mittel-hoch	<b>hoch</b>
hoch-sehr hoch	hoch	mittel	<b>mittel-hoch</b>
hoch-sehr hoch	hoch	gering-mittel	<b>mittel-hoch</b>
hoch-sehr hoch	mittel-hoch	mittel	<b>mittel-hoch</b>
hoch-sehr hoch	mittel	mittel	<b>mittel-hoch</b>
hoch-sehr hoch	gering	gering	<b>mittel</b>
hoch	hoch	mittel-hoch	<b>hoch</b>
hoch	hoch	mittel	<b>hoch</b>
hoch	hoch	gering-mittel	<b>mittel-hoch</b>
hoch	mittel-hoch	mittel-hoch	<b>mittel-hoch</b>
hoch	mittel-hoch	gering	<b>mittel</b>
hoch	mittel	mittel	<b>mittel-hoch</b>
hoch	gering	gering	<b>gering-mittel</b>
mittel-hoch	mittel-hoch	mittel	<b>mittel-hoch</b>
mittel-hoch	mittel	mittel	<b>mittel</b>
mittel-hoch	mittel	gering-mittel	<b>mittel</b>
mittel-hoch	mittel	gering	<b>mittel</b>
mittel-hoch	gering-mittel	gering-mittel	<b>mittel</b>
mittel-hoch	gering-mittel	gering	<b>gering-mittel</b>
mittel-hoch	gering	gering	<b>gering-mittel</b>
mittel	mittel	mittel	<b>mittel</b>
mittel	gering	gering	<b>gering-mittel</b>
gering-mittel	gering-mittel	gering	<b>gering-mittel</b>
gering-mittel	gering	gering	<b>gering</b>
gering	gering	gering	<b>gering</b>

Anhang 8: Matrix zur Bewertung des Indikators „Natürlichkeit“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 1 (vom Standort „Lehrgebäude“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014)

Anteil naturnaher Biotope	Anteil an Biotopen mit mittlerer Naturnähe	Anteil naturferner Biotope	<b>Gesamte Natürlichkeit</b>
gering	gering	hoch	<b>gering</b>

Anhang 9: Matrix zur Bewertung des Kriteriums „Eigenart“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 1 (vom Standort „Lehrgebäude“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014)

Indikator 1	Indikator 2	Indikator 3	<b>Gesamte Eigenart</b>
gering	mittel	mittel-hoch	<b>mittel</b>

Anhang 10: Matrix zur Bewertung des Indikators „Natürlichkeit“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 2 (vom Standort „Heckenweg“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014)

Anteil naturnaher Biotope	Anteil an Biotopen mit mittlerer Naturnähe	Anteil naturferner Biotope	<b>Gesamte Natürlichkeit</b>
gering	gering	hoch	<b>gering</b>

Anhang 11: Matrix zur Bewertung des Kriteriums „Eigenart“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 2 (vom Standort „Heckenweg“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014)

Indikator 1	Indikator 2	Indikator 3	<b>Gesamte Eigenart</b>
gering	mittel	gering	<b>gering-mittel</b>

Anhang 12: Matrix zur Bewertung des Indikators „Natürlichkeit“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 3 (vom Standort „Galgenberg“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014)

Anteil naturnaher Biotope	Anteil an Biotope mit mittlerer Naturnähe	Anteil naturferner Biotope	<b>Gesamte Natürlichkeit</b>
gering	mittel	hoch	<b>gering</b>

Anhang 13: Matrix zur Bewertung des Kriteriums „Eigenart“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 3 (vom Standort „Galgenberg“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014)

Indikator 1	Indikator 2	Indikator 3	<b>Gesamte Eigenart</b>
gering	mittel	mittel-hoch	<b>mittel</b>

Anhang 14: Matrix zur Bewertung des Indikators „Natürlichkeit“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 4 (vom Standort „Tankstelle mit dem Blick zum Gelände“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014)

Anteil naturnaher Biotope	Anteil an Biotope mit mittlerer Naturnähe	Anteil naturferner Biotope	<b>Gesamte Natürlichkeit</b>
gering	hoch	hoch	<b>gering-mittel</b>

Anhang 15: Matrix zur Bewertung des Kriteriums „Eigenart“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 4 (vom Standort „Tankstelle mit dem Blick zum Gelände“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014)

Indikator 1	Indikator 2	Indikator 3	<b>Gesamte Eigenart</b>
gering-mittel	gering-mittel	gering	<b>gering-mittel</b>

Anhang 16: Matrix zur Bewertung des Indikators „Natürlichkeit“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 5 (vom Standort „Tankstelle mit dem Blick zur Arnstädter Straße“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014)

Anteil naturnaher Biotope	Anteil an Biotope mit mittlerer Naturnähe	Anteil naturferner Biotope	<b>Gesamte Natürlichkeit</b>
gering	hoch	hoch	<b>gering-mittel</b>

Anhang 17: Matrix zur Bewertung des Kriteriums „Eigenart“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 5 (vom Standort „Tankstelle mit dem Blick zur Arnstädter Straße“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014)

Indikator 1	Indikator 2	Indikator 3	<b>Gesamte Eigenart</b>
gering-mittel	gering-mittel	gering-mittel	<b>gering-mittel</b>

Anhang 18: Matrix zur Bewertung des Indikators „Natürlichkeit“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 6 (vom Standort „Eingang der Tankstelle“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014)

Anteil naturnaher Biotope	Anteil an Biotope mit mittlerer Naturnähe	Anteil naturferner Biotope	<b>Gesamte Natürlichkeit</b>
gering	hoch	hoch	<b>gering-mittel</b>

Anhang 19: Matrix zur Bewertung des Kriteriums „Eigenart“ des Landschaftsbildes im Sichtfeld 6 (vom Standort „Eingang der Tankstelle“ aus gesehen) in Anlehnung an die Methode der Bewertung nach Landschaftsrahmenplan Stade (2014)

Indikator 1	Indikator 2	Indikator 3	<b>Gesamte Eigenart</b>
gering-mittel	gering-mittel	gering-mittel	<b>gering-mittel</b>



Anhang 20: Horizontlinie bei der Modellanlage im Sichtfeld 1



Anhang 21: Horizontlinie bei der Modellanlage nach der Reduzierung der Höhe der Modellanlage im Sichtfeld 1

**Fotodokumentation bei der Ortsbesichtigung auf dem Versuchsgelände am Campus Leipziger Straße in der Fachhochschule Erfurt**



Anhang 22: Ackerfläche mit dem Feldweg (Fotoaufnahme, Thieu Quang Nguyen)

Datum, Uhrzeit: 19. Januar 2022, 14:09 Uhr



Anhang 23: Apfelanlage (Fotoaufnahme, Thieu Quang Nguyen)

Datum, Uhrzeit: 19. Januar 2022, 14:16 Uhr

## Fotodokumentation der Sichtfelder - Versuchsgelände am Campus Leipziger Straße in der Fachhochschule Erfurt



Anhang 24: Sichtfeld 1 (vom Standort „Lehrgebäude“ aus gesehen) (Fotoaufnahme, Thieu Quang Nguyen)

Datum, Uhrzeit: 19. Januar 2022, 14:38 Uhr

Koordinaten des Fotopunkts: 50,991884°N 11,054528°E



Anhang 25: Sichtfeld 2 (vom Standort „Heckenweg“ aus gesehen) (Fotoaufnahme, Thieu Quang Nguyen)

Datum, Uhrzeit: 19 Januar 2022, 13:45 Uhr

Koordinaten des Fotopunkts: 50,993527°N 11,055426°E



Anhang 26: Sichtfeld 3 (vom Standort „Galgenberg“ aus gesehen) (Fotoaufnahme, Thieu Quang Nguyen)

Datum, Uhrzeit: 13. Januar 2022, 15:13 Uhr

Koordinaten des Fotopunkts: 50,994201°N 11,060801°E

### Fotodokumentation bei der Ortsbesichtigung auf dem Gelände in Bösleben



Anhang 27: Arnstädter Straße mit der gegenüberliegenden Ackerfläche (Fotoaufnahme, Thieu Quang Nguyen)

Datum, Uhrzeit: 19 Januar 2022, 10:42 Uhr



Anhang 28: Teil-Gelände (Fotoaufnahme, Thieu Quang Nguyen)

Datum, Uhrzeit: 19. Januar 2022, 10:49 Uhr

**Fotodokumentation der Sichtfelder - Gelände in Bösleben**

Anhang 29: Sichtfeld 4 (vom Standort „Tankstelle mit dem Blick zum Gelände“ aus gesehen) (Fotoaufnahme, Thieu Quang Nguyen)

Datum, Uhrzeit: 19. Januar 2022, 09:56 Uhr

Koordinaten des Fotopunkts: 50,815110°N 11,064935°E



Anhang 30: Sichtfeld 5 (vom Standort „Tankstelle mit dem Blick zur Arnstädter Straße“ aus gesehen) (Fotoaufnahme, Thieu Quang Nguyen)

Datum, Uhrzeit: 19. Januar 2022, 09:51 Uhr

Koordinaten des Fotopunkts: 50,815172°N 11,064774°E



Anhang 31: Sichtfeld 6 (vom Standort „Eingang der Tankstelle“ aus gesehen)  
(Fotoaufnahme, Thieu Quang Nguyen)

Datum, Uhrzeit: 19. Januar 2022, 10:32 Uhr

Koordinaten des Fotopunkts: 50,815445°N 11,064800°E