



Mobile AR-Anwendung zur integrierten Visualisierung und Potenzialbewertung von Gebäude-Photovoltaik

Maximilian Deharde, Marius Poppel, Simon Burkard, Frank Fuchs-Kittowski

Gliederung

1. Einleitung
2. Anwendungsfälle
3. Anforderungen
4. Konzept
5. Implementierung
6. Zusammenfassung und Ausblick

Einleitung

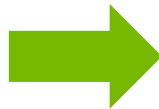
Motivation

- Der Ausbau von Photovoltaik (PV) ist nicht allein auf große Freiflächenanlagen beschränkt
- Neben diesen könnten zusätzlich **lokale Potenziale** ausgeschöpft werden, bspw. durch Nutzung von Flächen auf und an Gebäuden
- Hierzu existieren verschiedene Formen der **Gebäude-PV**:
 - Dach-Anlagen (Schrägdach, Flachdach)
 - Vorhängende Anlagen an Fassaden

Einleitung

Problemstellung

- Die **Planung und Potenzialanalyse** eines PV-Ausbaus benötigt Fachpersonal und/oder Fachanwendungen
 - Für Eigentümer:innen ist der PV-Ausbau an der eigenen Immobilie deshalb mit Unklarheiten (Kosten? Nutzen? Optik?) verbunden
- Möglichkeiten für die **Visualisierung** während der Gebäude-PV-Planung sind begrenzt
 - Für Planer:innen oder Mitarbeiter:innen in Denkmalschutzbehörden fehlt eine realitätsnahe Visualisierung der optischen Auswirkung aus relevanten Perspektiven



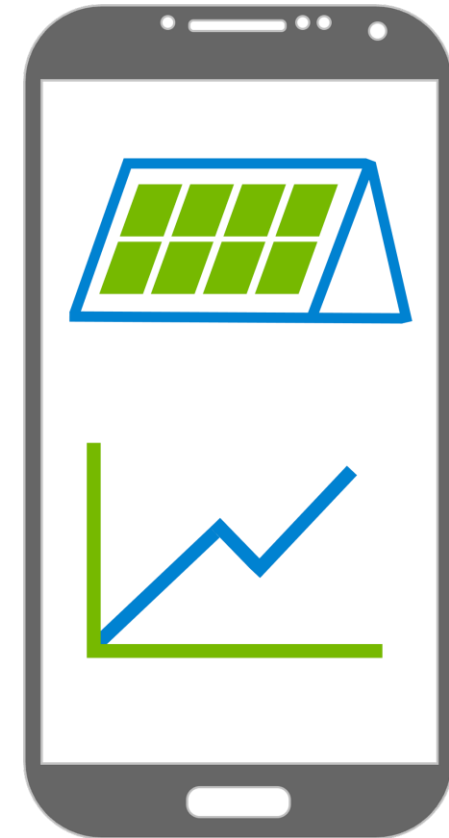
Es fehlen Werkzeuge, die eine Potenzialabschätzung von Gebäude-PV für Laien zugänglich machen und gleichzeitig die realitätsnahe Visualisierung der Module ermöglichen!



Einleitung

Ziele und Zielgruppen

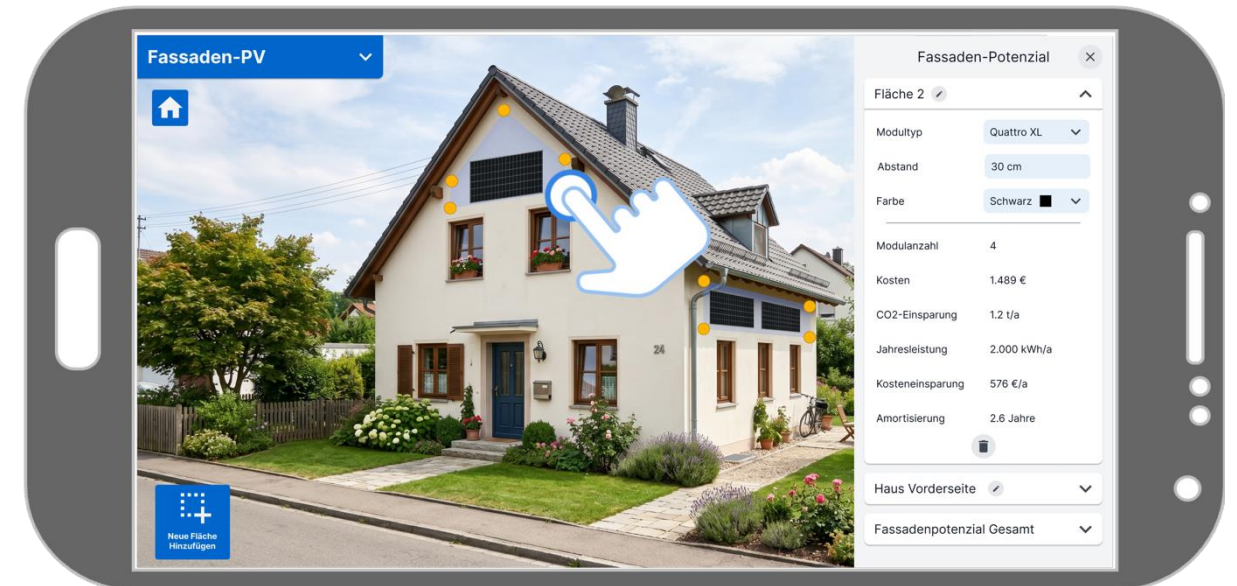
- Umsetzung von **Planung, Potenzialanalyse und Visualisierung** in einer **mobilen AR-Anwendung**
- Diese soll Bewertung von Gebäude-PV noch während der Planungsphase ermöglichen
 - Realitätsnahe und planungsgetreue **Visualisierung** mithilfe von AR
 - Niedrigschwellige, ortsspezifische **Potenzialanalyse** mit sinnvollen Kennzahlen:
 - Technisch (erwarteter Stromertrag)
 - Ökonomisch (Kosten, erwartete Amortisierungsdauer)
 - Ökologisch (CO₂-Einsparung im Vergleich zu fossilen Energiequellen)
- Unterstützung von zwei Haupt-Zielgruppen:
 - **Eigentümer:innen** bei der PV-Planung an der eigenen Immobilie
 - **Planer:innen**, bspw. innerhalb von Behörden, bei der Abstimmung von Denkmalschutzanforderungen



Anwendungsfall 1

Fassaden-PV

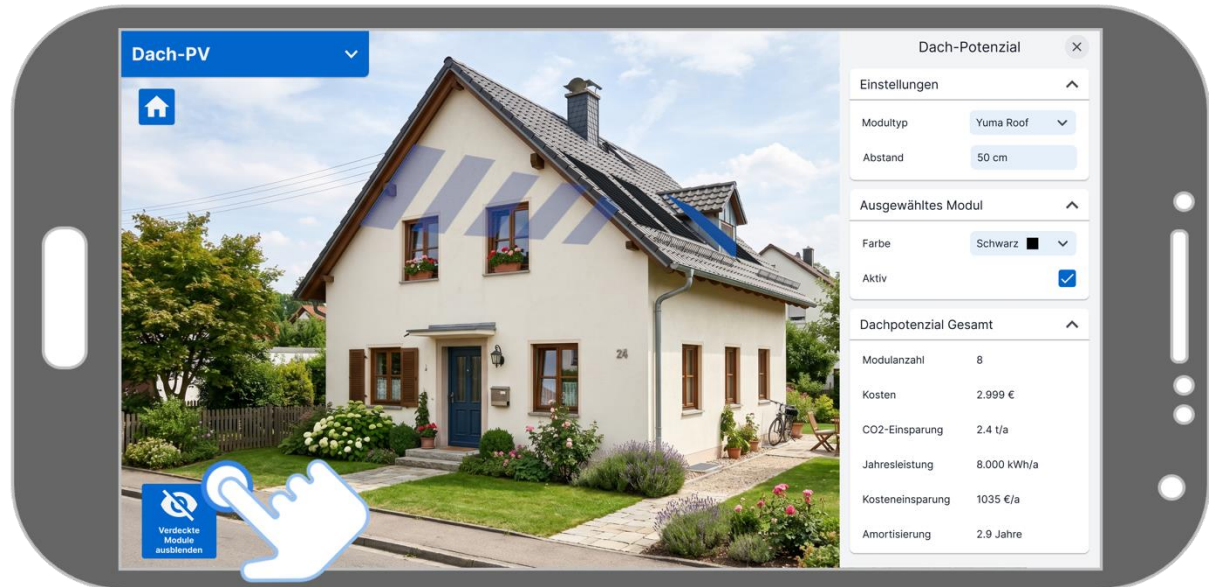
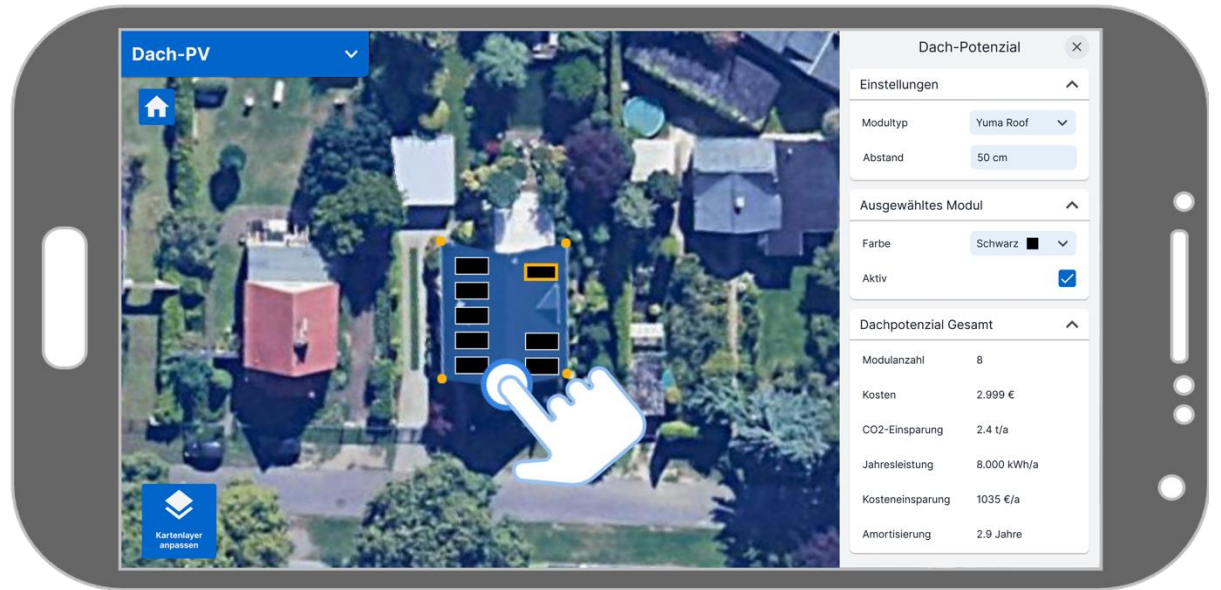
- **Visualisierung:**
 - Automatische Fassadenerkennung und manuelle Flächenmarkierung in AR
 - Flächenspezifische Belegung durch die Anwendung, Anpassung durch Parameterwahl
 - Darstellung von 3D-Modellen in AR
- **Potenzialanalyse:**
 - In Echtzeit auf Basis der aktuellen Planung, mit fassadenspezifischen Parametern
- **Nutzen:**
 - Eigenständige, initiale Planung und optische Bewertung durch Laien möglich
 - Fundierte Grundlage durch kombinierte Gestaltungs- und Potenzialdaten



Anwendungsfall 2

Schrägdach-PV

- **Visualisierung:**
 - Darstellung in AR mit 3D-Modellen der Module, passend zu einer automatisch generierten Planung
 - Berücksichtigung der Dachgeometrien (Verdeckung)
 - Zusätzliche Sichtbarkeitsanalyse möglich
- **Potenzialanalyse:**
 - Erweiterung um schrägdachspezifische Parameter
- **Nutzen:**
 - Transparente und visuell nachvollziehbare Entscheidungsgrundlage für Denkmalschutzbehörden und Planende



Anwendungsfall 3

Flachdach-PV

■ Visualisierung:

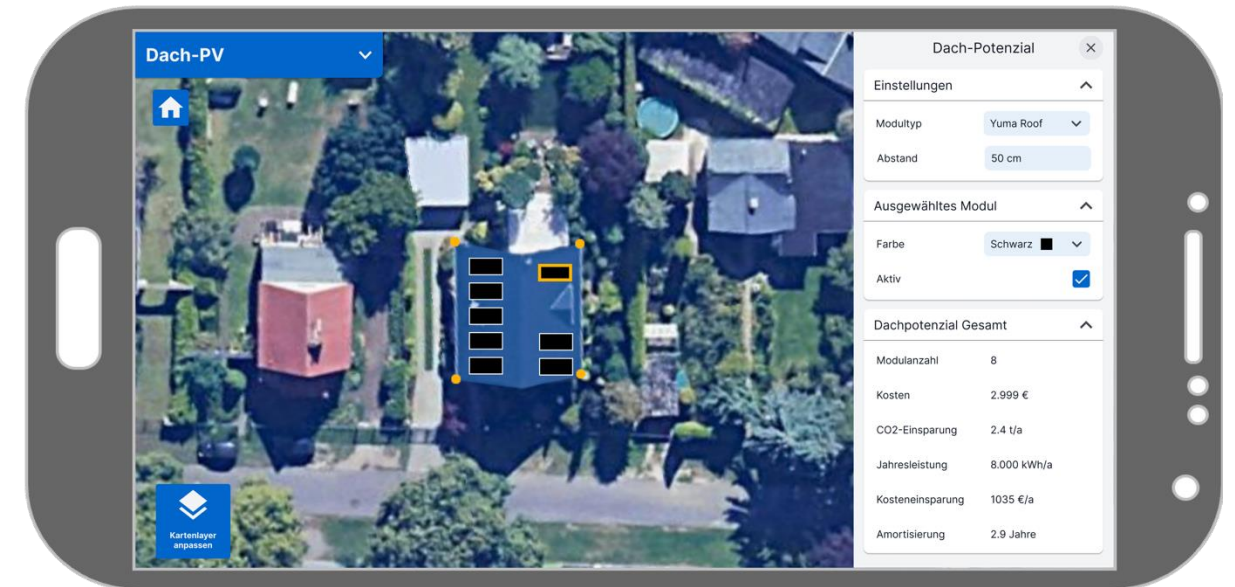
- Auf 2D-Karte (ohne AR)
- Nach Gebäudeauswahl und automatischer Ermittlung der Modulbelegung: Darstellung als Overlay
- Einblendung zusätzlicher Umwelt- und Planungsinformationen

■ Potenzialanalyse:

- Erweiterung um flachdachspezifische Parameter

■ Nutzen:

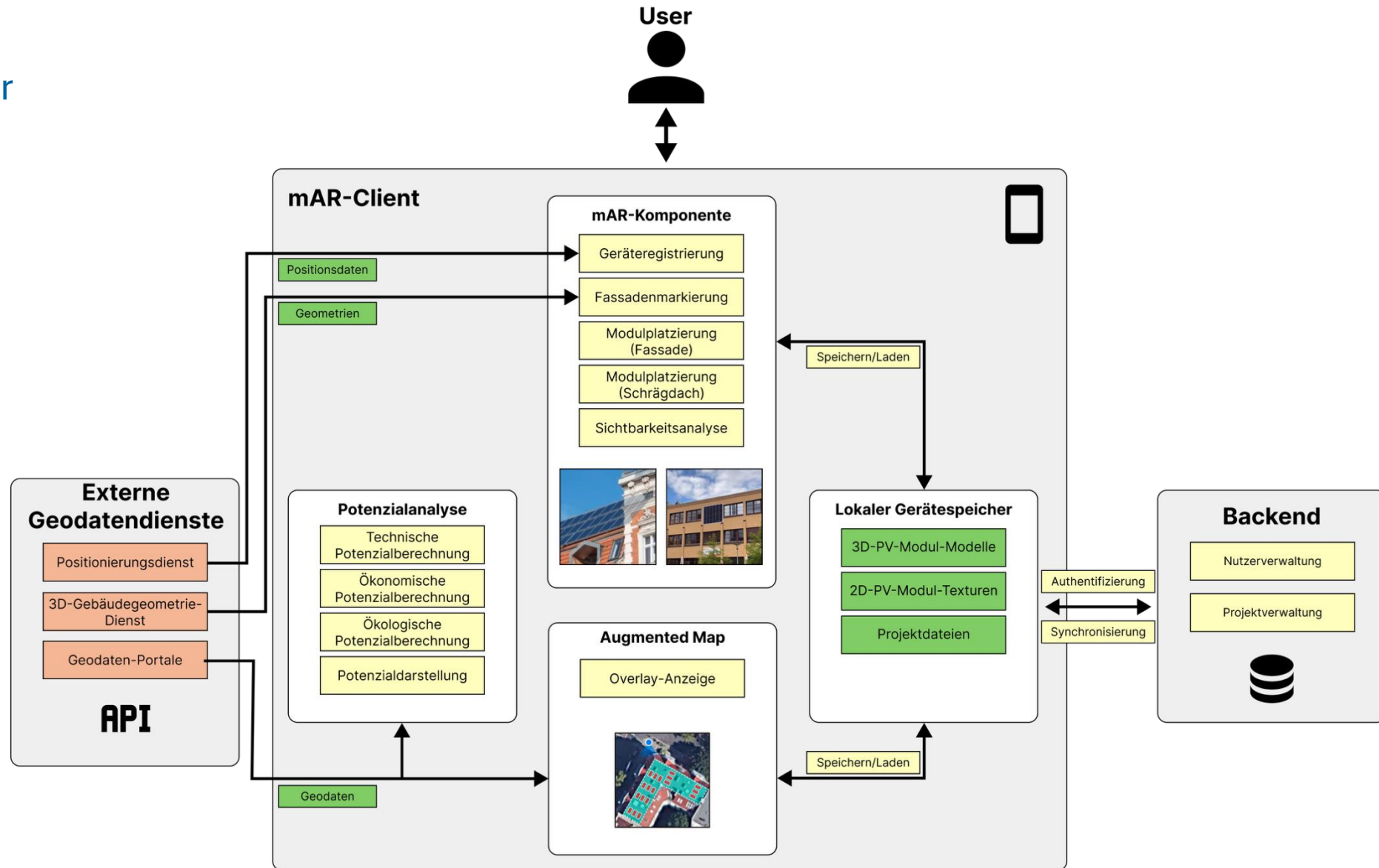
- Eigenständige, initiale Planung durch Laien möglich
- Integration von Planungs- und Umweltdaten reduzieren Aufwand und verbessern die Planung



Anforderungen

- **Visualisierung** von Anlagen sowohl als
 - 3D-Modell in AR (**AF1 & AF2**)
 - 2D-Overlay auf einer Karte (**AF2 & AF3**)
- **Potenzialberechnung** von Planungen unter Berücksichtigung von spezifischen Parametern
- Erfassung der **Gebäudegeometrie** (Fassade und Dach inkl. Formdetails)
- **Georegistrierung** des mobilen Endgeräts zur planungsgetreuen Platzierung von Inhalten in AR
- Ermittlung von optimierten **Belegungsplänen** für Flächen am Gebäude
- Einblenden von **Umwelt- und Planungsinformationen**
- **Speichern, Laden, Import, Export** von Projekten

Konzept Architektur



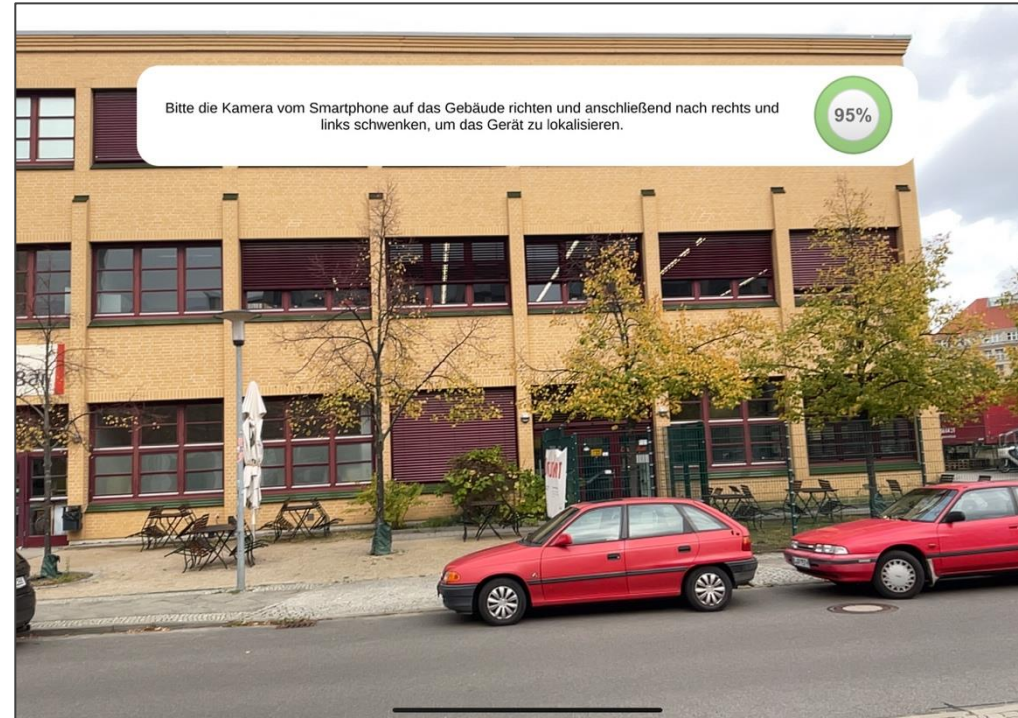
Implementierung

Übersicht

Komponente	Funktion	Implementierung
AR-Grundfunktionen	Plattformübergreifendes AR, Geräte-Tracking, AR-Ankermanagement	Unity3D & ARFoundation
Globale Georegistrierung	Visuelle Geopositionsbestimmung über Kamerabildstrom	Google Geospatial API
3D-Gebäudemodelle	3D-Meshes der umliegenden Gebäude	Google Streetscape Geometry API
Dach-PV-Planung	Automatische Generierung von Dach-PV-Belegungsplänen, Potenzialanalyse, Solareinstahlung	Google Solar API
Kartendarstellung	Darstellung einer Satellitenkarte mit Overlays	Mapbox

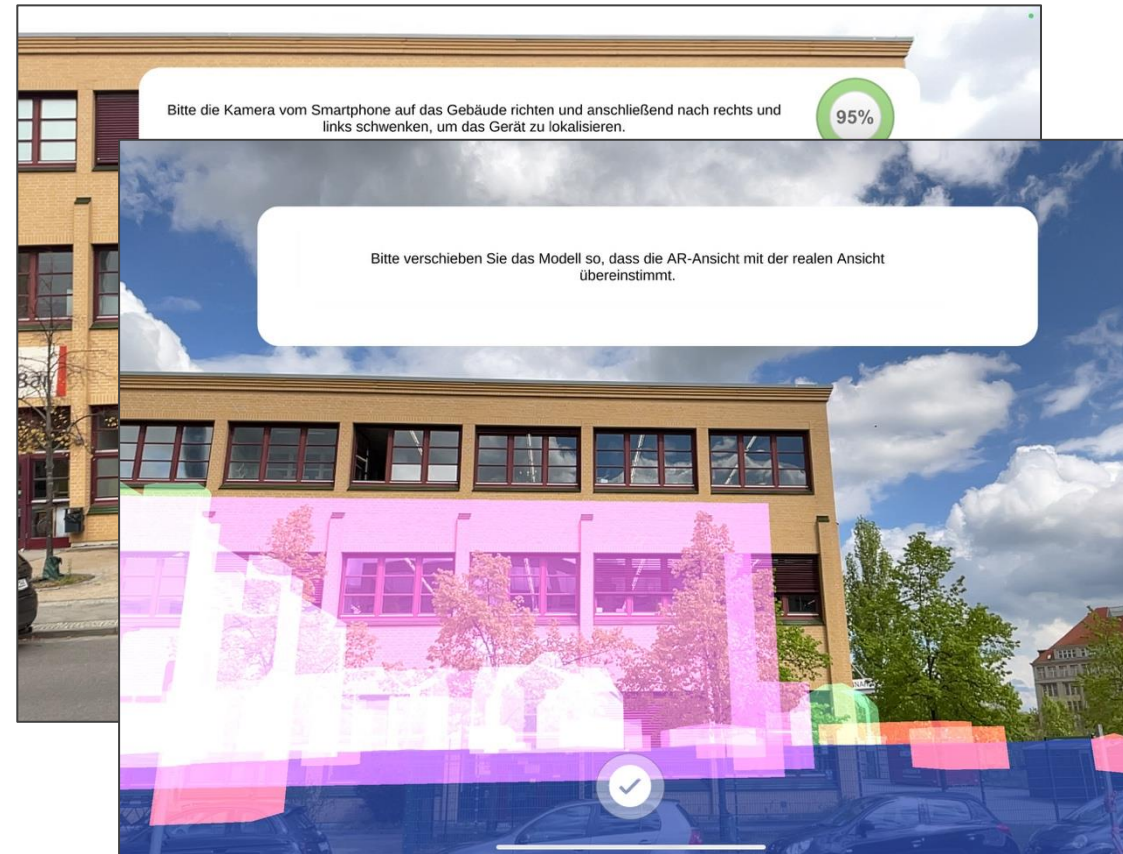
Implementierung Fassaden-PV

- **Geospatial API** ermöglicht präzise Georegistrierung, sofern Street View Daten verfügbar sind
 - Fehler können durch manuelle Anpassung korrigiert werden
- Nach Registrierung können Gebäudegeometrien über die **Streetscape Geometry API** abgerufen werden
 - Diese liefern Grundlage für die Platzierung von Fassaden-PV
- Prototypische Implementierung der Modulplatzierung und Potenzialanalyse



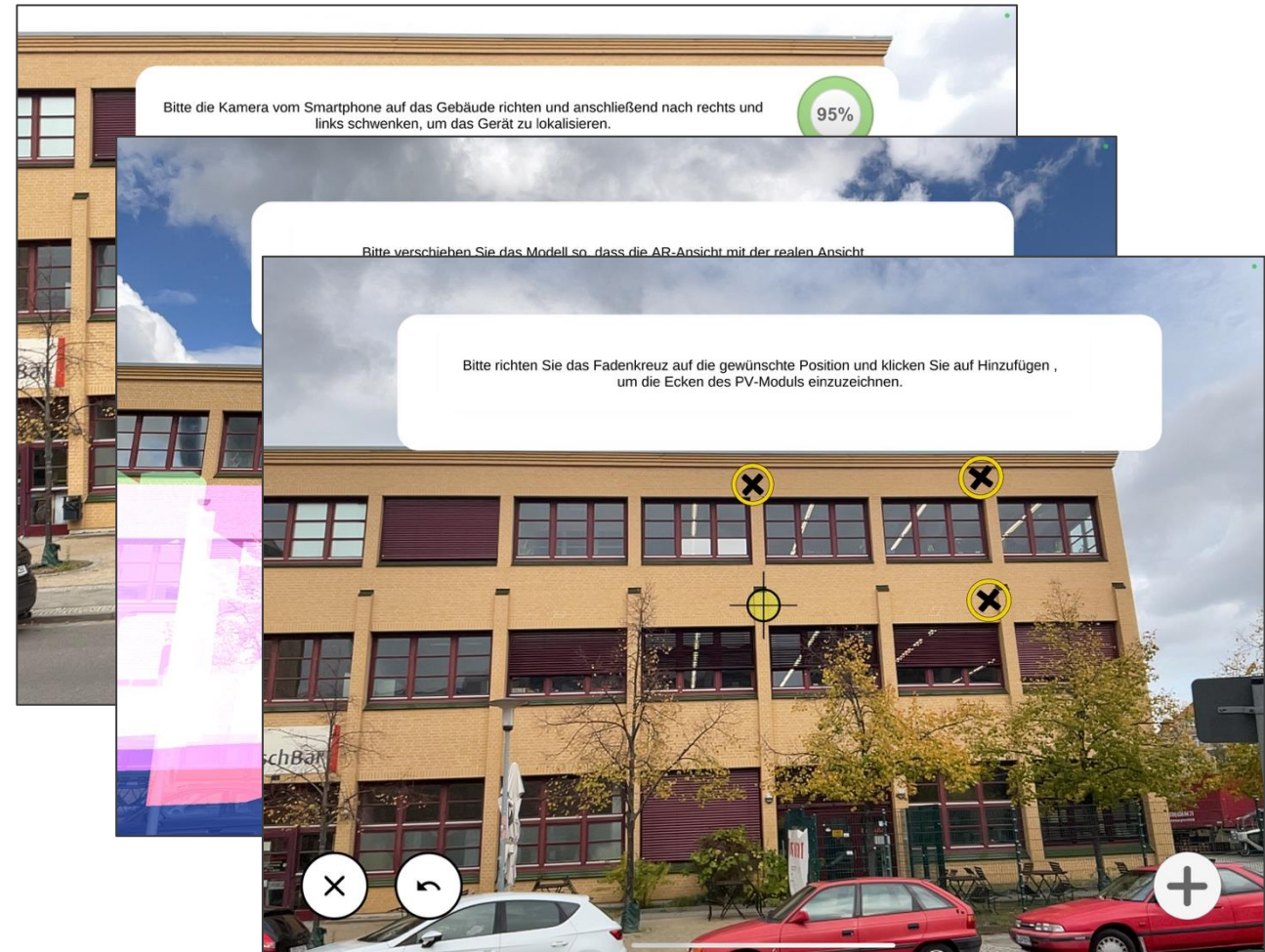
Implementierung Fassaden-PV

- **Geospatial API** ermöglicht präzise Georegistrierung, sofern Street View Daten verfügbar sind
 - Fehler können durch manuelle Anpassung korrigiert werden
- Nach Registrierung können Gebäudegeometrien über die **Streetscape Geometry API** abgerufen werden
 - Diese liefern Grundlage für die Platzierung von Fassaden-PV
- Prototypische Implementierung der Modulplatzierung und Potenzialanalyse



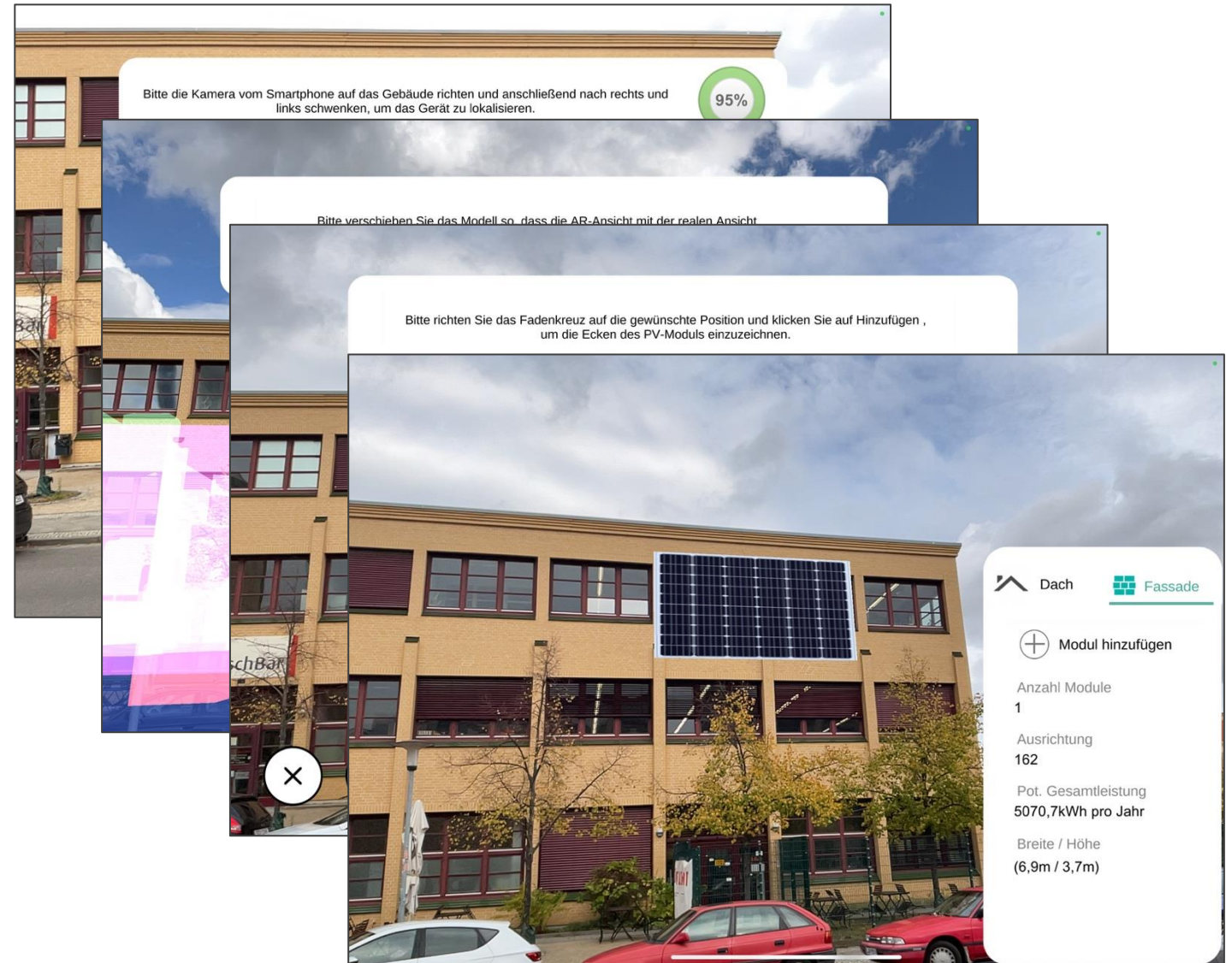
Implementierung Fassaden-PV

- **Geospatial API** ermöglicht präzise Georegistrierung, sofern Street View Daten verfügbar sind
 - Fehler können durch manuelle Anpassung korrigiert werden
- Nach Registrierung können Gebäudegeometrien über die **Streetscape Geometry API** abgerufen werden
 - Diese liefern Grundlage für die Platzierung von Fassaden-PV
- Prototypische Implementierung der Modulplatzierung und Potenzialanalyse



Implementierung Fassaden-PV

- **Geospatial API** ermöglicht präzise Georegistrierung, sofern Street View Daten verfügbar sind
 - Fehler können durch manuelle Anpassung korrigiert werden
- Nach Registrierung können Gebäudegeometrien über die **Streetscape Geometry API** abgerufen werden
 - Diese liefern Grundlage für die Platzierung von Fassaden-PV
- Prototypische Implementierung der Modulplatzierung und Potenzialanalyse



Implementierung

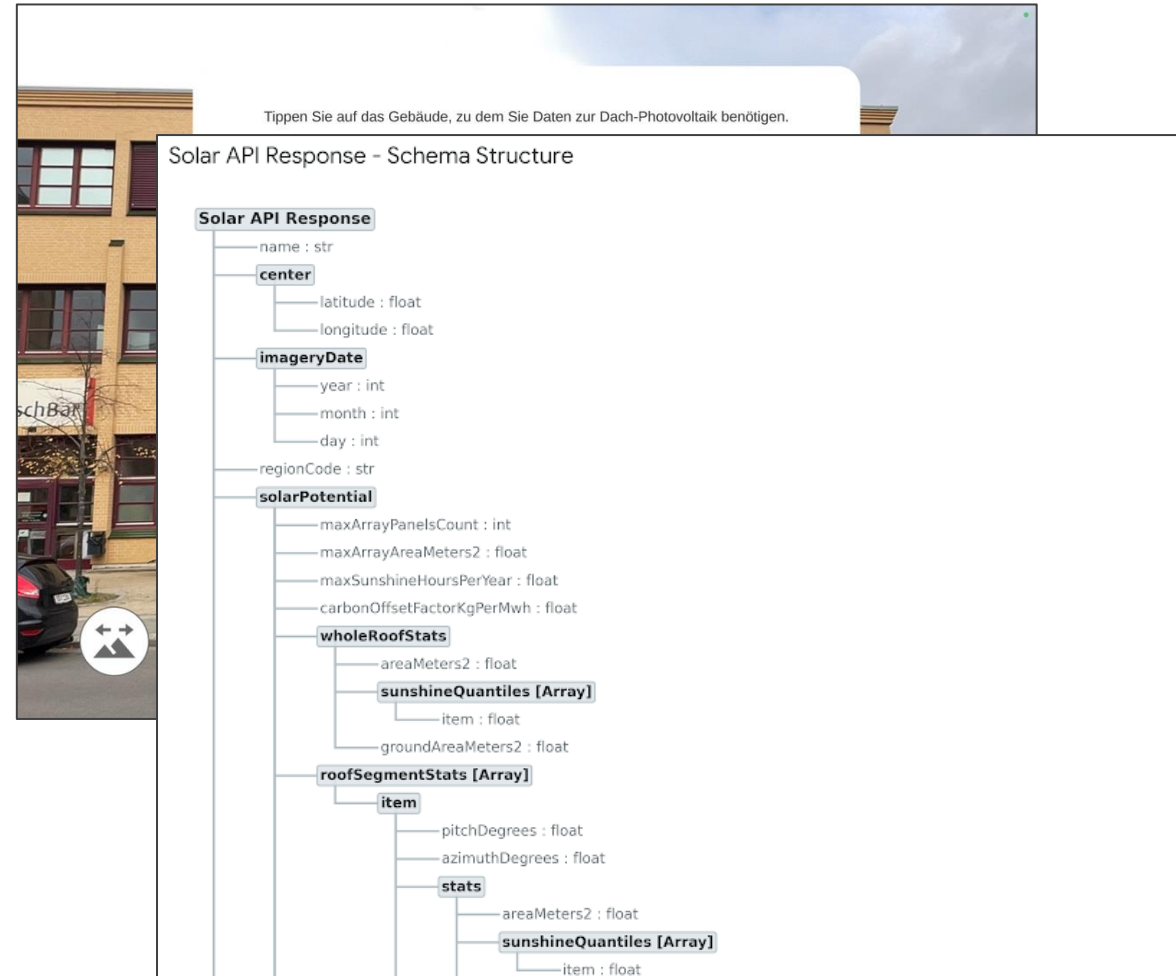
Dach-PV

- Gebäudeauswahl direkt in AR mithilfe der Georegistrierung und der 3D-Gebäudegeometrien
- Anschließende Abfrage der **Solar API** für die gewählte Geoposition
- Solar API generiert:
 - **Belegungspläne** für das Dach, wobei auf Satellitenbildern erkennbare Details berücksichtigt werden
 - Das technische und ökonomische **Potenzial** jedes Moduls
- **Schrägdach-Module** können durch die Dach-Segment-Neigung erkannt und in AR visualisiert werden



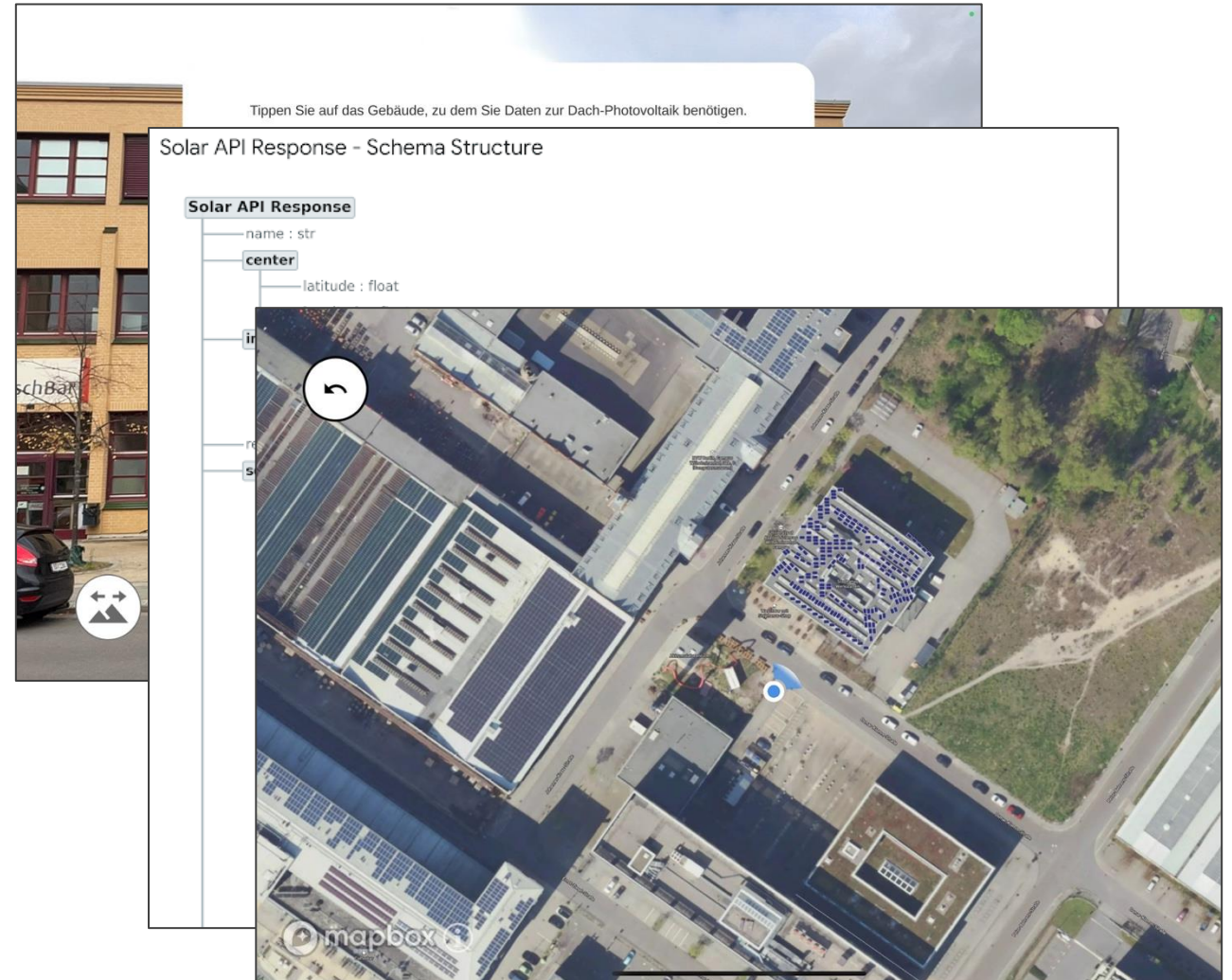
Implementierung Dach-PV

- Gebäudeauswahl direkt in AR mithilfe der Georegistrierung und der 3D-Gebäudegeometrien
- Anschließende Abfrage der **Solar API** für die gewählte Geoposition
- Solar API generiert:
 - **Belegungspläne** für das Dach, wobei auf Satellitenbildern erkennbare Details berücksichtigt werden
 - Das technische und ökonomische **Potenzial** jedes Moduls
- **Schrägdach-Module** können durch die Dach-Segment-Neigung erkannt und in AR visualisiert werden



Implementierung Dach-PV

- Gebäudeauswahl direkt in AR mithilfe der Georegistrierung und der 3D-Gebäudegeometrien
- Anschließende Abfrage der **Solar API** für die gewählte Geoposition
- Solar API generiert:
 - **Belegungspläne** für das Dach, wobei auf Satellitenbildern erkennbare Details berücksichtigt werden
 - Das technische und ökonomische **Potenzial** jedes Moduls
- **Schrägdach-Module** können durch die Dach-Segment-Neigung erkannt und in AR visualisiert werden



- **Drei spezifische Gebäude-PV-Anwendungsfälle** identifiziert (Fassade, Schräg- und Flachdach)
- **Konzept** der mAR-Anwendung entwickelt, die es ermöglicht,
 - eine Gebäude-PV-Planung, auch für Laien, durchzuführen,
 - das zukünftige Erscheinungsbild (Denkmalschutz, Stadtbild) zu bewerten,
 - und das energetische Potenzial (technisch, ökonomisch, ökologisch) des Gebäudes einzuschätzen.
- **Prototypische Implementierung** nutzt sowohl mAR-Technologien als auch externe Dienste, um nötige Anforderungen umzusetzen

- Verbesserung der eigenen **Berechnungsmethode** des PV-Potenzials
- Ausweitung der **Parameterisierung** (konkrete Modultypen inkl. 3D-Modell statt vereinfachter Methode, Unterkonstruktionen, Farbvarianten)
- **Usability-Studien** mit Denkmalschutzbehörden, Planungsbüros und Bürger:innen
- **Standardisierung von Schnittstellen** zur Wiederverwendung in bzw. Integration von Daten aus kommunalen Umweltinformationssystemen

Kontakt

Maximilian Deharde
Maximilian.Deharde@HTW-Berlin.de

Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
Wilhelminenhofstraße 75A
12459 Berlin

