



Intelligente Zuwegungsplanung für optimale Logistik


Forschungsprojekt M.O.S.S. & CWD

Thorsten Reichartz

33. Windenergietage

13.11.2025, Potsdam

Ausgewählte bisherige und laufende Arbeiten

 Übersicht aller CWD-Projekte



Forschungsgondel



Prototypentest



Zertifizierung

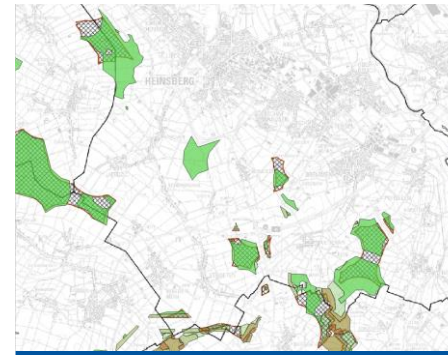
WEA-Lagerzentrum.NRW



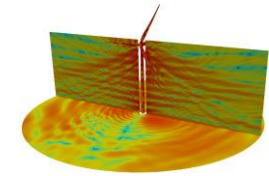
Windpark-Optimierung



Hybridpark-Optimierung



Potenzialanalysen

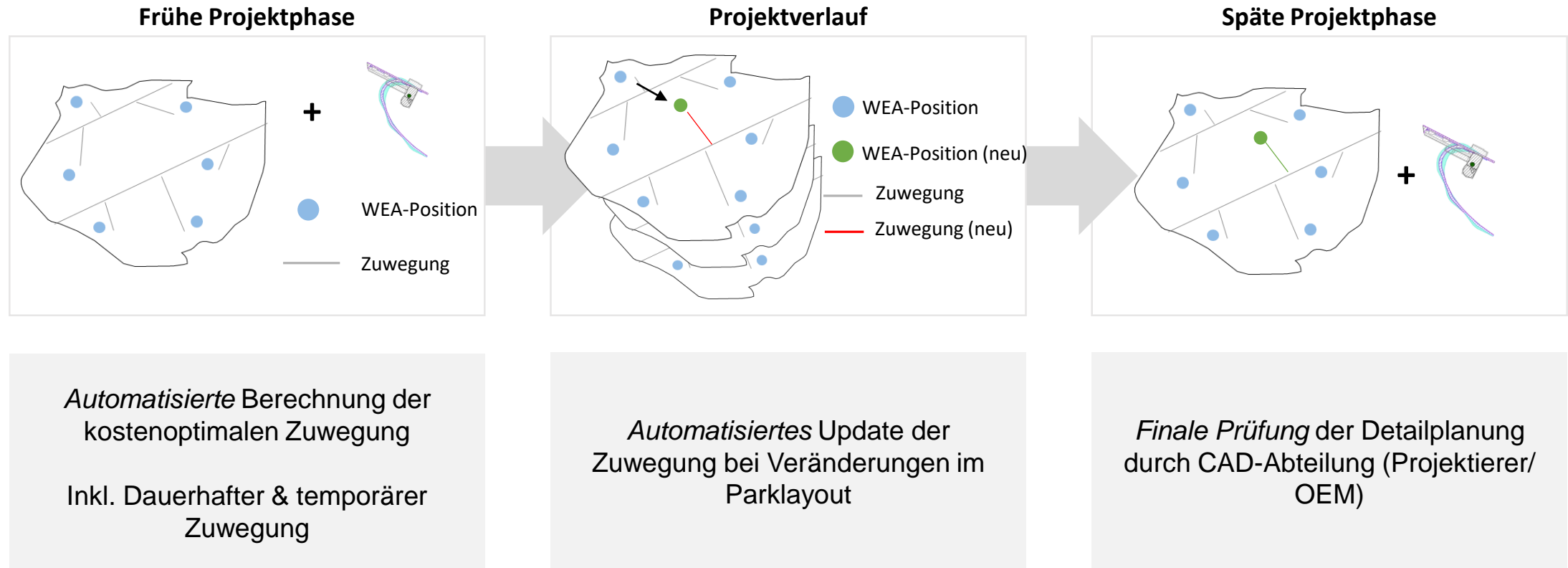


Akustik

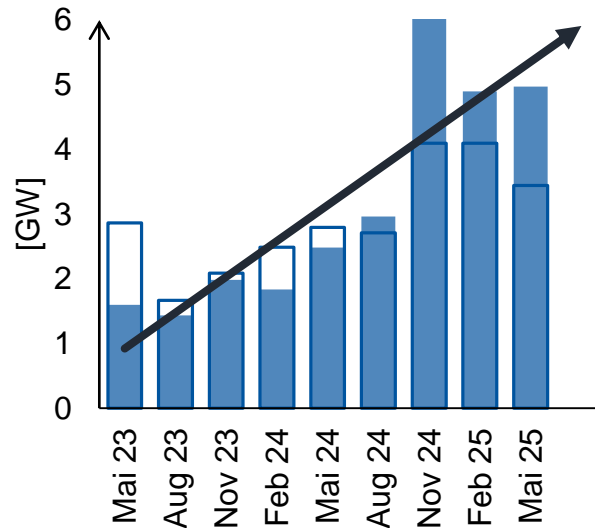
Energiesystemanalyse

Akzeptanz

Stakeholder

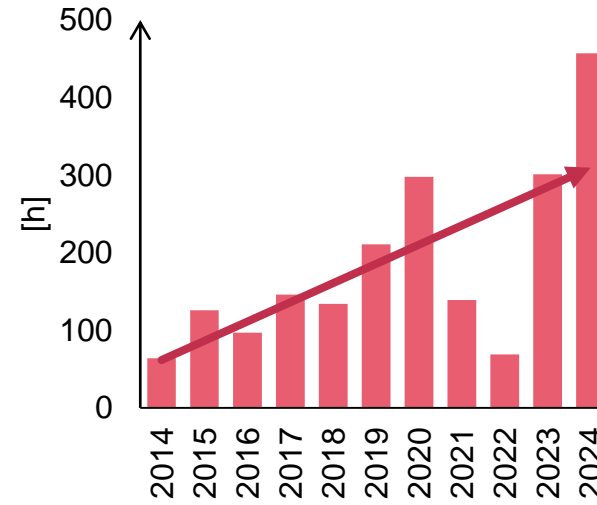


Konkurrenzdruck



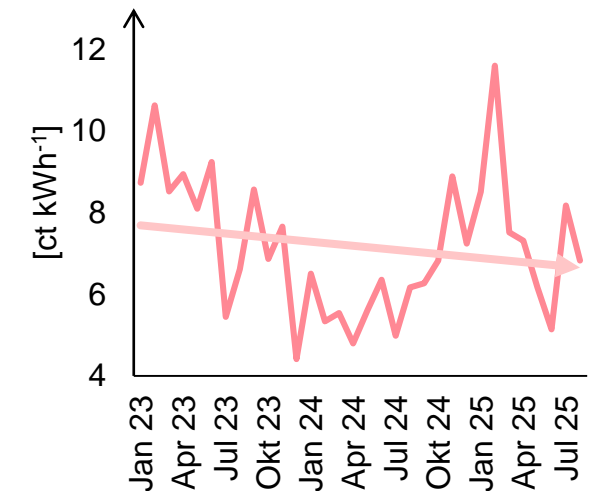
- Überzeichnung der EEG-Ausschreibungsmenge
- Sinkende Zuschlagswerte ^[1]

Negative Strompreise



- Ausfall der EEG-Vergütung bei negativen Strompreisen ^[2]

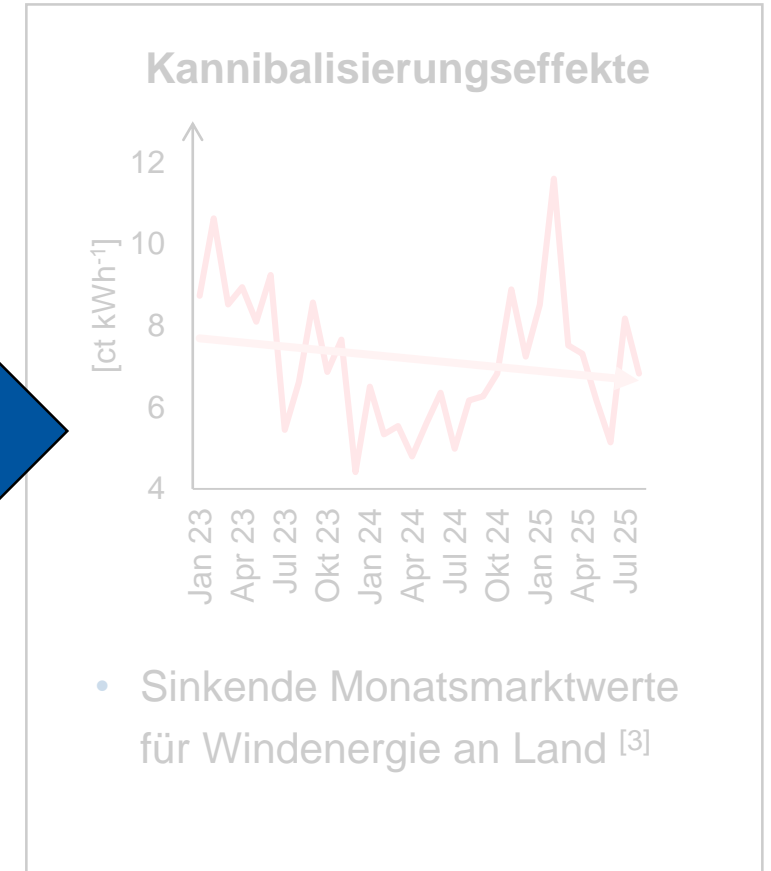
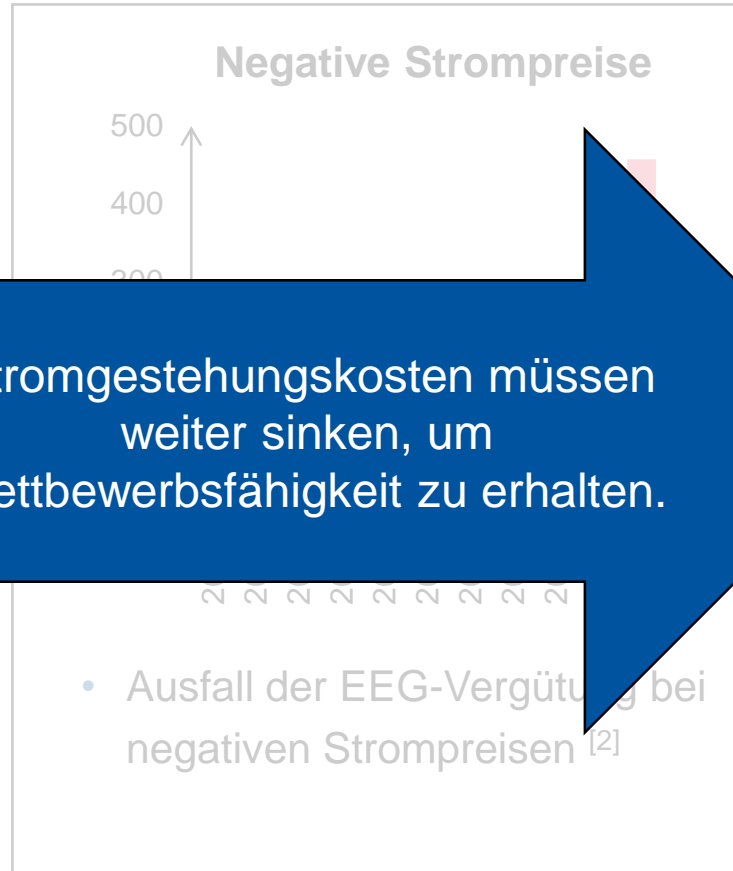
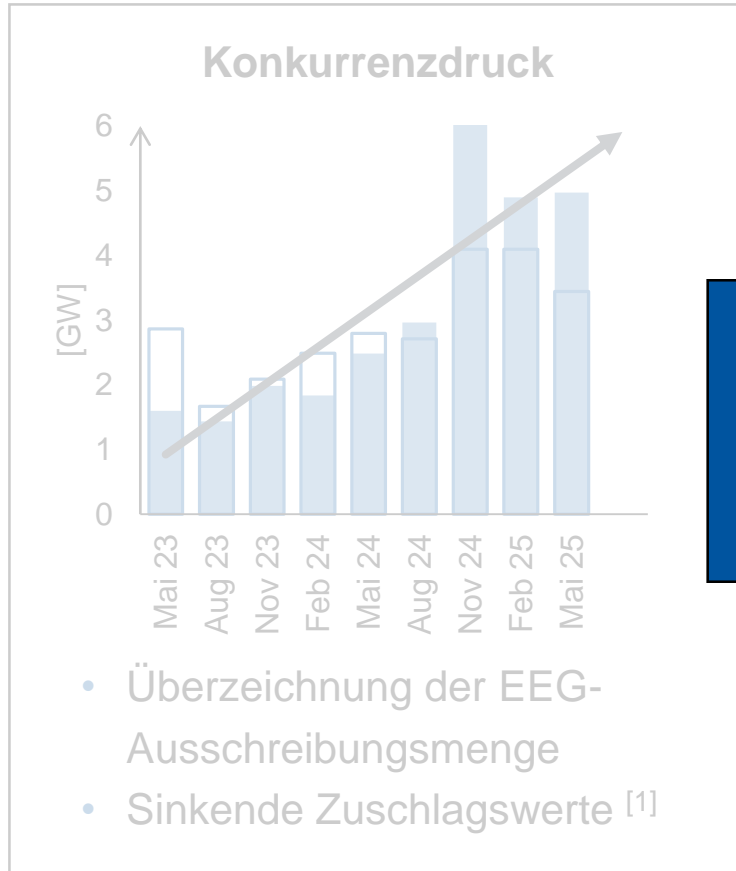
Kannibalisierungseffekte



- Sinkende Monatsmarktwerte für Windenergie an Land ^[3]

Erneuerbare Energieerzeuger

Ein Blick auf den Status Quo



Windparkoptimierung

Maximierung des Energieertrags bei Minimierung der Stromgestehungskosten

Anforderungen

Abstandsregeln zu Wohngebieten	Schallimmission
Artenschutz	Schattenwurf
ggf. Höhenbeschränkungen für Anlagen	Weiche Anforderungen für lokale Akzeptanz

Zielfunktion

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{AEP_t}{(1+r)^t}}$$

↓ AEP ↑

Freiheitsgrade

Anlagenanzahl	Parkverkabelung
Anlagenposition	Straßenzuwegungen
Anlagenkonfiguration	...

Windparkoptimierung

Anforderungen

Abstandsregeln zu Wohngebieten

Schallimmission

Artenschutz

ggf. Höhenbeschränkungen für Anlagen

Anlagenpositionierung

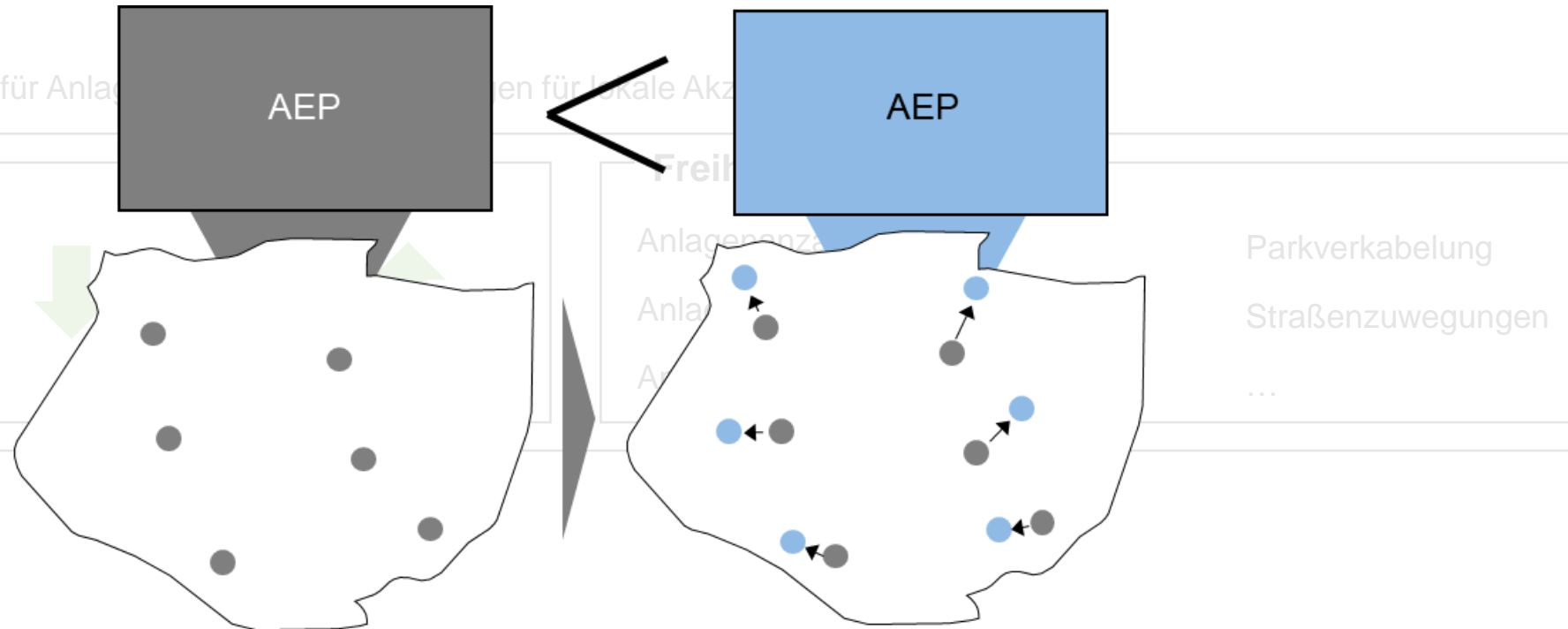
AEP

AEP

Zielfunktion

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{AEP_t}{(1+r)^t}}$$

Optimierung



Particle swarm optimization

t = Jahr

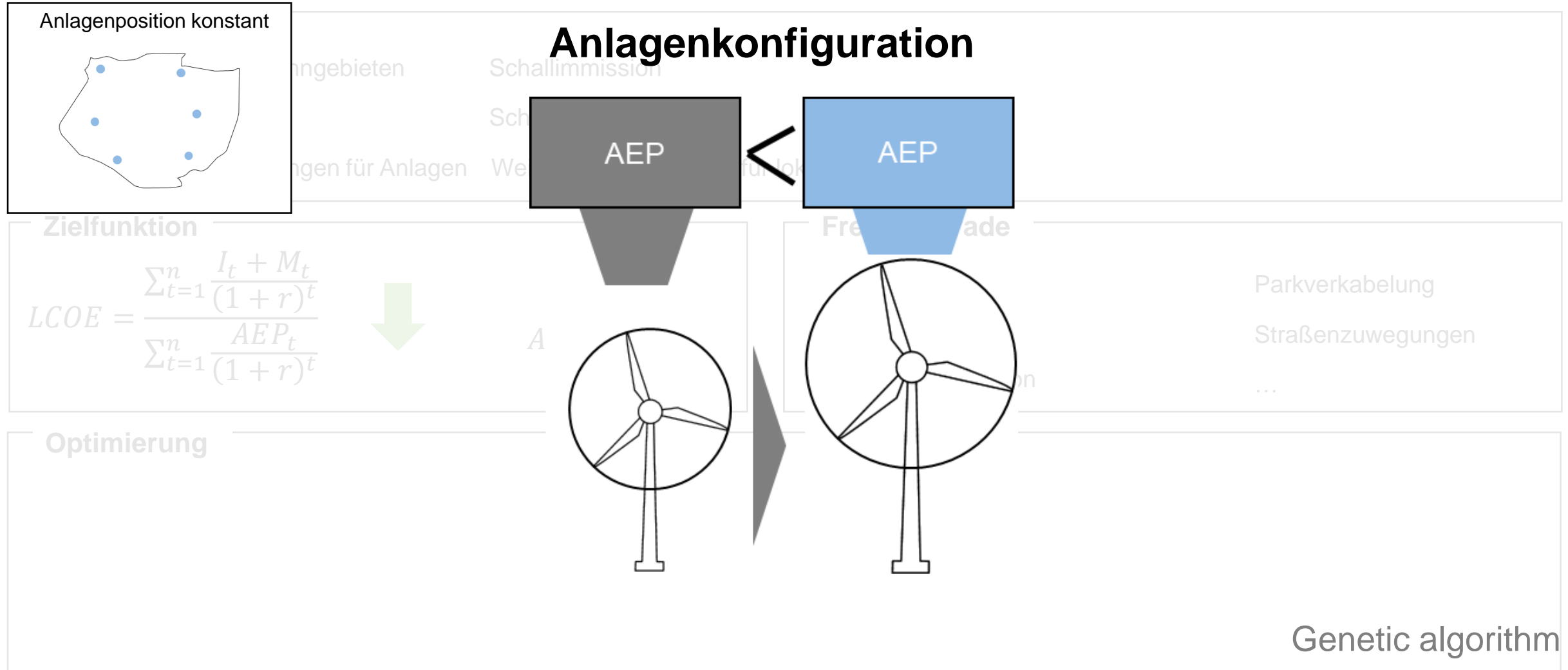
M = Betrieb und Wartung

n = Lebensdauer

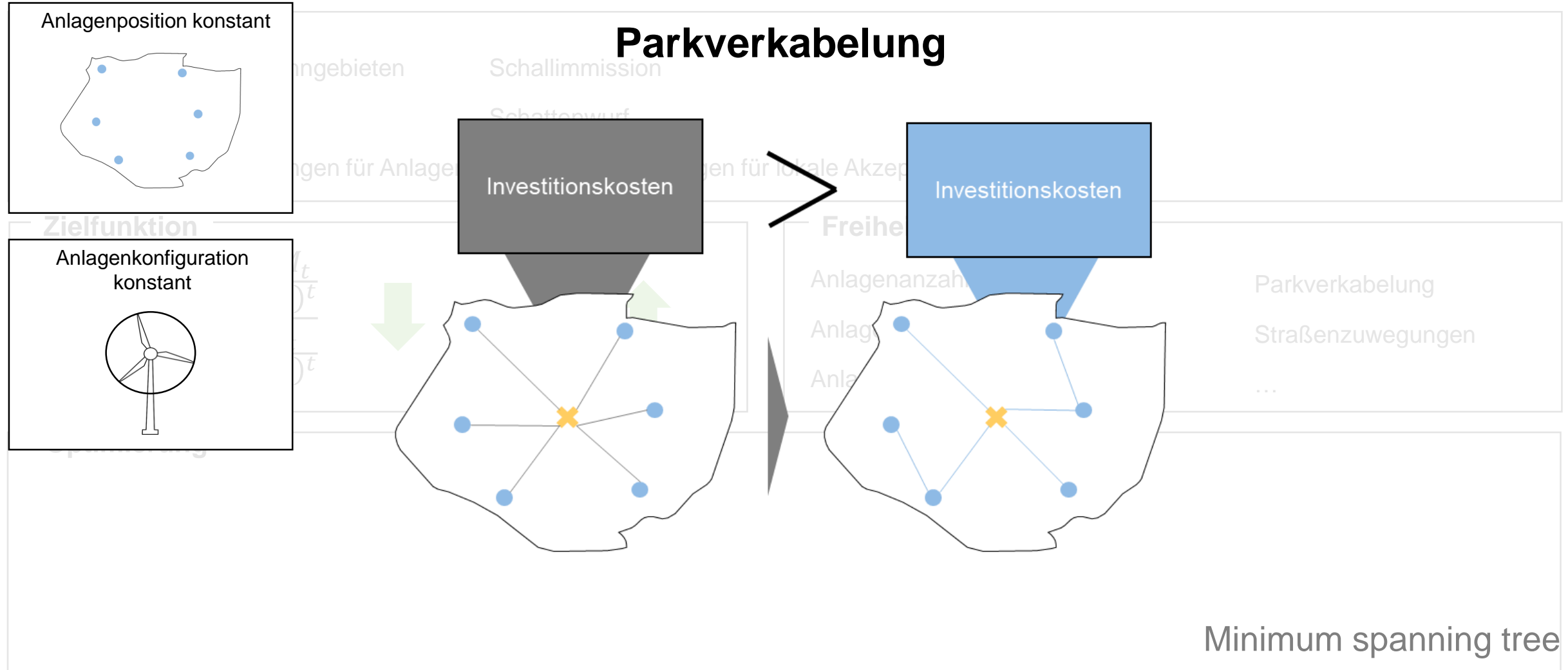
AEP = Jährlicher Energieertrag

r = Abzinsungssatz I = Investment

Windparkoptimierung



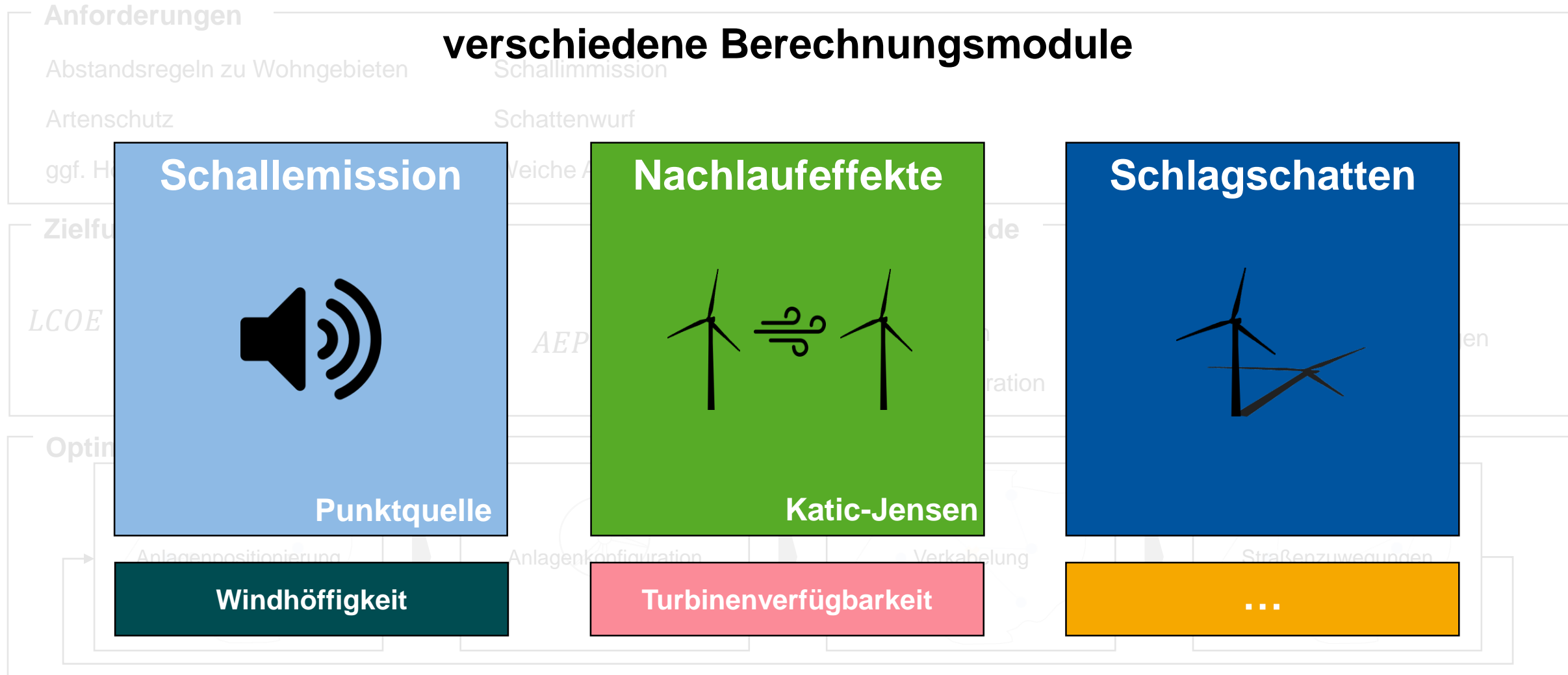
Windparkoptimierung



Windparkoptimierung

Maximierung des Energieertrags bei Minimierung der Stromgestehungskosten

verschiedene Berechnungsmodule



Windparkoptimierung

Maximierung des Energieertrags bei Minimierung der Stromgestehungskosten

Anforderungen

Abstandsregeln zu Wohngebieten Schallimmission
Artenschutz Schattenwurf
ggf. Höhenbeschränkungen für Anlagen Weiche Anforderungen für lokale Akzeptanz

Zielfunktion

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{AEP_t}{(1+r)^t}}$$

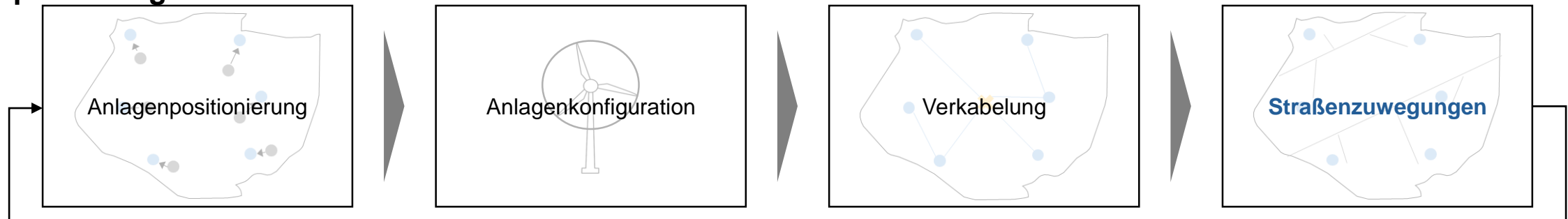
↓ ↑

AEP

Freiheitsgrade

Anlagenanzahl Parkverkabelung
Anlagenposition **Straßenzuwegungen**
Anlagenkonfiguration ...

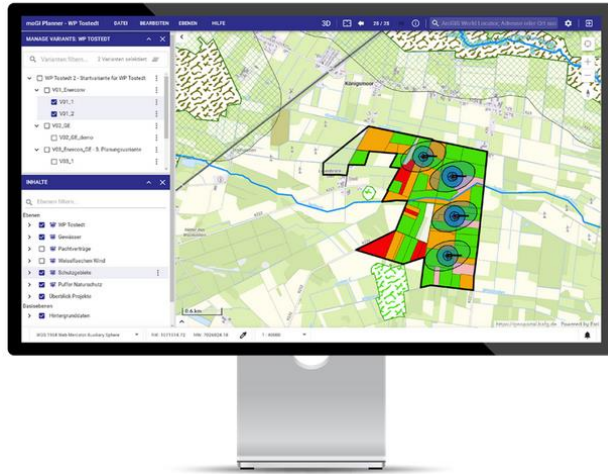
Optimierung



Automatisierte Windpark-Zuwegungsplanung

Input und Ziel

moGI Planner



- Turbinenposition
- Anlagenspezifikation
(Rotordurchmesser, Nabenhöhe, ...)
- Liegenschaftsinformationen
(gesichert, nicht gesichert)



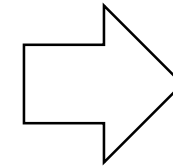
weitere Daten



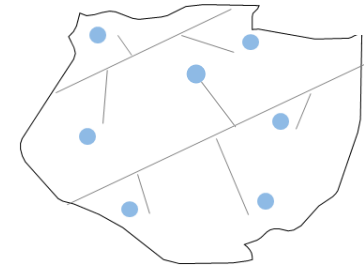
- Geodaten
 - Verfügbare Straßen
 - Hindernisse
 - Geländemodelle
 - Bodenbeschaffenheit



- Kosteninformationen
 - Pachtzahlungen
 - Straßenbaukosten
(Neubau, bauliche
Ertüchtigung)
 - Rodung...



Ziel

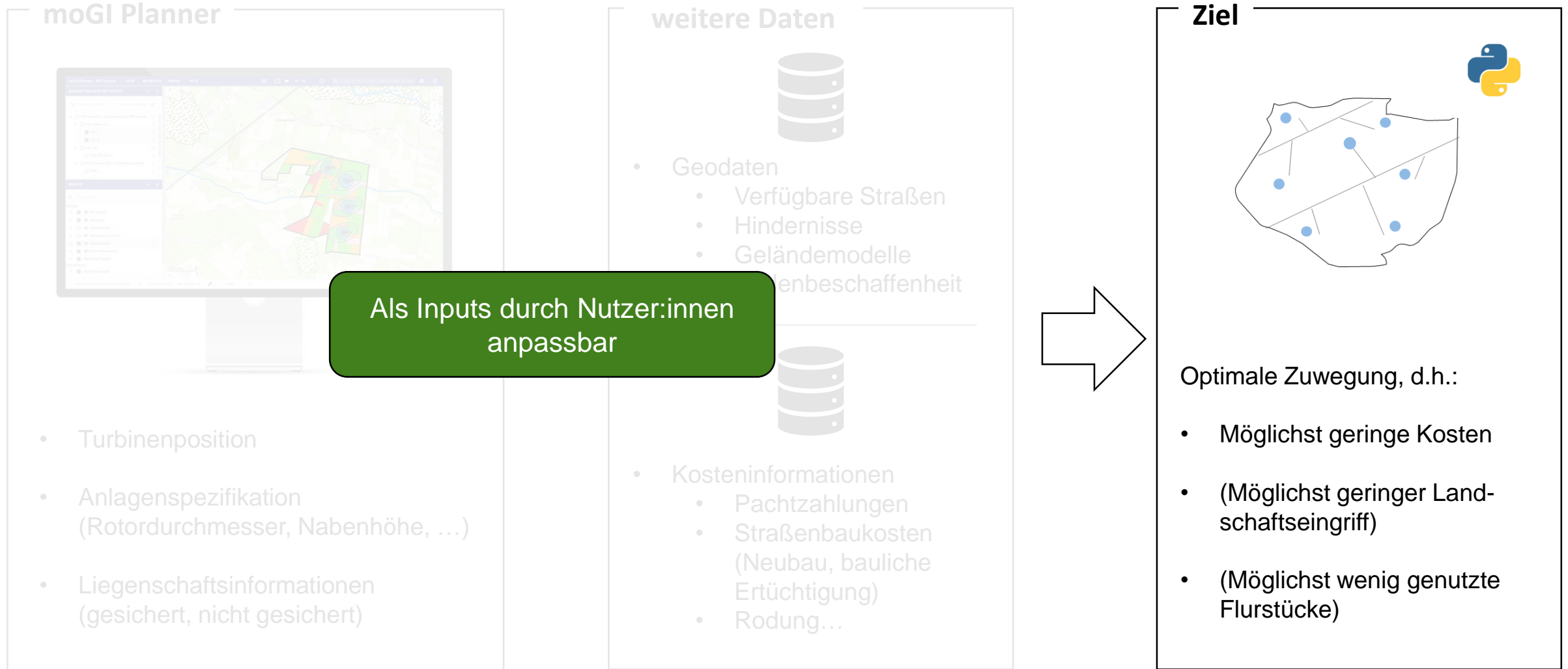


Optimale Zuwegung, d.h.:

- Möglichst geringe Kosten
- (Möglichst geringer Landschaftseingriff)
- (Möglichst wenig genutzte Flurstücke)

Automatisierte Windpark-Zuwegungsplanung

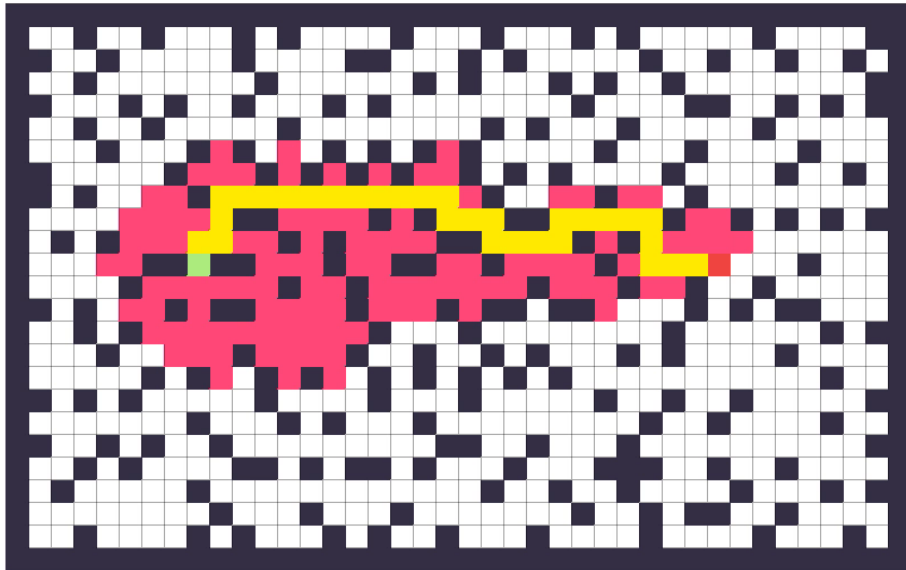
Input und Ziel



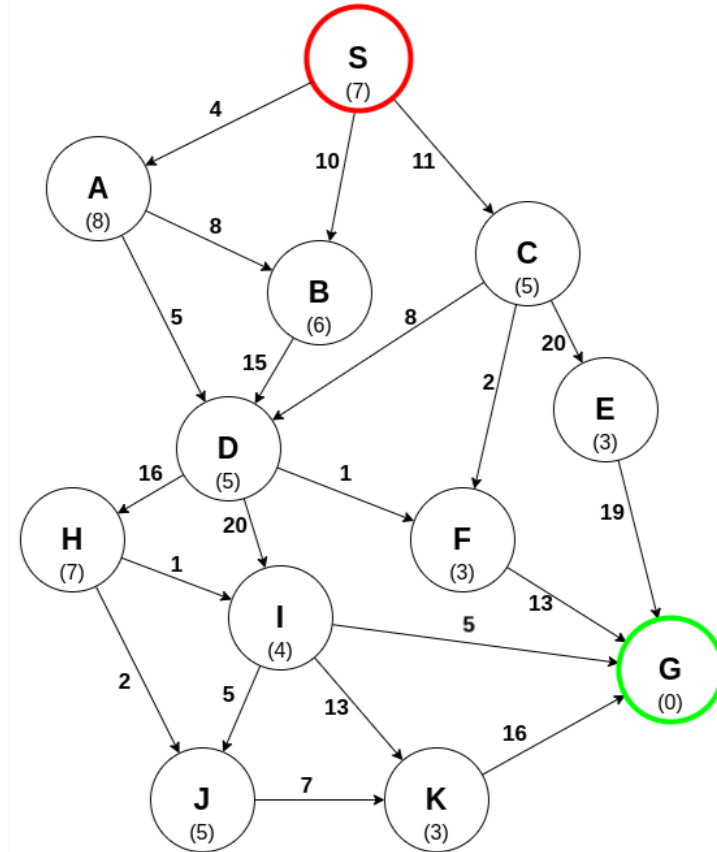
Automatisierte Windpark-Zuwegungsplanung

Funktionsweise – beispielhaft erklärt anhand des A* Algorithmus

A*

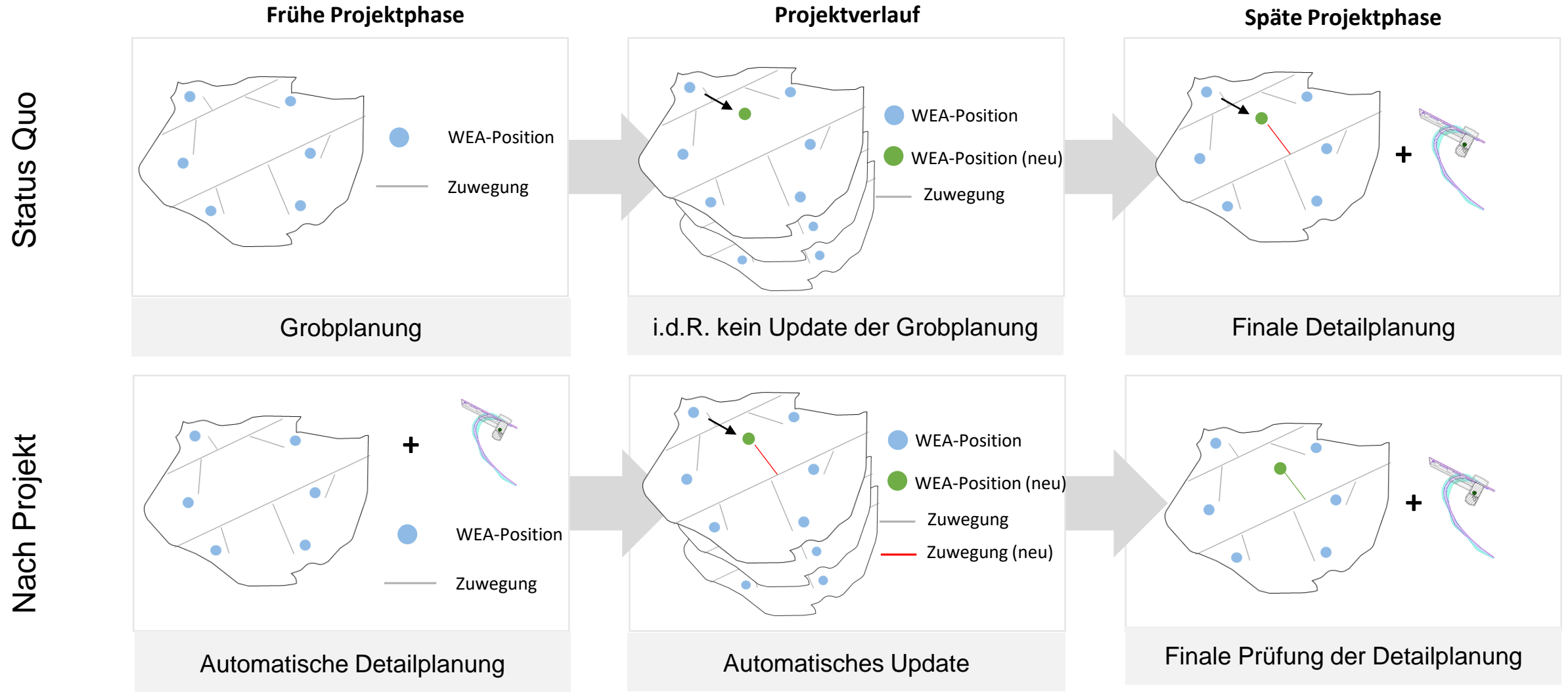


<https://algo-vz.netlify.app/#>

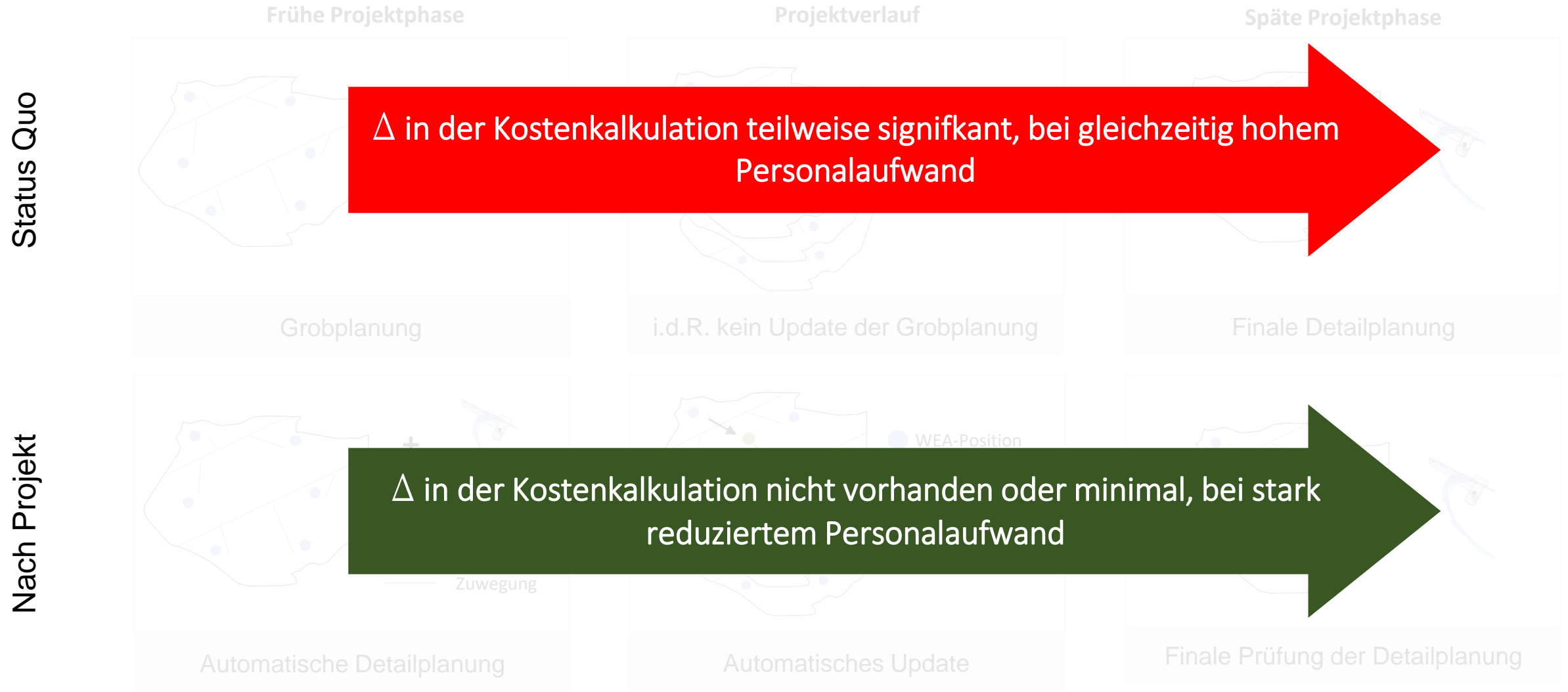


<https://www.codecademy.com/resources/docs/ai/search-algorithms/a-star-search>

Zusammenfassung



Zusammenfassung



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Connect with us on **LinkedIn**



Thorsten Reichartz, M. Sc.
Bereichsleiter Anlagen- & Parkentwicklung
Tel.: +49 241 80-95603
thorsten.reichartz@cwd.rwth-aachen.de