



„Methodische Grundlegung für eine Strategie zum sukzessiven Ausbau der Ladeinfrastruktur für Elektromobilität in Bonn und dem Rhein-Sieg-Kreis“

*Projektleitung: Prof. Stefanie Meilinger &
Prof. Alexander Asteroth*

Bonn, 29.09.2015



Agenda

1. Aufgabenstellung
2. Entwicklung einer zweistufigen Strategie zum sukzessiven Aufbau von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge für die Region Bonn-Rhein-Sieg
3. Ergebnisse
4. Fazit



Aufgabenstellung Arbeitspakete

Ziel:

- Auf Basis abgestimmter Kriterien sollen anhand vorliegender Daten konkrete Standorte identifiziert und ein Fahrplan zum Ausbau der Ladeinfrastruktur entwickelt werden.

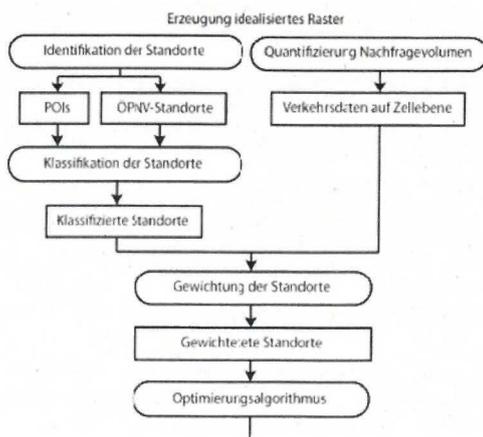
Arbeitspakete:

- AP1: Auswertung von Optimierungsstrategien und Ladeinfrastrukturkonzepten
- AP2: Entwicklung eines konkreten idealisierten Rasters
- AP3: Reduktion auf konkrete Ladeinfrastrukturstandorte
- AP4: Vorschläge für ein methodisches Vorgehen zum sukzessiven Ausbau der Ladeinfrastruktur

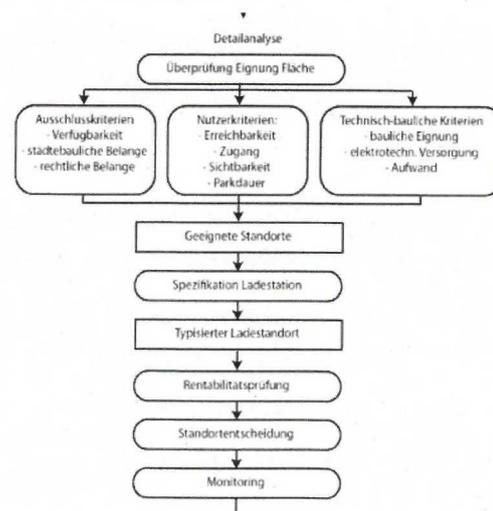


Strategie für die Region Bonn-Rhein-Sieg Zweistufiges Verfahren

- Stufe 1:
Erzeugung eines Idealisierten Rasters
(Computermodellierung)



- Stufe 2:
Detailanalyse
(Individuelle Planung)





Erzeugung eines Idealisierten Rasters

Berücksichtigte Standortoptionen



8.729 potentielle Standorte

- POI-Datenbanken der Stadt Bonn und des Rhein-Sieg-Kreises
- ÖPNV-Haltestellen
- Radabstellanlagen
- Punkte entlang der touristischen Radwege
- vorhandenen E-Auto-Ladesäulen und E-Bike-Stationen



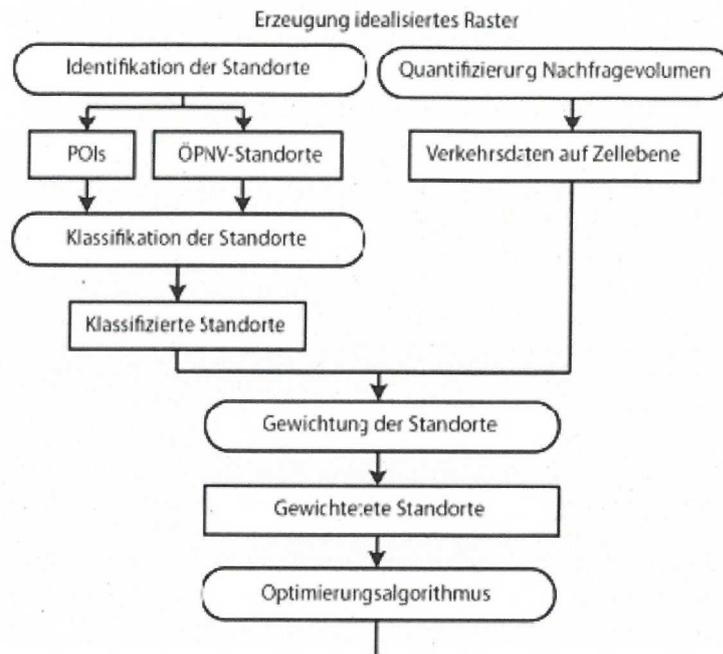
Erzeugung eines Idealisierten Rasters

Festlegung der Ausbauziele

- **Was?**
 - Ladesäulen mit 2 Ladepunkten (Typ2/CCS Stecker)
- **Für Wen?**
 - Konventionelle Autonutzer und E-bike Nutzer
- **Wie viel?** (Ladesäulenbedarfs für Bonn und Rhein-Sieg-Kreis (nach Hoffmann, 2014)):
 - 256 Ladesäulen bis 2016
 - 363 Ladesäulen bis 2017
 - 553 Ladesäulen bis 2018
 - 743 Ladesäulen bis 2019
 - 935 Ladesäulen bis 2020.
- **Wo?** (Standorte und Verortung der Ladeinfrastruktur)
 - Ergebnis der Optimierung

Strategie für die Region Bonn-Rhein-Sieg

Stufe 1: Erzeugung eines idealisierten Rasters



Erzeugung eines Idealisierten Rasters

Berücksichtigte Standortoptionen

Standorttyp	relevant für E-Autos	relevant für E-Bikes
Points of Interest	nur diejenige, die für Autoverkehr relevant sind; Gewichtung, s.u.	nur diejenigen, die für Radverkehr relevant sind; Gewichtung, s.u.
Parkplatzanlagen	Parkplatzanlagen für Autos, gewichtet nach Auslastung der vorhandenen Parkplätze	Radabstellanlagen, gewichtet nach Auslastung und durchschnittlicher Parkdauer
ÖPNV-Standorte	gewichtet nach Anzahl der Linien und Anzahl der täglichen Ein- und Aussteiger	



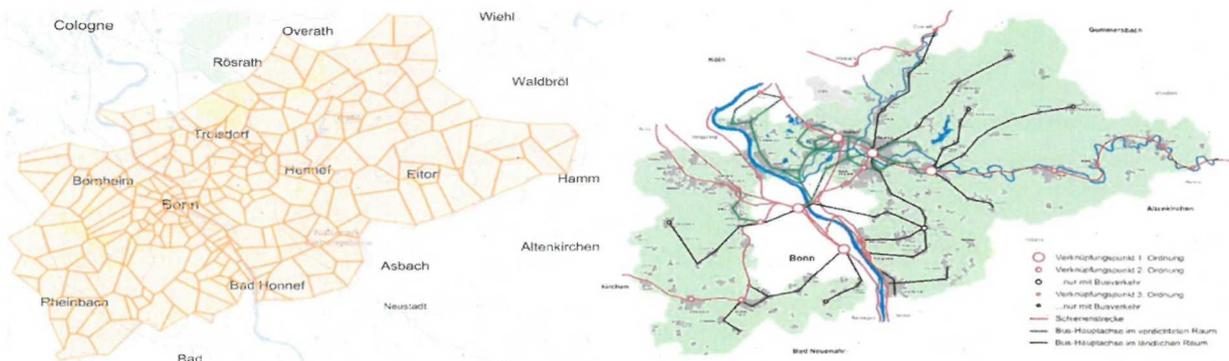
Erzeugung eines Idealisierten Rasters *Klassifikation der Standorte*

- Klasse 1** Studentenwohnheime, Schulen, Altenheime, Institute, Behörden mittlerer Größe, Ämter, Ministerien, Stadtbüchereien, große Museen, größere Theater, Opern, Schwimmbäder, Sportplätze, Tennisplätze, Reitanlagen, Golfplätze, Vergnügungsparks, Turnhallen, Gemeindeverwaltungen, Volkshochschulen, Amtsgerichte, Musikschulen, wichtige Sehenswürdigkeiten, Autobahnauffahrten (AS)
- Klasse 2** Parkplätze mittlerer Größe, Krankenhäuser, Kliniken, Berufskollegs, größere Stadtverwaltungen, Fachhochschulen
- Klasse 3** Hbf, Park&Ride, Bike&Ride, größere Bahnhöfe, ÖPNV-Punkte mittlerer Größe, große ÖPNV-Punkte, große Parkplätze, Parkhäuser, Tiefgaragen, große Flughäfen



Erzeugung eines Idealisierten Rasters *Berücksichtigte Verkehrsdaten*

- ÖPNV Verknüpfungspunkte gewichtet nach Ein-, Aus- und Umstiegszahlen
- Räumliche Einteilung entlang von 234 Verkehrszellen
- Verkehrsdaten des Verkehrsmodells des Rhein-Sieg-Kreises (Quell- und Zielverkehr in den jeweiligen Verkehrszellen)





Erzeugung eines Idealisierten Rasters *Sukzessive Optimierung als Teil der Lösungsstrategie*

Problemformalisierung:

Maximum Covering Location Problem

- stellt den Abdeckung von Bedarfspunkten in den Mittelpunkt der Betrachtung (u.a. Hierarchische Clusteranalyse)

Ziel:

- Maximierung der durch Ladestationen „abgedeckten“ Bedarfspunkte

Problemformalisierung:

Flow Capturing Location Model (FCLM)

- stellt den Verkehrsfluss in den Mittelpunkt der Betrachtung (u.a. Lineare Optimierung; Evolutionäre Strategien)

Ziel:

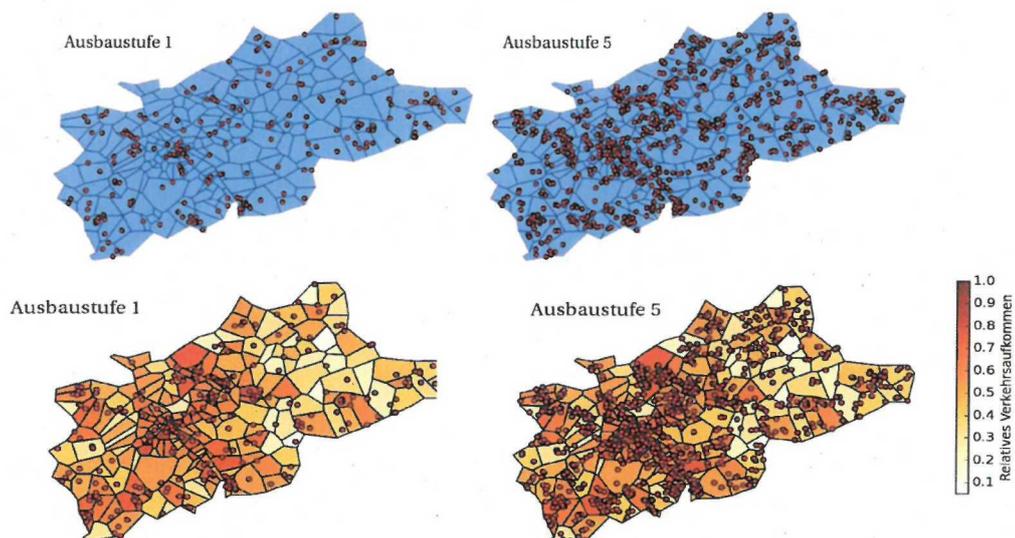
- Platzierung der Ladestationen an vielbefahrenen Strecken, sodass Fahrzeuge mit geringen Kosten eine Ladestation aufsuchen können

Sukzessive Lösungsstrategie:

- Genetischer Algorithmus und ...
- ... Inkrementelle Ausbaustrategie
- ... Dekrementelle Ausbaustrategie
- ... Unabhängige Ausbaustrategie



Ergebnisse *Idealisiertes Raster für E-Autos*

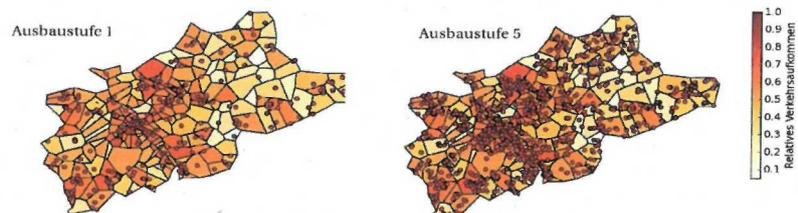


Direkter Vergleich der ersten (256) und letzten (935) Ausbaustufe, ohne (oben) und mit (unten) Verkehr. Das idealisierte Raster ist rot markiert. Zudem ist unten die Verkehrsdichte hinterlegt

Ergebnisse

Idealisiertes Raster für E-Autos mit Verkehr

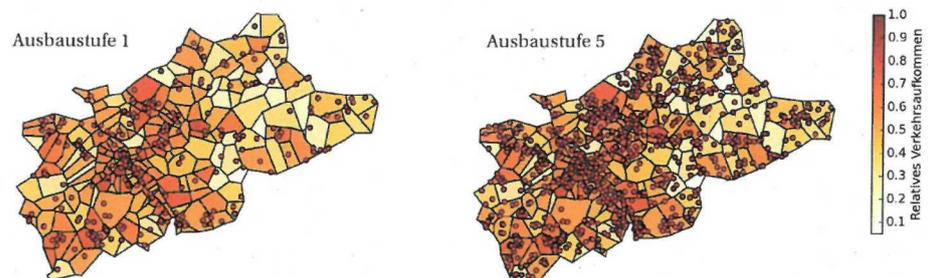
- Durch die Verkehrsdichtegewichtung der Verkehrszellen werden die ländlichen Regionen besser bestückt und Gebiete, die mit dem Auto nicht oder kaum befahrbar sind - beispielsweise dem Kottenforst - entsprechend mit weniger Ladestationen bestückt.
- Die Stationen befinden sich noch näher an den dichtbesiedelten Stadt- und Gemeindezentren. Die Zentren Troisdorf, Siegburg und Hennef werden besser bestückt.
- Die Verteilung in der letzten Ausbaustufe zeigt eine deutliche Konzentration um die Gebiete mit hohem Verkehrsaufkommen.



Ergebnisse

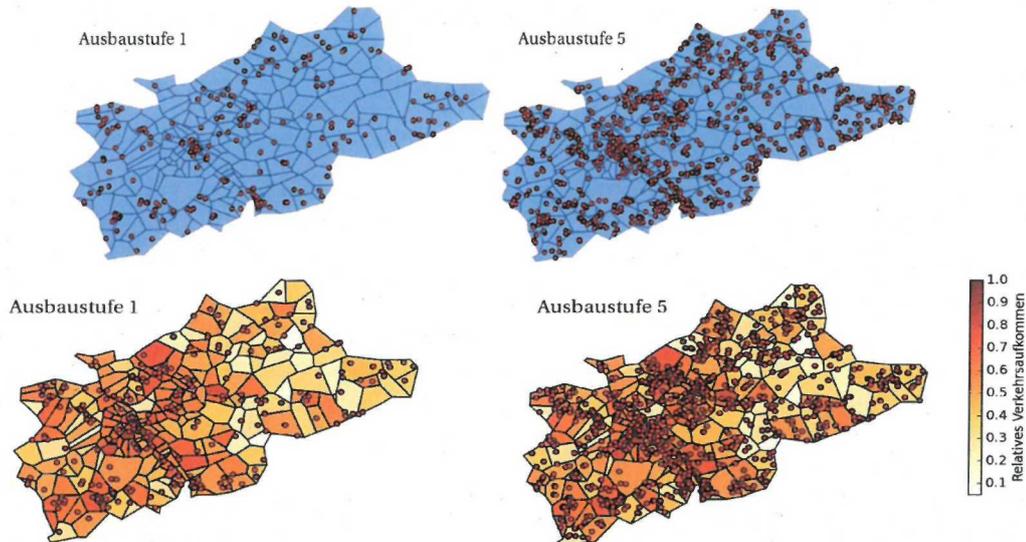
Idealisiertes Raster für E-Bikes mit Verkehr

- Die Verteilung zeigt ein ähnliches Profil wie bei den E-Autos.
- Allerdings sind hier die Lücken im ländlichen Raum in der ersten Ausbaustufe eher zu groß. In der letzten Ausbaustufe verschwinden diese größtenteils.
- Es ist zu erwarten, dass Daten des eigentlichen Radverkehrs zu einer erheblichen Verbesserung der Verteilung führen würden. Insb. eine Differenzierung zwischen Kurz- und Langstrecken wäre notwendig, da bei letzterem eher die Notwendigkeit für Notladungen besteht.



Ergebnisse

Idealisiertes Raster für E-Bikes

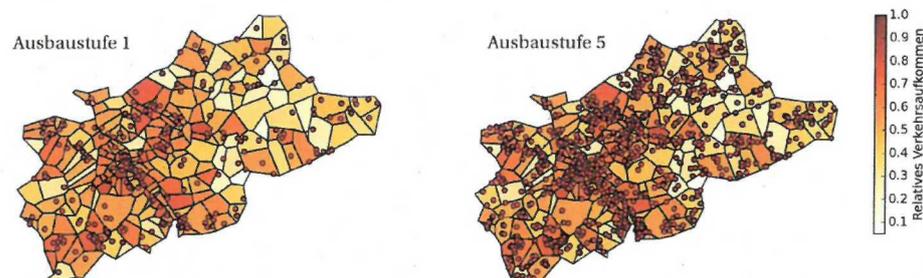


Direkter Vergleich der ersten (256) und letzten (935) Ausbaustufe, ohne (oben) und mit (unten) Verkehr. Das idealisierte Raster ist rot markiert. Zudem ist unten die Verkehrsdichte hinterlegt

Ergebnisse

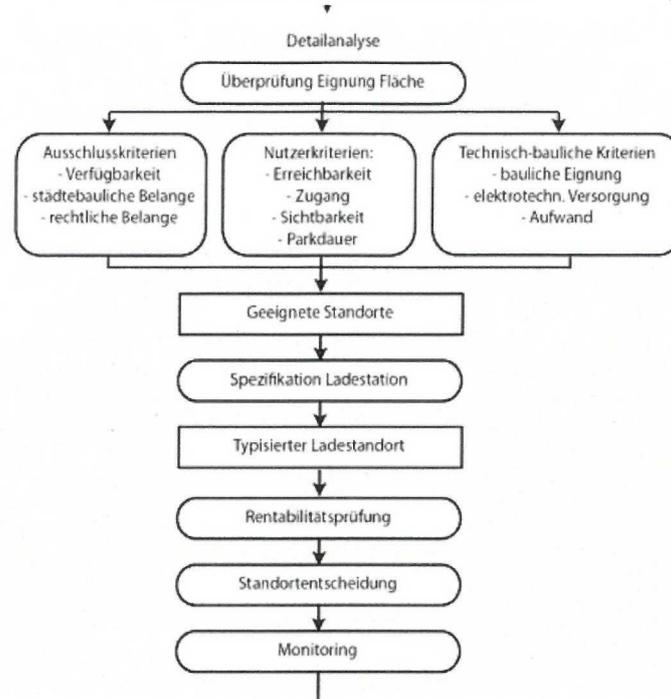
Idealisiertes Raster für E-Bikes mit Verkehr

- Die Verteilung zeigt ein ähnliches Profil wie bei den E-Autos.
- Allerdings sind hier die Lücken im ländlichen Raum in der ersten Ausbaustufe eher zu groß. In der letzten Ausbaustufe verschwinden diese größtenteils.
- Es ist zu erwarten, dass Daten des eigentlichen Radverkehrs zu einer erheblichen Verbesserung der Verteilung führen würden. Insb. eine Differenzierung zwischen Kurz- und Langstrecken wäre notwendig, da bei letzterem eher die Notwendigkeit für Notladungen besteht.



Strategie für die Region Bonn-Rhein-Sieg

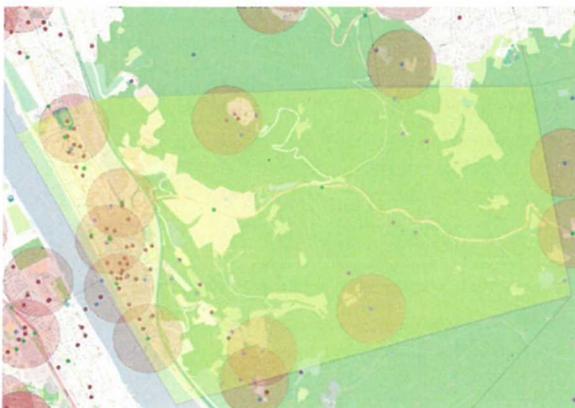
Stufe 2: Detailanalyse



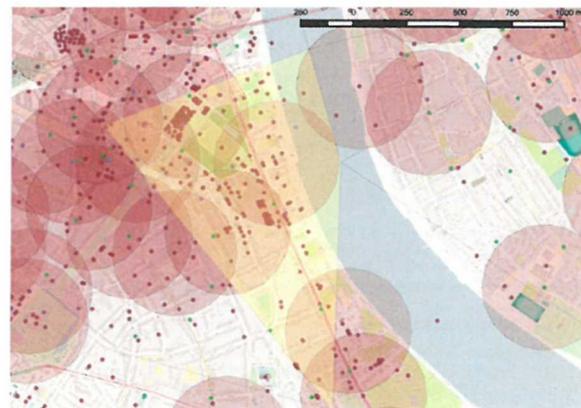
Detailanalyse

Workshop: Beispiele Bonn-Innenstadt und Königswinter

▪ Königswinter

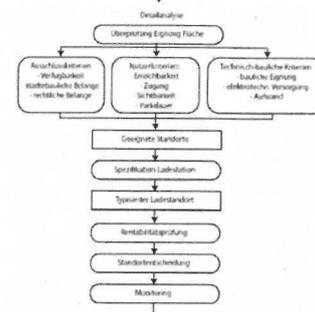


▪ Bonn-Innenstadt



Detailanalyse Planungsleitfaden

- Identifikation geeigneter Flächen in der Nähe der vorgeschlagenen Standorte
- Prüfung der prinzipiellen Eignung anhand von Ausschlusskriterien:
 - Städtebauliche Belange
 - Rechtliche Belange
- Prüfung der Eignung aus Nutzerperspektive:
 - Zugang/Erreichbarkeit/Sichtbarkeit
 - Ladebedarf und mögliche Parkdauer
- Prüfung der standortspezifischen baulich-technischen Kriterien
 - Bauliche Eignung und elektrotechnische Versorgung
- Anforderungen an die Ladestation
 - durch Nutzung (z.B. Schnellladen)
 - durch Standortbedingungen (z.B. Hochwasserschutz, Fernüberwachung, ...)
- Prüfung der Rentabilität
 - zu erwartende Einnahmen
 - Baulicher & elektrotechnischer Aufwand, Verwaltungsaufwand und Einnahmeausfall



Fazit

- Es wurde ein zweistufiges Verfahren für den sukzessiven Ausbau der Ladeinfrastruktur für Elektromobilität in Bonn und dem Rhein-Sieg-Kreis entwickelt
- Die erste Stufe des Verfahrens (Erzeugung eines idealisierten Rasters für eine optimale Ladeinfrastrukturverteilung) wurde im Rahmen des Projektes umgesetzt.
- Mit der Erzeugung eines idealisierten Rasters für eine optimale Ladeinfrastrukturverteilung für die Stadtregion Bonn-Rhein-Sieg wurde eine brauchbare Grundlage für die in einem zweiten Schritt notwendige weitere Detailplanung gelegt.
- Für die zweite Stufe (Standortspezifische Detailplanung) wurde ein praxisnaher Planungsleitfaden erstellt, um den weiteren Planungsprozess zu unterstützen