



Ladesäuleninfrastrukturkonzept als Grundlage für den Ausbau der Elektromobilität im Landkreis Dachau

1. Klimaschutztag des Landratsamts Dachau

Prof. Dr.-Ing. Klaus Bogenberger

Dr.-Ing. Marcus Gerstenberger



Inhalt



- **Entwicklung der Elektromobilität**

Prof. Dr.-Ing. Klaus Bogenberger

b+p bogenberger planung und beratung

- **Inhalte und Vorgehen zur Erstellung des Ladesäuleninfrastrukturkonzept für den Landkreis Dachau**

Dr.-Ing. Marcus Gerstenberger

gevas humberg & partner

Ladesäulen-
infrastrukturkonzept
für den LK Dachau

1. Klimaschutztag

13.11.2019

● ● ● Entwicklung der Elektromobilität

Prof. Dr.-Ing. Klaus Bogenberger

Das Elektroauto als Innovationskandidat

- Es gibt historisch drei Phasen (1850-1920, 1960-1980, 1990-1997), in denen das Elektroauto als alternative Mobilitätsidee auftaucht und wieder verschwindet
- Aktuell befinden wir uns in der 4. Phase (seit 2006)
- Externe Einflüsse hoben das Elektroauto jeweils aus der Nische und als Lösung für Probleme hervor
- Um das bisherige Scheitern von Elektromobilität zu verstehen, ist der Rückgriff auf rein technische Erklärungen oder die Alltagstauglichkeit nicht ausreichend
- Soziale Konstruktionsprozesse sind in jeder Entwicklungsphase entscheidend



Ladesäulen-
infrastrukturkonzept
für den LK Dachau

1. Klimaschutztag

13.11.2019

1. Phase (1850-1920)

- Soziokultureller Kontext: Industrielle Revolution
- Starke Urbanisierungsprozesse und Bevölkerungswachstum
- Das Pferd als „hinterher hinkendes“ Element
- Kampf diverser Antriebssysteme, da sich das etablierte System in der Krise befindet
- Anfangs: hohe interpretative Flexibilität des Automobils
- Interessant für verschiedene Nutzergruppen
- Leitbildprägung letztendlich durch Autorennen und Touring
- Sozial relevante Gruppen: „sportliche“ Fahrer, Automobilclubs

Flocken Elektrowagen (1888)



Quelle: <https://www.strom-bewegt.de/dynasite.cfm?dsmid=19338>

Ladesäulen-
infrastrukturkonzept
für den LK Dachau

1. Klimaschutztag

13.11.2019

2. Phase (1960 – 1980)

- Soziokultureller Kontext: „Wirtschaftswunder“
- Durchsetzung des Automobils als Universalverkehrsmittel
- Stabilisierung des sozio-technischen Systems (politisch-administrativ; raum-stadtplanerisch; gesellschaftlich-kulturell)
- Neue Krise durch Luftverschlechterung, Gesundheitsprobleme, Waldsterben, Ölkrise
- Weiterhin gilt das Leitbild der „Rennreiselimousine“
- Das Elektroauto entwickelt keine eigenständige Identität
- Vorläufige Lösung der Krise: Entdeckung neuer Erdölvorkommen, neue Verfahren der Erdölgewinnung, Einführung des Katalysators
- Re-Stabilisierung des Automobil-Leitbildes durch rhetorische Schließung



Ladesäulen-
infrastrukturkonzept
für den LK Dachau

1. Klimaschutztag

13.11.2019

Golf City Stromer



Quelle: <http://www.autoweek.nl/forum/read.php?6,5243752,page=2>

Ladesäulen-
infrastrukturkonzept
für den LK Dachau

1. Klimaschutztag

13.11.2019

3. Phase (ab 1990)

- Soziokultureller Kontext: weltweite Wirtschaftskrise und Debatten um den Klimawandel führen zu einer neuen Legitimationskrise
- Der kalifornische Markt gilt als regulierungspolitischer Markt mit weltweitem Vorbildcharakter (Quote 1990 und Rückzug der Quote ab 1996)
- El Niño und inkrementelle Verbesserungen der konventionellen Technik führen erneut zu einer Stabilisierung der Technologie
- Feldversuch in Rügen (1992) gilt als gescheitert
- Sichtbare Ähnlichkeiten zur 2. Phase
- Rhetorische Stabilisierung des Benzinautos
- Größtes Dreiergespann beteiligter sozialer Akteure: Energiewirtschaft, Politik, Automobilindustrie



Ladesäulen-
infrastrukturkonzept
für den LK Dachau
1. Klimaschutztag

13.11.2019

Hotzenblitz



Quelle: <https://ecomento.tv/2013/03/06/ima-colibri-440-kilo-leichter-elektro-einsitzer/>



Ladesäulen-
infrastrukturkonzept
für den LK Dachau

1. Klimaschutztag

13.11.2019

4. Phase (seit 2006)

- Soziokultureller Kontext: Beginn der Finanz- und Wirtschaftskrise; Klimawandel
- Energiewirtschaft, Automobilindustrie und Politik sind weiterhin zentrale Akteure, doch in globaleren Maßstäben
- Weitere Akteure: automobilnahe Zuliefererindustrie, Batteriehersteller, erstmals Nutzer
- Der Conversion-Ansatz, also die Orientierung an der „Rennreiselimousine“ und Suche nach der „Wunderbatterie“ sind weiterhin dominant
- Einbettung in multi- und intermodale Mobilitätskonzepte notwendig
- Der Hybrid als Brückentechnologie?
- Mikromobilitätslösungen (E-Bikes/Pedelecs und E-Scooter) als „Türöffner“ ?



Ladesäulen-
infrastrukturkonzept
für den LK Dachau
1. Klimaschutztag

13.11.2019

BMW i3



Quelle: <http://www.bimmertoday.de/2012/11/27/bmw-i3-coupe-la-auto-show-2012-elektroauto-dreituerer-concept/bmw-i3-coupe-2012-la-auto-show-studio-02/>

Ladesäulen-
infrastrukturkonzept
für den LK Dachau

1. Klimaschutztag

13.11.2019

Aktuelle Rahmenbedingungen



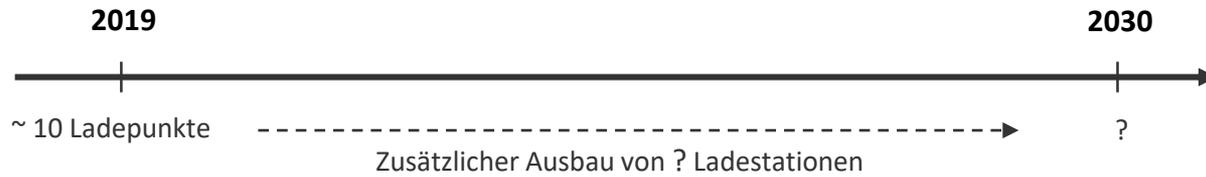
- Politik als starker Akteur → CO₂-Regulierungen seitens der EU:
 - Grenzwert von 95 Gramm CO₂ pro Kilometer
 - Die europäischen Grenzwerte von gelten nicht für einzelne Fahrzeugmodelle, sondern beziehen sich auf den europäischen Flottendurchschnitt von Neuzulassungen im jeweiligen Jahr
 - Bis 2020 müssen zunächst nur 95 Prozent der Neuwagen diesen Wert einhalten
 - Gilt erst ab 2021 für die gesamte Flotte
 - Bei Nichteinhaltung Strafzahlungen in erheblichem Umfang

- Neue Chance:
Elektromobilitätsgesetz (2015) – Kommunen als relevanter sozialer Akteur können die Verbreitung dieser Mobilitätstechnologie fördern

Ladesäulen-
infrastrukturkonzept
für den LK Dachau
1. Klimaschutztag

13.11.2019

Strategie Ladeinfrastruktur



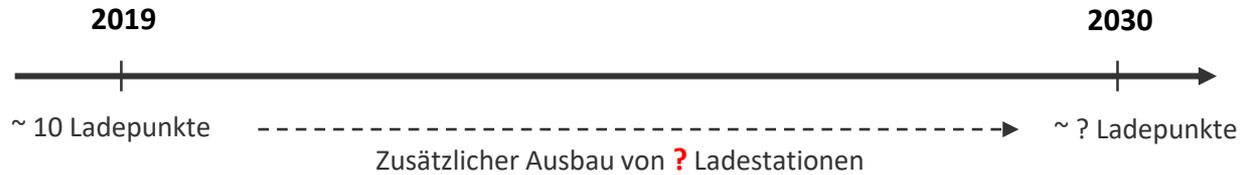
Strategie Ladeinfrastruktur



Handlungsoption 2 „Voll Elektro“:

- Zeitnah hochgradig elektrische Gesellschaft
- Aktive Beteiligung zur Förderung der Elektromobilität
- Schneller flächendeckender Ausbau von Ladeinfrastruktur
- Umsetzung weiterer Anreize für Elektromobilität

Strategie Ladeinfrastruktur



Handlungsoption „Elektro auf Sicht“:

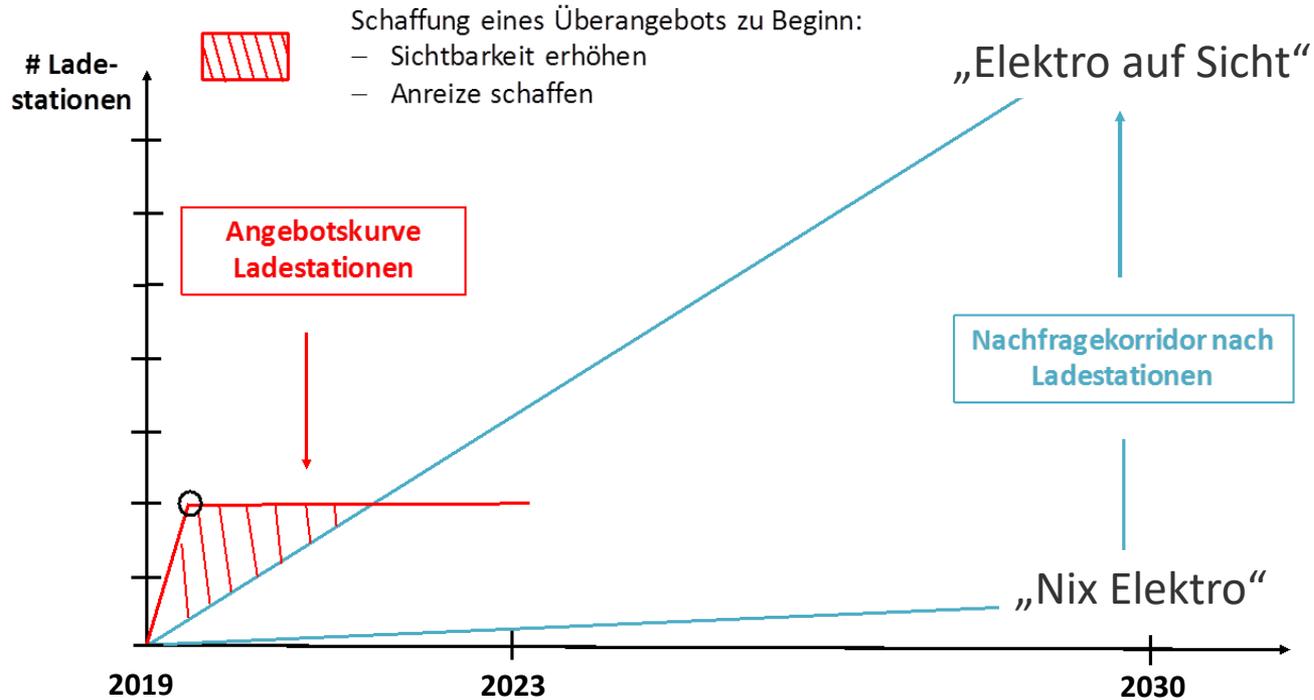


Ladesäulen-
infrastrukturkonzept
für den LK Dachau

1. Klimaschutztag

13.11.2019

Ladeinfrastruktur – Dimensionierung und Monitoring



Ladesäulen-
infrastrukturkonzept
für den LK Dachau

1. Klimaschutztag

13.11.2019

Elektromobilitätsplan

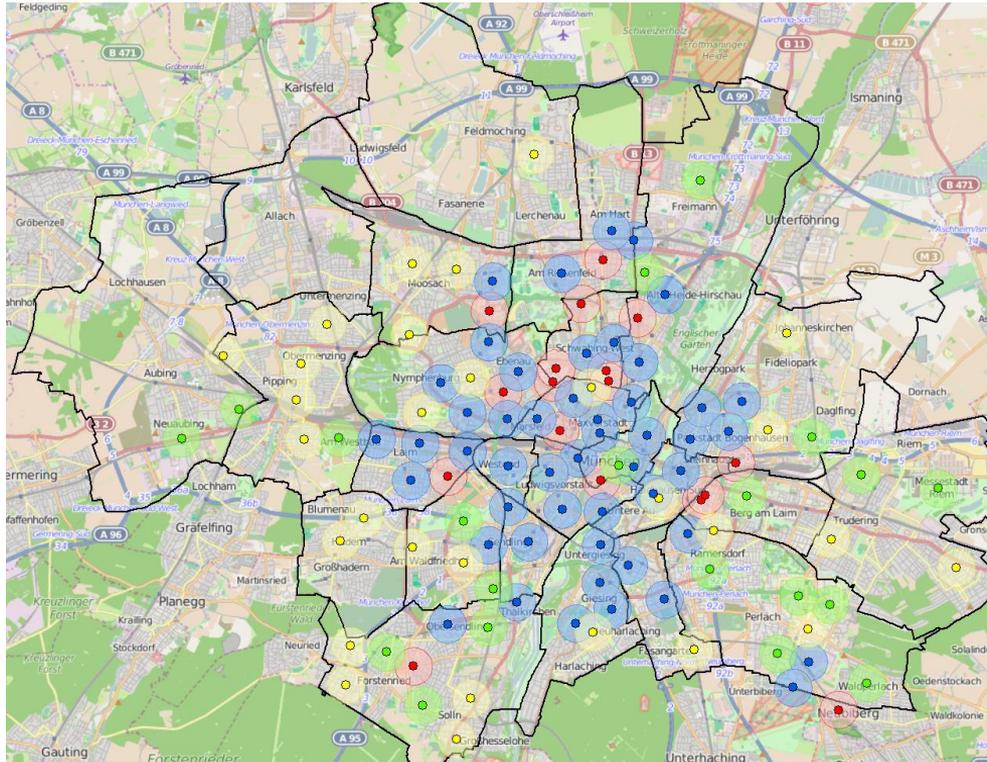
- Monitoring und Evaluierung
- Evolutionäre Planungsmethodik
- Hilfestellung für den AG im Rahmen des Projektberichts

Fünffjahresplan 2020 – 2025

- Überprüfung vorheriger Plan
- Finanzierung Ladeinfrastruktur
- Positionierung Ladeinfrastruktur
- Monitoring Ladeinfrastruktur

Fünffjahresplan 2025 – 2030

- Überprüfung vorheriger Plan
- Finanzierung Ladeinfrastruktur
- Positionierung Ladeinfrastruktur
- Monitoring Ladeinfrastruktur



Ladesäulen- infrastrukturkonzept für den LK Dachau

1. Klimaschutztag

13.11.2019

Marktübersicht Elektroautos

BMW i3

Höchstgeschwindigkeit in km/h:	150
Stromverbrauch in kWh/100 km:	13,1
Elektrische Reichweite in km:	260
Preis (in Euro):	38.000



Quelle:
<https://www.bmw.de/de/neufahrzeuge/bmw-i/i3/2017/auf-einen-blick.html>



Quellen:
https://www.tesla.com/de_de/model3; <https://www.adac.de/der-adac/motorwelt/reportagen-berichte/auto-innovation/tesla-model-3/>;
https://www.model3.info/files/media/Colors/tesla/red_aero.png

Tesla Model 3 Standard Range Plus

Höchstgeschwindigkeit in km/h:	225
Stromverbrauch in kWh/100 km:	19,5
Elektrische Reichweite in km:	409
Preis (in Euro):	44.390

Renault Zoe R110 Z.E. 50

Höchstgeschwindigkeit in km/h:	135
Stromverbrauch in kWh/100 km:	17,2
Elektrische Reichweite in km:	395
Preis (in Euro):	23.900



Quelle:
<https://www.renault.de/modellpalette/renault-modelluebersicht/zoe.html>

Ladesäulen-
infrastrukturkonzept
für den LK Dachau
1. Klimaschutztag
13.11.2019

Mobilitätsmuster und Ladeverhalten von BMW i3 Kunden – Datenset

- 40 Fahrzeuge BMW i3:
 - 23 rein elektrisch (Reichweite: 160 km)
 - 17 mit zusätzlicher Reichweitenverlängerung (Reichweite: insgesamt 300 km)
- Im Privatbesitz von anonymen BMW-Kunden, verbreitet in ganz Deutschland
- Gemessen für 12 Monate im Jahr 2015
- Als Trips gelten Strecken ≥ 100 m, ≥ 10 Sek
- Gesamtzahl der aufgezeichneten Reisen: 54.456
- Gemessen über CAN-Bus-Signallogger (Frequenz von 10 Hz)
- Aufgezeichnete Signale:
 - Zeit, Geschwindigkeit, Straßenart, Ladezustand, Energieverbrauch



Ladesäulen-
infrastrukturkonzept
für den LK Dachau

1. Klimaschutztag

13.11.2019

Mobilitätsmuster und Ladeverhalten von BMW i3 Kunden

- Durchschnittliche Fahrzeit: 14,5 min
- Durchschnittliche Fahrstrecke: 11,1 km
- Der BMW i3 wird in der Regel als Stadtauto verwendet
- weniger zurückgelegte Strecke auf Autobahnen
- Eine Aufladung erfolgt im Durchschnitt nach 22,8% aller Reisen
- Meistens während der Abend- und Nachtstunden
- Ladevorgänge vor allem während der Woche, bes. Freitags (15,9%)
- Weniger Ladevorgänge am Wochenende (sonntags 11,4%)

	Durchschnittliche Distanz zwischen zwei Ladungen	Durchschnittlicher Ladestand bei Beginn der Ladung
Bedeutung	51.0 km / 72.4 min	54%
Realistisch	> 60 km	< 45%
Fortgeschritten	40 – 60 km	45 – 65%
Vorsichtig	< 40 km	> 65%

- ● ● **Inhalte und Vorgehen zur Erstellung des Ladesäuleninfrastrukturkonzept für den Landkreis Dachau**

Dr.-Ing. Marcus Gerstenberger

Projektziel

- Erstellung eines bedarfsorientierten Ladesäuleninfrastrukturkonzepts für den Landkreis Dachau
- Szenariobasierte Ermittlung der zu erwartenden Ladenachfrage nach wissenschaftlich fundierter Methodik
- Erarbeitung von Standortvorschlägen mit Einbindung der Planungen und Erwartungen der Kommunen
- Dokumentation der Ergebnisse in Form eines Leitfadens für die Kommunen mit Handlungsempfehlungen für die Entscheider
- Erstellung eines Maßnahmenkatalogs zur Förderung des Ausbaus der Ladeinfrastruktur durch den Landkreis Dachau



Ladesäulen-
infrastrukturkonzept
für den LK Dachau

1. Klimaschutztag

13.11.2019

Ladesäuleninfrastrukturkonzept Landkreis Dachau

- sinnvoll, strukturiert, durchdacht -

Ist-Analyse Landkreis Dachau

- Ladesäulen- und Fahrzeugbestand
- Parkmöglichkeiten
- Bevölkerungsstrukturen
- Verkehrsstrukturen
- Wirtschaftsstrukturen



- Prinzipielles Vorgehen Ladesäulenaufbau
- Ladesäulentypen
- Betreibermodelle und Bezahlssysteme
- Finanzierungsmodelle / Fördermöglichkeiten

- Muster-Ausschreibungstexte
- Muster zur Vorlage bei Gremien
- Individuelle Handlungsempfehlungen für Kommunen zum Ladesäulenausbau

- Standortbeschreibung
- Technische /gestalterische Anforderungen

- Checkliste zur Bewertung potenzieller Standorte

Bedarfsorientierte Ermittlung potenzieller Standorte

Simulation der erwarteten Ladevorgänge pro Kommune

Maßnahmenkatalog zur Förderung des Ausbaus der Ladeinfrastruktur im Landkreis Dachau

- Empfehlungen für die Landkreisverwaltung Dachau

Leitfaden für Kommunen

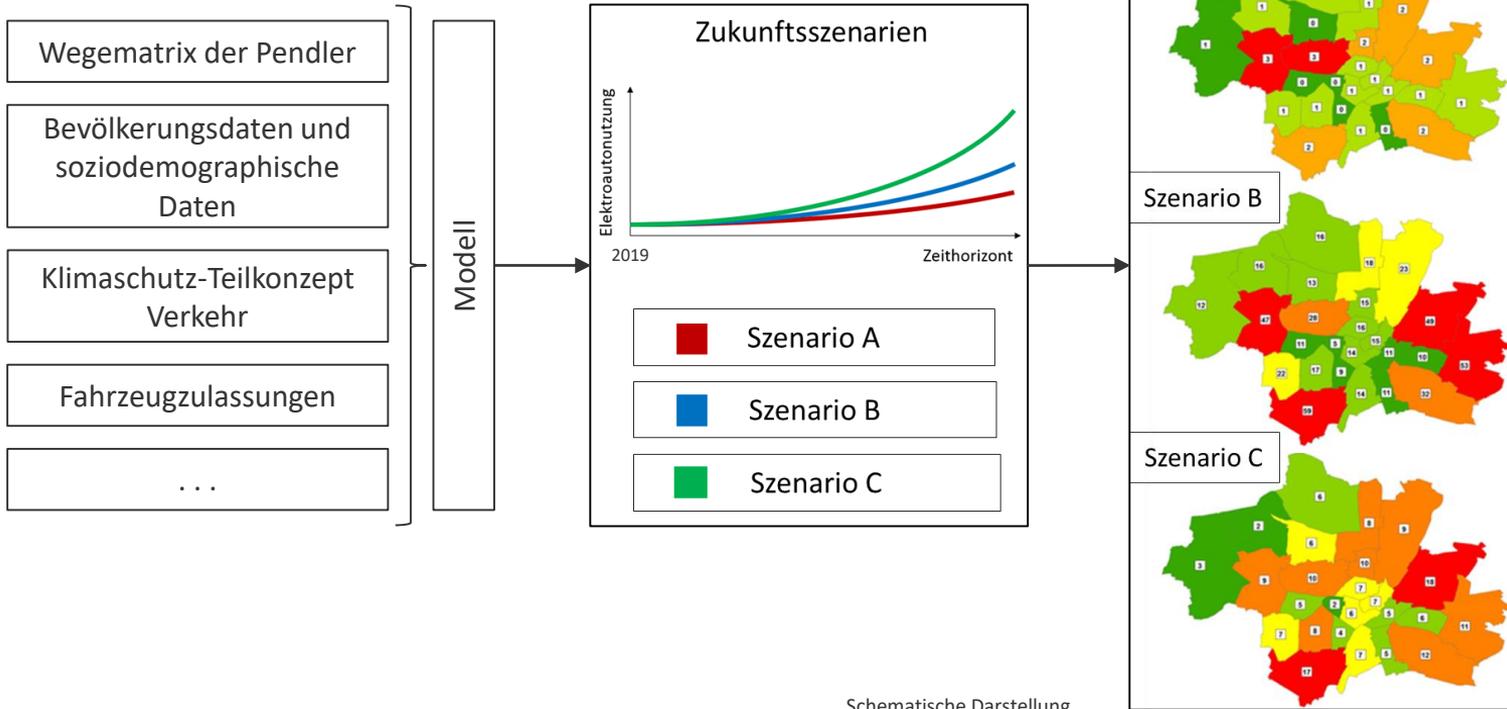
Ladebedarf in den Kommunen (kurz-, mittel-, langfristig)

Ladesäuleninfrastrukturkonzept für den LK Dachau

1. Klimaschutztag

13.11.2019

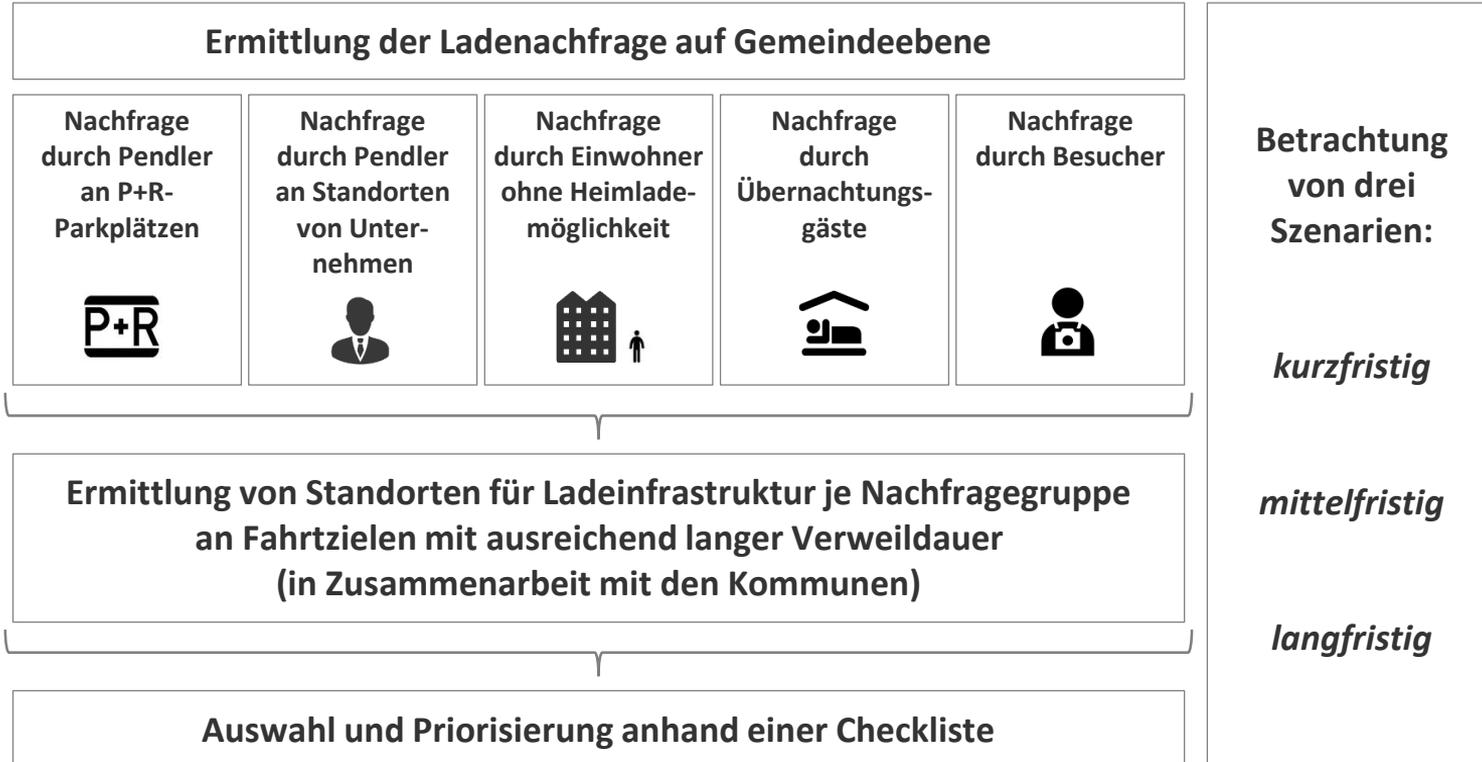
Ermittlung der Ladenachfrage



Schematische Darstellung
 Quelle: Schüßler, Niels, Bogenberger "Model-based estimation of private charging demand at public charging stations" EJTIR issue 17(1) pp. 153-169, 2017

Ladesäulen-
 infrastrukturkonzept
 für den LK Dachau
1. Klimaschutztag
 13.11.2019

Ladenachfrage auf Gemeindeebene

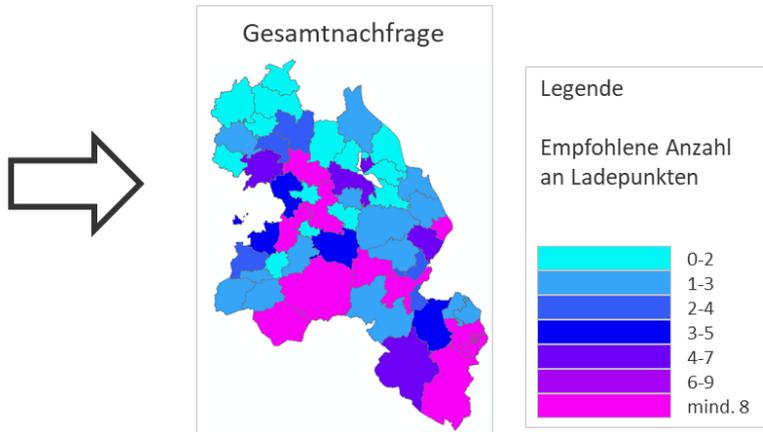
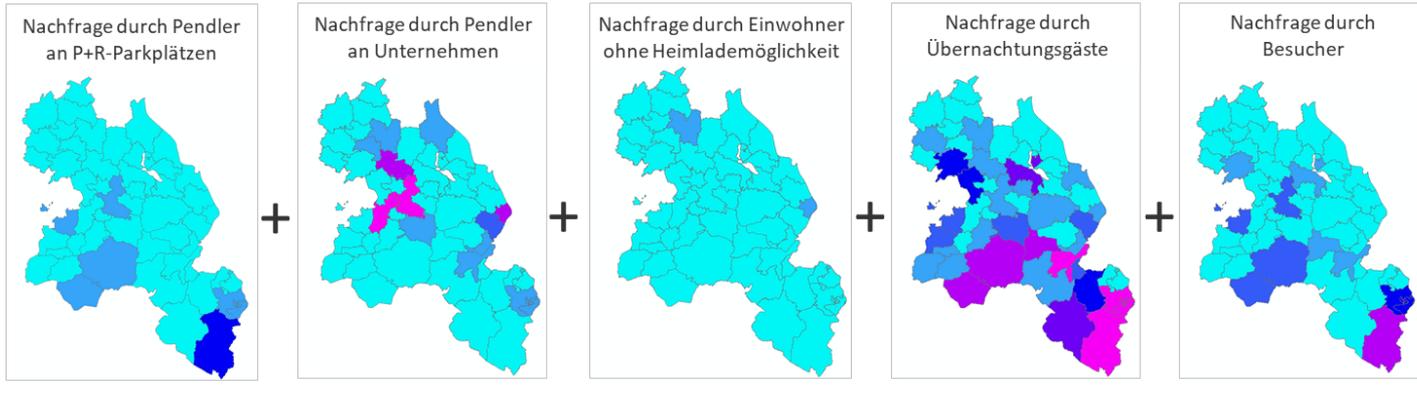


Ladesäulen-
infrastrukturkonzept
für den LK Dachau

1. Klimaschutztag

13.11.2019

Empfohlene Anzahl an Ladepunkten je Gemeinde (beispielhaft)

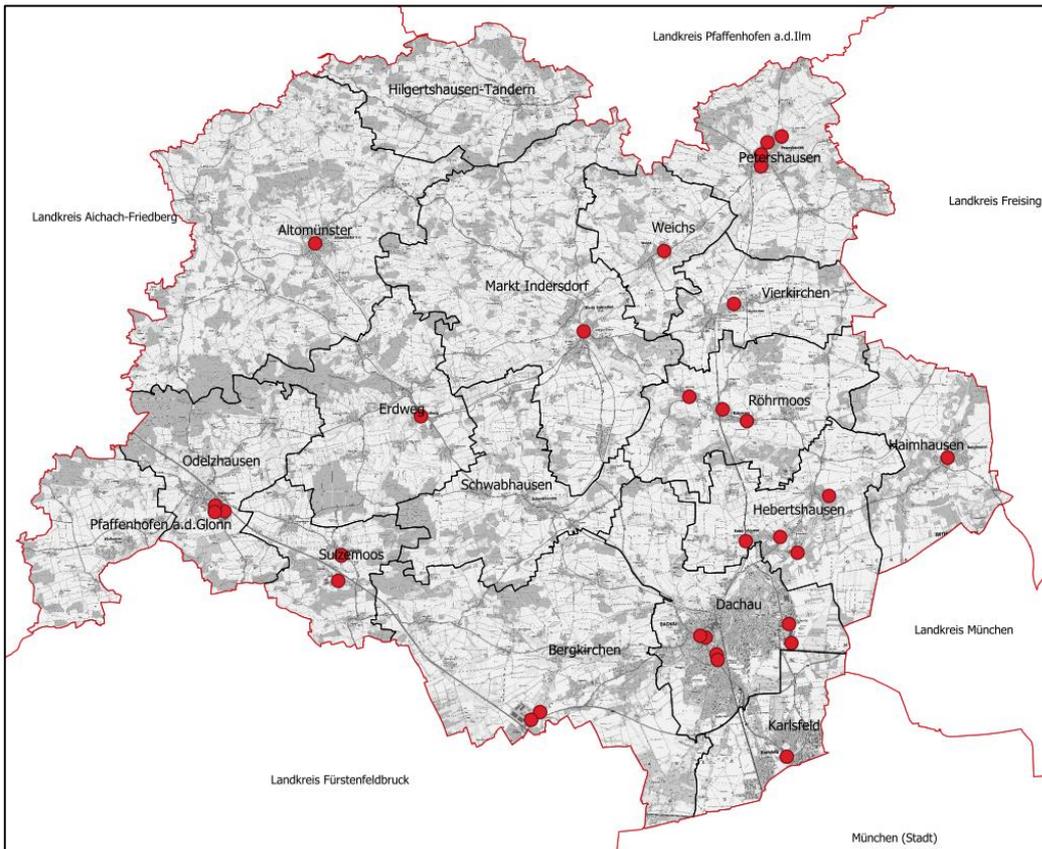


Ladesäulen-
infrastrukturkonzept
für den LK Dachau

1. Klimaschutztag

13.11.2019

Ladeinfrastruktur und E-Fahrzeuge im Landkreis



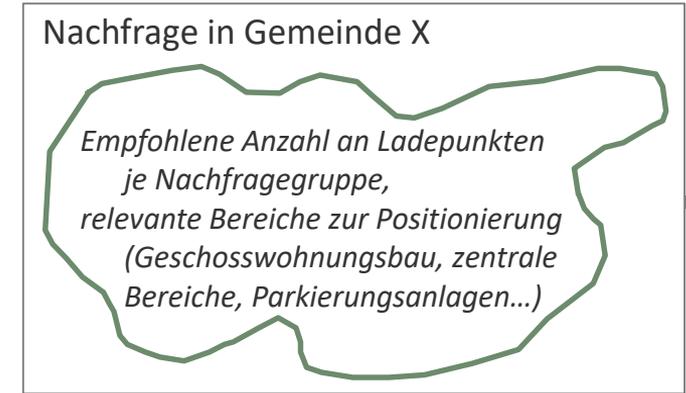
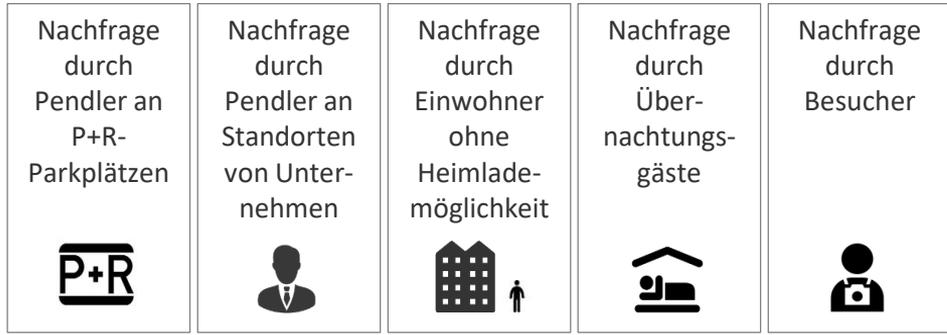
- 28 Standorte mit 51 Lademöglichkeiten für E-Fahrzeuge
 - 6 Ladesäulen mit > 22 kW (Schnellladen)
 - 28 Ladesäulen mit mind. 22kW
 - 18 Ladesäulen mit max. 11kW
- 70% der Ladesäulen frei zugänglich (24h/7Tage)
- 254 E-Fahrzeuge (Stand 1.1.2019)
0,3% des Pkw-Bestands

Ladesäulen-
infrastrukturkonzept
für den LK Dachau

1. Klimaschutztag

13.11.2019

Verortung und Priorisierung der Ladeinfrastruktur



Vorauswahl Standorte durch Luftbild- und Internetrecherche

Bewertung und Priorisierung

Checkliste für Detailplanung (Ausschlusskriterien):

- Verkehrssicherheit
- Barrierefreiheit
- Technische Umsetzbarkeit
- Parkmöglichkeit
- Mindestabstand Fahrbahn, Radweg
- Kein Konflikt mit Baumbestand
- Kein Konflikt mit Kanal
- ...

Checkliste für Detailplanung (Priorisierungskriterien):

- Nähe zu ÖV-Halt
- Sichtbarkeit
- Zugänglichkeit
- Geringer Installationsaufwand
- ...

Ladesäuleninfrastrukturkonzept für den LK Dachau
 1. Klimaschutztag
 13.11.2019

Steckbrief der potenziellen Ladesäulenstandorte

● Enthaltene Informationen:

- Mobilitätsbedarfe im Bereich des Standortes
- Vorhandene Parkmöglichkeiten und prinzipielle Eignung für Nutzergruppe(n)
- Aktivitäten im Umfeld des Standortes während des Ladevorganges
- Charakteristik des Standortumfeldes (Beleuchtung und Einsehbarkeit, Erreichbarkeit, intermodale Verknüpfungspunkte)
- Vorhandenes Platzangebot (Erweiterbarkeit)
- Stromtechnische Erschließbarkeit und Nutzbarkeit lokal erzeugter regenerativer Energien
- technische und gestalterische Anforderungen (Ladesäulentyp, Anzahl Ladevorgänge, ...)
- Datentechnische Anbindung des Standortes
- Besitzverhältnisse (Zugangsmöglichkeiten/-einschränkungen, zuständige Ansprechpartner)

Kommune

Adresse:
Übersichtskarte möglicher Standort



Quelle Hintergrund: Google Earth Pro

Beurteilungskriterien	Charakteristik	Beurteilung
1 Mobilitätsbedarf im Bereich des Standortes		
2 vorhandene Parkmöglichkeiten		
3 Nachfragegruppen im Bereich des Standortes		
4 mögliche Aktivitäten im Umfeld		
5 Standortumfeld - Erreichbarkeit		
6 Standortumfeld - intermodale Anbindung		
7 Standortumfeld - Beleuchtung, Sicherheit		
8 Platzangebot / Erweiterbarkeit		
9 Erschließbarkeit und Nutzbarkeit lokaler erneuerbarer Energien		
10 technische Anforderung - Ladesäulentyp		
11 Datentechnische Anbindung		
12 Besitzverhältnisse - Einschränkungen		
13 Besitzverhältnisse - Ansprechpartner		



Ladesäulen-
infrastrukturkonzept
für den LK Dachau

1. Klimaschutztag

13.11.2019

32

Leitfaden Elektromobilität für Kommunen



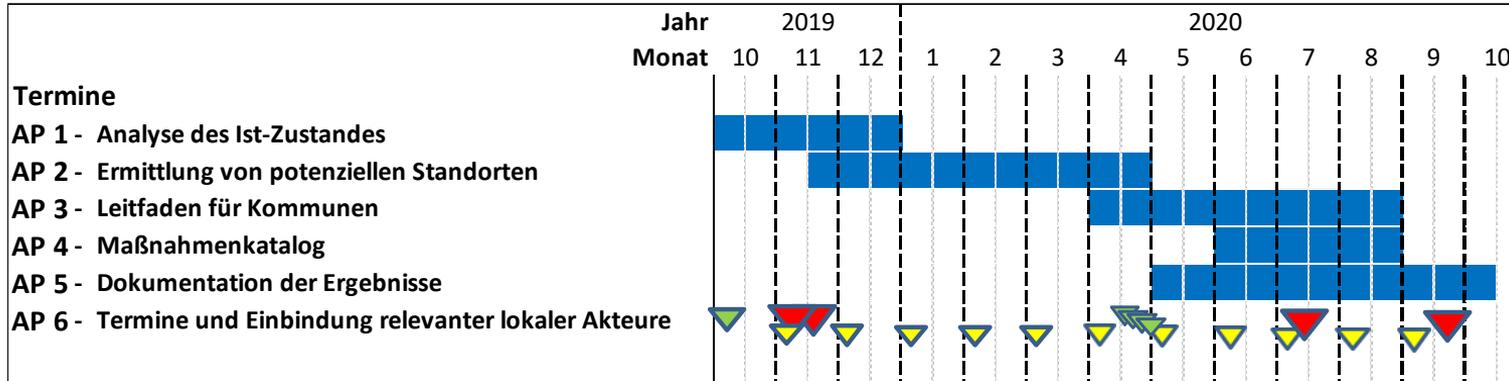
- **Prinzipielle Vorgehensweise für Zuständige**
 - Marktübersicht zu Ladeinfrastrukturlösungen (technische, operative, gestalterische Mindestanforderungen)
 - Übersicht zu Betreibermodellen und Bezahlssystemen (inkl. Einordnung Eignung für Landkreis Dachau)
 - Finanzierungsmodelle und aktuelle Fördermöglichkeiten
 - Muster einer Beschlussvorlage für Gremien
 - Muster eines Leistungskataloges für die Ausschreibung

- **Kommunen-spezifische Informationen**
 - Detailinformationen zu Standortvorschlägen (Steckbriefe)
 - Ranking der Standorte zum kurz-, mittel- und langfristigen Ausbau
 - Handlungsempfehlungen zum weiteren Vorgehen

Ladesäulen-
infrastrukturkonzept
für den LK Dachau
1. Klimaschutztag

13.11.2019

Projekttablauf



Terminlegende

-  - Kick-Off-Termin beim AG
-  - 4 zentrale Veranstaltungen auf Landkreisebene (Klimaschutz-Tag, Auftaktpräsentation, Kreisausschuss, Ergebnispräsentation)
-  - Workshops mit Kommunen und lokalen Akteuren
-  - regelmäßige Jour-Fixe-Termine mit dem AG

Ladesäulen-
infrastrukturkonzept
für den LK Dachau

1. Klimaschutztag

13.11.2019

Weiteres Vorgehen und nächste Schritte

- **Auftaktveranstaltung für Kommunen und relevante Akteure**
 - Projektvorstellung für Kommunen mit anschließendem Workshop
 - Verteilung der aufbereiteten Bestandsinformationen im Vorlauf zur Vorbereitung auf kommunaler Seite
 - Abfrage der Randbedingungen und Planungen in den Kommunen im Workshop

- **Modellberechnungen zur Ladenachfrage**
unter Berücksichtigung von
 - Vorhandenen Basisdaten
 - Rückmeldungen der Kommunen



Ladesäulen-
infrastrukturkonzept
für den LK Dachau

1. Klimaschutztag

13.11.2019



● ● ● **Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

