Elektromobilitätskonzept Stadt Ingolstadt

Teilbericht Ladeinfrastruktur

gevas humberg & partner

Elektromobilitätskonzept Stadt Ingolstadt

Teilbericht Ladeinfrastruktur

Gefördert im Rahmen des Förderprogramms „Elektromobilität vor Ort“
durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)

Gefördert durch: Bundesministerium für Digitales und Verkehr
Koordiniert durch: NOW GMBH
Projektträger: Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich

Im Auftrag der Stadt Ingolstadt

Oktober 2022

Bearbeiter: gevas humberg & partner
Marcus Gerstenberger, Dr.-Ing.
Stephan Humberg, Dipl. Wi.-Ing.
Julio Vega Pérez, M.Sc.

b+p bogenberger beratung und planung
Klaus Bogenberger, Prof. Dr.-Ing.
Ulrich Glöckl, Dipl.-Ing.
Tanja Niels, M.Sc.

gevas humberg & partner
Ingenieurgesellschaft
für Verkehrsplanung und
Verkehrstechnik mbH
München - Karlsruhe
Aschauer Straße 30
81549 München

Telefon 089 489085-0
Telefax 089 489085-55
E-Mail muenchen@gevas-ingenieure.de
www.gevas-ingenieure.de

© gevas humberg & partner 2022

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangssituation und Zielsetzung	1
1.2	Projektziel	1
1.3	Vorgehensweise	2
2	Ausgangssituation	4
3	Öffentlichkeitsbeteiligung zum Bedarf an Ladeinfrastruktur	8
3.1	Übersicht über die Teilnahme	8
3.2	Erkenntnisse zum Pkw-Besitz	10
3.3	Erkenntnisse zu privaten Lademöglichkeiten	10
3.4	Erkenntnisse zum Ladeverhalten	11
3.5	Standortvorschläge der Teilnehmenden	13
4	Methodik zur Ermittlung der Ladenachfrage und Standortempfehlungen	14
5	Ergebnisse der Empfehlung von Ladesäulenstandorten	17
5.1	Vorhandene Ladeinfrastruktur	17
5.2	Ermittelte Ladenachfrage	18
5.3	Standortempfehlungen von Ladesäulen	24
5.3.1	Standortvorschläge	24
5.3.2	Detailverortung der Standorte	29
6	Technische und organisatorische Randbedingungen bei der Errichtung öffentlicher Ladeinfrastruktur	32
6.1	Allgemeines	32
6.2	Systemüberblick öffentlicher Ladeinfrastruktur	35
6.3	Gesetzliche Vorgaben für öffentliche Ladeinfrastruktur	37

6.4 Beschilderung und Markierung von Ladesäulen und Stellplätzen 40

7 Förderung der Elektromobilität 44
7.1 Finanzielle Förderung 44
7.2 Bevorzugung von Elektrofahrzeugen 44
7.3 Unternehmen 45
7.4 Private Haushalte 45

8 Empfehlungen zum weiteren Vorgehen 47
8.1 Standortbezogene Tätigkeiten 47
8.2 Aufgaben der kommunalen Verwaltung 47
8.3 Tätigkeiten in der Betriebsphase 48
8.4 Empfehlungen 48

9 Zusammenfassung 50

Anlagenverzeichnis 52

Quellenverzeichnis 53

Abbildungen

Abbildung 1:	Kfz-Zulassungszahlen je Unterbezirk	6
Abbildung 2:	Elektrofahrzeuganteil an den Kfz-Zulassungszahlen je Unterbezirk	7
Abbildung 3:	Verteilung der Teilnehmenden auf Stadtbezirke	9
Abbildung 4:	Altersstruktur der Personen der teilnehmenden Haushalte (links) und der Gesamtbevölkerung Ingolstadt	9
Abbildung 5:	Pkw Besitz im Bestand	10
Abbildung 6:	Private Lademöglichkeiten	11
Abbildung 7:	Ladehäufigkeit Elektro-Fahrzeug-Besitzer im Bestand [n=94]	12
Abbildung 8:	Ladehäufigkeit E-Pkw-Besitzer Zukunft [n=298]	12
Abbildung 9:	Standortvorschläge der Teilnehmenden der Öffentlichkeitsbeteiligung	13
Abbildung 10:	Methodisches Vorgehen zur Ermittlung der Ladenachfrage und der Standortempfehlungen	15
Abbildung 11:	Bestehende Ladeinfrastruktur im Projektgebiet	18
Abbildung 12:	Verteilung der Ladenachfrage gesamt im Szenario 1	21
Abbildung 13:	Verteilung der Ladenachfrage gesamt in Szenario 2	22
Abbildung 14:	Verteilung der Ladenachfrage gesamt in Szenario 3	23
Abbildung 15:	Vorschläge für neue Ladesäulenstandorte Szenario 1	28
Abbildung 16:	Vorschläge für neue Ladesäulenstandorte Szenario 2	29
Abbildung 17:	Komponenten öffentliche Ladeinfrastruktur	32
Abbildung 18:	Systemüberblick öffentliche Ladeinfrastruktur	36
Abbildung 19:	Zusatzzeichen 1026-61 „Elektrofahrzeuge frei“ (links), 1024-20 „Elektrisch betriebene Fahrzeuge frei“ (Mitte) und 1010-66 „Elektrisch betriebene Fahrzeuge“ (rechts)	40
Abbildung 20:	Varianten zur Beschilderung von Parkplätzen für Elektrofahrzeuge	40
Abbildung 21:	Verkehrszeichen 365-65 „Ladestation für Elektrofahrzeuge“ (links); Zusatzzeichen zur Richtungsangabe (rechts)	41

Abbildung 22: Beschilderung von Parkplätzen an E-Ladesäulen der Landeshauptstadt München 42

Abbildung 23: Sinnbild Elektrofahrzeug als Markierung 43

Tabellen

Tabelle 1:	Übersicht der vorhandenen öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur	17
Tabelle 2:	ermittelte Ladenachfrage für das Szenario 1	19
Tabelle 3:	ermittelte Ladenachfrage für das Szenario 2	19
Tabelle 4:	ermittelte Ladenachfrage für das Szenario 3	20
Tabelle 5:	Standortvorschläge (Anzahl Ladepunkte) nach Stadtbezirken	27
Tabelle 6:	Übersicht vorhandener Arten der Ladeinfrastruktur	33
Tabelle 7:	Übersicht vorhandener Stecker- / Ladekabelanschlüsse	34
Tabelle 8:	Übersicht Erweiterung der Ladeinfrastruktur je Szenario	50

Abkürzungen

BAB	Bundesautobahn
BEV	battery electric vehicle - batterieelektrisches Fahrzeug
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr (seit 2021)
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (bis 2021)
CCS	Combined Charging System
CPO	Chargepoint Operator
MID	Mobilität in Deutschland
MIV	Motorisierter Individualverkehr
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PHEV	plug-in-hybrid vehicle - Plug-in Hybrid- Fahrzeug
RFID	Radio-Frequency Identification
StMI	Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr
ZOB	Zentraler Omnibusbahnhof

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation und Zielsetzung

Der Stadtrat Ingolstadt hat im März 2021 beschlossen ein Elektromobilitätskonzept für das Stadtgebiet Ingolstadt erstellen zu lassen. Die mit der Umsetzung des Stadtratsbeschlusses beauftragte Stabsstelle Strategien Klima, Biodiversität & Donau hat daraufhin Fördermittel im Rahmen der Förderrichtlinie Elektromobilität des BMVI vom 14.12.2020 erfolgreich beantragt.

Das Elektromobilitätskonzept ist eine Maßnahme des Integrierten Klimaschutzkonzeptes im Handlungsfeld Mobilität und Verkehr, das einen Leitfaden für die Erreichung kurz-, mittel- und langfristiger kommunalen Klimaziele darstellt. Der Maßnahme wird in diesem Zusammenhang eine hohe Priorität und ein hoher Nutzen bei der Energie- und Treibhausgaseinsparung zugewiesen.

1.2 Projektziel

Das Ziel ist die Entwicklung eines durchgängigen Elektromobilitätskonzepts mit folgenden Schwerpunkten:

- Der Einsatz erneuerbarer Energien als oberste Prämisse.
- Der Ausbau von Ladeinfrastruktur auch in den Stadtteilen und eingemeindeten dörflichen Ortsteilen.
- Die Entwicklung nachhaltiger Strukturen und Alternativen durch ÖPNV, Fahrrad- und Mikromobilität.
- Die Berücksichtigung und der Fokus auf den Motorisierten Individualverkehrs (MIV).
- Die Erweiterung von Verkehrsketten im ÖPNV um vor- und nachgelagerte Fahrrad- und Mikromobilitätsstrecken.
- Die Bereitstellung ausreichender Ladekapazitäten durch ein kommunales Parkraummanagement und Mobilitätsstationen.

Dieser Zwischenbericht behandelt die Schwerpunkte, die in Zusammenhang mit dem Ausbau der Ladeinfrastruktur für den MIV stehen.

1.3 Vorgehensweise

Das Elektromobilitätskonzept betrachtet folgende wesentliche Teilbereiche:

1. Konzipierung einer bedarfsgerechten öffentlichen Ladeinfrastruktur im Stadtgebiet mit kurz- und mittelfristigem Zeithorizont
2. Entwicklung von nachhaltigen Strukturen für vollelektrische Verkehrswege (ÖPNV, Fahrrad- und Mikromobilität) in Zusammenhang mit multimodalen Umsteigepunkten (Mobilitätsstationen)

Der vorliegende Bericht behandelt die Ergebnisse des Teilbereiches 1.

Zu Beginn wurden relevanten Grundlagendaten im Zusammenhang mit dem Auf- und Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur in der Stadt Ingolstadt erfasst, um ein umfassenden und belastbaren Überblick über den aktuellen Stand aller zu erstellt. Dies erfolgte neben direkten Abfragen der notwendigen Informationen bei den zuständigen Wissensträgern in der Stadt Ingolstadt auch im Rahmen eines Workshops mit dem Arbeitskreis Elektromobilität, der sich zusammensetzte aus Vertreter

- der Stadtverwaltung,
- der Ingolstädter Kommunalbetriebe,
- der Stadtwerke Ingolstadt (Netze und Energie),
- der IFG Ingolstadt,
- der ÖPNV-Betreiber (z. B Stadtbus Ingolstadt GmbH),
- der Technischen Hochschule Ingolstadt und
- maßgeblichen Industrievertretern (AUDI AG).

Eine wichtige Datengrundlage stellt das Verkehrsmodell der Stadt Ingolstadt dar. Dieses fasst Informationen zu Quell- und Zielverkehren für unterschiedliche Fahrtzwecke sowie weitere relevante Strukturdaten (z.B. Bevölkerung, Arbeitsplätze) auf Basis von z.T. kleinräumigen Verkehrszellen zusammen.

Alle im Rahmen der Grundlagendatenermittlung wurden sofern möglich auf der Ebene der Verkehrszellen aufbereitet, sodass eine Aggregierung auf städtische Unterbezirke und Stadtbezirke möglich ist.

Ergänzend wurde über die Beteiligungsplattform der Stadt Ingolstadt eine Öffentlichkeitsbefragung durchgeführt, bei der u.a. Angaben zum Pkw-Besitz, zur Pkw-Nutzung und Parkmöglichkeiten sowie zu

privaten Lademöglichkeiten und dem aktuellen Ladeverhalten von Elektro-Fahrzeugen erfasst wurden. Darüber hinaus hatten die Befragten die Möglichkeit, Vorschläge für ergänzende Ladeinfrastruktur-standorte zu benennen.

Darauf aufbauend wurde modellbasiert ein leistungsstarkes und bedarfsgerechtes öffentliches Netz an Ladeinfrastruktur mit kurz- und mittelfristigem Zeithorizont konzipiert. Dabei wurde auf Basis der Ladenachfrage der Nachfragegruppen Wohnen / Wohnort, Freizeit / Einkaufen / Zentrale Orte sowie Arbeit / Arbeitsort und die Anzahl der Ladepunkte je Verkehrszelle, Unterbezirk und Stadtbezirk für jeweils drei Szenarien bestimmt.

Die Definition der Bereiche für öffentliche Ladeinfrastruktur erfolgte unter Berücksichtigung der zu erwartenden Verweildauern, Tätigkeiten in unmittelbarer Nähe und notwendiger Ladeleistungen. In einem weiteren Schritt wurde für das erste, kurzfristige und das zweite, mittelfristige Szenario eine Standortsuche auf Basis einer Luftbildrecherche durchgeführt.

2 Ausgangssituation

Die Stadt Ingolstadt im Regierungsbezirk Oberbayern hat 139.315 Einwohnerinnen und Einwohner (Stand 31.12.2021; [17]). Das 133 km² große Stadtgebiet ist gegliedert in 12 Stadtbezirke mit insgesamt 63 Stadtunterbezirken. Die Stadtbezirke unterscheiden sich erheblich in Bezug auf Bevölkerungszahl und -dichte, Siedlungsstrukturen und vorhandenen Arbeitsplätzen sowie Freizeit- und Einkaufsmöglichkeiten.

In der Innenstadt befinden sich neben touristischen Angeboten und Einzelhandel auch unterschiedliche Bildungsangebote und Verwaltungsstandorte.

Die Stadt ist über die Anschlusspunkte Ingolstadt-Süd und Ingolstadt-Nord an die Nord-Süd-Richtung verlaufende Bundesautobahn A9 angebunden. Die Bundesstaraßen B13 und 15a sowie mehrere Staatstraßen verbinden umliegende Gemeinden mit der Stadt Ingolstadt. Darüber hinaus ist die Stadt über drei Bahnhöfe, u.a. mit ICE-Haltepunkt am Hauptbahnhof, an das Nah- und Fernverkehrsnetz der Deutschen Bahn angebunden und verfügt über ein gut ausgebautes öffentliches städtisches Busnetz. Der Zentrale Omnibusbahnhof (ZOB) bildet einen der wichtigen Knoten- und Umsteigepunkte dieser Buslinien. Über eine Buszubringerlinie ist die Stadt an den Flughafen München angeschlossen.

Neben den im ganzen Stadtgebiet angesiedelten Unternehmen ist die Audi AG mit Produktions- und Forschungseinrichtungen im Norden und Osten der Stadt ein wichtiger Arbeitgeber. Darüber hinaus befinden sich Gewerbegebiete und Einzelhandel sowie Industriebetriebe östlich der BAB A9.

Die Stadt hat ab Oktober 2020 ein integriertes Klimaschutzkonzept mit dem Ziel der Klimaneutralität bis 2035 im Rahmen eines Förderprogramms vom Bundesumweltministerium erstellt und im Juni 2022 im Stadtrat beschlossen. Das bisher dahin gültige Ziel der Klimaneutralität bis 2050 wurde um 15 Jahre vorgezogen. Im Klimaschutzkonzept werden 29 Maßnahmen benannt, darunter u.a. auch die Erstellung eines Elektromobilitätskonzeptes.

Zur Erarbeitung des Elektromobilitätskonzepts für die Stadt Ingolstadt wurden Basisdaten verwendet, welche im Rahmen von gezielten Anfragen bereitgestellt sowie durch eigene Recherchen durch den Auftragnehmer im Rahmen der Bestandanalyse zusammengetragen wurden. Zu diesen Basisdaten sind in Anlage 1 die zugehörigen Kartendarstellungen der berücksichtigten Inhalte für das Projektgebiet der Stadt Ingolstadt enthalten.

Auf folgende Informationen wurde in der Bestandsanalyse zurückgegriffen:

- das Verkehrsmodell der Stadt Ingolstadt (Verteilung von Pkw-Fahrten mit Fahrtzwecken und Fahrtdistanzen) und die darin hinterlegten Strukturdaten (z.B. Einwohnerzahlen, Anzahl Arbeitsplätze, Touristische Ziele)
- Pkw-Zulassungszahlen nach Antriebsarten je Unterbezirk
- Vorhandene Ladeinfrastruktur:
  - Bei der Stadtwerke Ingolstadt Netze GmbH gemeldete private Ladepunkte (Datenbereitstellung in anonymisierter Form)
  - Bei der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen gemeldete Ladepunkte (Quelle: https://www.ladeatlas.bayern/)
  - Von der IFG Ingolstadt betriebene Ladepunkte sowie die Planungen zum Standortausbau
  - Von der Stadtwerke Ingolstadt Energie GmbH betriebene Ladepunkte sowie die Planungen zum Standortausbau
  - Von der Audi AG betriebene Ladepunkte
- Informationen zum Stand und zur Planung im Bereich Elektromobilität der relevanten Akteure des Arbeitskreises Elektromobilität der Stadt Ingolstadt

Die Kfz-Zulassungszahlen in den einzelnen Teilbereichen der Stadt Ingolstadt variieren in einer großen Bandbreite. In Abbildung 1 wird deutlich, dass der Audi-Bezirk hervorgerufen durch die Vielzahl der Dienstwagen durch eine sehr hohe Kfz-Zulassungsdichte geprägt ist.

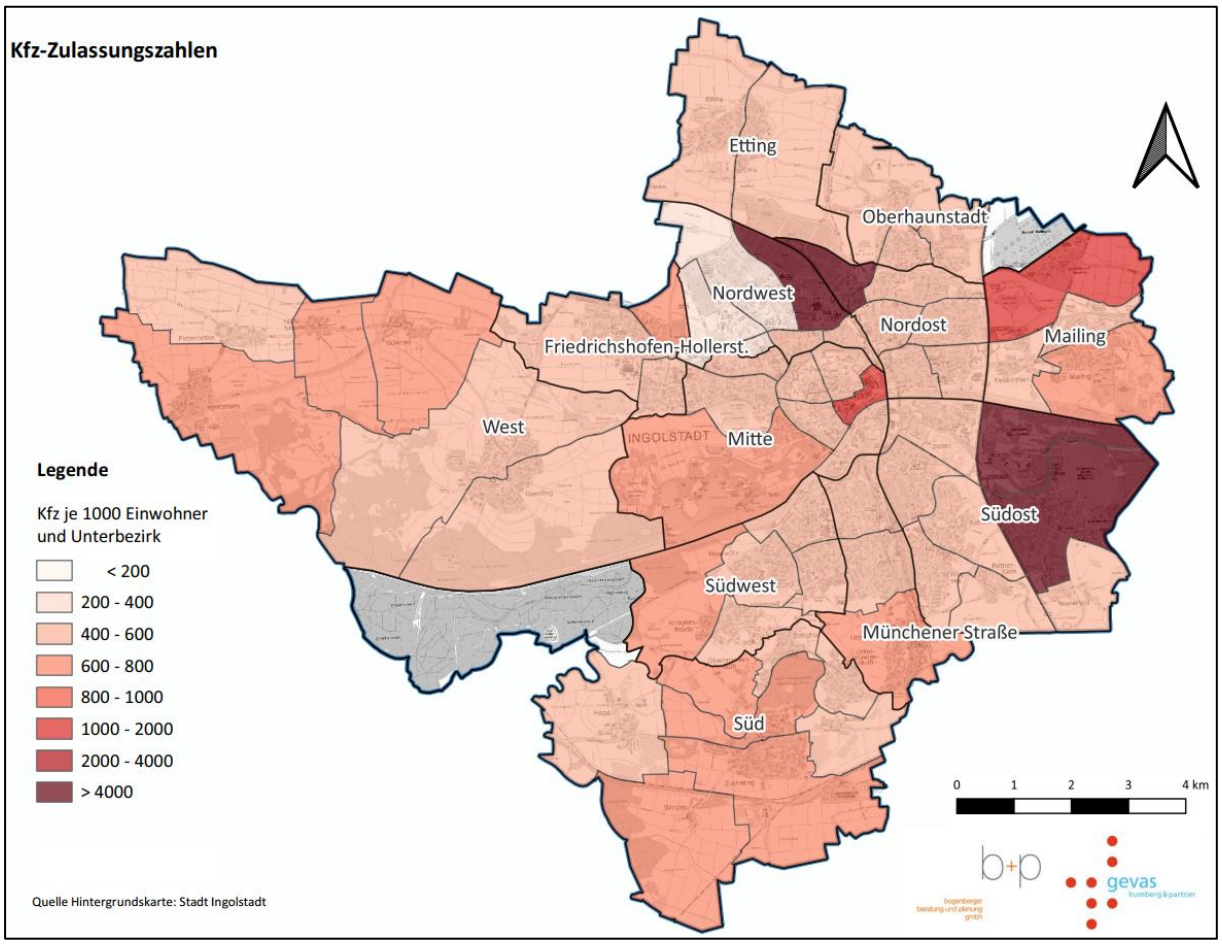


Abbildung 1: Kfz-Zulassungszahlen je Unterbezirk

Durchschnittlich liegt der Elektrofahrzeuganteil im Stadtgebiet bei 3 %. Durch die hohe Anzahl der durch die Audi AG zugelassenen Fahrzeuge weisen die betroffenen Unterbezirke ebenfalls einen erhöhten Anteil an Elektrofahrzeugen (batterieelektrische Fahrzeuge - BEV) bzw. an Fahrzeugen mit Plug-in Hybrid (PHEV) von mehr als 10 % auf (siehe Abbildung 2).

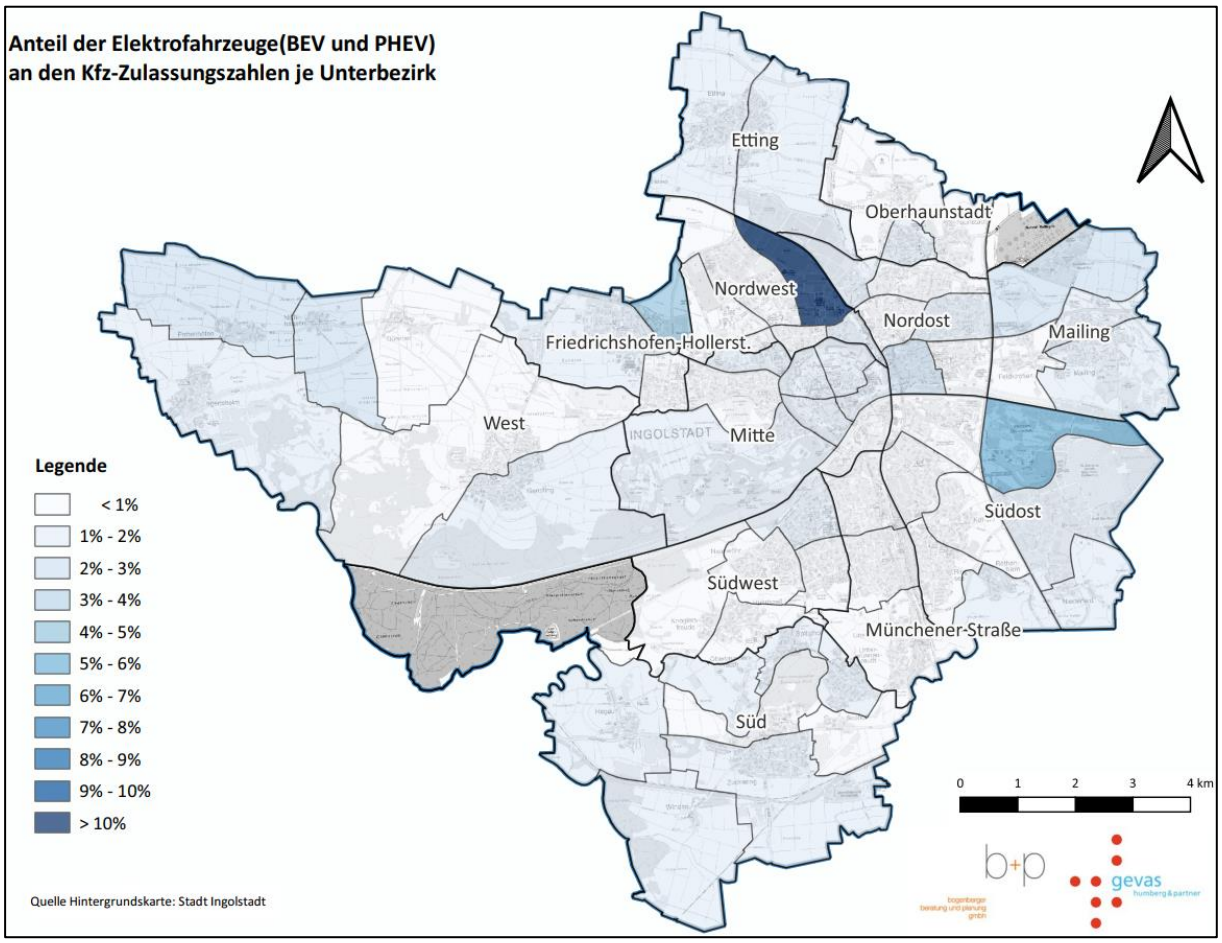


Abbildung 2: Elektrofahrzeuganteil an den Kfz-Zulassungszahlen je Unterbezirk

3 Öffentlichkeitsbeteiligung zum Bedarf an Ladeinfrastruktur

Neben der Ermittlung der Ladenachfrage auf Basis statistischer Daten und der Anwendung einer wissenschaftlich fundierten Vorgehensweise wurden auch die Einschätzungen und Vorschläge der Ingolstädter Bürgerinnen und Bürger berücksichtigt. Hierzu wurde eine Onlineumfrage im Zeitraum zwischen 28.06.2022 und 31.07.2022 über das Bürgerbeteiligungsportal der Stadt Ingolstadt „Ingolstadt macht mit!“ (URL: https://www.ingolstadt-macht-mit.de/) durchgeführt.

Ziel der Befragung war es, eine zielgerichtete Weiterentwicklung der Ladeinfrastruktur sicherzustellen, indem die Befragten nach nachfolgenden Information gefragt wurden:

- Angaben zum Haushalt und zur Wohnsituation
- Angaben zum Mobilitätsverhalten allgemein:
  Art, Häufigkeit und Regelmäßigkeit der Pkw-Nutzung
- die Einstellung zur Elektromobilität:
  Anschaffung E-Fahrzeug sowie Ladeverhalten und Anforderungen an die Ladeinfrastruktur
- Vorschläge ergänzender Standorte öffentlicher Ladeinfrastruktur

3.1 Übersicht über die Teilnahme

Insgesamt haben 873 Haushalte an der Onlineumfrage teilgenommen. Von diesen konnten 670 Fragbögen ausgewertet werden. Durch diese Rückmeldungen konnten Angaben zu insgesamt 1.308 Bürgern und Bürgerinnen in die Auswertung einbezogen werden. In der Befragung konnten Teilnehmende aus allen 12 Stadtbezirken angesprochen werden (siehe Abbildung 3; wobei es sich um eine freiwillige Angabe handelte). Unter Berücksichtigung der Gesamtanzahl der Haushalte und der Gesamtbevölkerung (65.336 Haushalte; 139.315 Einwohnerinnen und Einwohner; Stand 31.12.2021; [17]) im Stadtgebiet Ingolstadt haben 1,3 % der Haushalte an der Umfrage teilgenommen. Es konnten Aussagen von 0,9 % der Bevölkerung erfasst und ausgewertet werden.

Bei den teilnehmenden Personen der Haushalte sind 66 % im Alter zwischen 18 und 64 Jahre und 29 % sind unter 18 Jahre (siehe Abbildung 4 links). Damit zeigt sich eine ähnliche Altersstruktur wie in der Gesamtbevölkerung Ingolstadt (64 % im Alter zwischen 18 und 64 Jahre und 18 % sind unter 18 Jahre; siehe Abbildung 4 rechts).

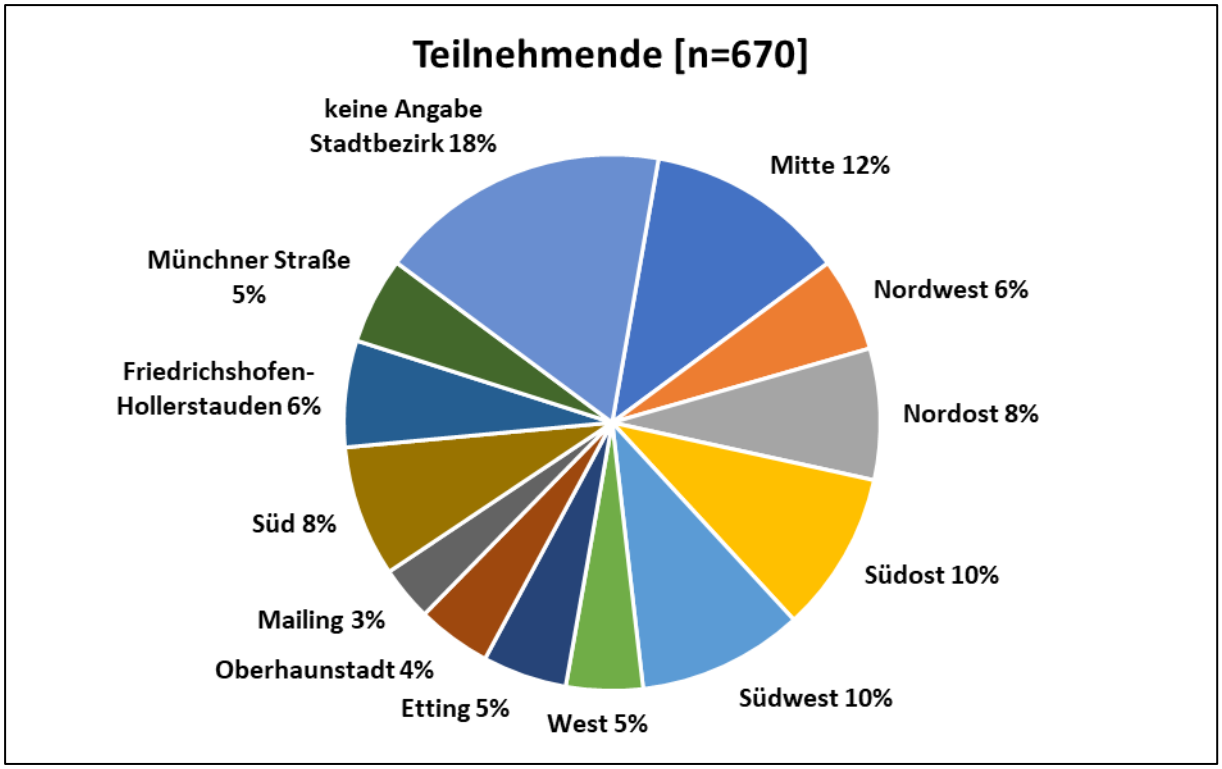


Abbildung 3: Verteilung der Teilnehmenden auf Stadtbezirke

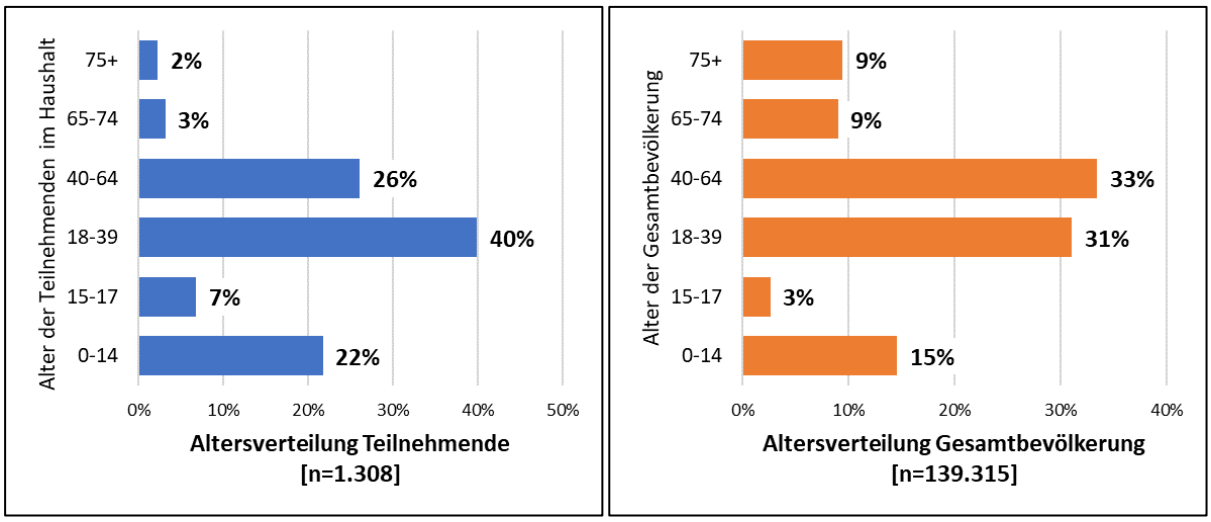


Abbildung 4: Altersstruktur der Personen der teilnehmenden Haushalte (links) und der Gesamtbevölkerung Ingolstadt

3.2 Erkenntnisse zum Pkw-Besitz

Von den teilnehmenden Haushalten haben derzeit 7 % im Bestand keinen eigenen Pkw im Haushalt zur Verfügung. 86 % verfügen über mindestens 2 Pkw pro Haushalt (siehe Abbildung 5). In den Haushalten mit mindestens einem eigenen Pkw ist bei 15 % mindestens ein Elektrofahrzeug, bei 9 % mindestens ein Hybrid-Fahrzeug und bei 86 % mindestens 1 Verbrenner-Fahrzeug vorhanden. Damit ist derzeit in 24 % der teilnehmenden Haushalte mindestens ein Elektro- oder Hybrid-Fahrzeug vorhanden. Im Zeitraum der nächsten 3 Jahre planen 56 % der befragten Haushalte die Anschaffung eines neuen Fahrzeuges. Dies betrifft in vielen Fällen Elektro oder Hybrid-Fahrzeuge: 32 % planen mindestens ein Elektrofahrzeug und 14 % mindestens ein Hybrid-Fahrzeug anzuschaffen. Damit wird der Anteil der Haushalte mit Elektro- oder Hybrid-Fahrzeug von derzeit 24 % auf 42 % steigen.

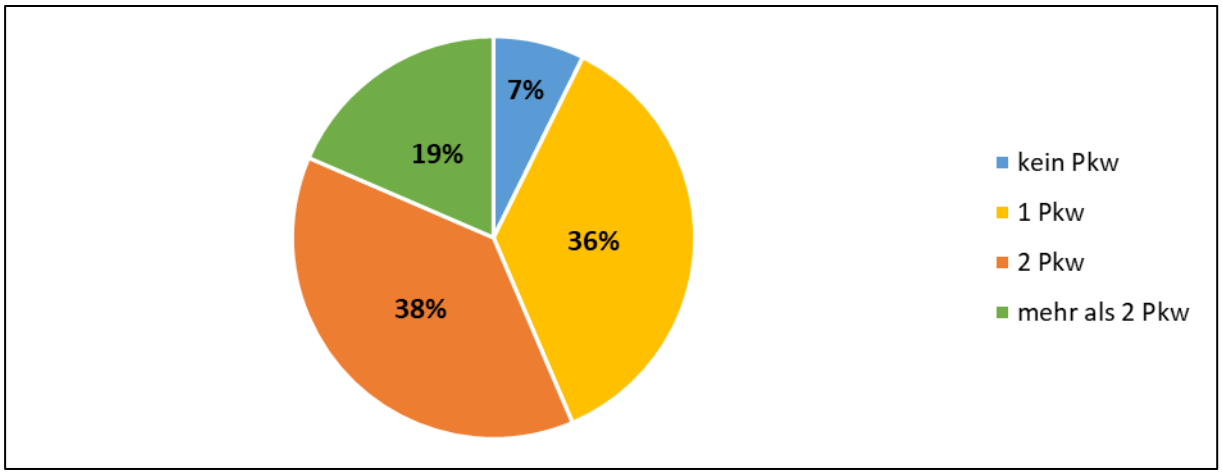


Abbildung 5: Pkw Besitz im Bestand

3.3 Erkenntnisse zu privaten Lademöglichkeiten

Die Ausstattung mit privaten Lademöglichkeiten ist in vielen Fällen bei den Haushalten, die bereits über ein Elektro-Fahrzeug verfügen, abhängig von der Wohnsituation. 88 % der Haushalte in Einzel- oder Doppelhäusern verfügen bereits oder planen die Einrichtung eines eigenen Ladepunktes, während dies nur 55 % der Haushalte in Mehrparteienhäusern angeben (siehe Abbildung 6).

Der Ladebedarf, der nicht im privaten Bereich gedeckt werden kann, nimmt in Zukunft zu: Haushalte mit Elektro-Fahrzeug-Besitz in den nächsten drei Jahren können in Einzel- und Doppelhäusern zu 11 % (derzeit 9 %) und in Mehrparteienhäusern zu 50 % (derzeit 44 %) ihr Elektro-Fahrzeuge nicht privat laden.

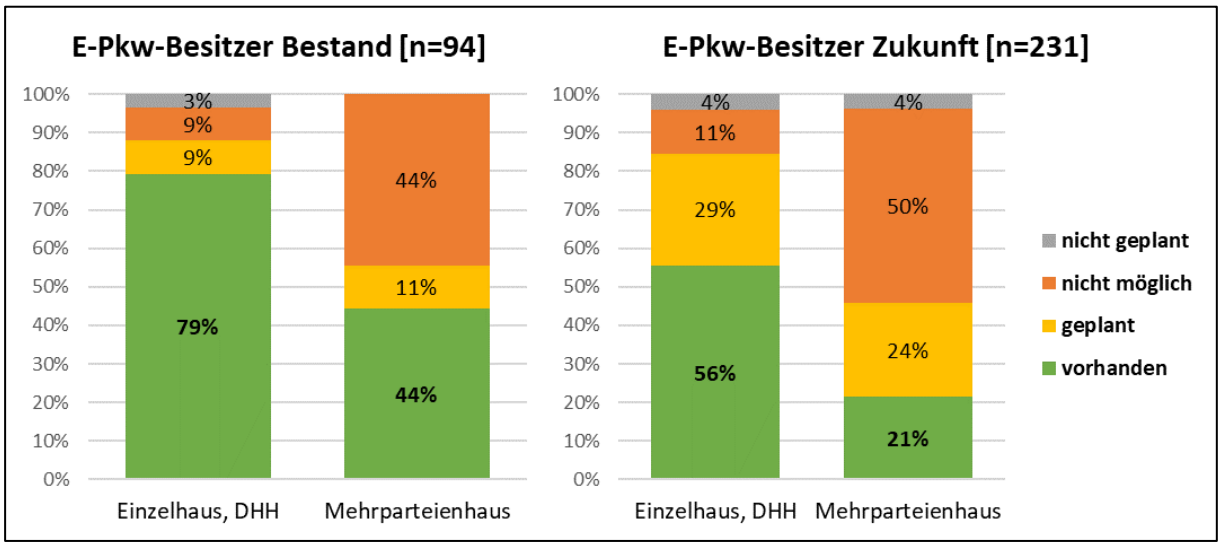


Abbildung 6: Private Lademöglichkeiten bei derzeitigen Elektro-Fahrzeugbesitzern (links) und zukünftigen Elektro-Fahrzeugbesitzern (in den nächsten drei Jahren; rechts)

3.4 Erkenntnisse zum Ladeverhalten

66 % der Haushalte, die zukünftig über ein Elektro- oder Hybrid-Fahrzeug verfügen, (62 % der derzeitigen Elektro-Fahrzeug-Besitzer) erwarten, dass sie am Wohnort täglich oder mehrmals pro Woche laden werden. Für 36 % der Elektro-Fahrzeug-Besitzer ist (bzw. für 30 % wird) ein regelmäßiges Laden am Arbeitsplatz (täglich oder mehrmals pro Woche) notwendig (siehe Abbildung 7 links und Abbildung 8 links). Das Laden beim Einkaufen oder im Rahmen von Freizeitaktivitäten wird dagegen nur von 23 % bzw. 16 % der befragten Haushalte mit Elektro-Fahrzeug täglich oder mehrmals pro Woche erwartet.

Regelmäßige Ladevorgänge (täglich oder mehrmals pro Woche) an öffentlichen Ladepunkten am Wohnort werden derzeit 32 % der Haushalte mit Elektro-Fahrzeug durchgeführt; zukünftige Elektro-Fahrzeug-Besitzer erwarten zu 38 % eine regelmäßige Ladenotwendigkeit an öffentlichen Ladepunkten (siehe Abbildung 7 rechts und Abbildung 8 rechts). Im Zusammenhang mit Einkaufsfahrten bzw.

Freizeitaktivitäten werden öffentliche Ladepunkte von 31 % bzw. 23 % der Elektro-Fahrzeug-Besitzer regelmäßig genutzt. Dieser Anteil wird von zukünftigen Elektro-Fahrzeug-Besitzern ähnlich eingeschätzt (29 % bzw. 19 %).

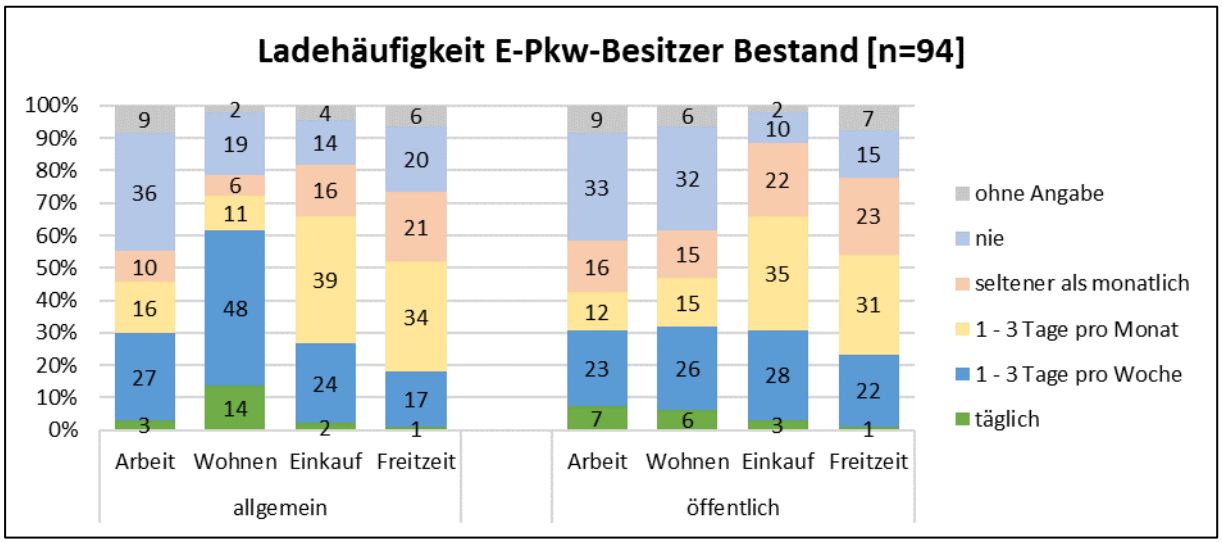


Abbildung 7: **Ladehäufigkeit Elektro-Fahrzeug-Besitzer im Bestand [n=94]**
alle Ladevorgänge (links); Ladevorgänge an öffentlichen Ladepunkten (rechts)

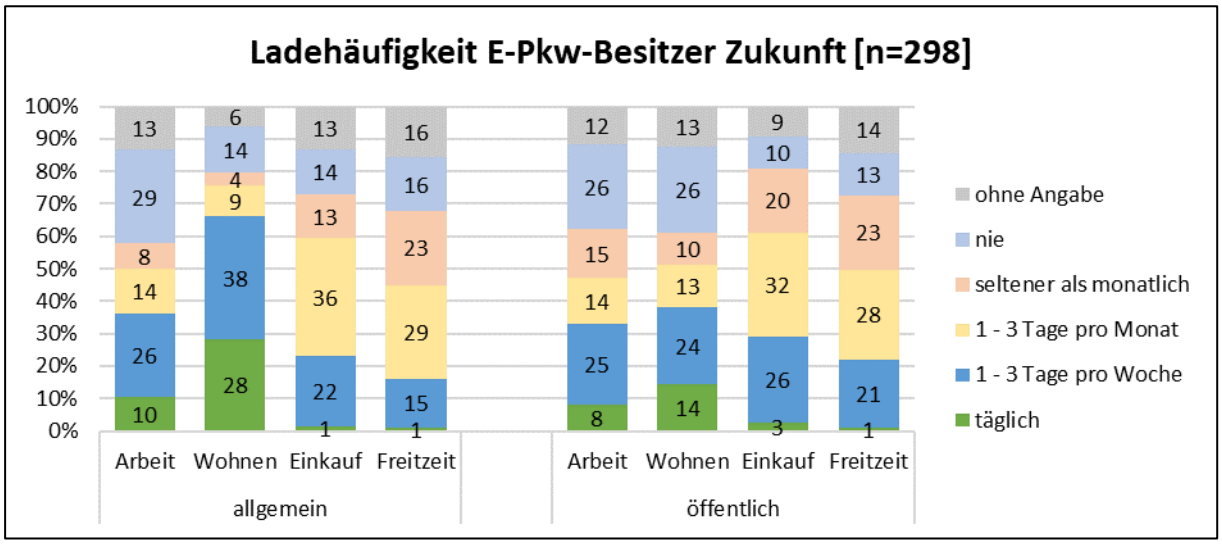


Abbildung 8: **Ladehäufigkeit E-Pkw-Besitzer Zukunft [n=298]**
alle Ladevorgänge (links); Ladevorgänge an öffentlichen Ladepunkten (rechts)

3.5 Standortvorschläge der Teilnehmenden

Im Rahmen der Onlineumfrage wurde den Teilnehmenden die Möglichkeit gegeben Vorschläge für weitere Standorte von öffentlichen Ladepunkten zu benennen. Insgesamt wurden 42 Standorte bzw. Standortbereiche von den Befragten vorgeschlagen (siehe Abbildung 9). Die genannten Hinweise wurden geprüft und bei der Erstellung von Standortvorschlägen (siehe Kapitel 5.3) berücksichtigt. Die Rückmeldungen können wie folgt zusammengefasst werden:

- 11 Vorschläge im Zusammenhang mit Einkaufswegen
- 9 Vorschläge im Zusammenhang mit Freizeitwegen
- 6 Vorschläge an Wohnorten
- Weitere allgemeine Angaben (Ausstattung von Supermarktparkplätzen)
- Erweiterung bestehender Ladesäulenstandorte (in den öffentlichen Parkhäusern und Tiefgaragen)

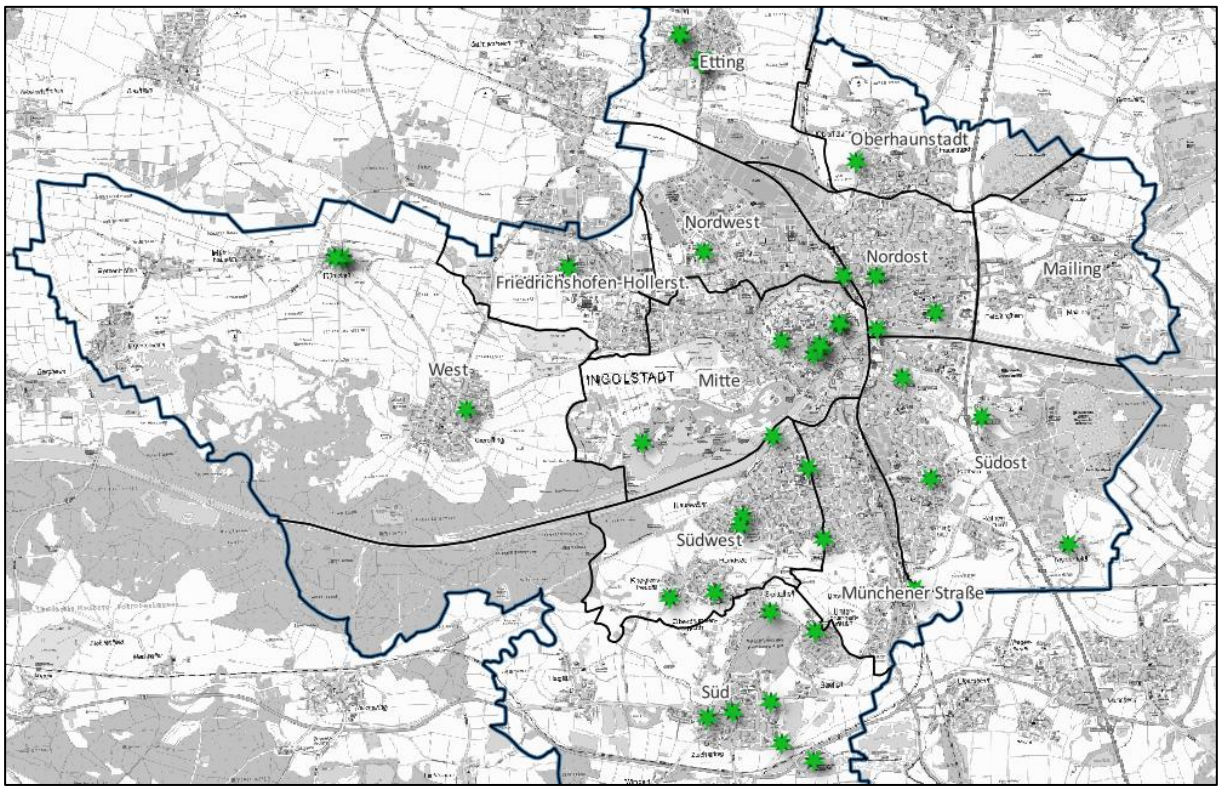


Abbildung 9: Standortvorschläge der Teilnehmenden der Öffentlichkeitsbeteiligung

4 Methodik zur Ermittlung der Ladenachfrage und Standortempfehlungen

Zur Erarbeitung der Standortvorschläge für Ladesäulen von E-Fahrzeugen innerhalb des Projektgebietes wurde ein einheitliches dreistufiges Vorgehen angewendet, welches in Anlage 2 detailliert beschrieben ist. Auf Grundlage des Verkehrsmodells und der Ergebnisse der Öffentlichkeitsbeteiligung wird die zu erwartende Ladenachfrage im öffentlichen und halböffentlichen Raum für drei Szenarien abgeschätzt. Szenario 1 berücksichtigt einen Anteil von 3 % Elektrofahrzeugen in der Pkw-Flotte mit einer durchschnittlichen Reichweite von ca. 300 km. In Szenario 2 wird ein Anteil von 10 % Elektrofahrzeugen in der Pkw-Flotte und eine gesteigerte durchschnittliche Reichweite von 400 km betrachtet. Das Szenario 3 enthält die Annahme eines Flottenanteils von 25 % Elektrofahrzeugen mit durchschnittlicher Reichweite von 500 km. Die einzelnen Szenarien berücksichtigen den kurz-, mittel- und langfristigen Ausbau der Elektromobilität im Projektgebiet. Abbildung 10 zeigt die angewendete Methodik im Überblick.

Die Vorgehensweise konzentriert sich auf die Nachfrage durch private Elektrofahrzeugnutzer, die ihr Fahrzeug an öffentlich zugänglichen Ladestationen laden. Zur Analyse der Ladenachfrage werden verschiedene Annahmen getroffen, die auf relevanten Studien zur Nutzung von Elektrofahrzeugen basieren. Zunächst wird angenommen, dass Elektrofahrzeugnutzer, wenn sie die Möglichkeit dazu haben, bevorzugt zu Hause laden. Die meisten Alltagsstrecken können von aktuellen Elektrofahrzeugen bewältigt werden, sodass die meisten Ladevorgänge stattfinden, wenn die Fahrzeuge ohnehin für längere Zeit geparkt sind. Ladevorgänge im öffentlichen Straßenraum außerhalb des Wohnorts finden maßgeblich nur bei einer als nicht mehr komfortabel angesehenen Restreichweite statt. Neben dem eigenen Zuhause wird vor allem der Arbeits- oder Ausbildungsort regelmäßig aufgesucht. Ladepunkte an zentralen Orten, Freizeiteinrichtungen und Einkaufsmöglichkeiten stellen zusätzliche spontane Lademöglichkeiten dar. Es wird daher angenommen, dass der Ladebedarf von Elektrofahrzeugnutzern an den Orten auftritt, die sie im Alltag regelmäßig aufsuchen. Diese Annahmen werden im Planungsmodell genutzt. Für die Ermittlung der Ladenachfrage im öffentlichen bzw. halböffentlichen Raum werden folglich drei Nutzergruppen bzw. unterschiedliche Fahrtziele als wesentlich angesehen:

- durch Anwohner am **Wohnort**.
- durch Anwohner und Besucher an **zentralen Orten und Freizeiteinrichtungen.**
- durch Anwohner und Pendler am **Arbeits- bzw. Ausbildungsort.**

Zur Ermittlung der Ladenachfrage je Verkehrszelle und Nutzergruppe werden in Schritt 1 zunächst die Anzahl der Fahrten, zurückgelegte Fahrtdistanzen und Fahrtzwecke auf Basis des Verkehrsmodells Ingolstadt analysiert. Grundsätzlich wird wie oben beschrieben angenommen, dass bevorzugt am

Wohnort geladen wird und, soweit vorhanden, eine private Lademöglichkeit (Heimlademöglichkeit) hierfür genutzt wird. Um die Verfügbarkeit einer Heimlademöglichkeit abzuschätzen, wurden die Daten der bundesweiten Haushaltsbefragung Mobilität in Deutschland (MID) und die Ergebnisse der Befragungen zugrunde gelegt. Um den unterschiedlichen Charakteristiken der verschiedenen Unterbezirke Rechnung zu tragen, wurde zusätzlich die Einwohnerdichte berücksichtigt und in die Gruppen „dicht besiedelt“ und „weniger dicht besiedelt“ unterschieden.

In **Schritt 2** wird die Ladenachfrage der einzelnen Nachfragegruppen innerhalb der einzelnen Verkehrszellen verortet. Die Nachfrage im Bereich Wohnen wird in den dichter bebauten Gebieten platziert, Nachfrage im Bereich Freizeit und Arbeit wird den maßgeblichen Freizeitzielen bzw. den Gewerbegebieten und Standorten großer Arbeitgeber zugeordnet.

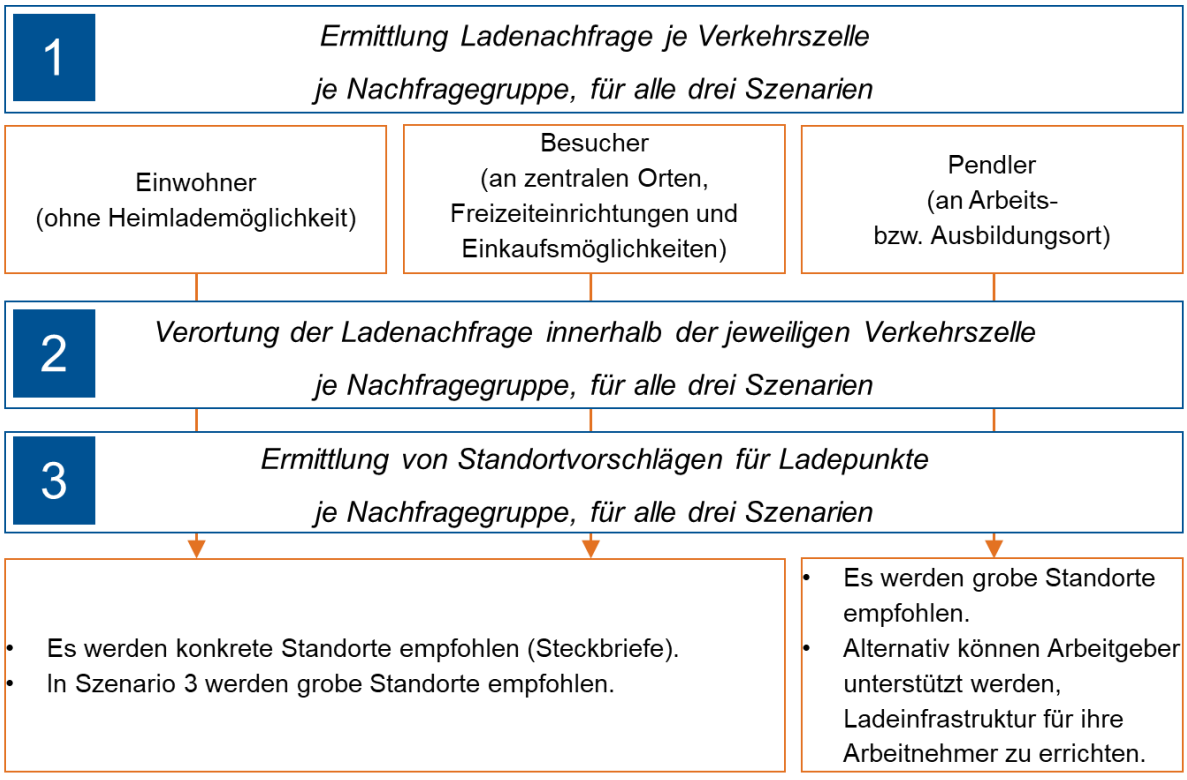


Abbildung 10: Methodisches Vorgehen zur Ermittlung der Ladenachfrage und der Standortempfehlungen

In **Schritt 3** werden für die Anzahl der benötigten Ladesäulen in jedem Szenario, unter Berücksichtigung der erhobenen Daten der Ausgangssituation (bestehende öffentliche Ladeinfrastruktur,

Möglichkeit der Errichtung privater Ladeinfrastruktur), entsprechende Standortvorschläge ermittelt. Dabei werden die Standortvorschläge so ermittelt, dass möglichst viel Ladenachfrage (ggf. aus mehreren Verkehrszellen) innerhalb einer angemessenen Fußwegdistanz durch den vorgeschlagenen Ladestandort abgedeckt wird. Bereits vorhandene öffentliche Ladepunkte werden dabei berücksichtigt.

- Für die Nachfragegruppen Einwohner am Wohnort (1.) und Einwohner und Besucher an zentralen Orten und Freizeiteinrichtungen (2.) werden für das erste und zweite Szenario konkrete Standortempfehlungen beschrieben. Hierzu werden für die ermittelte Ladenachfrage auf Basis einer Luftbildanalyse Standortempfehlungen erarbeitet und Steckbriefe für die empfohlenen Standorte erstellt. Für Szenario 3 wird nur der ermittelte Bedarf ausgewiesen.
- Für die Ladenachfrage der Nachfragegruppen Pendler am Arbeitsort (3.) wird nur die zu erwartende Nachfrage ermittelt und keine expliziten Standortempfehlungen ausgearbeitet. Für das weitere Vorgehen stehen der Stadt zwei Optionen zur Verfügung:
    a. Herstellung der Ladeinfrastruktur durch Unternehmen: Zusammenarbeit der Stadt mit ansässigen Unternehmen, um diese zu motivieren, Lademöglichkeiten für ihre Mitarbeiter zu schaffen: Entweder exklusiv innerhalb des Firmengeländes (private Ladepunkte) oder im öffentlichen Raum mit zusätzlicher Zugangsmöglichkeit für Nicht-Mitarbeiter (halb-öffentliche Ladepunkte).
    b. Herstellung der Ladeinfrastruktur mit öffentlichen Mitteln: Schaffung öffentlicher Ladeinfrastruktur in den entsprechend gekennzeichneten Bereichen und in direkter Umgebung zu relevanten Unternehmen (z. B. im Rahmen einer kommunalen Wirtschaftsförderung oder Entwicklungsförderung ausgewählter Wirtschaftsstandorte).

Aus den in Kapitel 5.3 und Anlage 3 dargestellten Ergebnissen wird zudem deutlich, dass sich die Zielorte der Nutzergruppen zum Teil überschneiden. Durch die unterschiedlichen Tagesganglinien der verschiedenen Zielverkehre ist hier eine noch bessere Auslastung der Ladesäule zu erwarten.

Ein detaillierter Überblick über die angewendete Methodik ist in Anlage 2 enthalten.

5 Ergebnisse der Empfehlung von Ladesäulenstandorten

5.1 Vorhandene Ladeinfrastruktur

Im Stadtgebiet Ingolstadt stehen aktuell (Stand 09/2022) insgesamt 688 öffentlich zugängliche Ladepunkte an 86 Standorten zur Verfügung. Davon wurden 457 Ladepunkte an 22 Standorten von der Audi AG errichtet. Diese können aufgrund der Lage überwiegend in den Mitarbeiterparkhäusern in unmittelbarer Nähe zum Betriebsgelände im Wesentlichen nur von den Mitarbeitenden für die Fahrten zur Arbeit genutzt werden. Für die Versorgung der Bevölkerung für Wohn- und Freizeit-/Einkaufszwecke werden die Ladepunkte der Audi AG im Rahmen der Konzepterstellung deshalb nicht berücksichtigt.

	Ladeleistung				
	bis 11 kW	22 kW	bis 150 kW	≥ 150 kW	Summe
Anzahl Ladepunkte					
gesamt	15	621	26	26	688
davon Audi	6	435	4	12	457
davon andere Anbieter	9	168	22	14	231

Tabelle 1: Übersicht der vorhandenen öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur

Die Standorte der im Bestand vorhanden Ladepunkte sind in Abbildung 11 und in Anlage 1 dargestellt.

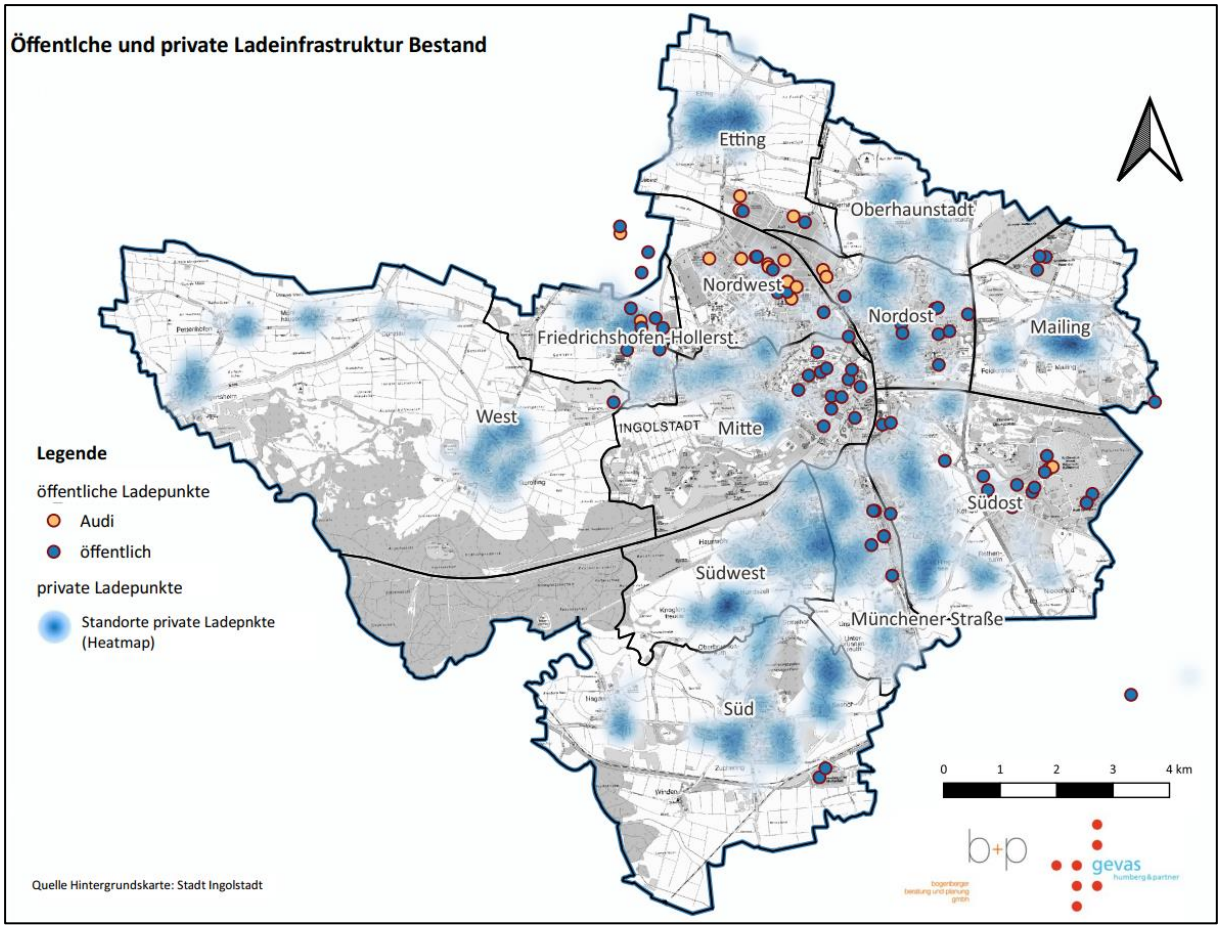


Abbildung 11: Bestehende Ladeinfrastruktur im Projektgebiet

5.2 Ermittelte Ladenachfrage

Auf Grundlage der in Kapitel 4 beschriebenen Methodik wurde für jede Verkehrszelle die Ladenachfrage für die drei Szenarien ermittelt. Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen (Tabelle 2 bis Tabelle 4) dargestellt. Neben der nach den drei untersuchten Fahrtzwecken ermittelten Ladenachfrage wird dabei ein Vergleich mit den in den Stadtbezirken bereits vorhandenen Ladepunkten gezogen. Aus diesem Vergleich ist die rechnerische Über- und Unterversorgung ableitbar. An dieser Stelle ist zu beachten, dass es sich lediglich um einen zahlenmäßigen Abgleich zwischen der ermittelten Nachfrage und dem bereits vorhandenen Angebot handelt. Bei der Beurteilung ist die Standortverteilung und Zuordnung zur Nutzbarkeit für die einzelnen Nutzergruppen zu berücksichtigen.

Es ist ersichtlich, dass der Bezirk Mitte bereits mit einer als ausreichend eingeschätzten Ladeinfrastruktur ausgestattet ist. Ausbaubedarf wird auf Grundlage dieser Auswertung in Szenario 1 wesentlich in den Stadtbezirken Nordwest, Südwest, West und Oberhaunstadt gesehen.

Stadtbezirk		Wohnort	Arbeit + Ausbildung	Zentrale Orte, Freizeit, Einkaufen	Gesamt	Vergleich zu Bestands-LP		Vergleich nur Wohnen und Freizeit (ohne Audi)
						Mit Audi	Ohne Audi	
Mitte	1	8	7	5	20	21	21	28
Nordwest	2	12	17	3	32	205	-26	-9
Nordost	3	24	7	6	36	51	-9	-3
Südost	4	16	20	13	49	103	-14	6
Südwest	5	7	0	0	8	-8	-8	-7
West	6	5	0	1	6	-4	-4	-4
Etting	7	2	12	0	14	70	-14	-2
Oberhaunstadt	8	4	0	0	4	-4	-4	-4
Mailing	9	5	1	1	7	2	2	3
Süd	10	7	0	1	8	-4	-4	-3
Friedrichshofen-Hollerstauden	11	10	2	3	15	43	3	5
Münchener Straße	12	14	4	3	22	-6	-6	-1
Summe		**114**	**70**	**37**	**220**	**470**	**-62**	**7**

Tabelle 2: ermittelte Ladenachfrage für das Szenario 1 und Vergleich mit dem Bestand öffentlicher vorhandener Ladepunkte

In den Szenarien 2 und 3 werden in fast allen Stadtbezirken Ladenachfragen ermittelt, die durch den aktuellen Bestand nicht abgedeckt werden.

Stadtbezirk		Wohnort	Arbeit + Ausbildung	Zentrale Orte, Freizeit, Einkaufen	Gesamt	Vergleich zu Bestands-LP		Vergleich nur Wohnen und Freizeit (ohne Audi)
						Mit Audi	Ohne Audi	
Mitte	1	24	18	12	53	-12	-12	5
Nordwest	2	36	24	8	67	170	-61	-37
Nordost	3	73	13	14	100	-13	-73	-59
Südost	4	50	38	28	116	36	-81	-43
Südwest	5	21	1	1	23	-23	-23	-22
West	6	16	0	2	18	-16	-16	-15
Etting	7	7	10	0	17	67	-17	-8
Oberhaunstadt	8	12	0	1	13	-13	-13	-13
Mailing	9	16	2	2	20	-11	-11	-10
Süd	10	20	1	2	23	-19	-19	-19
Friedrichshofen-Hollerstauden	11	31	5	8	44	14	-26	-21
Münchener Straße	12	44	6	5	55	-39	-39	-33
Summe		**348**	**119**	**83**	**550**	**140**	**-392**	**-273**

Tabelle 3: ermittelte Ladenachfrage für das Szenario 2 und Vergleich mit dem Bestand öffentlicher vorhandener Ladepunkte

Stadtbezirk		Wohnort	Arbeit + Ausbildung	Zentrale Orte, Freizeit, Einkaufen	Gesamt	Vergleich zu Bestands-LP		Vergleich nur Wohnen und Freizeit (ohne Audi)
						Mit Audi	Ohne Audi	
Mitte	**1**	56	41	28	125	-84	-84	-43
Nordwest	**2**	85	50	17	152	85	-146	-96
Nordost	**3**	174	32	34	240	-153	-213	-181
Südost	**4**	121	89	62	272	-120	-237	-148
Südwest	**5**	48	3	3	54	-54	-54	-51
West	**6**	40	1	4	44	-42	-42	-41
Etting	**7**	17	20	1	39	45	-39	-18
Oberhaunstadt	**8**	29	1	2	32	-32	-32	-31
Mailing	**9**	39	4	5	48	-39	-39	-35
Süd	**10**	49	2	6	56	-52	-52	-50
Friedrichshofen-Hollerstauden	**11**	72	13	19	103	-45	-85	-73
Münchener Straße	**12**	108	15	13	136	-120	-120	-105
Summe		**837**	**271**	**192**	**1301**	**-611**	**-1143**	**-872**

Tabelle 4: ermittelte Ladenachfrage für das Szenario 3 und Vergleich mit dem Bestand öffentlicher vorhandener Ladepunkte

Abbildung 12 bis Abbildung 14 zeigen die räumliche Verteilung der aus der berechneten Ladenachfrage ermittelten Anzahl an öffentlichen Ladepunkten gesamt über alle untersuchten Nachfragegruppen für drei untersuchten Szenarien. Anlage 3 enthält darüber hinaus die Darstellungen der Ladenachfrage der einzelnen Nachfragegruppe in den einzelnen Verkehrszellen.

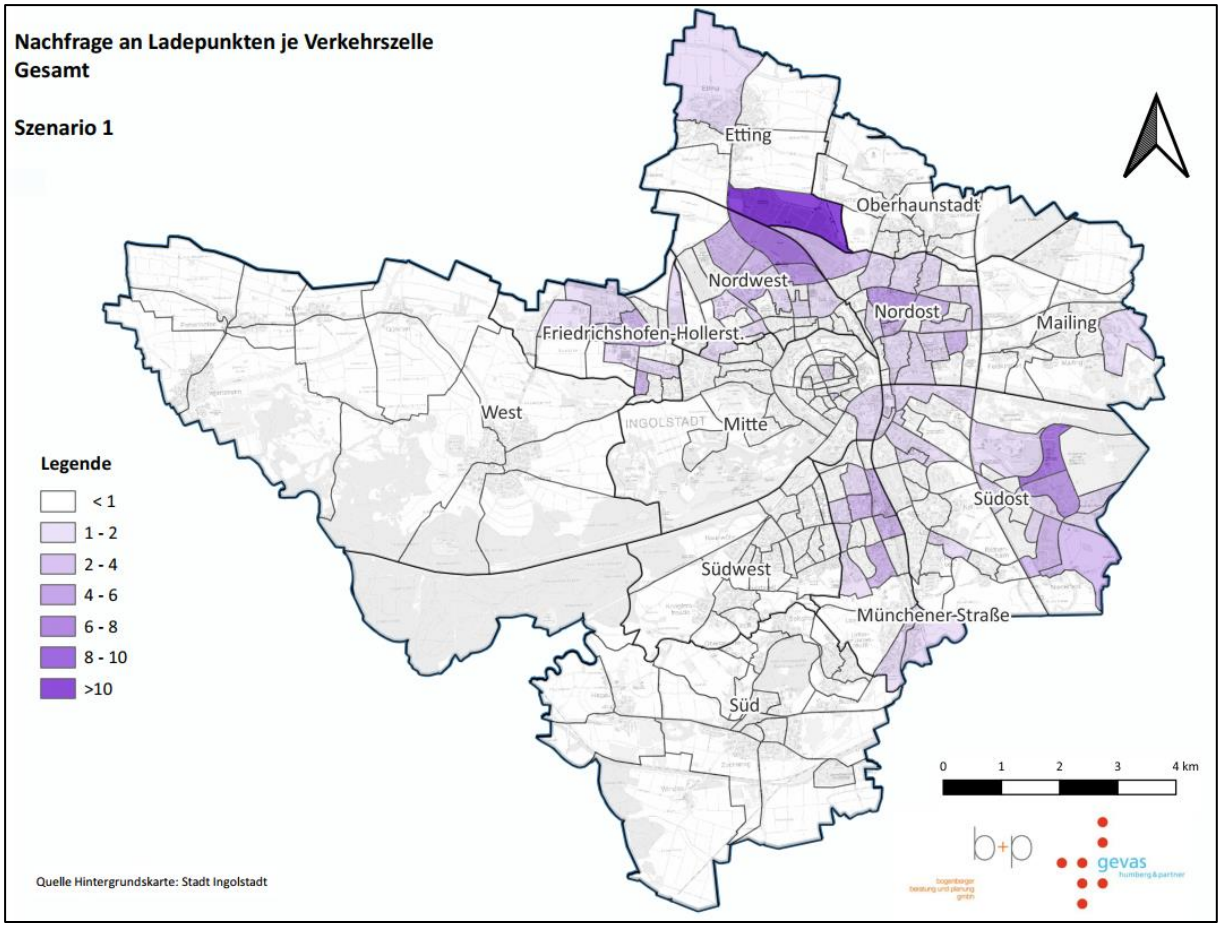


Abbildung 12: Verteilung der Ladenachfrage gesamt im Szenario 1

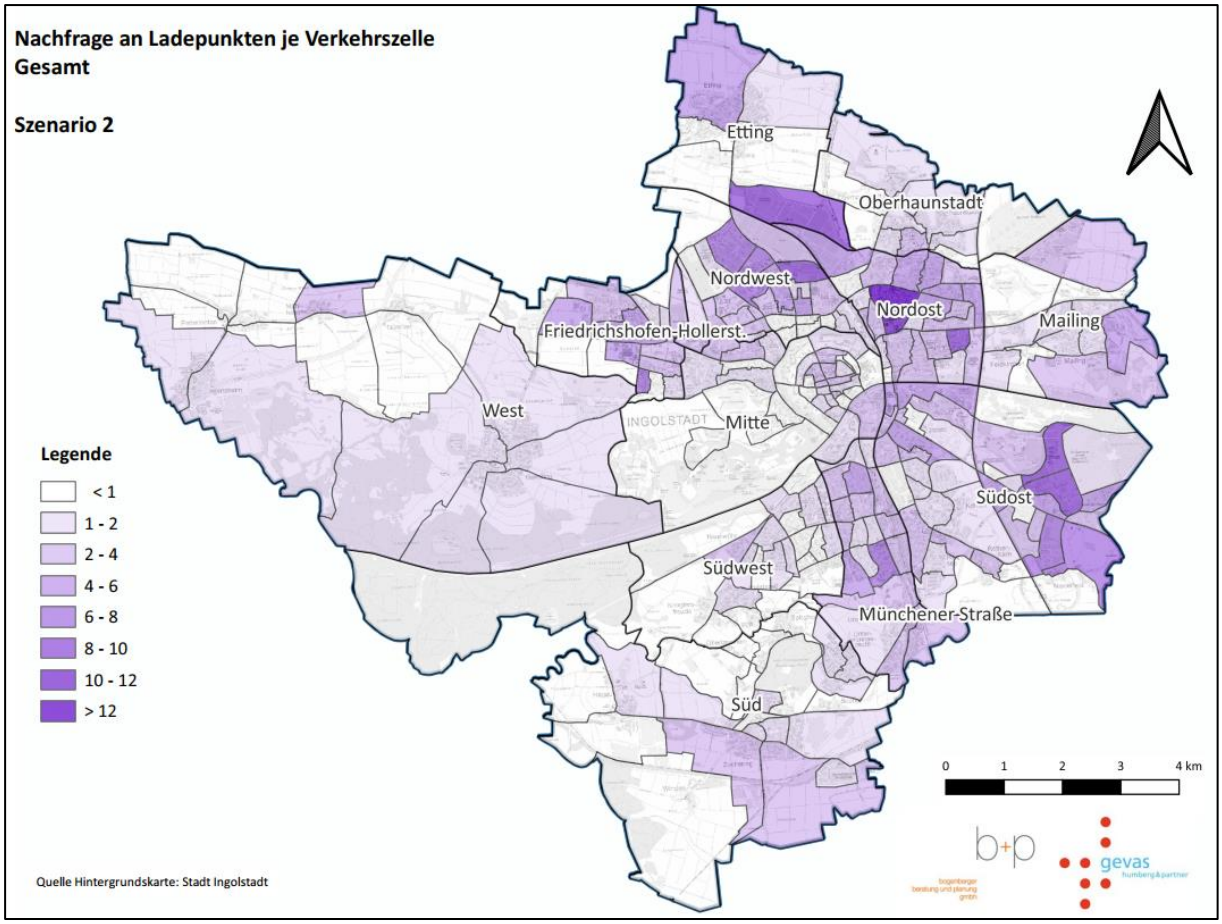


Abbildung 13: Verteilung der Ladenachfrage gesamt in Szenario 2

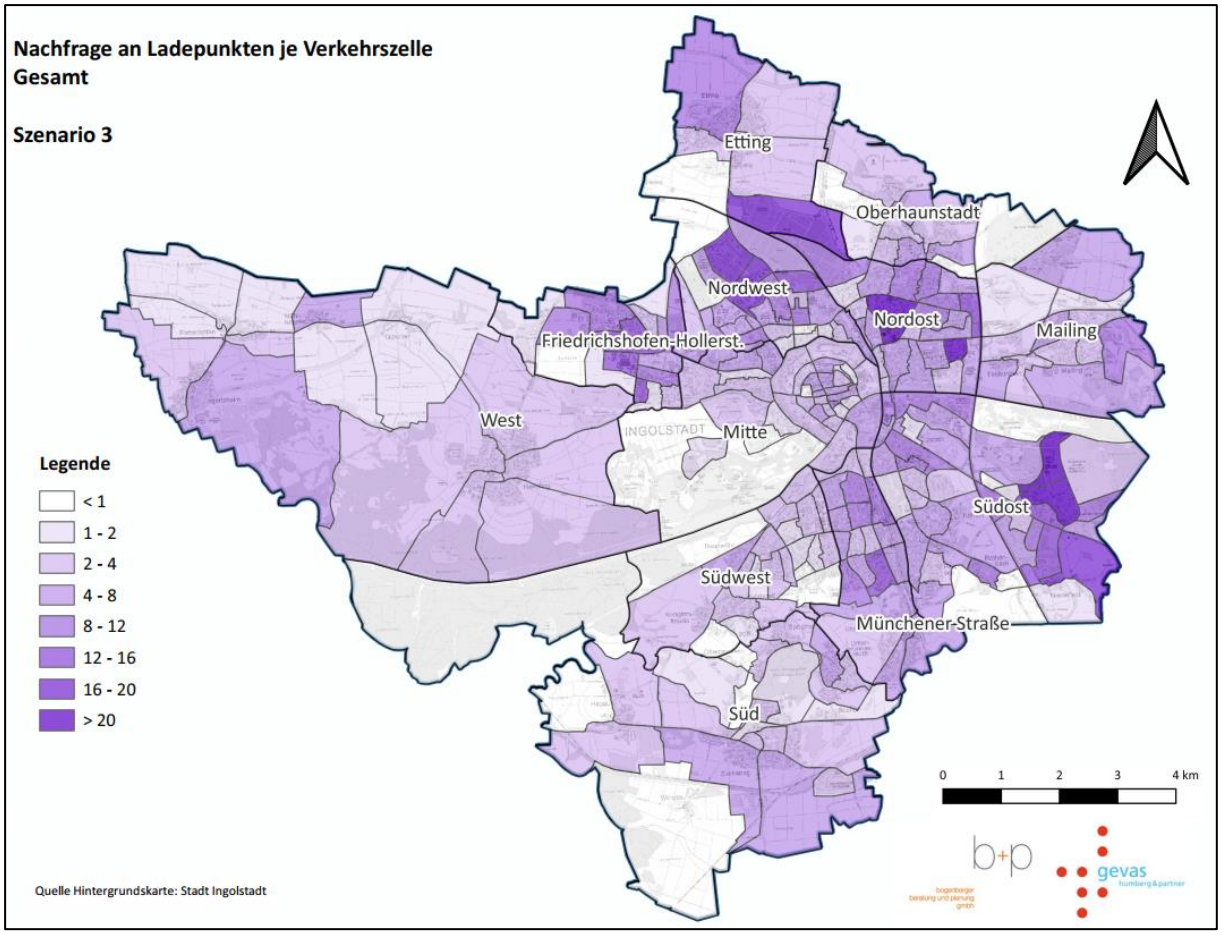


Abbildung 14: Verteilung der Ladenachfrage gesamt in Szenario 3

5.3 Standortempfehlungen von Ladesäulen

5.3.1 Standortvorschläge

Grundlage der Erarbeitung von Standortvorschlägen für die Errichtung neuer Ladesäulen ist die Definition von Suchräumen mit einem Durchmesser von 300 m, welcher die über die Verkehrszellengrenzen hinweg ermittelten Ladenachfrage darstellt.

Standorte für die Errichtung neuer Ladesäulen werden auf Grundlage folgender Kriterien vorgeschlagen:

- Ladenachfrage:
  Am Standort für neue öffentliche Ladeinfrastruktur muss eine Ladenachfrage vorhanden sein, die durch öffentliche Ladepunkte im Bestand noch nicht gedeckt ist:
  Betreiber von Standorten mit bestehender öffentlicher Ladeinfrastruktur können und sollten ihre angebotene Ladekapazitäten durch eine Erhöhung der angebotenen Ladepunkte dann erhöhen, wenn die Auswertung der Auslastung des bestehenden Ladeangebotes entsprechend hoch ist. Dies ist in der Regel kostengünstiger möglich als die Einrichtung von Ladeinfrastruktur an neuen Standorten.
- Laden am Wohnort:
  Das Laden am Wohnort an eigenen Ladepunkten ist die häufigste Form des Ladens. Es wird deshalb von einer privaten Initiative zur Errichtung von Ladeinfrastruktur durch Elektrofahrzeugnutzer ausgegangen. Dies kann folgende Gründe haben:
  - individueller Komfort und Unabhängigkeit von der Verfügbarkeit öffentlicher Ladepunkte
  - individuelle Möglichkeiten für die Errichtung privater Ladeinfrastruktur (z.B. Förderung durch den Arbeitgeber, im Rahmen von Eigentümergemeinschaften)
  - Kostengründe (z.B. Kosten des privaten Strombezugs ggf. günstiger als an öffentlichen Ladepunkten, steuerliche Aspekte, Bezuschussung durch Arbeitgeber, Photovoltaikstromnutzung)

  Am Standort für neue öffentliche Ladeinfrastruktur muss deshalb ein privates Interesse zur Errichtung nur wenig und erschwert umgesetzt werden können. Dies ist insbesondere in Quartieren mit Geschosswohnungsbau gegeben.
- Laden an öffentlichen und zentralen Orten:
  Öffentliche und zentrale Orte, z.B. der Freizeitgestaltung mit einer ausreichend hohen Ladenachfrage werden individuell geprüft.

- Laden am Arbeitsort:
  Die Verantwortung zur Errichtung von Ladeinfrastruktur für die unternehmenseigene Fahrzeuge sowie für Fahrzeuge der Mitarbeitenden oder Kunden wird grundsätzlich im Aufgabenbereich der Unternehmen gesehen. Hier wird auf eine explizite Platzierung von Standortvorschlägen verzichtet.

- Laden beim Einkaufen:
  Die Errichtung und der Betrieb von Ladeinfrastruktur auf und bei Einkaufzielen ist grundsätzlich Aufgabe der Unternehmen. Häufig statten Supermärkte und Einkaufzentren ihre Stellplätze bereits eigenverantwortlich mit Ladepunkten aus.

- Betrieb von Fahrzeugen der Verwaltung und Kommunalbetriebe:
  Mit der Beschaffung von Elektrofahrzeugen zum Einsatz im öffentlichen Dienst (z.B. Kehrmaschinen bei den Kommunalbetrieben) sollte auch eine Planung von bedarfsgerechten Lademöglichkeiten (z.B. DC-Lademöglichkeiten, geeignete Standortwahl) auf Grundlage bestehender (halb-)öffentlicher Angebote oder die Errichtung eigener Ladepunkte erwogen werden.

- Öffentliches Schnellladen:
  Im Gegensatz zu AC-Ladestationen (Normalladesäulen mit Wechselstromladung), die aufgrund entsprechend langer Standzeiten der Fahrzeuge, häufig die geeignete Wahl am Wohnort oder am Arbeitsplatz ist, sind DC-Ladestandorte wegen ihrer kurzen Ladezeiten auch nachgefragt. Im Gegensatz zum AC-Ladepunkt erfordert ein DC-Ladepunkt (Wechselstrom-Schnellladen) jedoch ein anderes Investitionsvolumen und entsprechende Möglichkeit der örtlich vorhandenen Stromnetzanbindung.
  Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) fördert gezielt die Errichtung von Schnellladeinfrastruktur (z.B. in Form von Hubs mit mehreren Ladesäulen). Von einer zunehmenden Ausstattung von Tankstellen und Parkierungseinrichtungen, insbesondere am Fernverkehrsstraßennetz ist auszugehen.
  Die Stadt Ingolstadt verfügt über einen solchen von den Stadtwerken Ingolstadt eingerichteten Schnelladehub (4 Ladepunkte mit jeweils 300 kW) bereits am Audi-Kreisel (Kreisverkehr Friedrichshofener Straße / Neuburger Straße / Richard-Wagner-Straße). Darüber hinaus planen die Stadtwerke Ingolstadt die Errichtung eines Schnelladeparks am IN-Campus und perspektivisch an der Anschlussstelle Ingolstadt Süd an der BAB A9.
  Das Schnellladen an DC-Ladepunkten stellt somit eine für manche Elektro-Fahrzeugnutzer sinnvolle Ergänzung des bestehenden AC-Ladepunkteangebotes dar, die dem Zeitaufwand beim Tankvorgang mit einem Verbrennerfahrzeug deutlich näherkommt.

Für das Szenario 1 werden 28 Standorte für die Errichtung neuer Ladeinfrastruktur vorgeschlagen. Diese decken die die ermittelte Ladenachfrage am Wohnort so durch öffentliche Ladesäulen, dass in Kombination mit der Errichtung von privaten Ladepunkten in Quartieren mit Ein- und Zweifamilienhäusern ein ausreichendes Ladeangebot für das Szenario 1 in der Stadt Ingolstadt vorhanden ist. Am Auwaldsee wird ein Ladesäulenstandort aufgrund der hohen Nachfrage für Freizeit- und touristische Zwecke empfohlen. Für alle Standorte wird zunächst von einer Ausstattung mit 2 AC-Ladepunkten (22 kW) ausgegangen.

Für die im Szenario 2 ermittelte Ladenachfrage werden 18 der im Szenario 1 vorgeschlagenen Ladesäulenstandorte zur Nachrüstung mit einer weiteren AC-Ladesäule (2 Ladepunkte) vorgeschlagen. Hierbei sollte zuvor geprüft werden, ob die Auslastung der Bestandsladepunkte aus Szenario 1 ausreichend hoch für eine Erweiterung des Standortes ist. Darüber hinaus werden 18 weitere Standorte für je eine AC-Ladesäule im Stadtgebiet der Stadt Ingolstadt empfohlen. Für den Baggersee wird ein Ladesäulenstandort als zentraler Freizeitort im Westen der Stadt Ingolstadt empfohlen.

Bis auf die beiden oben genannten Standortvorschläge am Auwaldsee und am Baggersee sollen die übrigen Standorte die wesentliche Nachfrage am Wohnort bedienen, decken allerdings auch die Nachfragegruppe Freizeit- / Einkaufen / Zentrale Orte mit ab.

Tabelle 5 gibt eine Übersicht über Standortvorschläge der Szenarien 1 und 2.

Stadtbezirk	**Szenario 1** *(Neuerrichtung)*	**Szenario 2**		
		(Neuerrichtung)	*(Erweiterung Szenario 1)*	gesamt
Etting	1 (2)			1 (2)
Friedrichshofen-Hollerstauden	3 (6)		(4)	3 (14)
Mailing	1 (2)			1 (2)
Mitte	3 (6)	3 (6)	(6)	6 (18)
Nordost	4 (8)	5 (10)	(8)	9 (26)
Nordwest	6 (12)	2 (4)	(6)	8 (16)
Oderhaunstadt	2 (4)	1 (2)	(2)	3 (8)
Südost	5 (10)	2 (4)	(8)	7 (22)
Südwest	1 (2)	1 (2)		2 (4)
Münchener Straße	2 (4)	4 (8)	(2)	6 (14)
Summe	**28 (56)**	**18 (36)**	**(36)**	**46 (128)**

Tabelle 5: Standortvorschläge (Anzahl Ladepunkte) nach Stadtbezirken

Die Lage der erarbeiteten Standortvorschläge wird im Folgenden dargestellt. In Szenario 1 liegt der räumliche Schwerpunkt der Standortvorschläge für öffentliche Ladepunkte in Stadtbezirken nördlich der Innenstadt (grün und gelb markierte Standorte in Abbildung 15).

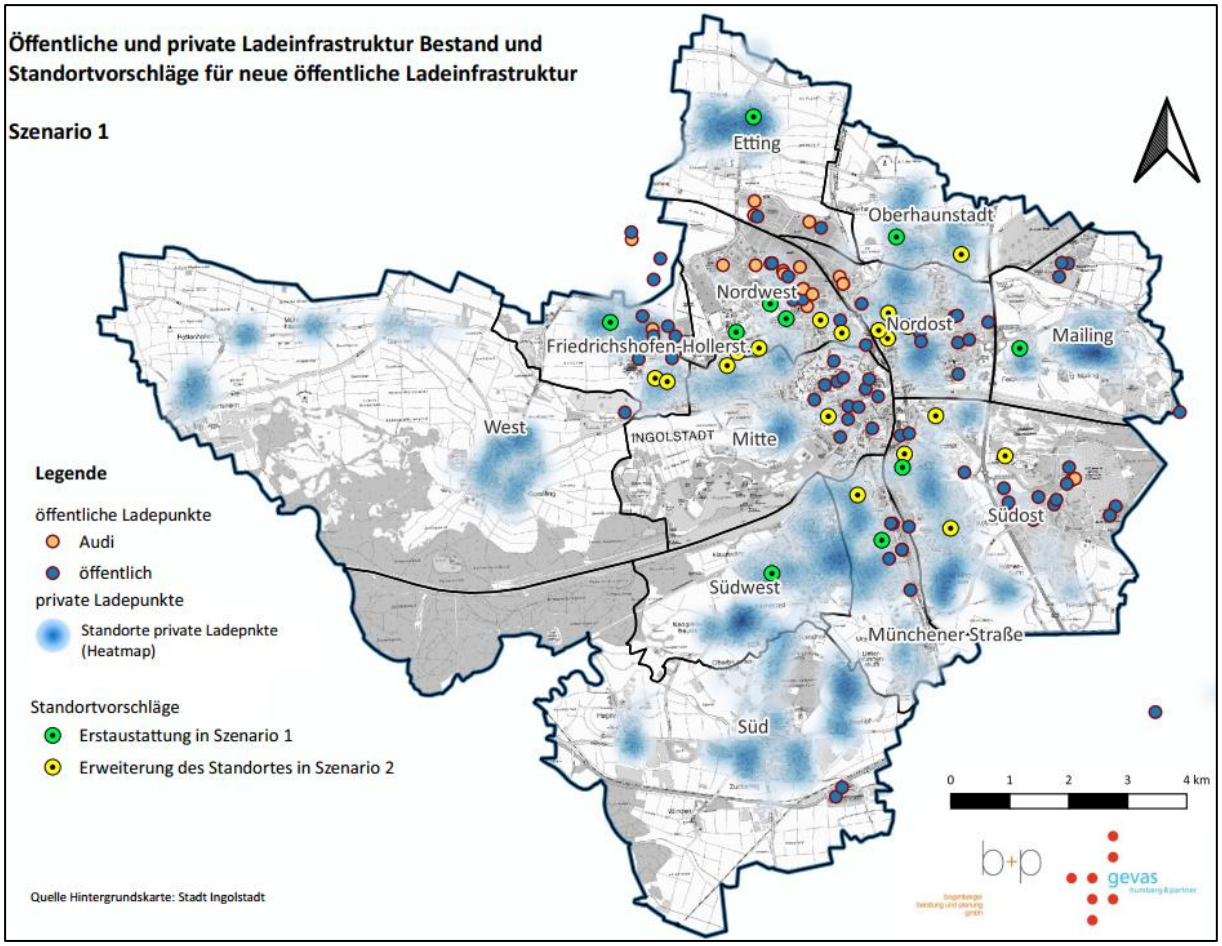


Abbildung 15: Vorschläge für neue Ladesäulenstandorte Szenario 1

Für das Szenario 2 ist eine Nachverdichtung der Stadtbezirke südlich und östlich der Innenstadt notwendig (rot markierte Standorte) sowie die Erweiterung der Ladepunktangebotes der bereits in Szenario 1 vorgesehenen Standorte (gelb markierte Standorte, siehe Abbildung 16).

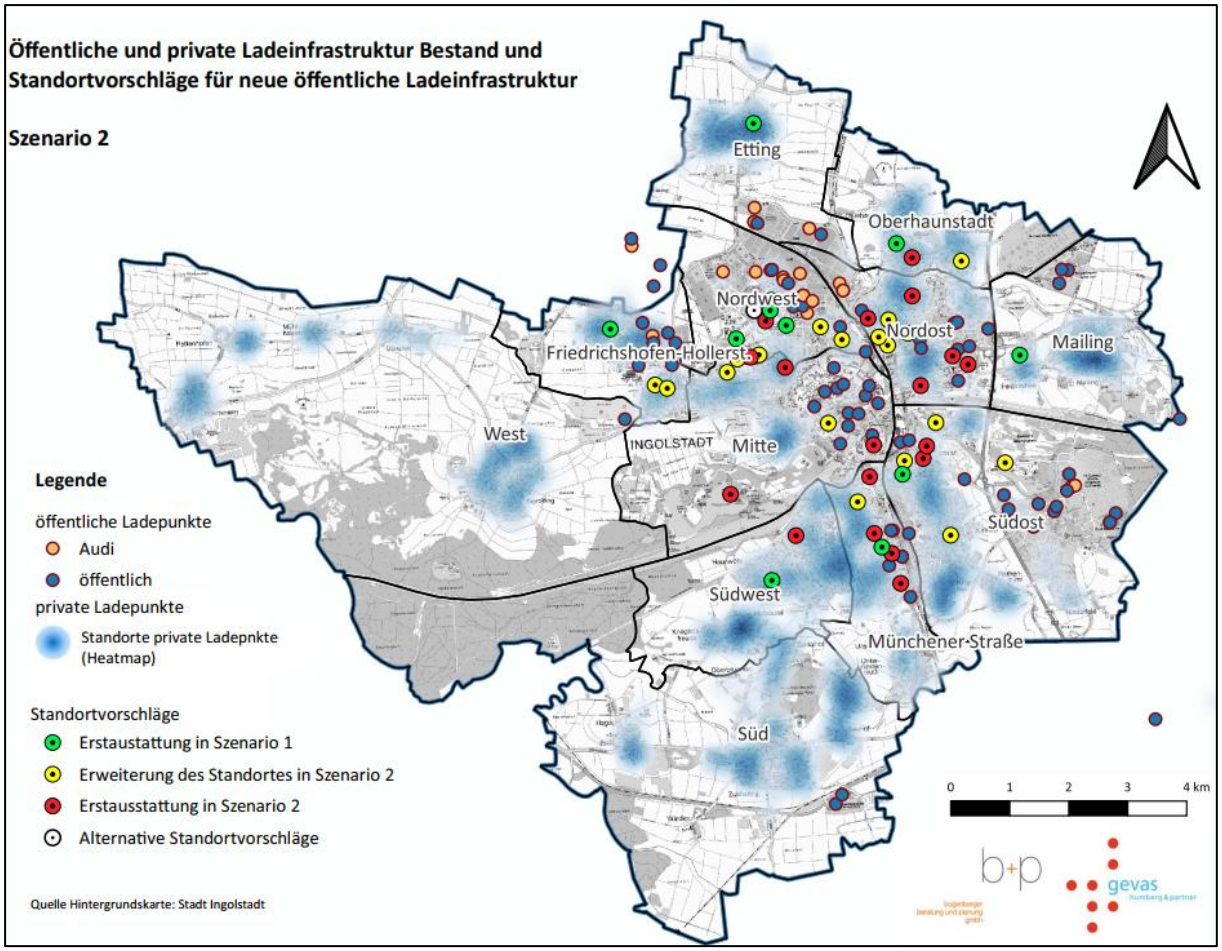


Abbildung 16: Vorschläge für neue Ladesäulenstandorte Szenario 2

5.3.2 Detailverortung der Standorte

Für die Standorte werden für Szenario 1 und Szenario 2 Detailverortungen vorgenommen. Ziel dabei ist es, innerhalb der durch die Simulation definierten 300 m-Bereiche Standorte zu finden, die sich für den Aufbau von Ladeinfrastruktur eignen. Die Standortfindung erfolgt nachfragebasiert, das heißt es wurden lediglich die Bereiche berücksichtigt, welche durch die umgebenden Randbedingungen eine hohe Nachfrage erwarten lassen. Eine zusätzliche Errichtung weiterer Lademöglichkeiten durch lokale Akteure ist jedoch hierdurch nicht ausgeschlossen.

Jeder untersuchte Standort wird mit Hilfe einer Checkliste von Eignungskriterien geprüft. Als Orientierung hierfür wurden Informationen der Landeshauptstadt München [15], der Bundeshauptstadt Berlin [16] und von bayern-innovativ berücksichtigt.

- Kann der Standort von Fahrzeugen ohne Probleme angefahren werden?
- Können vorhandene Gebäude- oder Grundstückszufahrten trotz Ladesäule und des Parkplatzes uneingeschränkt genutzt werden?
- In wessen Besitz befindet sich der Grund?
- Wie groß ist das Parkangebot und kann diese erweitert werden?
- Sind Besonderheiten in der regionalen Parksituation festzustellen?
- Kann der Verkehr trotz Ladesäule und Parkplatz ungehindert fließen?
- Steht am Standort ein ausreichender Netzanschluss zur Verfügung bzw. kann dieser realisiert werden?
- Ist die Barrierefreiheit gegeben, d. h. ist ein abgesenkter Bordstein in geringer Entfernung gegeben?
- Ist die verbleibende Breite des Gehwegs ausreichend?
- Besteht kein Konflikt mit dem Baumbestand?
- Besteht kein Konflikt mit der Kanalführung?
- Besteht kein Konflikt mit Einbauten, beispielsweise Verteilerkästen, Briefkästen, Straßenlaternen usw.?
- Besteht kein Konflikt mit vorhandenen Nutzungen wie etwa Bushaltestellen, Behindertenstellplätzen oder Parkverboten?
- Besteht kein Konflikt mit dem Radweg?
- Kann ein Energieanschluss hergestellt werden?
- Sind die Erreichbarkeit und die Sichtbarkeit von beiden Straßenseiten gegeben?
- Ist der Standort rund um die Uhr (24/7) öffentlich zugänglich?
- Ist am Standort eine Beleuchtung vorhanden?
- Ist der Standort erweiterbar?

- Welche Nachfragegruppen werden den Standort vorwiegend nutzen?
- Ermöglicht der Standort eine Verknüpfung zu anderen Verkehrsträgern (S-Bahn, Bus, Mobilitätsstation, …) und weiteren Zielen?
- Welche tageszeitliche Nachfrageverteilung ist zu warten?
- Ist ein ausreichende Mobilfunk-Anbindung gewährleistet?

Die Eignungskriterien wurden auf Grundlage von Luftbildern für jeden Standort eingeschätzt. Neben der Dokumentation der Beurteilung der Kriterien und der Verortung der Standorte auf Kartenbasis wurden entsprechende Luftbilder je Standort jeweils in einem Steckbrief (siehe Anlage 5) zusammengefasst. Die Steckbriefe werden dem Gesamtbericht als Anlage beigefügt.

Alle Standortvorschläge werden mit der Stadtwerke Ingolstadt Netze GmbH hinsichtlich der Anbindung an das vorhandene Stromnetz abgestimmt und anschließend abschließend dokumentiert.

6 Technische und organisatorische Randbedingungen bei der Errichtung öffentlicher Ladeinfrastruktur

6.1 Allgemeines

Die wesentlichen Komponenten einer öffentlichen Ladeinfrastruktur sind in Abbildung 17 dargestellt. Neben einem entsprechend ausgewiesenen und markierten Stellplatz für das zu ladende Elektrofahrzeug ist die Ladeinfrastruktur (Ladesäule) notwendig. Diese Ladesäule muss einerseits über einen Stromanschluss an das vorhandene Stromverteilernetz angebunden sein und andererseits die Möglichkeit einer Verbindung zum Elektrofahrzeug geben.

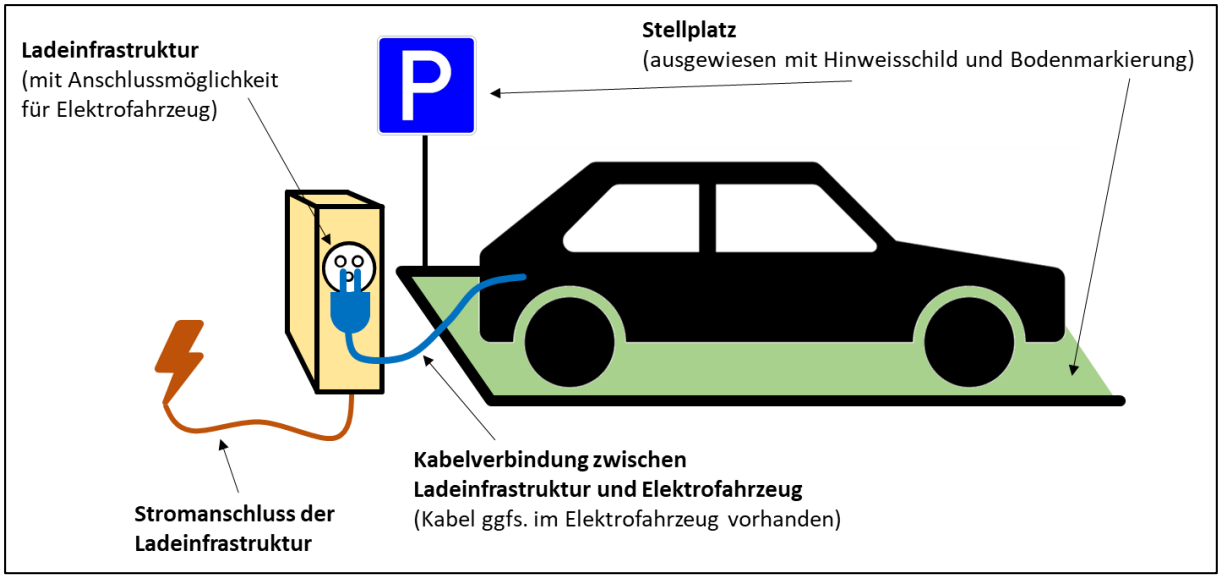


Abbildung 17: Komponenten öffentliche Ladeinfrastruktur [eigene Darstellung]

Für das Laden von Elektrofahrzeugen stehen verschiedene Arten der Ladeinfrastruktur zur Verfügung. Neben Wallboxen, welche meist in nichtöffentlichen Bereichen (private Garagen) installiert werden, stehen verschiedene Optionen der Ladeinfrastruktur mit einem oder mehr Ladepunkten zur Auswahl. In der folgenden Tabelle 6 sind die charakteristischen Merkmale der einzelnen Lademöglichkeiten dargestellt.

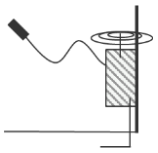
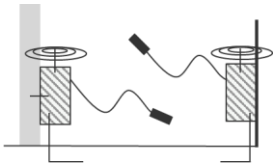
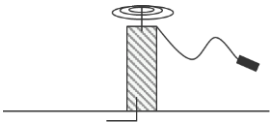
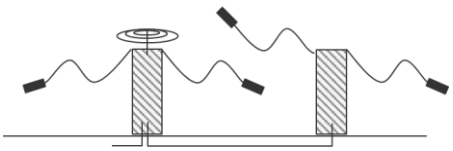
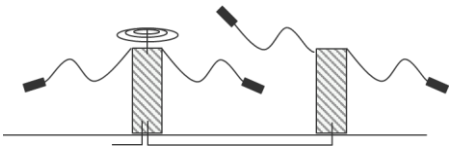
Art der Ladeinfrastruktur und Beschreibung	Prinzip-Bild
Wallbox ohne öffentlichen Zugang • ein Ladepunkt • Montage an Wand • maximale Ladeleistung in Abhängigkeit des verfügbaren Stromnetzes	
Lademodul an Lichtmast/Wand mit öffentlichem Zugang: • ein Ladepunkt • Montage an Straßenbeleuchtungsmast oder Wand • Bei Stromentnahmen am Lichtmast i. d. R. maximale Ladeleistung von 3,7 kW • ggf. Einschränkung durch Abhängigkeiten von der Straßenbeleuchtung (z. B. Stromabschaltung)	
Ladestele mit öffentlichem Zugang: • ein Ladepunkt • Montage auf Fundamentsockel	
Normalladesäule mit öffentlichem Zugang: • i. d. R. zwei Ladepunkte je Ladesäule bis 22 kW • Betrieb im Master/Slave-Modus möglich • Montage auf Fundamentsockel	
Schnellladesäule mit öffentlichem Zugang • i. d. R. zwei Ladepunkte je Ladesäule • Betrieb im Master/Slave-Modus möglich • Montage auf Fundamentsockel	

Tabelle 6: Übersicht vorhandener Arten der Ladeinfrastruktur [eigene Darstellung]

Für den Anschluss der Elektrofahrzeuge an die Ladeinfrastruktur existieren verschiedene Möglichkeiten. Tabelle 7 zeigt eine Übersicht der derzeit vorhandenen Ladekabelanschlüsse.

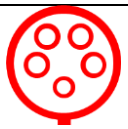
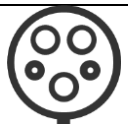
Stecker- /Ladekabelanschlüsse Wechselstromladen (AC) – „Normalladen“		
	Haushaltsübliche Schutzkontaktstecker (CEE 7/4) • Wechselstrom • maximale Ladeleistung 2,3 kW (230 V, 10 A) • Absicherung durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtung	
	CEE-Stecker (blau) • Wechselstrom (einphasig) • maximale Ladeleistung 3,7 kW (230 V, 16 A)	
	CEE-Stecker (rot) • Wechselstrom (dreiphasig) • maximale Ladeleistung 11 kW (400 V, 16 A) oder 22 kW (400 V, 32 A)	
	Typ 1-Stecker • Wechselstrom (einphasig) • maximale Ladeleistung 7,4 kW (230 V, 32 A) oder 22 kW (400 V, 32 A)	
	Typ 2-Stecker • Wechselstrom (dreiphasig) • maximale Ladeleistung 43,5 kW (400 V, 63 A)	
Stecker- /Ladekabelanschlüsse Gleichstromladen (DC) – „Schnellladen“		
	Typ 2-Stecker • Gleichstrom • maximale Ladeleistung 38 kW	
	CCS-Stecker (Combined Charging System, Combo-Stecker) • Typ 2 (Wechselstrom) mit zusätzlichen Gleichstrompolen • maximale Ladeleistung bis zu 350 kW	
	CHAdeMO-Stecker • Gleichstrom • maximale Ladeleistung 50 kW • Entladung möglich	
	Supercharger-Stecker (Fa. Tesla) • Gleichstrom • maximale Ladeleistung 120 kW	

Tabelle 7: Übersicht vorhandener Stecker- / Ladekabelanschlüsse [eigene Darstellung]

Im Rahmen europaweiter Regelungen zum Aufbau einer Ladeinfrastruktur sind durch Gesetze und Verordnungen mittlerweile einheitliche Standards für die zu verwendenden Ladekabelanschlüsse definiert

worden. Die entsprechenden Festlegungen (Typ 2-Stecker für Wechselstromladepunkte (AC) mit > 3,7 kW Ladeleistung und CCS-Stecker für Gleichstromladepunkte (DC) mit > 22 kW Ladeleistung) sind in Tabelle 7 grün hinterlegt und in Kapitel 6.3 genauer beschrieben.

Da die asiatischen Hersteller von Elektrofahrzeugen standardmäßig den CHAdeMO-Stecker verbauen und der Marktanteil der asiatischen Hersteller relativ hoch ist, ist die zusätzliche Bereitstellung dieses Steckertyps als Alternative zum CCS-Stecker zu empfehlen.

Die Hersteller von Ladesäulen bieten auch sogenannte Multicharger-Systeme an, bei denen i. d. R. ein Normalladeanschluss häufig mit 22 kW und ein Schnellladeanschuss mit mind. 50 kW angeboten werden.

Im Folgenden wird ein Überblick über die zu beachtenden Aspekte beim Ausbau der Elektromobilität gegeben. Dabei werden folgende Punkte angesprochen:

- Systemüberblick öffentlicher Ladeinfrastruktur (Kapitel 6.2)
- Gesetzliche Vorgaben für öffentliche Ladeinfrastruktur (Kapitel 6.3)
- Beschilderung und Markierung (Kapitel 6.4)

6.2 Systemüberblick öffentlicher Ladeinfrastruktur

Für die Errichtung öffentlicher Ladeinfrastruktur sind neben der Bereitstellung eines Ladepunktes und eines Stellplatzes auch die Stromversorgung und der Anschluss des Ladepunktes an ein Backendsystem notwendig.

In Abbildung 18 ist der prinzipielle Systemaufbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur dargestellt.

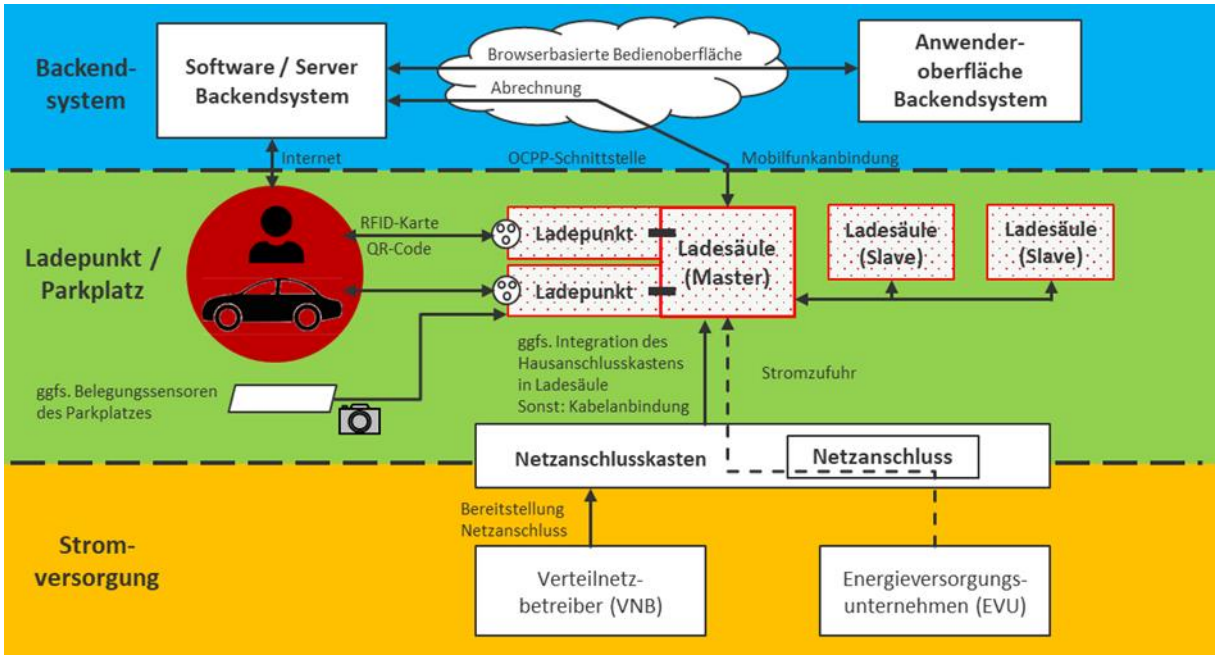


Abbildung 18: Systemüberblick öffentliche Ladeinfrastruktur [eigene Darstellung]

Dabei sind folgende wesentliche Systembestandteile zu berücksichtigen:

1. Eine Verbindung zur Stromversorgung (orange)
   Hierbei ist neben einem Netzanschlusskasten und einem Netzanschluss zur grundsätzlichen Anbindung an das vorhandene Stromverteilernetz (Ansprechpartner: Stromnetzbetreiber) ebenfalls ein Vertrag zur Stromlieferung (Ansprechpartner: Energieversorgungsunternehmen) notwendig. *Verantwortlicher Akteur: Ladesäulenbesitzer vor Errichtung der Ladesäule*

2. Die Ladeinfrastruktur selbst (grün)
   Dabei handelt es sich z. B. um Ladesäule(n) mit den entsprechenden Ladepunkten als Schnittstelle zum ladenden Elektrofahrzeug. Ggf. ist standortabhängig an dieser Stelle über weitere Sensoren zur Überwachung der Belegung des Parkplatzes nachzudenken, um sicherzustellen, dass ein als frei ausgewiesener Ladepunkt nicht aufgrund eines parkenden Fahrzeugs blockiert wird und somit nicht zur Verfügung steht.
   Der Ladesäulenbetreiber nimmt durch die Strombereitstellung an der Ladeinfrastruktur entsprechend § 3 Abs. 25 Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) [7] die Position eines Letztverbrauchers ein. Er tritt nicht als Versorger auf und hat demnach auch keine energiewirtschaftsrechtlichen Pflichten

im Sinne des EnWG.
Verantwortlicher Akteur: Ladesäulenbetreiber (Chargepoint Operator – CPO) während des Betriebs

3. Das Backendsystem im Hintergrund (blau)
   Diese Software im Hintergrund ist notwendig, um die Auffindbarkeit der Ladeinfrastruktur über Internetplattformen und Apps zu gewährleisten sowie die Ladevorgänge zu verwalten und Abrechnungen der Nutzer zu ermöglichen. Durch die Autorisierung des Nutzers an der Ladesäule (z. B. durch eine RFID-Karte des Nutzers oder den Scan eines QR-Codes) wird der Ladevorgang eindeutig zugeordnet und im Nachgang abgerechnet. Die Kommunikation zwischen Ladesäulen und Backendsystem erfolgt i. d. R. über Mobilfunk. Bei Standorten mit mehreren Ladesäulen kann die Kommunikation gebündelt über eine Master-Ladesäule erfolgen. Alle weiteren Ladesäulen sind als Slave-Ladesäule über die Master-Ladesäule angebunden.
   Verantwortlicher Akteur: Backendsystembetreiber während des Betriebs

6.3 Gesetzliche Vorgaben für öffentliche Ladeinfrastruktur

Im Zusammenhang mit dem Thema Elektromobilität wird regelmäßig die Frage diskutiert, ob die Errichtung und der Betrieb einer Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in den kommunalen Aufgabenbereich fallen. Das Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr (StMI) weist in seiner Stellungnahme [4] daraufhin, dass die Errichtung und der Betrieb einer Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge grundsätzlich von der Aufgabe der Energieversorgung gedeckt sein können - auch dann, wenn die Infrastruktur nicht nur kommunalen Fahrzeugen zur Verfügung stehen soll. Die Förderung der Elektromobilität ist auch aus verkehrs-, umwelt- und gesundheitsbezogenen Blickwinkeln von Bedeutung, sodass sich auch aus diesen Gründen kommunale Aufgaben herleiten lassen können. Inwieweit eine Gemeinde diese Aufgabe übernimmt, ist ihr überlassen. Es handelt sich dabei nicht um eine Pflicht-, sondern um eine freiwillige Aufgabe.

Die Ladesäulenverordnung (LSV) [1] [6] regelt die technischen Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile sowie weitere Aspekte des Betriebes von Ladepunkten wie Authentifizierung, Nutzung und Bezahlung. Die Ladesäulenverordnung ist die Umsetzung der Richtlinie 2014/94/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe [2] nationales Recht.

[1] Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile [6]

Es werden folgende Vorgaben für die Ausstattung öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur gemacht:

- Zu verwendende Stecker:
  - Für Ladepunkte mit >3,7 kW Wechselstromladeleistung (AC) muss der Anschluss mit Typ 2 nach IEC 62196-2 erfolgen.
  - Öffentlich zugängliche Ladepunkte mit >22 kW Gleichstromladeleistung (DC) sind mit einer Kupplung des Typs Combo 2 nach der Norm DIN EN 62196-3 auszurüsten.
- Mess- und Steuerungsvorgänge müssen über ein Smart-Meter-Gateway entsprechend den Anforderungen des Mess- und Eichgesetz (MessEG) [9] abgewickelt werden können
- Es muss eine standardisierte Schnittstelle vorhanden sein, mithilfe derer Autorisierungs- und Abrechnungsdaten sowie dynamische Daten zur Betriebsbereitschaft und zum Belegungsstatus übermittelt werden können.
- § 4 LSV sieht vor, dass an öffentlichen Ladepunkten das punktuelle Laden ohne vorherige Authentifizierung möglich sein muss. Dies kann erfolgen durch
  a. kostenlose Abgabe des Stroms oder
  b. gegen Zahlung mittels
     - Bargeld in unmittelbarer Nähe zum Ladepunkt
     - bargeldlosen Zahlungsvorgang eines gängigen kartenbasierten Zahlungssystems bzw. Zahlungsverfahrens
     - Zahlungsverfahren eines gängigen webbasierten Systems
- Über den EU-Beschluss (Richtlinie 2014/94/EU) hinaus fordert die LSV:
  - Nachweis- und Meldepflichten des Betreibers gegenüber der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation und Eisenbahnen (BNetzA) zur Einhaltung der technischen Anforderungen der LSV bei Inbetriebnahme, Veränderungen und Außerbetriebsetzung.
  - Zur Einsicht der gemeldeten Ladepunkte kann u.a. der Ladeatlas Bayern (http://www.ladeatlas.bayern) genutzt werden.

In der derzeit gültigen Fassung (vom 02.11.2021) sind die Anschlussmöglichkeit asiatischer Fahrzeughersteller, welche überwiegend mit Typ 1- (Normalladen mit Wechselstrom) bzw. CHAdeMO-Stecker (Schnellladen mit Gleichstrom) ausgestattet sind, nicht geregelt.

Aufgrund der in Deutschland umgesetzten Richtlinie 2014/94/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe müssen

für alle neuen Ladesäulen die Anforderungen des Mess- und Eichgesetz (MessEG) [9] und der Preisangabenverordnung (PAngV) [5] umgesetzt werden.

Neben den Anforderungen der Ladesäulenverordnung zur Errichtung und zum Betrieb der Ladeinfrastruktur gelten darüber hinaus ebenfalls die Bestimmungen der Betriebsmittelprüfung entsprechend der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) [10]. Die Prüfintervalle richten sich nach der Gefährdungsklasse des Standortes der Ladeinfrastruktur.

Auf die Einhaltung der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) [3] ist in Bezug auf die Datenerfassung, -verarbeitung und -löschung bzw. die Informationspflichten gegenüber dem Nutzer zu achten.

Weiterhin definiert das Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz (GEIG) [8] Festlegungen zur Bereitstellung von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge auf Parkplätzen. Darin sind folgende Regelungen vorgesehen:

- Neu zu errichtende Wohngebäude mit mehr als 5 Stellplätzen: auf jedem Stellplatz ist eine entsprechende Leitungsinfrastruktur vorzusehen, die die Installation eines Ladepunktes ermöglicht
- Neu zu errichtende Nichtwohngebäude mit mehr als 6 Stellplätzen sind
  - auf mindestens jedem dritten Stellplatz mit entsprechender Leitungsinfrastruktur auszustatten, die die Installation eines Ladepunktes ermöglicht
  - zusätzlich mit mindestens einem Ladepunkt auszustatten
- Wohngebäude, die renoviert werden und über mehr als 10 Stellplätze verfügen, sind auf jedem Stellplatz mit entsprechender Leitungsinfrastruktur auszustatten, die die Installation eines Ladepunktes ermöglicht.
- Nichtwohngebäude, die renoviert werden und über mehr als 10 Stellplätze verfügen, sind
  - auf mindestens jedem fünften Stellplatz mit entsprechender Leitungsinfrastruktur auszustatten, die die Installation eines Ladepunktes ermöglicht
  - zusätzlich mit mindestens einem Ladepunkt auszustatten
- Nichtwohngebäude mit mehr als 20 Stellplätzen sind ab 01.01.2025 mit mindestens einem Ladepunkt auszustatten.
- Der Gesetzgeber sieht Ausnahmen in Bezug auf den Anteil der Kosten für die Nachrüstung der Ladeinfrastruktur an den Gesamtkosten für Renovierungsarbeiten und in Bezug auf die Anbindung an das verfügbare öffentliche Stromnetz vor.

6.4 Beschilderung und Markierung von Ladesäulen und Stellplätzen

In der 50. Verordnung zur Änderung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften vom Mai 2015 werden die Angaben des Elektromobilitätsgesetzes (EmoG) [11] spezifiziert. Für den urbanen Raum sind vor allem Bevorrechtigungen durch Parken von Bedeutung. Diese Stellplätze müssen durch das Zusatzzeichen 1026-61, 1024-20 oder 1010-66 gekennzeichnet werden (siehe Abbildung 19).

Abbildung 19: Zusatzzeichen 1026-61 „Elektrofahrzeuge frei“ (links), 1024-20 „Elektrisch betriebene Fahrzeuge frei“ (Mitte) und 1010-66 „Elektrisch betriebene Fahrzeuge“ (rechts)
[eigene Darstellung]

Damit die vorhandenen Ladesäulen auch entsprechend wahrgenommen werden, sind die Ladesäulenstandorte eindeutig zu beschildern. Mögliche Ausführungen der Beschilderung von Parkplätzen zur Bevorrechtigung von Elektrofahrzeugen sind in Abbildung 20 dargestellt.

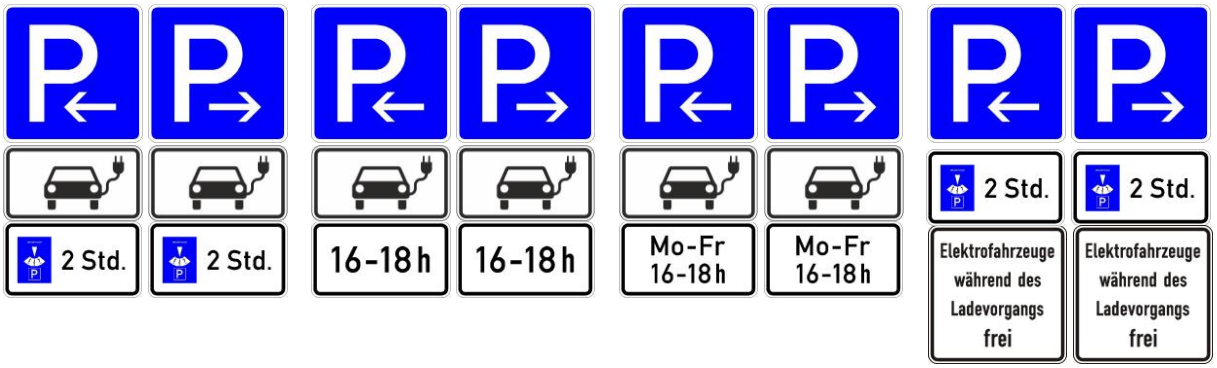


Abbildung 20: Varianten zur Beschilderung von Parkplätzen für Elektrofahrzeuge
[eigene Darstellung]

In begründeten Ausnahmefällen kann das Zeichen 365-65 (Ladestation für Elektrofahrzeuge) gemäß StVO (siehe Abbildung 21 links) für die Kennzeichnung des Ladestandortes genutzt werden. In begründeten Ausnahmefällen (Einzelfallentscheidung) kann das Zeichen 365-65 auch mit einem der Zusatzzeichen (1000-10, 1000-11, 1000-20, 1000-21) gemäß StVO (siehe Abbildung 21 rechts) zur genauen

Richtungsangabe verwendet werden. Dabei werden u.a. folgende Randbedingungen als Voraussetzung gesehen:

- Die Ladestation muss 24 h / 7 Tage in der Woche zur Verfügung stehen.
- Es liegt ein Stellplatzkonzept bzw. Ländererlass (für die ganze Gemeinde) vor.
- Es finden überörtliche Suchverkehre statt und das Zeichen dient der Hinführung dieser überörtlichen Suchverkehre.

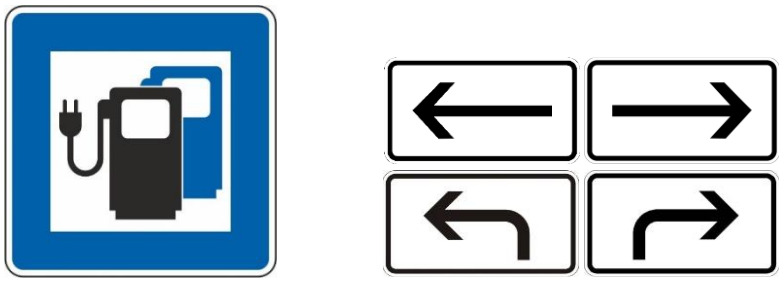


Abbildung 21: Verkehrszeichen 365-65 „Ladestation für Elektrofahrzeuge“ (links); Zusatzzeichen zur Richtungsangabe (rechts) [eigene Darstellung]

In der Landeshauptstadt München, zum Beispiel, wird das Zeichen 365-65 (Ladestation für Elektrofahrzeuge; siehe Abbildung 21 links) zur Kennzeichnung der Ladesäulenstandorte verwendet. Mit der Beschilderung von Stellplätzen mit Ladesäulenanschluss wird beabsichtigt sehr deutlich zu machen, dass diese Stellplätze ohne zeitliche Beschränkung ausschließlich Elektrofahrzeugen zur Verfügung stehen. Außerdem erfolgt eine Angabe der zulässigen maximalen Parkdauer für ausgewählte Tageszeiträume, in denen der Stellplatz dann ausschließlich Tankstellencharakter einnimmt (siehe Abbildung 22). In der übrigen Zeit erfüllt er ebenfalls eine Parkfunktion. Eine gezielte Kontrolle durch die Polizei kann vorgesehen werden, sodass Verwarngelder eingezogen können und das Abschleppen veranlasst werden kann.

Abbildung 22: Beschilderung von Parkplätzen an E-Ladesäulen der Landeshauptstadt München [Foto: gevas humberg & partner]

Die genannten Beispiele zur Beschilderung von Stellplätzen an Ladesäulen sind nicht abschließend. Es wird daher empfohlen, die Beschilderung mit der Unteren Verkehrsbehörde im Einzelfall abzustimmen.

Optional können Bodenmarkierungen auch an den Stellplätzen aufgebracht werden. Bodenmarkierungen haben keine rechtliche Verbindlichkeit und sind nicht mit Verkehrszeichen gleichzusetzen. Die Aufbringung kann jedoch ggf. seitens des Fördermittelgebers gefordert sein.

Als Kennzeichnung von Stellplätzen mit Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum ist das Aufbringen eines weißen Sinnbildes (Darstellung eines Elektrofahrzeuges gemäß § 39 Abs. 10 StVO) entsprechend Abbildung 23 (links) als Bodenmarkierung zu empfehlen. Für Stellplätze im nichtöffentlichen Verkehrsraum (auf Privatflächen) ist das Aufbringen des weißen Sinnbildes auf grünem Grund (RAL 6018) entsprechend Abbildung 23 (rechts) möglich. Die Bodenmarkierung sollte die komplette Fläche des Stellplatzes umfassen. Für Ladeinfrastruktur, welche im Rahmen der Förderprogramme des Bundes (siehe Kapitel 7.1) errichtet werden, ist eine derartige Kennzeichnung verbindlich vorgeschrieben.

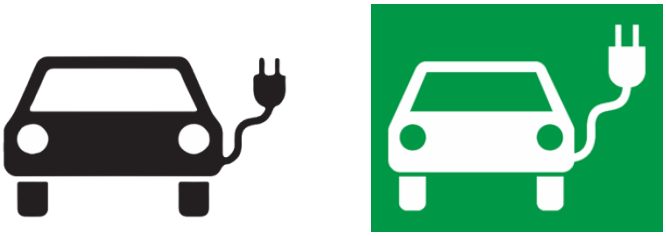


Abbildung 23: Sinnbild Elektrofahrzeug als Markierung (links für Stellplätze im öffentlichen Raum, rechts für Stellplätze innerhalb von Parkhäusern)

7 Förderung der Elektromobilität

7.1 Finanzielle Förderung

Die Elektromobilität wird durch verschiedene Bundesministerien und durch den Freistaat Bayern gefördert. Die Förderung erstreckt sich auf Maßnahmen zur steuerlichen Entlastung (z.B. verringerte bzw. ausgesetzte Besteuerung, Sonderabschreibungen), der Bezuschussung (z.B. für die Anschaffung von Fahrzeugen und Ladeinfrastruktur) und vergünstigte Kredite. In Abhängigkeit des jeweiligen Förderprogramms können Gemeinden, öffentliche Einrichtungen, Unternehmen, Privatpersonen und/oder Vereine bzw. Verbände als Antragssteller aktiv werden.

7.2 Bevorzugung von Elektrofahrzeugen

Neben der finanziellen Förderung des Bundes und des Landes bietet das EmoG [11] weitere Möglichkeiten für Gemeinden, die Elektromobilität selbst zu fördern. Dabei können Elektro- und Hybridfahrzeuge gemäß § 3 EmoG bevorzugt werden, durch

1. das bevorrechtigte Parken auf öffentlichen Straßen oder Wegen,
2. die Nutzung von für besondere Zwecke bestimmten öffentlichen Straßen oder Wegen oder Teilen von diesen,
3. das Zulassen von Ausnahmen von Zufahrtsbeschränkungen oder Durchfahrtsverboten,
4. angepasste Gebühren für das Parken auf öffentlichen Straßen oder Wegen.

Diese Bevorrechtigungen können nur eingeführt werden, „soweit dadurch die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs nicht beeinträchtigt werden.“ Hierfür können die in Abbildung 19 (Kapitel 6.4) dargestellten Zusatzzeichen verwendet werden. Durch das jeweilige Zusatzzeichen sind folgende Bevorrechtigungen möglich:

- Die Parkerlaubnis kann zugunsten elektrisch betriebener Fahrzeuge beschränkt sein.
- Elektrisch betriebene Fahrzeuge können von der Verpflichtung zum Parken mit Parkscheibe oder Parkschein freigestellt sein.
- Die Parkerlaubnis für elektrisch betriebene Fahrzeuge kann nach der Dauer beschränkt sein. Der Nachweis zur Einhaltung der zeitlichen Dauer erfolgt durch Auslegen der Parkscheibe. Die Parkerlaubnis gilt nur, wenn die Parkscheibe gut lesbar ausgelegt oder angebracht ist.

Es besteht zudem die Möglichkeit, Elektrofahrzeuge auf Bussonderstreifen zuzulassen. Diese Möglichkeit ist jedoch vor allem in Großstädten von Bedeutung und spielt für die Gemeinden im Projektgebiet keine wesentliche Rolle. Aus diesem Grund wird hier auf eine detaillierte Ausführung verzichtet.

7.3 Unternehmen

Der Ausbau der Elektromobilität kann durch die Aktivität von Unternehmen unterstützt werden. Diese Unterstützung kann zum einen die Anschaffung von Elektrofahrzeugen in der Unternehmens-Flotte mit zugehöriger Ladeinfrastruktur sowie die Bereitstellung der Nutzung der installierten Ladeinfrastruktur für die Fahrzeuge der Mitarbeitenden oder der Kunden. Darüber hinaus ist auch eine halböffentliche Nutzung denkbar, die die Freigabe der Ladeinfrastruktur für die öffentliche Nutzung unter bestimmten Einschränkungen (z. B. nach Uhrzeit, nach Wochentagen und/oder für einen beschränkten Nutzerkreis) ermöglicht. Es ist im Einzelfall zu prüfen, inwieweit die Errichtung von halböffentlichen Ladepunkten durch kommunale Fördermittel und/oder durch bestehende Förderprogramme für öffentliche Ladesäulen unterstützt werden kann.

Bei der standortbezogenen Prüfung von Möglichkeiten und der Bewertung der Optionen in der technischen und betrieblichen Umsetzung bei der Einrichtung von Ladepunkten durch Unternehmen ist eine individuelle fachliche Beratung notwendig.

Die Handwerkskammer für München und Oberbayern bildet „Berater/in für Elektromobilität (HKW)“ aus. In einer Liste werden alle zertifizierten Berater Elektromobilität“ (→ Link) [2] geführt. Für weiterführende Beratungen wird auf diese zertifizierten Berater verwiesen. [14]
Darüber hinaus unterliegt die Vergabe von Aufträgen durch Unternehmen nicht den strengen Vergabevorschriften der öffentlichen Hand.

7.4 Private Haushalte

Auf kommunaler Ebene besteht die Möglichkeit eine Förderung für die Anschaffung von Ladepunkten in privaten Haushalten zu schaffen. Eine Förderung eines privaten Ladepunktes am Wohnort des Mitarbeitenden erfolgt zunehmend auch durch Unternehmen, die ihren Mitarbeitenden Elektrofahrzeuge als Dienstwagen zur Verfügung stellen.

[2] https://www.hwk-muenchen.de/74,3800,6363.html

Durch die in Kapitel 7.3 beschriebene „Liste Berater Elektromobilität“ [14] haben auch private Haushalte, und damit auch Eigentümergemeinschaften, Zugang zur professioneller Unterstützung bei der Prüfung und Realisierung individuell angepasster Lösungen zur Errichtung von Ladeinfrastruktur.

Darüber hinaus wurde mit dem ab dem 01.12.2020 in Kraft tretenden „Gesetz zur Förderung der Elektromobilität und zur Förderung des Wohnungseigentumsgesetzes und zur Änderung von kosten- und grundbuchrechtlichen Vorschriften (Wohnungseigentumsmodernisierungsgesetz – WEMoG)“ [12] eine Anpassung des Wohnungseigentumsgesetzes dahingehend beschlossen, dass insbesondere in Immobilien von Wohnungseigentumsgemeinschaften die Errichtung von Ladeinfrastruktur erleichtert wird. Angepasst wurden u.a. Vorschriften

- für die Beschlussfassung über die Durchführung von baulichen Veränderungen am Gemeinschaftseigentum,
- für die Verteilung der Kosten,
- für den Sachkundenachweis und die Befugnisse von Verwaltern sowie
- für die Gestaltung und die Beschlussfassung von Eigentümerversammlungen.

8 Empfehlungen zum weiteren Vorgehen

Ausgehend von den Standortempfehlungen ist durch die Stadt (bzw. die Bezirksausschüsse der Stadtbezirke) die Entscheidung zu treffen, an welchen der empfohlenen Standorten Ladesäulen errichtet werden sollen. In Abhängigkeit standortbezogener Faktoren sind die Anforderungen an die Ladesäulen mit dritten Parteien (z. B. Stromnetzbetreiber und Anwohner) abzustimmen und festzulegen. (siehe Kapitel 8.1)

Mit den oben getroffenen Festlegungen kann eine weitere Förderung der Elektromobilität durch die Stadt Ingolstadt angestrebt werden. Hierzu kann der Prozess durch die Verwaltung in den Abstimmungs- und Genehmigungsprozessen Vorbereitungen treffen. (siehe Kapitel 8.2)

Mit Beginn der Betriebsphase sind einerseits Melde- und Berichtspflichten und laufende Verwaltungsaufwendungen verbunden. Andererseits sollten die an den Ladesäulen erfassten Informationen genutzt werden, um das bestehende Angebot an den Ladesäulen zu monitoren und weiter bedarfsorientiert zu entwickeln. (siehe Kapitel 8.3)

8.1 Standortbezogene Tätigkeiten

Sobald eine Entscheidung zur Umsetzung neuer Ladesäulenstandorte getroffen ist, sind die Vorüberlegungen aus den Standortsteckbriefen zu detaillieren:

- Festlegung der genauen Position der Ladesäule an den ausgewählten Standorten
- Standortbezogene Abstimmung mit dem Stromnetzbetreiber über den Stromnetzanschluss:
  - Stromanschlusskasten ggf. in Ladesäule integriert
  - Stromanschluss ist ggf. durch Ladesäulenhersteller nach Vorgaben der Technischen Anschlussbedingungen (TAB) des Stromnetzbetreibers bereitzustellen
- Prüfung möglicher Verfahren zur Datenanbindung der Ladesäulenstandorte (i. d. R. Mobilfunk)

8.2 Aufgaben der kommunalen Verwaltung

- Anpassung der Stellplatzsatzung zur Förderung der E-Mobilität gemäß den Vorgaben des Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz (GEIG) [8]
- Bei der Abstimmung des Genehmigungsprozesses für die Ladeinfrastruktur sind in diesem Zusammenhang folgende Punkte zu beachten [13]:

- Bürgerbeteiligung
- Standortkonzept
- Antragsstellung durch den Betreiber der Ladeinfrastruktur
- Behördlicher Entscheidungsprozess (Ortsbegehung, Gestaltung und Integration in das Stadtbild, Anschluss an das örtliche Energieversorgungsnetz, Flächennutzungskonkurrenzen/bauplanungsrechtliche Zulässigkeit, Sondernutzung/Bauordnungsrecht, Ausweisung Sonderparkflächen, Verkehrssicherungspflichten, Sicherheit und Leichtigkeit des Straßenverkehrs)
- Erteilung einer Sondernutzungserlaubnis
- Beantragung und Genehmigung von Tiefbauarbeiten

→ Frühzeitige Einbindung der zuständigen behördlichen Fachabteilungen (z. B. Tiefbauamt, Liegenschaftsverwaltung, Straßenbaubehörde, Ordnungsamt, Denkmalschutzbehörde, Umweltamt)

8.3 Tätigkeiten in der Betriebsphase

Mit Inbetriebnahme der Ladeinfrastruktur ergeben sich während des Betriebs verschiedene Pflichten und Möglichkeiten für den Betreiber. Sofern die Stadt Ingolstadt Ladeinfrastruktur im Rahmen einer geförderten Maßnahme anschafft bzw. anschaffen lässt, können hieraus ebenfalls Pflichten entstehen. Dies kann betreffen:

- Melde- und Berichtspflichten aus der Ladesäulenverordnung und den Bedingungen des Fördermittelgebers, sofern es sich um eine geförderte Maßnahme handelt,
- Regelmäßiges und detailliertes Monitoring der einzelnen Standorte der Ladeinfrastruktur (z. B. Auslastungsgrad, Verteilung der Ladegeschwindigkeit, Lademengen),
- Evaluierung der eigenen Entwicklungsziele in der Elektromobilität und deren Erreichung, ggf. Einleitung weiterer Ausbaustufen des Ladenetzes oder Integration der Elektromobilität in andere kommunale Angebote (z. B. Touristen-Gästekarten)

8.4 Empfehlungen

Auf Grundlage der dargestellten Randbedingungen können folgende Handlungsempfehlungen und Hinweise für den Aufbau einer zielgerichteten Ladeinfrastruktur im Stadtgebiet zusammengefasst werden:

Handlungsempfehlungen

E1. Für eine bedarfsorientierte und zielgerichtete Ladeinfrastruktur sollte die im Szenario 2 ermittelte Ladenachfrage als Orientierung herangezogen und die entsprechenden Standortvorschläge zur Umsetzung vorgesehen werden.

E2. Die Anschaffung, die Installation und der Betrieb der Ladeinfrastruktur sollte nicht durch die Stadt Ingolstadt, sondern durch am Markt vorhandene Ladesäulenanbieter Dritte erfolgen.

E3. Neben dem Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur ist ein einheitliches Kommunikationskonzept im Bereich Elektromobilität anzustreben. Dieses sollte neben einem einheitlichen Hinweiskonzept für die Standorte der Ladeinfrastruktur (wegweisende Beschilderung) auch die zur Verfügungstellung von Standort- und Nutzungsinformationen durch die Stadt Ingolstadt (z.B. auf den Websites der Stadt) enthalten, sodass die vorhandene Ladeinfrastruktur eindeutig erkennbar und entsprechend auffindbar ist.

Hinweise auf weitere relevante Aspekte

H1. Die Standortempfehlungen sind als Vorschläge zu verstehen. Für eine endgültige Standortfestlegung wird eine Abstimmung mit den Stadtwerken Ingolstadt Netze als lokaler Stromnetzbetreiber durchgeführt wobei die konkreten Gegebenheiten vor Ort im Hinblick auf eventuell vorhandene Konflikte geprüft werden.

H2. Im Hinblick auf die Ladenachfrage durch Einwohner am Wohnort muss bei den Planungen von Neubauvorhaben und umfangreichen Renovierungen eine ausreichende Versorgung mit Lademöglichkeiten für Elektrofahrzeuge vorbereitet werden. Hierbei ist das Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz (GEIG) [8] zu berücksichtigen.

9 Zusammenfassung

Auf Basis der beschriebenen Grundlagendaten, den Abstimmungen mit dem Arbeitskreis Elektromobilität wird in einem einheitlichen Verfahren die zu erwartende Ladenachfrage im öffentlichen Raum innerhalb der Stadt Ingolstadt abgeschätzt. Hierfür werden drei Nachfragegruppen als wesentlich angesehen: die Ladenachfrage (1) durch Einwohner am Wohnort, (2) durch Anwohner und Besucher an zentralen Orten und Freizeiteinrichtungen sowie (3) durch Arbeitnehmer (Pendler) am Arbeitsort. Die Ladenachfrage wird für drei Szenarien mit unterschiedlichem Anteil von Elektrofahrzeugen in der Pkw-Flotte (3 %, 10 % und 25 %) berechnet. Insgesamt werden für alle betrachteten Nachfragegruppen im ersten Szenario 220 Ladepunkte empfohlen. Im zweiten Szenario erhöht sich die Zahl auf 550 Ladepunkte und im dritten Szenario wird ein Bedarf von 1.301 Ladepunkten im Stadtgebiet erwartet. Unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen öffentlichen Ladeinfrastruktur sowie der Information über bereits installierte private Lademöglichkeiten wird eine Ergänzung des öffentlichen Ladeinfrastrukturnetzes um 28 Ladesäulenstandorte mit jeweils 2 Ladepunkten im Szenario 1 vorgeschlagen. Für Szenario 2 wird eine Erweiterung von 18 vorhandenen Ladesäulenstandorten um jeweils mind. 2 Ladepunkte empfohlen sowie die Ergänzung weiterer 18 Ladesäulenstandorte mit jeweils 2 Ladepunkten. Somit werden in Szenario 1 eine Ergänzung von 28 neuen Ladesäulenstandorten mit 56 Ladepunkten, in Szenario 2 gegenüber dem Bestand insgesamt 46 zusätzliche Ladesäulenstandorte mit 128 Ladepunkten vorgeschlagen.

Szenario	Nachfrage an Ladepunkten				Vorschläge		
	Wohnort	Arbeit und Ausbildung	zentrale Orte, Freizeit, Einkaufen	Ladebedarf gesamt	zusätzliche neue Standorte (Ladepunkte)	Erweiterung von Standorten (Ladepunkte)	Summe zusätzlicher Standorte (Ladepunkte) gegenüber Bestand
Szenario 1	**114**	**70**	**37**	**220**	**28 (56)**		**28 (56)**
Szenario 2	**348**	**119**	**83**	**550**	**18 (36)**	**(36)**	**46 (128)**
Szenario 3	**837**	**271**	**192**	**1301**			

Tabelle 8: Übersicht Erweiterung der Ladeinfrastruktur je Szenario

Für die Nachfragegruppen Einwohner am Wohnort (1) und Besucher an Freizeiteinrichtungen (2) werden Standortempfehlungen in Form von Steckbriefen erarbeitet. Auf eine Empfehlung von Ladesäulenstandorten in Form von Steckbriefen für die Nachfragegruppen Arbeit wird an dieser Stelle bewusst verzichtet.

Weiterhin werden die relevanten Fragestellungen für die Stadt Ingolstadt aufgezeigt und Empfehlungen zum weiteren Vorgehen beim Ausbau der Ladeinfrastruktur gegeben. Als wesentlich ist hierbei anzusehen:

- Mit Blick auf das durch das Klimaschutzkonzept gesetzte Ziel der Klimaneutralität bis 2035 sollte der Ausbauzustand des Szenario 2 zur Erweiterung der öffentlichen Ladeinfrastruktur umgesetzt werden.
- Hierzu sollte die Stadt Ingolstadt nicht selbst als Ladeinfrastrukturbetreiber auftreten, sondern Marktteilnehmer dazu aufrufen an den ermittelten Standorten Ladeinfrastruktur zu errichten.
- Es ist ein einheitliches Kommunikationskonzept für den Bereich Elektromobilität anzustreben. Diese sollte u.a. das Hinweiskonzept für die Standorte der Ladeinfrastruktur beinhalten, sodass die aufgebaute Ladeinfrastruktur eindeutig erkennbar und entsprechend auffindbar ist.
- Die Standortempfehlungen stellen zunächst Vorschläge dar. Für eine Umsetzung sind konkreten Gegebenheiten vor Ort zu berücksichtigen und Abstimmungen mit der Stadtwerke Ingolstadt Netze GmbH als lokaler Stromnetzbetreiber notwendig.
- Bei den Planungen von Neubauvorhaben sollte eine ausreichende Versorgung mit Lademöglichkeiten für Elektrofahrzeuge vorgesehen werden.

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Thematische Kartendarstellungen

Anlage 2 Vorgehen zur Ermittlung von Standortvorschlägen für Ladepunkte

Anlage 3 Ladeinfrastruktur: Ladebedarf und Ergebnisdarstellung Szenarien

Anlage 4 Ladeinfrastruktur: Standortvorschläge Szenario 1 und 2

Anlage 5 Steckbrief Ladesäulenstandort

Quellenverzeichnis

[1] Amtsblatt der Europäischen Union, L 120/5 [2009]
Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2009/33/EG über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge;
Brüssel, 2009

[2] Amtsblatt der Europäischen Union, L 307 [2014]:
Richtlinie 2014/94/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe;
Brüssel, 2014

[3] Amtsblatt der Europäischen Union L 119 [2016]:
Verordnung (EU) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG (Datenschutz-Grundverordnung DSGVO);
Brüssel, 2016

[4] Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr [2018]:
Rundschreiben an die Landratsämter und kreisfreien Städte „Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge; Energieversorgung als gemeindliche Aufgabe“;
München, 21.03.2018

[5] Bundesgesetzblatt BGBl I 2021, S. 4921, [2021]:
Preisangabenverordnung (PAngV);
Berlin, November 2021

[6] Bundesgesetzblatt BGBl I 2016, S. 457, Zuletzt geändert durch Art. 5 der Verordnung vom 02.11.2021 (BGBl. I S. 4788) [2021]:
Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile (Ladesäulenverordnung - LSV);
Berlin, November 2021

[7] Bundesgesetzblatt BGBl I 2005, S. 1970, Zuletzt geändert durch Art. 3 des Gesetzes vom 08.10.2022 (BGBl I S. 1726) [2022]:
Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz – EnWG);
Berlin, Oktober 2022

[8] Bundesgesetzblatt BGBl I 2021, S. 354 [2021]:
Gesetz zum Aufbau einer gebäudeintegrierten Lade- und Leitungsinfrastruktur für die Elektromobilität (Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz - GEIG);
Berlin, März 2021

[9] Bundesgesetzblatt BGBl I 2013, S. 2722, 2723, Zuletzt geändert durch Art. 1 des Gesetzes vom 09.06.2021 (BGBl. I S. 1663) [2021]:
Gesetz über das Inverkehrbringen und die Bereitstellung von Messgeräten auf dem Markt, ihre Verwendung und Eichung sowie über Fertigpackungen (Mess- und Eichgesetz - MessEG);
Berlin, Juni 2021

[10] Bundesgesetzblatt BGBl I 2015, S. 49, Zuletzt geändert durch Art. 7 des Gesetzes vom 27.07.2021 (BGBl. I S. 3146) [2021]:
Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV)
Berlin, Juli 2021

[11] Bundesgesetzblatt BGBl I 2015, S. 898, Zuletzt geändert durch Art. 5 des Gesetzes vom 12.07.2021 (BGBl I S. 3091) [2021]:
Gesetz zur Bevorrechtigung der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge (Elektromobilitätsgesetz – EmoG);
Berlin, Juli 2021

[12] Bundesgesetzblatt BGBl I 2020, S. 2187 [2020]:
Gesetz zur Förderung der Elektromobilität und zur Förderung des Wohnungseigentumsgesetzes und zur Änderung von kosten- und grundbuchrechtlichen Vorschriften (Wohnungseigentumsmodernisierungsgesetz – WEMoG);
Berlin, Oktober 2020

[13] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) [2014]:
Genehmigungsprozess der E-Ladeinfrastruktur in Kommunen: Strategische und rechtliche Fragen;
Berlin, Februar 2017

[14] Handwerkskammer für München und Oberbayern:
Elektromobilität
URL: https://www.hwk-muenchen.de/74,3800,6363.html

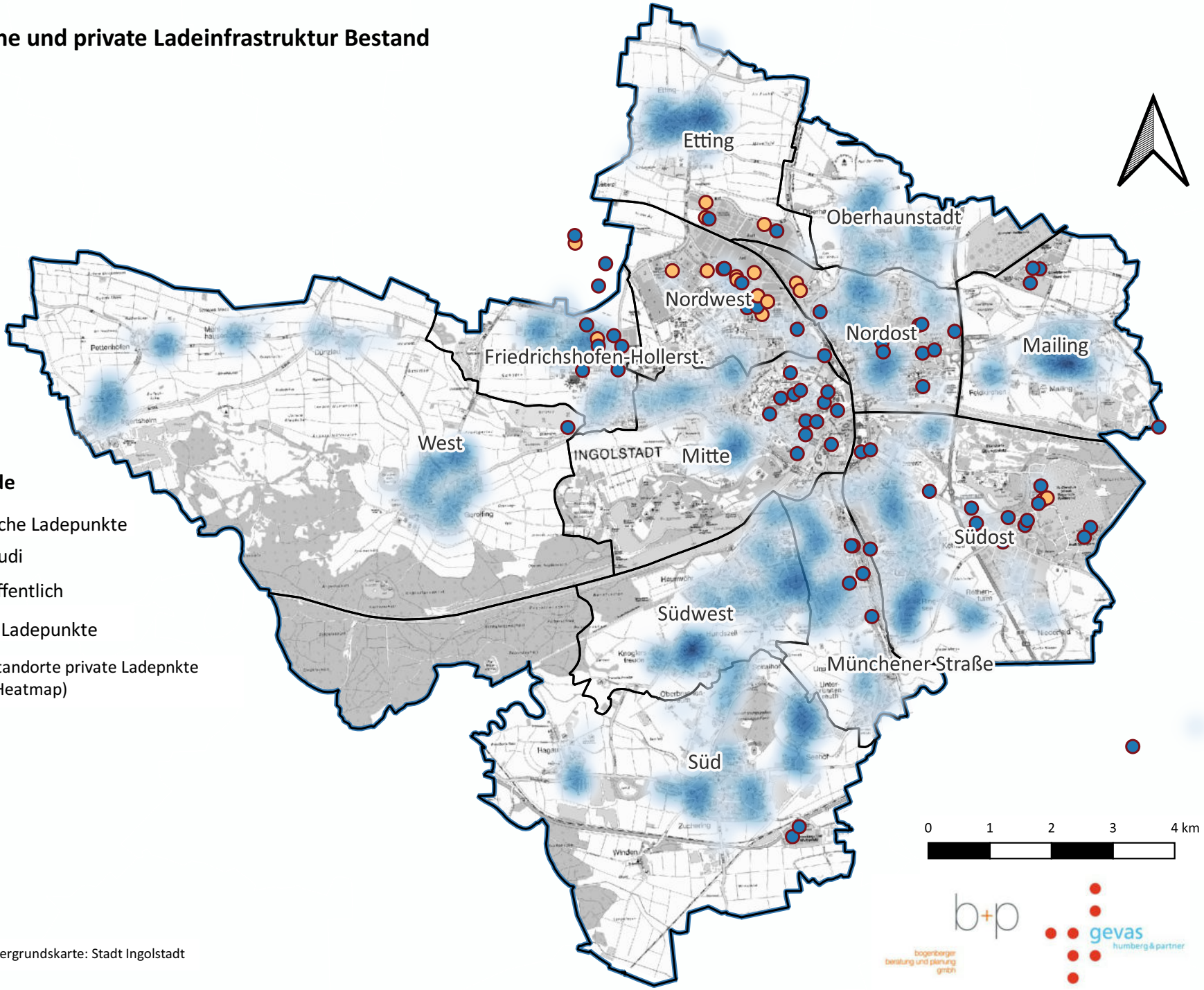
[15] Schütte, F. Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Bauordnung, Stadtentwicklungsplanung [2017]:
Ladeinfrastruktur im öffentlichen Straßenraum – Erfahrungen aus dem Projekt IHFEM 2015 – 2018; Kick-Off-Veranstaltung zum Elektromobilitätskonzept Landkreis München;
München, 21.09.2017

[16] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt [2014]:
Elektromobilität in Berlin – Arbeitshilfe für die Ladeinfrastrukturerweiterung;
Berlin, 2014

[17] Stadt Ingolstadt, Hauptamt Statistik und Stadtforschung [2022]:
Kleinräumige Statistiken zum 31.12.2021 - Bevölkerung, Arbeit, Soziales, Wohnungen, Haushalte nach Stadtbezirken und Unterbezirken;
Ingolstadt, 2022

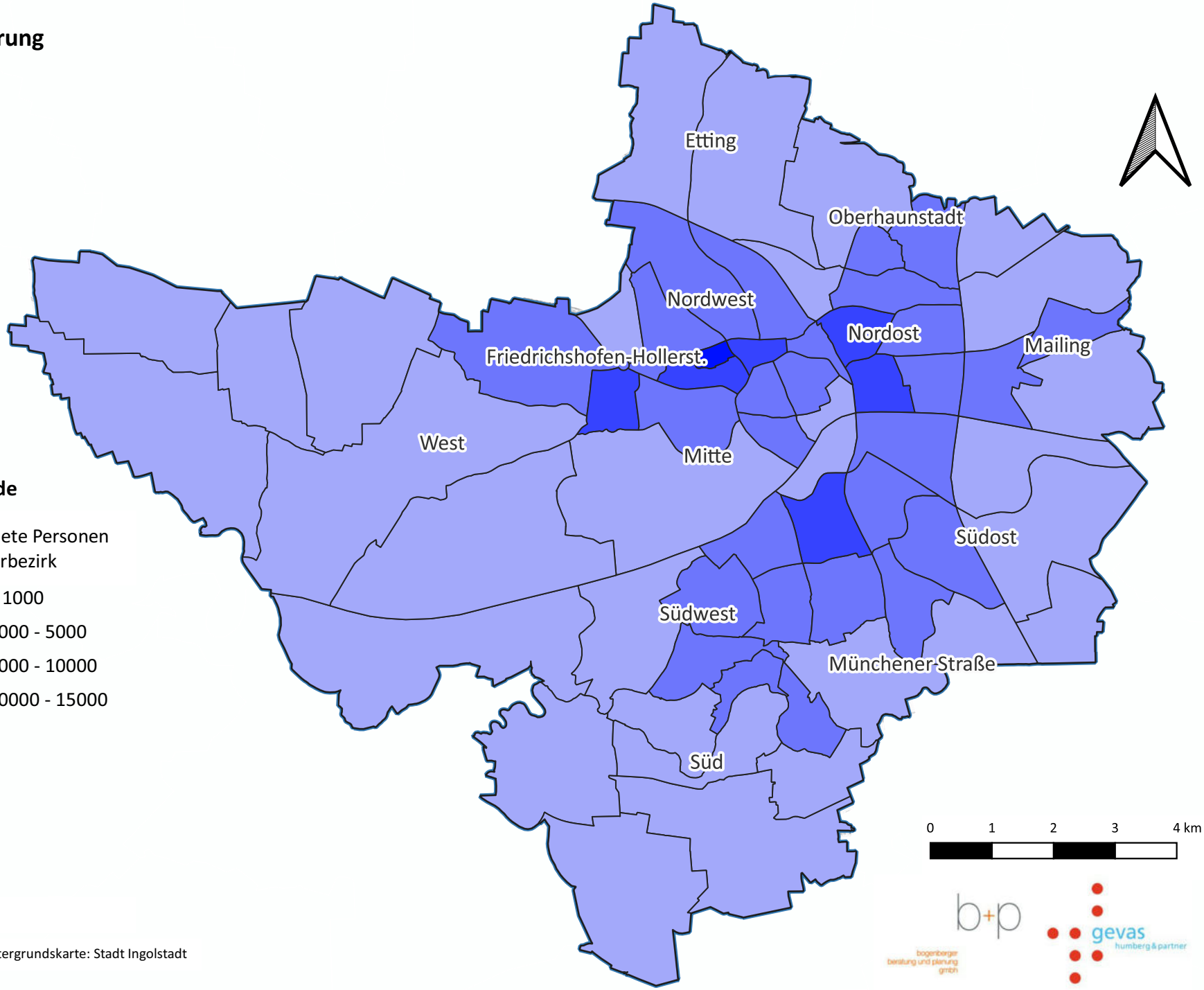
Anlage 1 Thematische Kartendarstellungen

Öffentlche und private Ladeinfrastruktur Bestand



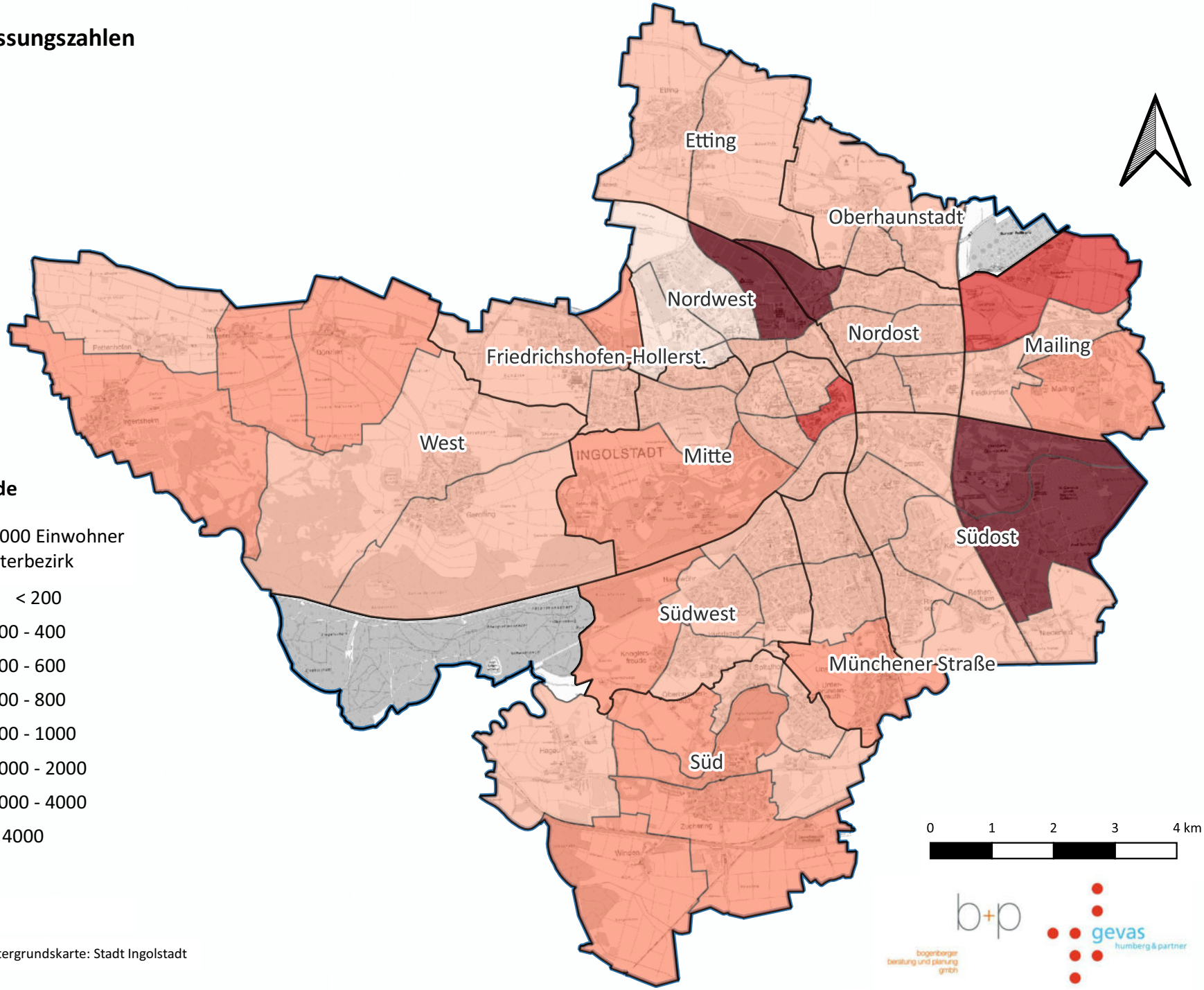
Quelle Hintergrundskarte: Stadt Ingolstadt

Bevölkerung



Quelle Hintergrundkarte: Stadt Ingolstadt

Kfz-Zulassungszahlen

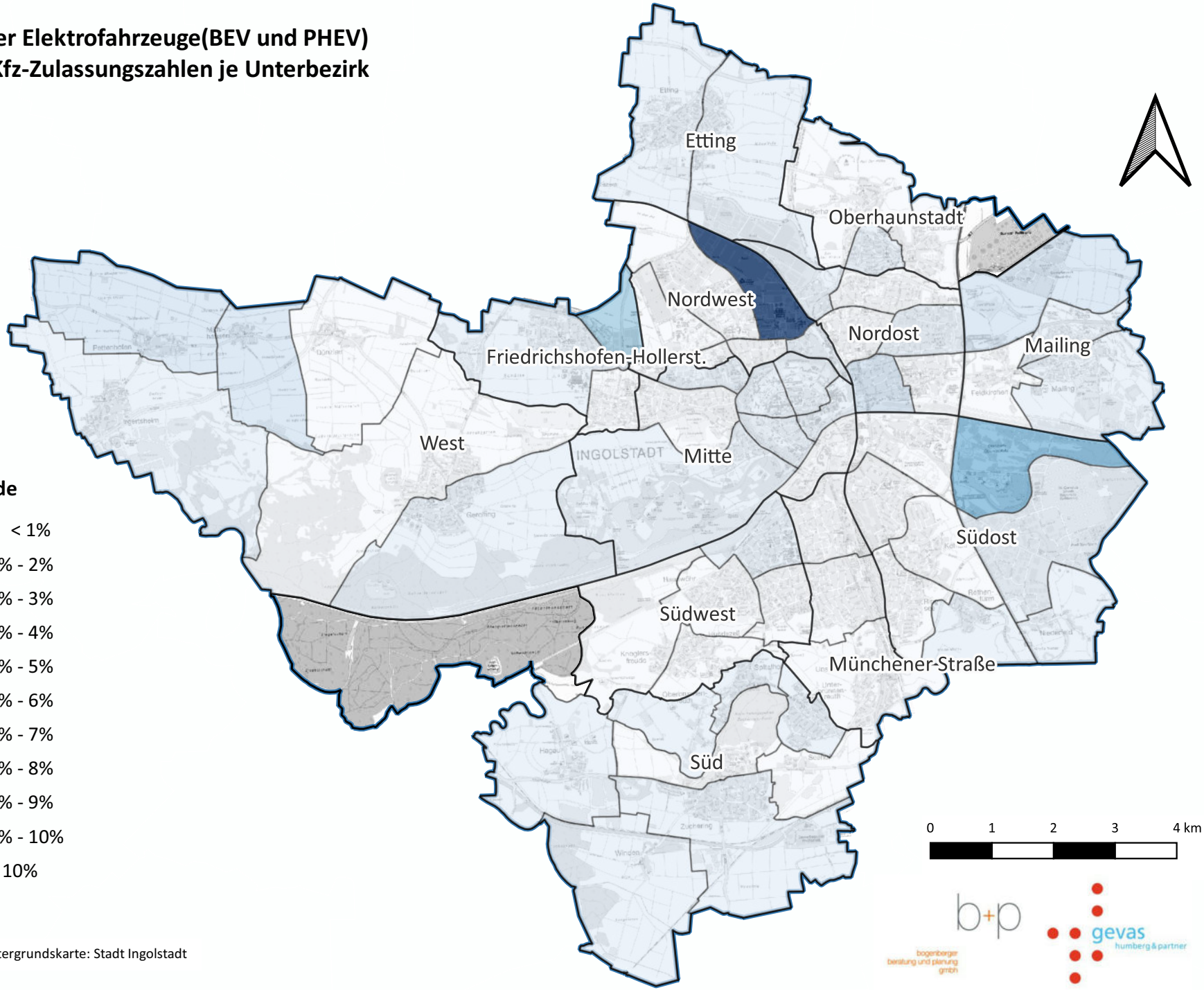


Quelle Hintergrundkarte: Stadt Ingolstadt

b+p bogenberger beratung und planung gmbh

gevas humberg & partner

Anteil der Elektrofahrzeuge(BEV und PHEV) an den Kfz-Zulassungszahlen je Unterbezirk



Quelle Hintergrundkarte: Stadt Ingolstadt

Anlage 2 Vorgehen zur Ermittlung von Standortvorschlägen für Ladepunkte

Vorgehen zur Ermittlung der Ladeinfrastrukturnachfrage

Stadt Ingolstadt
Stabsstelle Klima

gevas humberg & partner

b+p bogenberger beratung und planung gmbh

Betrachtung von 3 Szenarien

- Szenario 1 (kurzfristig)
  - 3% Anteil Elektrofahrzeuge an der Fahrzeugflotte
  - Reichweite: 300 km
- Szenario 2 (mittelfristig)
  - 10% Anteil Elektrofahrzeuge an der Fahrzeugflotte
  - Reichweite: 400 km
- Szenario 3 (langfristig)
  - 25% Anteil Elektrofahrzeuge an der Fahrzeugflotte
  - Reichweite: 500 km

Vorgehen zur Ermittlung der Ladeinfrastrukturnachfrage

Stadt Ingolstadt
Stabsstelle Klima

gevas humberg & partner

b+p bogenberger beratung und planung gmbh

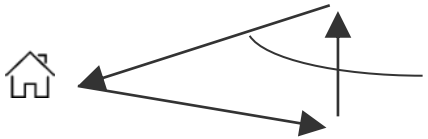
- Ermittlung der Ladenachfrage je Verkehrszelle auf Basis des Verkehrsmodells und unter Berücksichtigung von Ergebnissen der Befragung für die Zwecke
  - Wohnen / Wohnorte
  - Zentrale Orte, Freizeiteinrichtungen und Einkaufen
  - Arbeit und Ausbildung

- Bevorzugter Ort zum Laden ist der Wohnort, laden im öffentlichen Straßenraum außerhalb des Wohnorts maßgeblich nur bei zu geringer Restreichweite.

- Berücksichtigung der Fahrzeugreichweite
  - Bevorzugter **State of Charge zwischen 20 und 80%.**
  - Die erwartete **Restreichweite am Ende der Fahrt sollte immer mindestens 60, 80 bzw. 100 km** betragen.

Vorgehen zur Ermittlung der Ladeinfrastrukturnachfrage

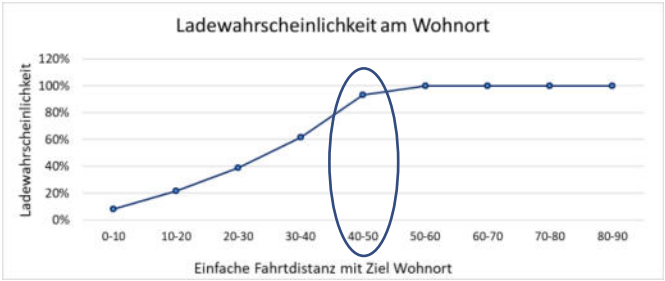
- Ladenachfrage am Wohnort
  - Bei der Ladenachfrage am Wohnort wird angenommen, dass die insgesamt gefahrene Strecke 2.5 mal der Distanz des Zielverkehrs im VM entspricht.



  - Es wird angenommen, dass diese Strecke jeden Tag zurückgelegt wird und dass am **Ende des nächsten Tages** noch eine **Restreichweite von 60, 80 bzw. 100 km** vorhanden sein soll.

Beispiel: Szenario 1

Gesamtreichweite	***300 km***
Erwünschte Restreichweite für übernächsten Tag	***60 km***



Vorgehen zur Ermittlung der Ladeinfrastrukturnachfrage

Stadt Ingolstadt
Stabsstelle Klima

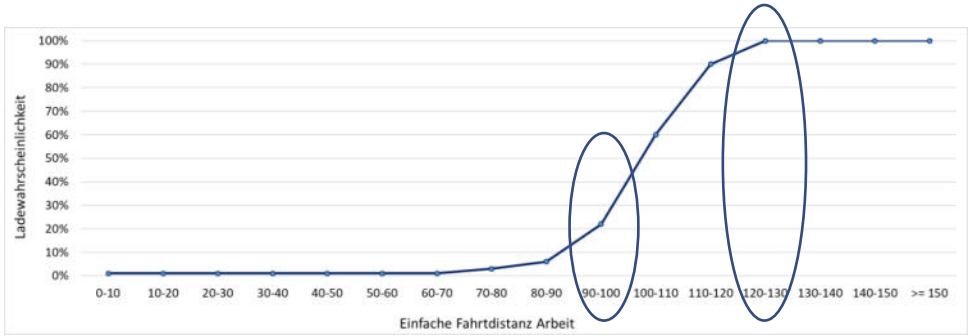
gevas humberg & partner

b+p bogenberger beratung und planung gmbh

- Ladenachfrage außerhalb des Wohnorts
  - Es wird angenommen, dass hier maßgeblich nur dann geladen wird, wenn nach Hin- und Rückfahrt keine ausreichende Restreichweite vorhanden ist.
  - Geringe Wahrscheinlichkeit für „Gelegenheitsladen“.

Beispiel: Szenario 1

Gesamtreichweite	***300 km***
Erwünschte Restreichweite nach Hin- und Rückfahrt	***60 km***



Vorgehen zur Ermittlung der Ladeinfrastrukturnachfrage

Wichtig: Unterscheidung zwischen der gesamten Ladenachfrage und der Ladenachfrage im öffentlichen Raum.

- Wenn ein privater Ladepunkt vorhanden ist (Heimlademöglichkeit), wird diese bevorzugt genutzt.

- Angenommener Anteil Heimlademöglichkeit unter Berücksichtigung der MiD2018 und der Befragungsergebnisse.

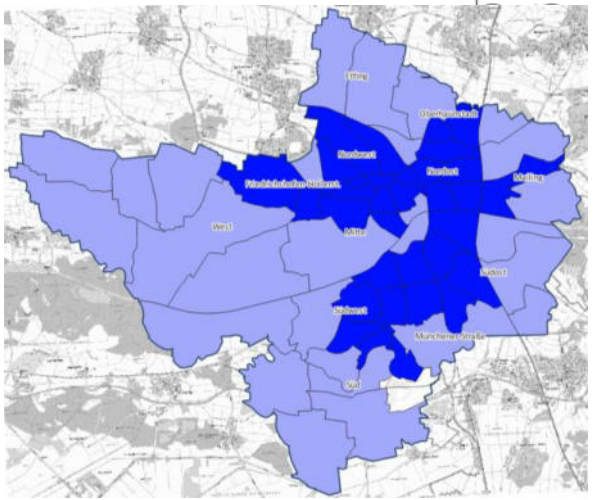
- Zu Beginn legen sich eher Menschen mit Heimlademöglichkeit ein E-Fahrzeug zu.
  → Anteil Heimlademöglichkeit ist im ersten Szenario höher.

Vorgehen zur Ermittlung der Ladeinfrastrukturnachfrage

Stadt Ingolstadt
Stabsstelle Klima

gevas humberg & partner

Einordnung der Stadtunterbezirke in zwei Kategorien anhand der Einwohnerdichte	„Dichter besiedelt“ $> 1000\ Einwohner/km^2$	„Weniger dicht besiedelt“ $\leq 1000\ Einwohner/km^2$
	15 Stadtunterbezirke	**29 Stadtunterbezirke**



Annahmen für die drei Szenarien	„Dichter besiedelt“	„Weniger dicht besiedelt“
Szenario 1	75% Heimlademöglichkeit	85% Heimlademöglichkeit
Szenario 2	70% Heimlademöglichkeit	80% Heimlademöglichkeit
Szenario 3	65% Heimlademöglichkeit	75% Heimlademöglichkeit

Ergebnisfolie vor weiterer Methodik

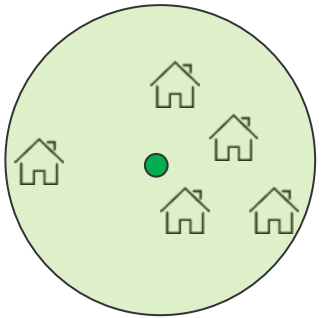
- Nachfrageermittlung von Ladepunkten, Szenario 1

Stadtbezirk		Wohnort	Arbeit + Ausbildung	Zentrale Orte, Freizeit, Einkaufen	Gesamt
Mitte	1	8	7	5	20
Nordwest	2	12	17	3	32
Nordost	3	24	7	6	36
Südost	4	16	20	13	49
Südwest	5	7	0	0	8
West	6	5	0	1	6
Etting	7	2	12	0	14
Oberhaunstadt	8	4	0	0	4
Mailing	9	5	1	1	7
Süd	10	7	0	1	8
Friedrichshofen-Hollerstauden	11	10	2	3	15
Münchener Straße	12	14	4	3	22
Summe		**114**	**70**	**37**	**220**

Vorgehen zur Ermittlung der Ladeinfrastrukturnachfrage

- Die Nachfrage wird immer direkt am Zielort des jeweiligen Verkehrszwecks verortet (Genauigkeit auf Basis der Verkehrszellen).

- Standortvorschläge werden so erstellt, dass möglichst viel Nachfrage innerhalb eines 300m-Laufradius abgedeckt werden kann.

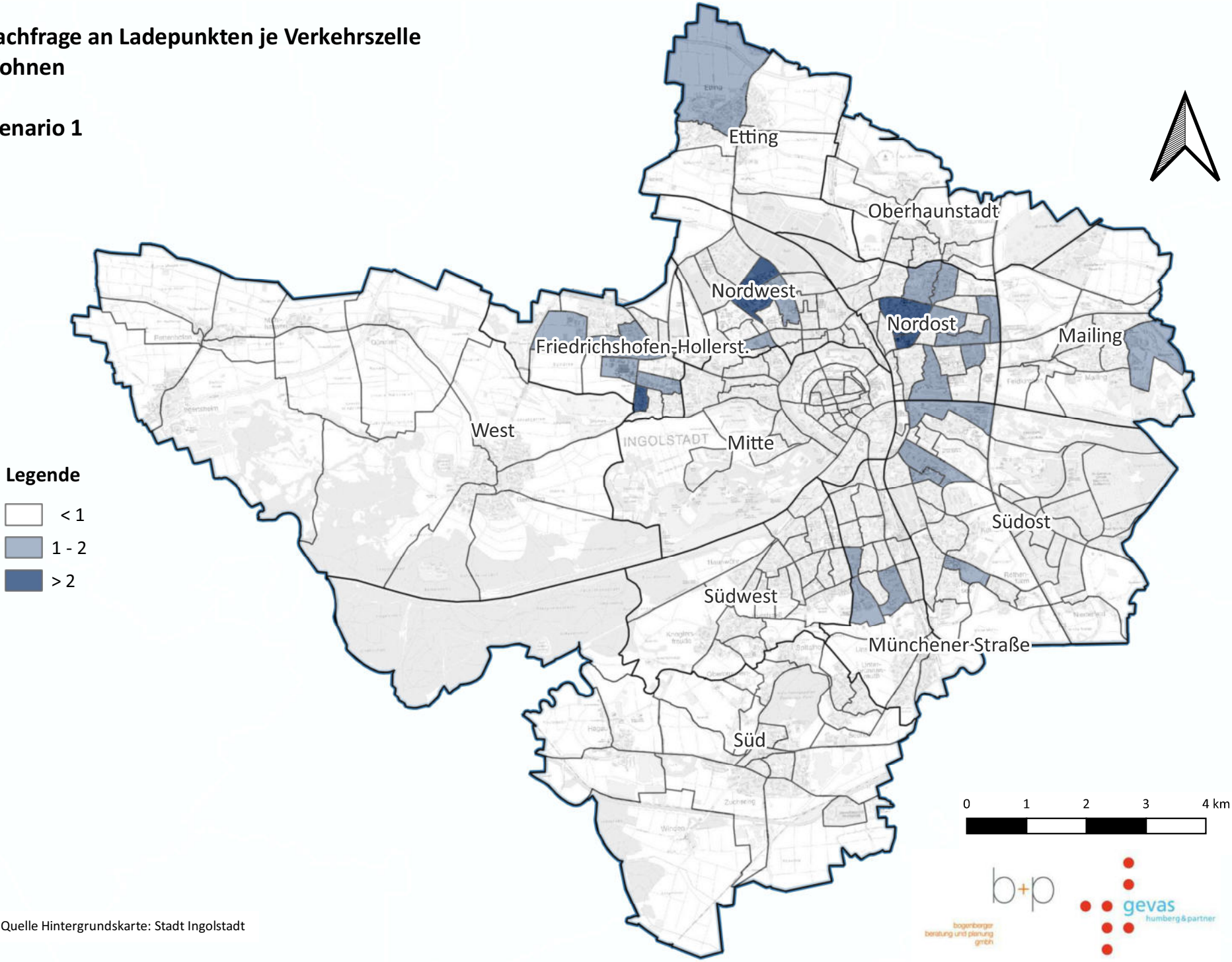


- Ermittlung von detaillierten Standortvorschlägen für die Szenarien 1 und 2:
  - Berücksichtigung bestehender, öffentlicher und privater LIS und der Ergebnisse der Befragung

Anlage 3 Ladeinfrastruktur: Ladebedarf und Ergebnisdarstellung Szenarien

Nachfrage an Ladepunkten je Verkehrszelle
Wohnen

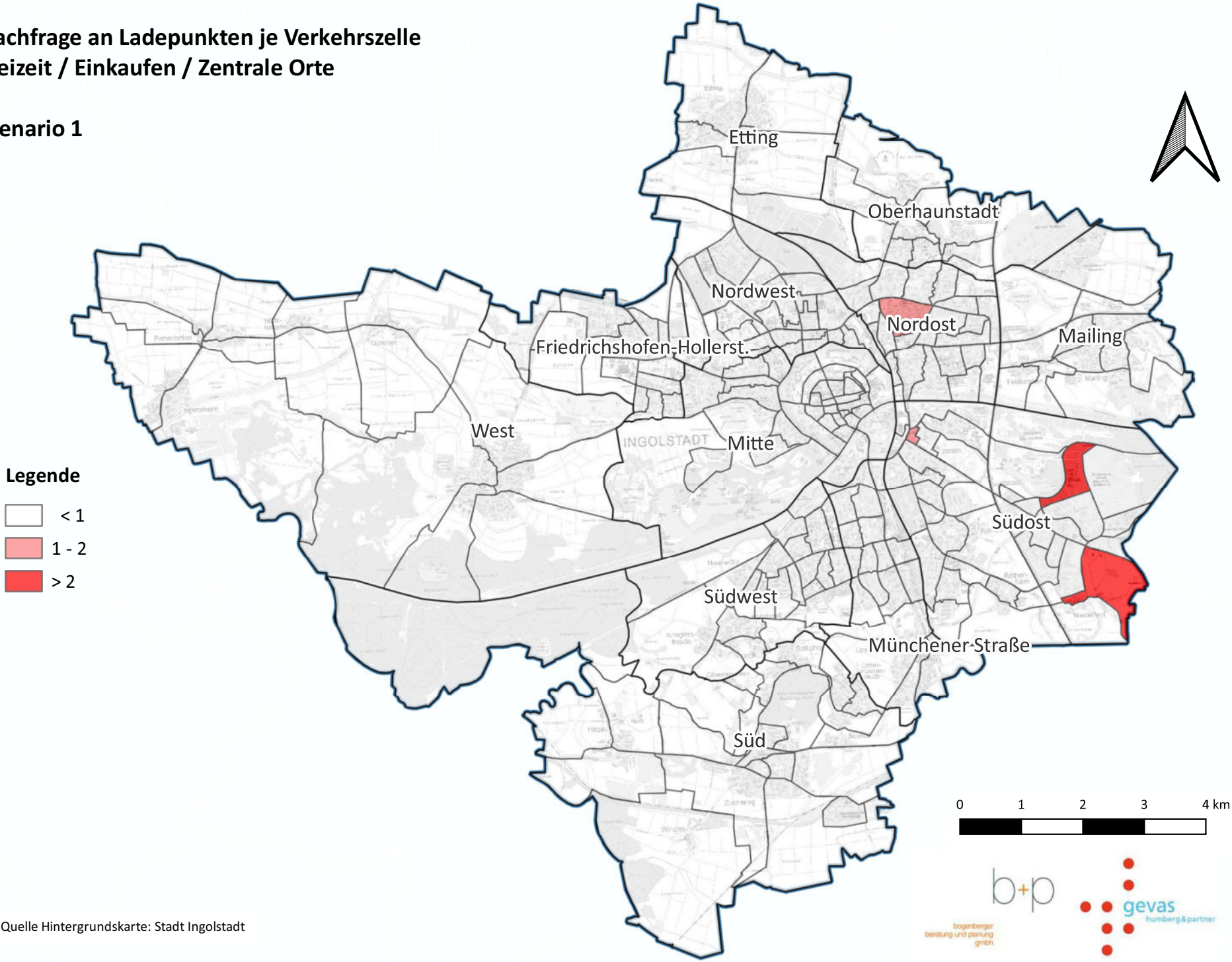
Szenario 1



Quelle Hintergrundkarte: Stadt Ingolstadt

Nachfrage an Ladepunkten je Verkehrszelle
Freizeit / Einkaufen / Zentrale Orte

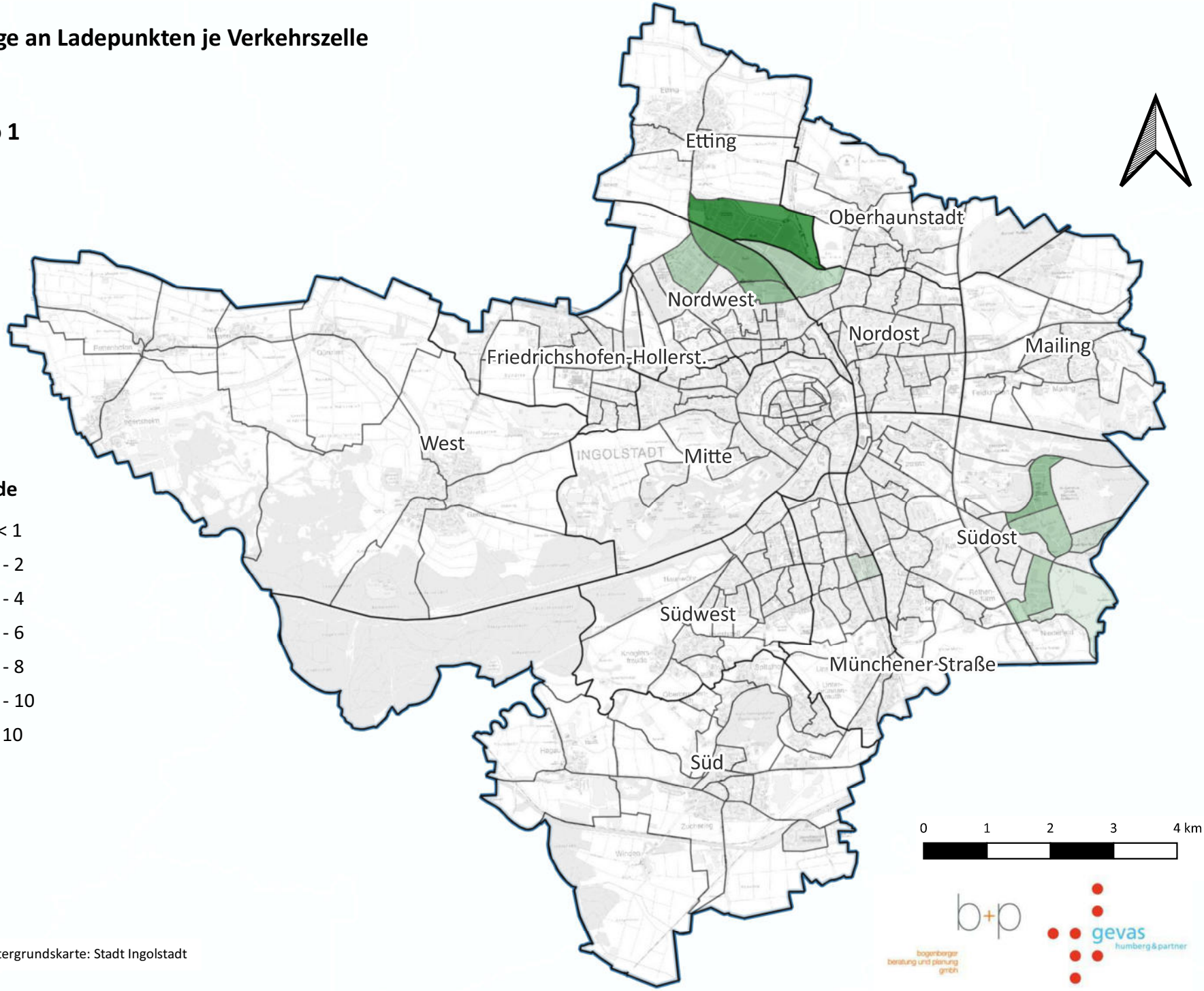
Szenario 1



Quelle Hintergrundkarte: Stadt Ingolstadt

Nachfrage an Ladepunkten je Verkehrszelle
Arbeit

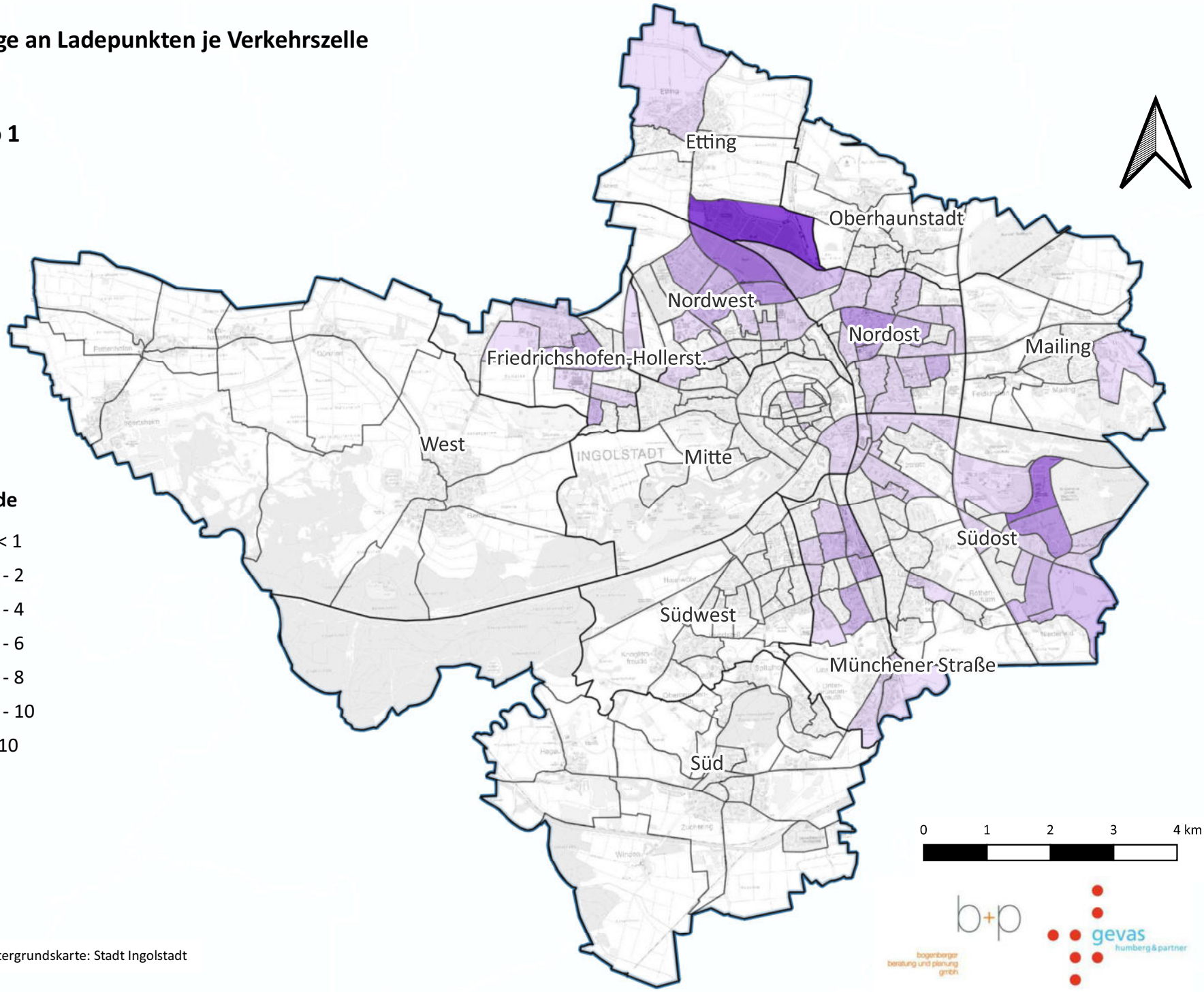
Szenario 1



Quelle Hintergrundkarte: Stadt Ingolstadt

Nachfrage an Ladepunkten je Verkehrszelle
Gesamt

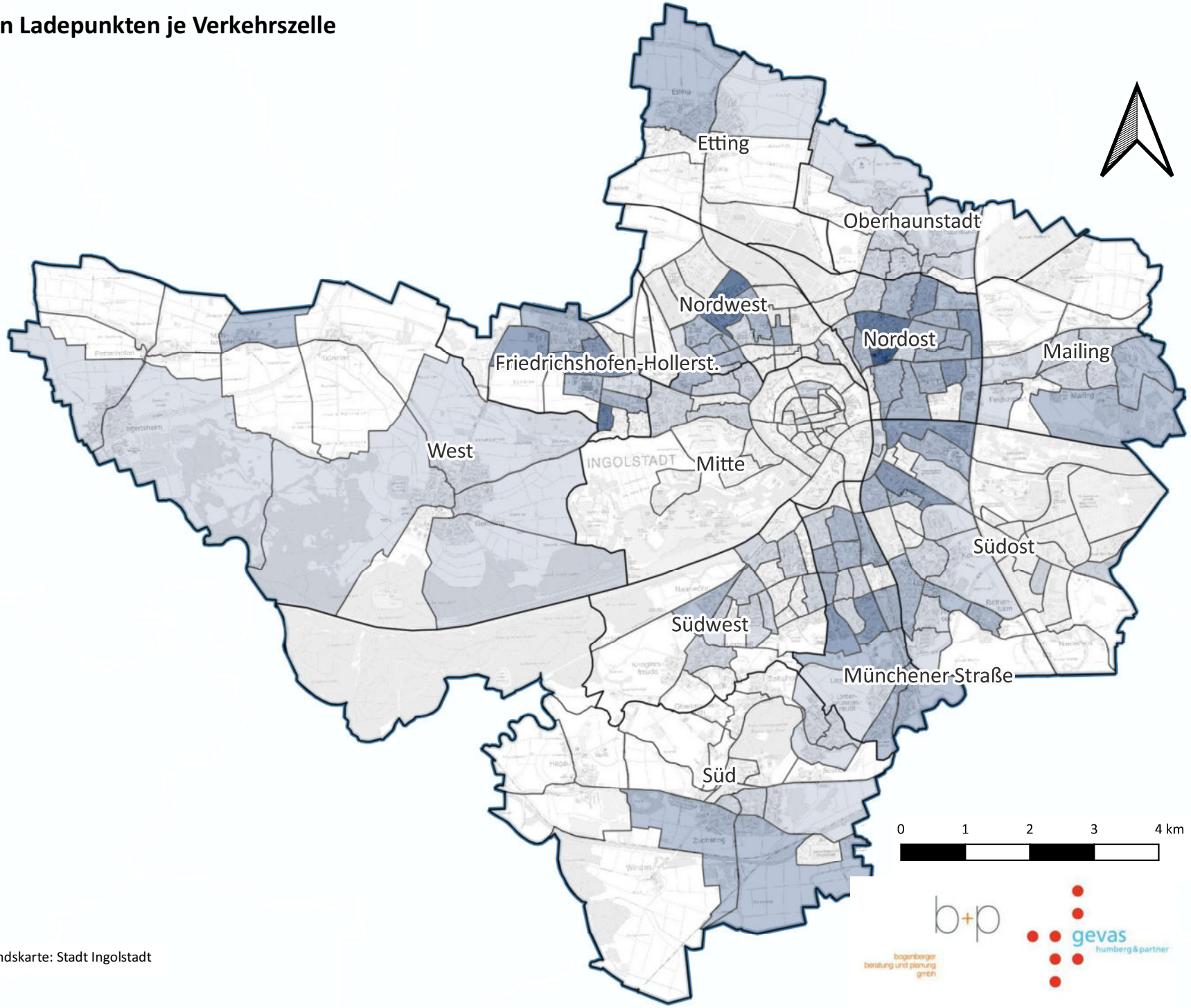
Szenario 1



Quelle Hintergrundkarte: Stadt Ingolstadt

Nachfrage an Ladepunkten je Verkehrszelle
Wohnen

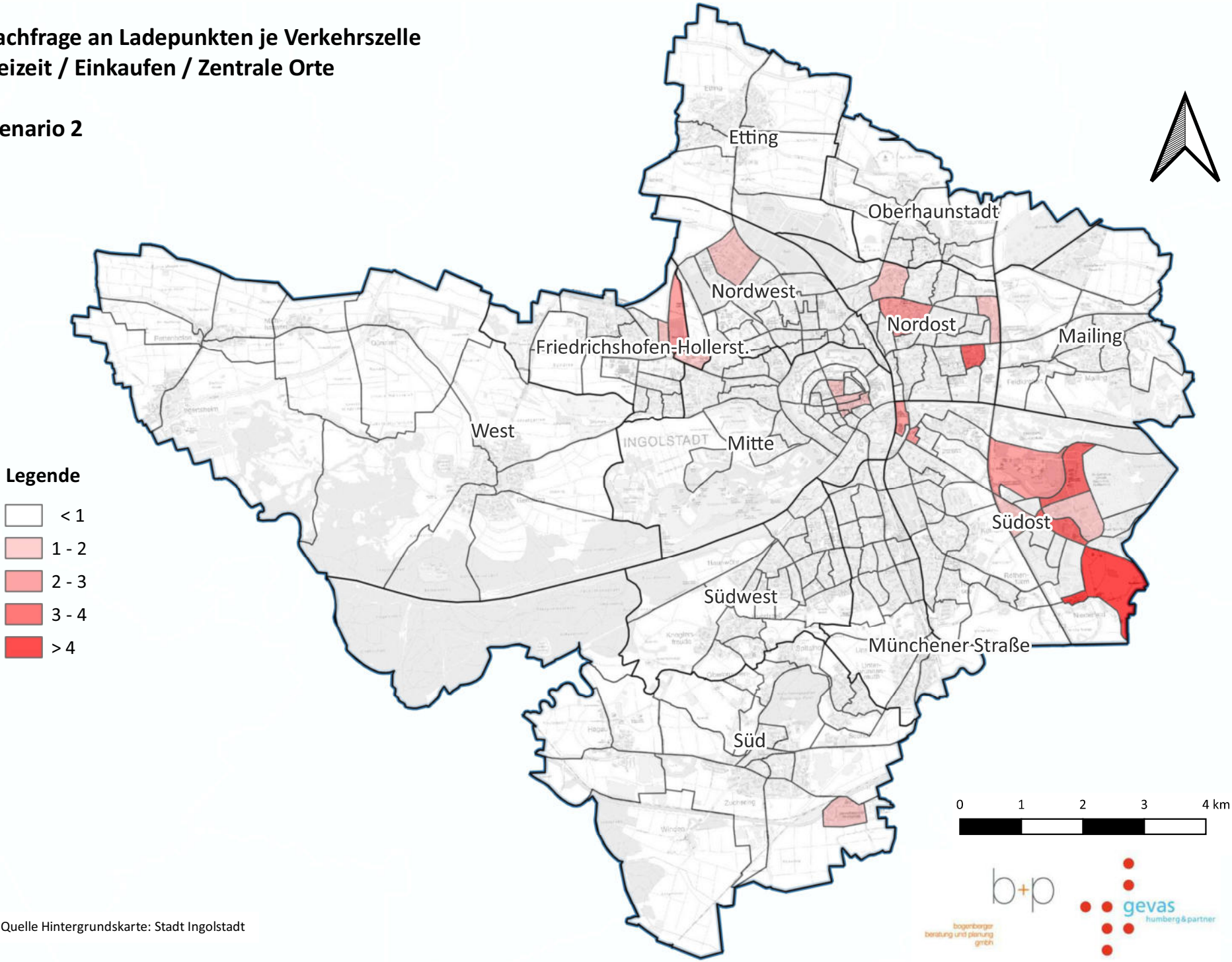
Szenario 2



Quelle Hintergrundkarte: Stadt Ingolstadt

Nachfrage an Ladepunkten je Verkehrszelle
Freizeit / Einkaufen / Zentrale Orte

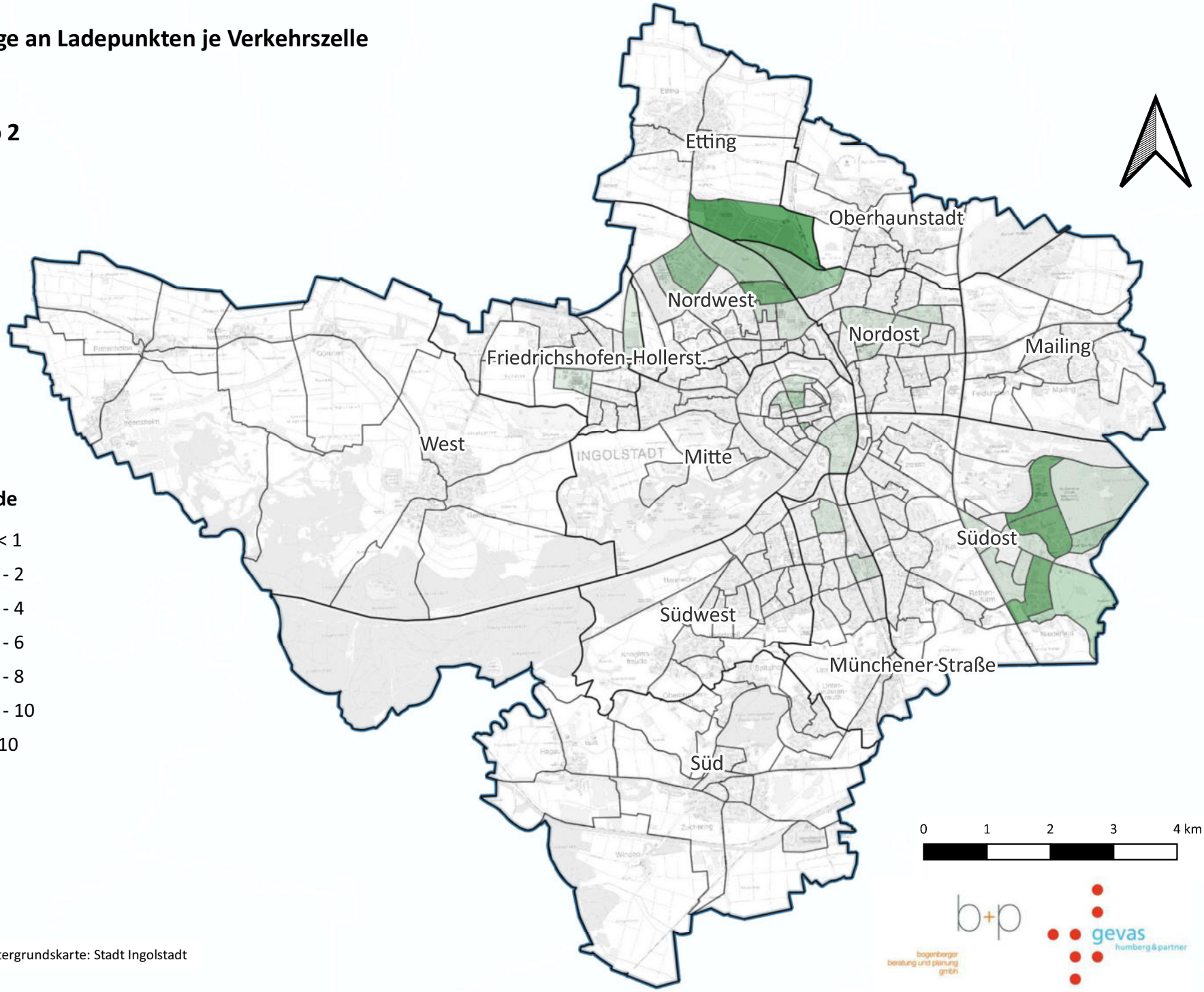
Szenario 2



Quelle Hintergrundkarte: Stadt Ingolstadt

Nachfrage an Ladepunkten je Verkehrszelle
Arbeit

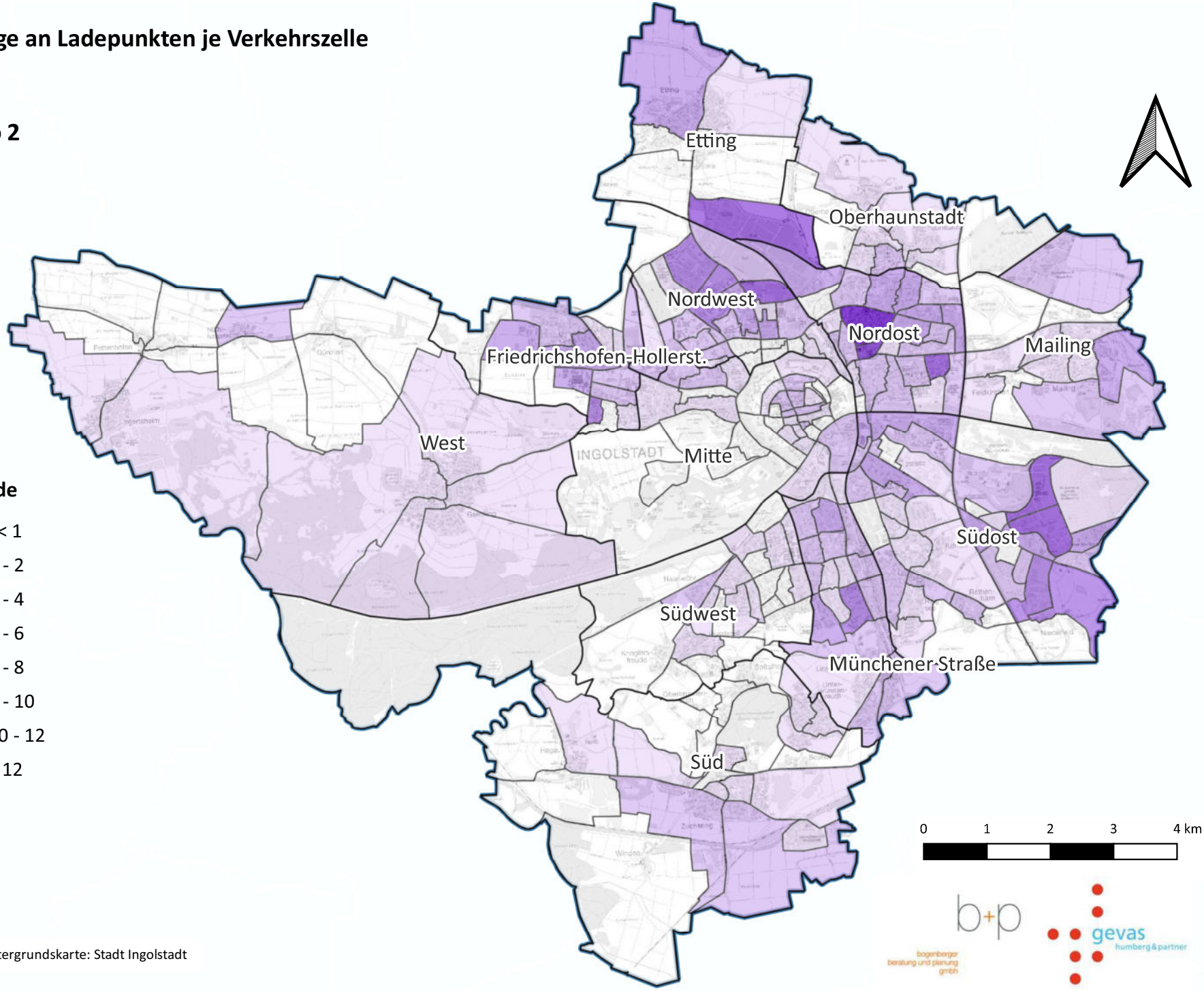
Szenario 2



Quelle Hintergrundkarte: Stadt Ingolstadt

Nachfrage an Ladepunkten je Verkehrszelle
Gesamt

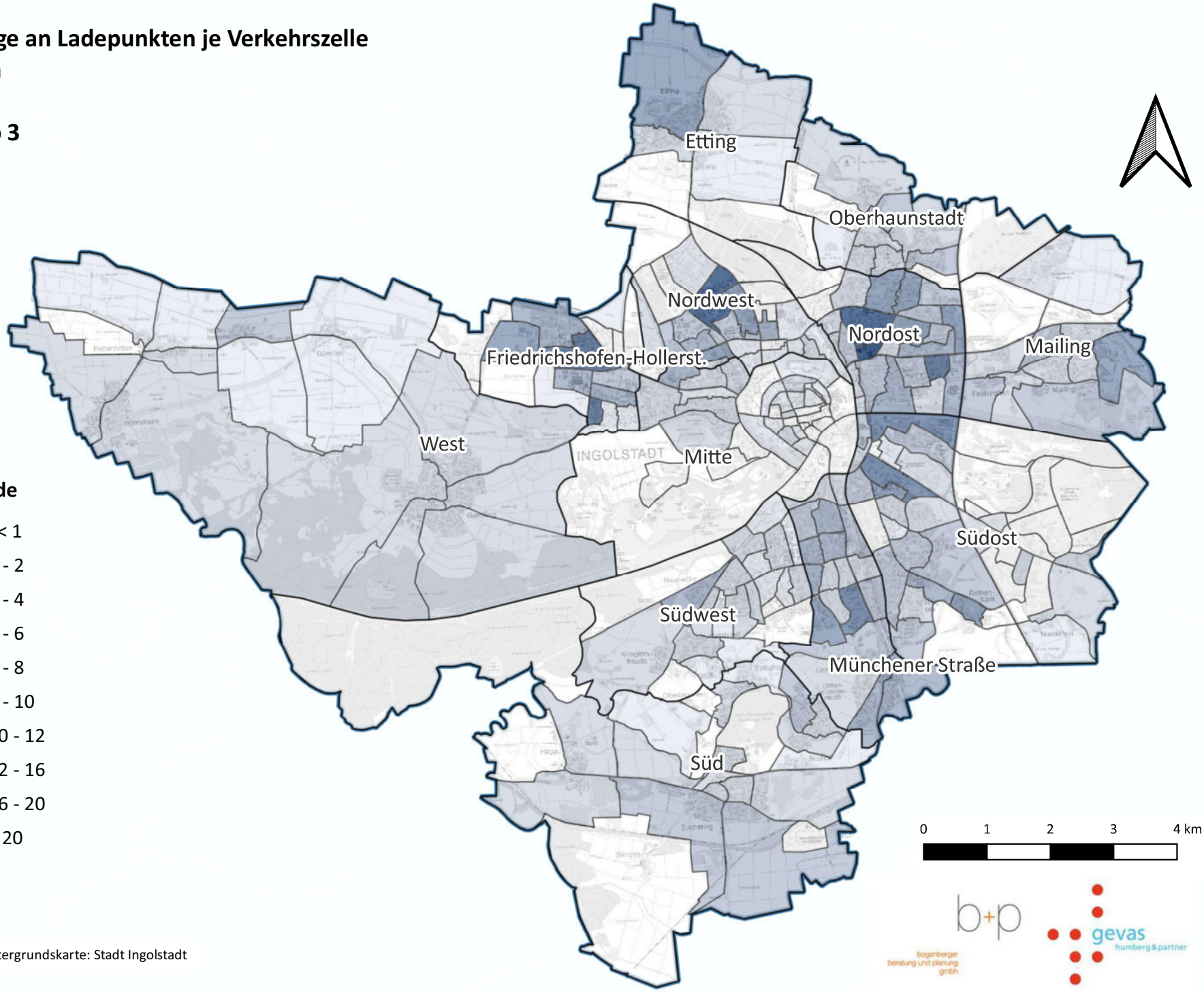
Szenario 2



Quelle Hintergrundkarte: Stadt Ingolstadt

Nachfrage an Ladepunkten je Verkehrszelle
Wohnen

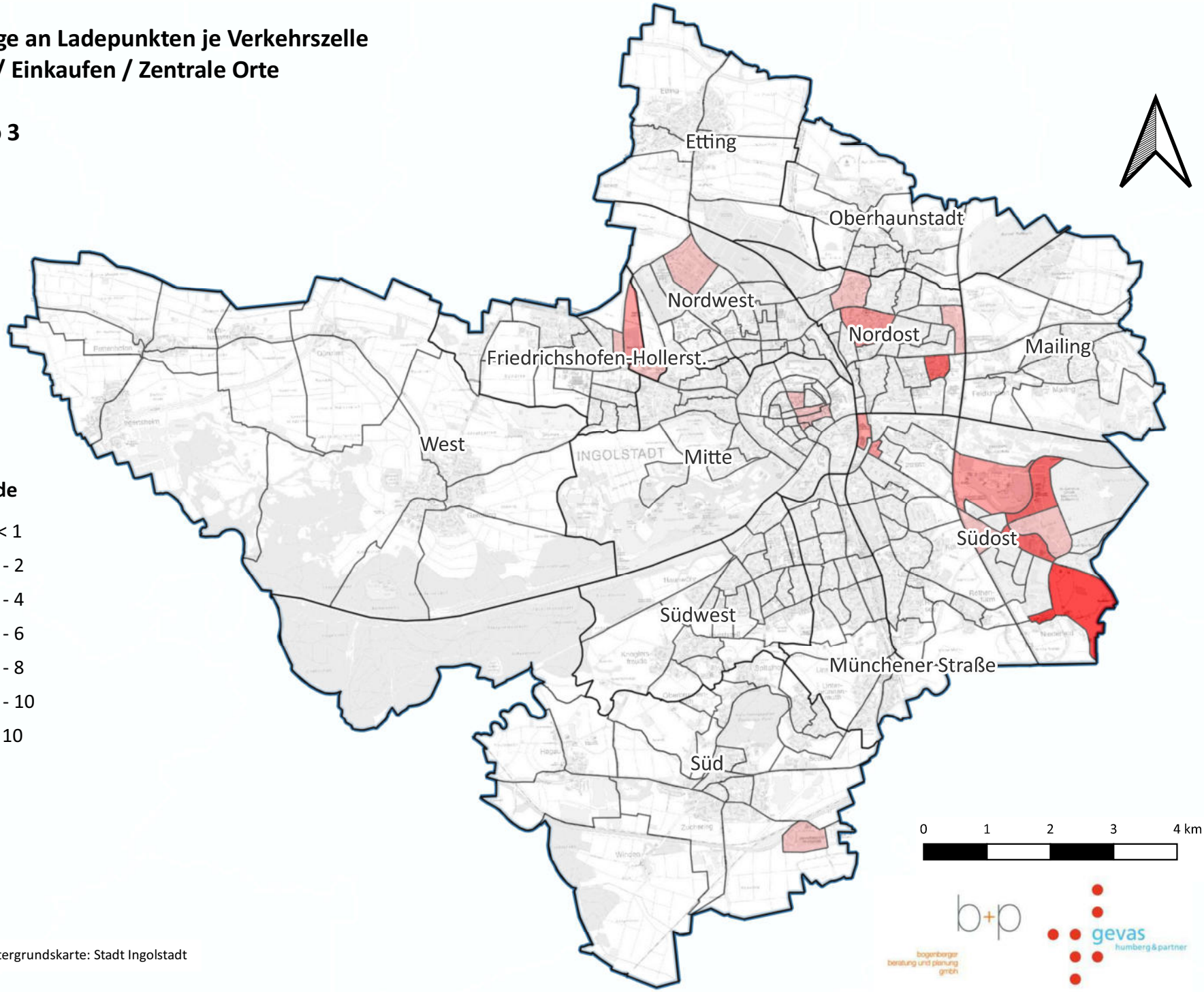
Szenario 3



Quelle Hintergrundkarte: Stadt Ingolstadt

Nachfrage an Ladepunkten je Verkehrszelle
Freizeit / Einkaufen / Zentrale Orte

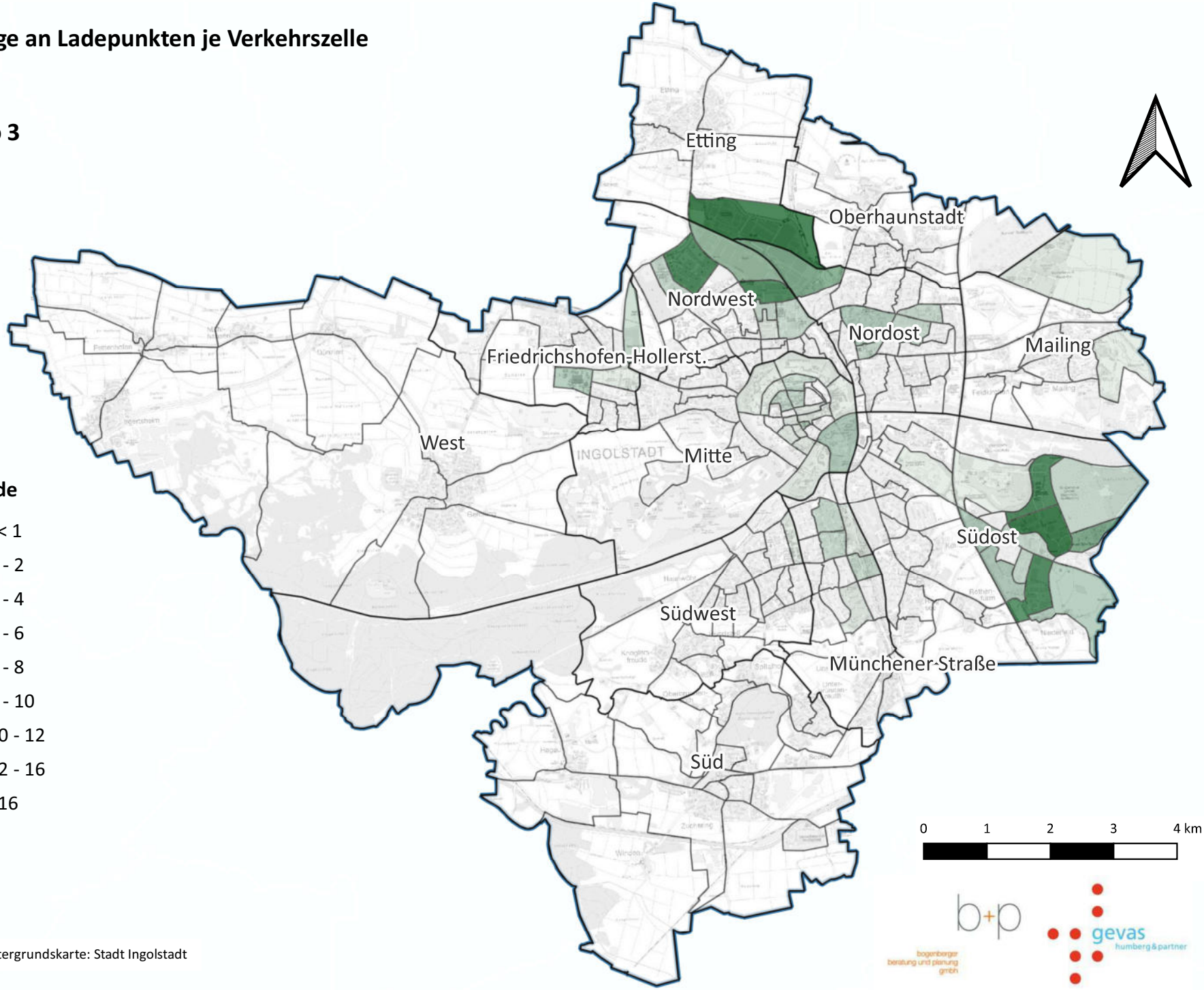
Szenario 3



Quelle Hintergrundkarte: Stadt Ingolstadt

Nachfrage an Ladepunkten je Verkehrszelle
Arbeit

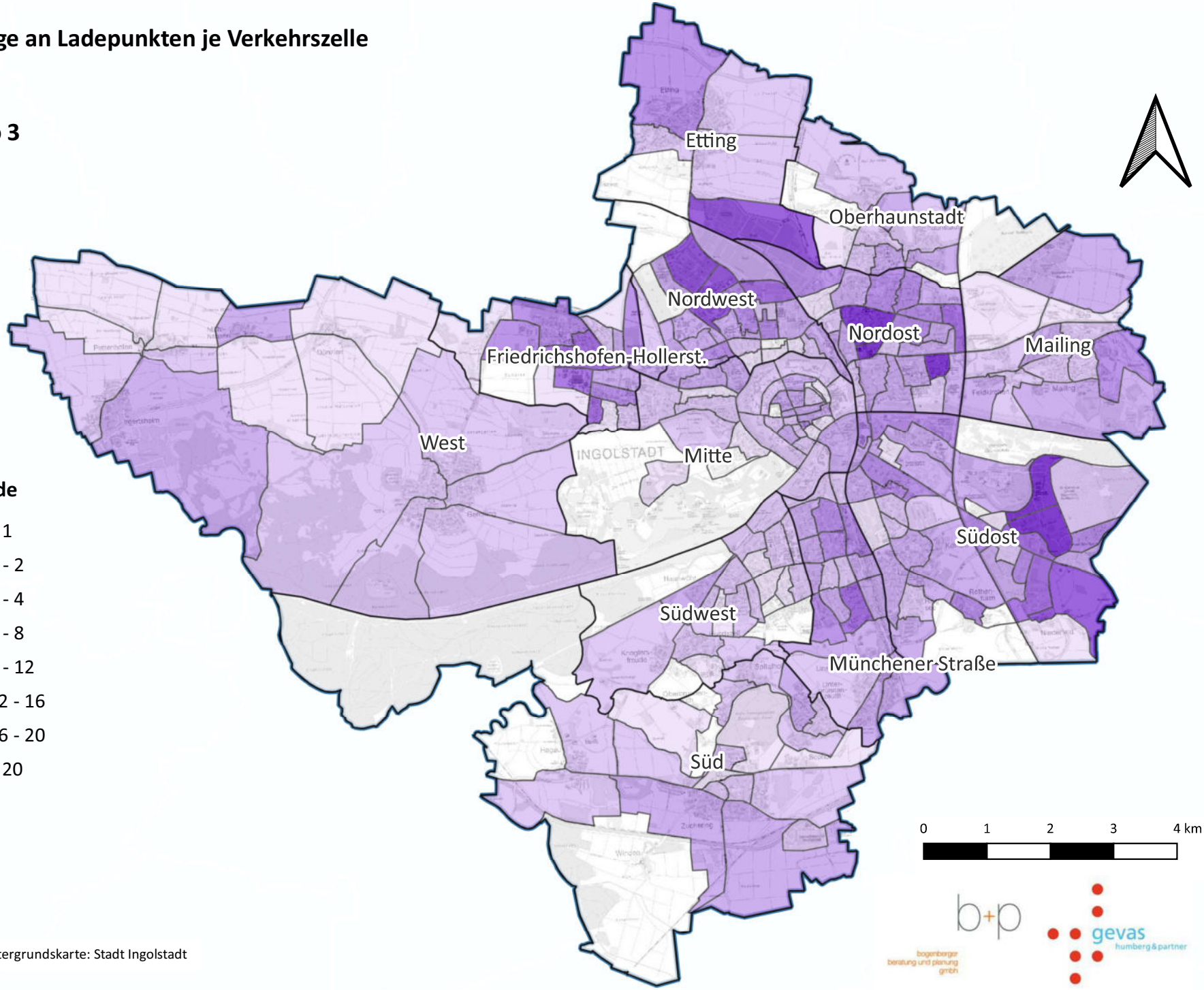
Szenario 3



Quelle Hintergrundkarte: Stadt Ingolstadt

Nachfrage an Ladepunkten je Verkehrszelle
Gesamt

Szenario 3

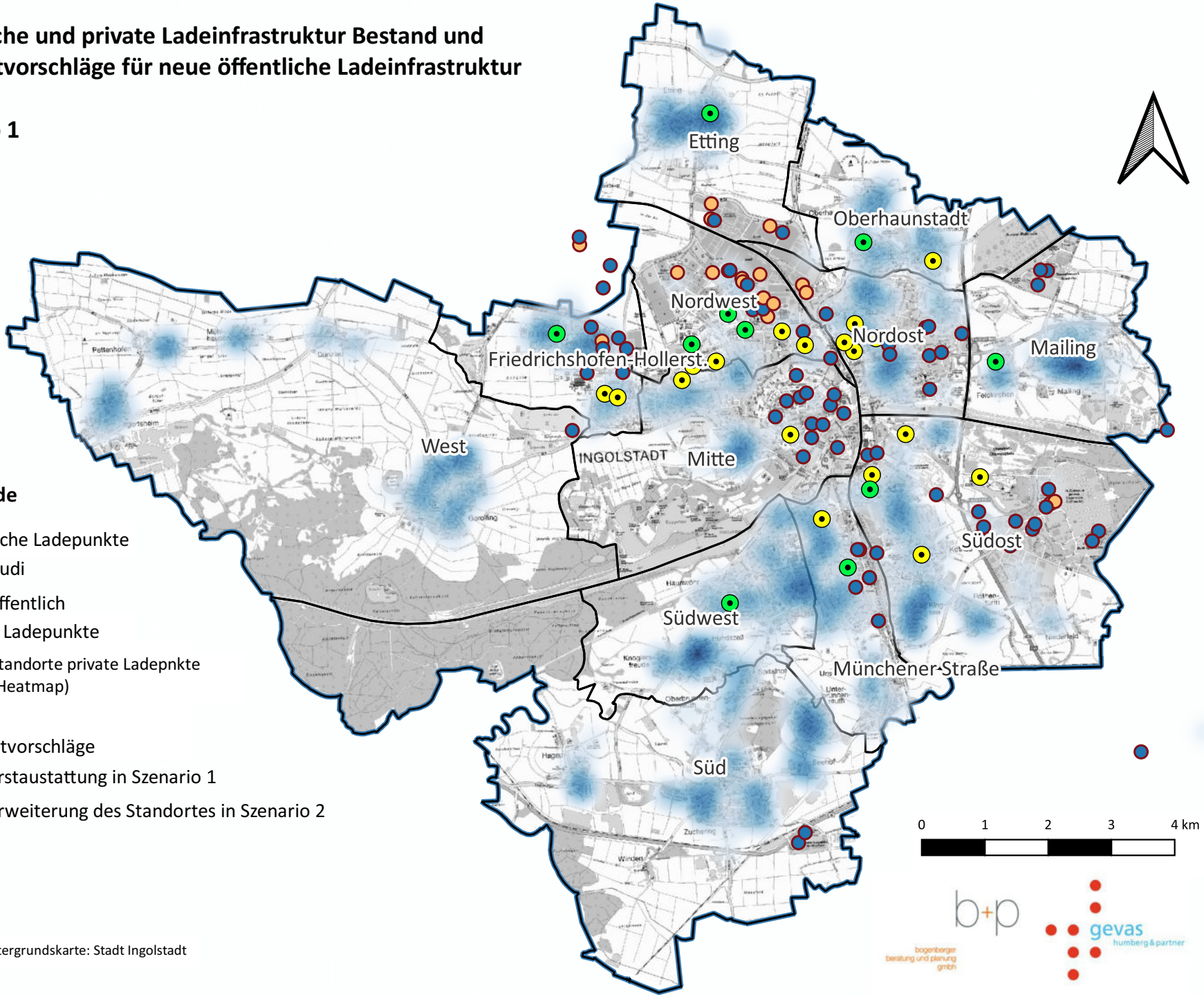


Quelle Hintergrundkarte: Stadt Ingolstadt

Anlage 4 Ladeinfrastruktur: Standortvorschläge Szenario 1 und 2

Öffentliche und private Ladeinfrastruktur Bestand und Standortvorschläge für neue öffentliche Ladeinfrastruktur

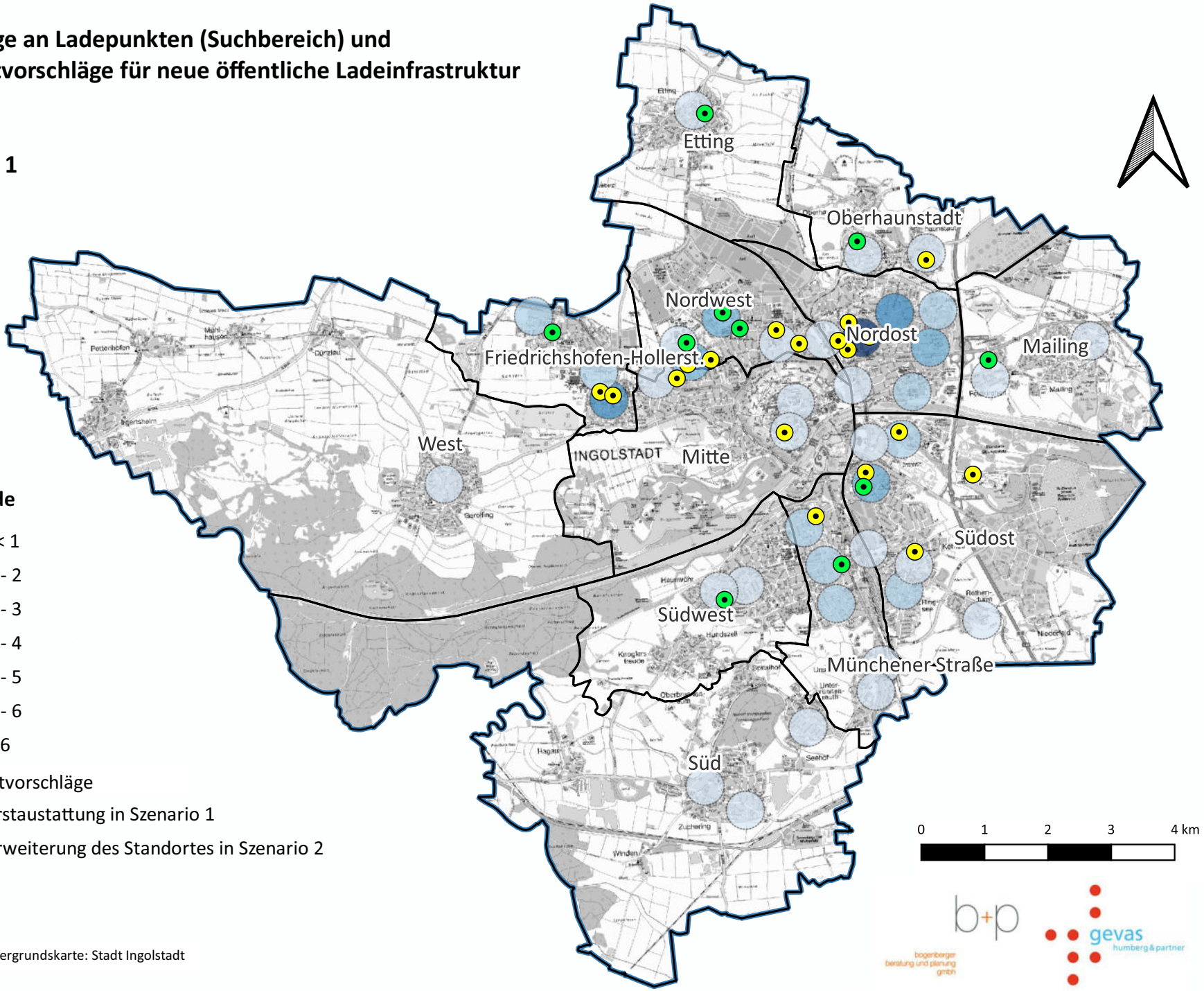
Szenario 1



Quelle Hintergrundskarte: Stadt Ingolstadt

Nachfrage an Ladepunkten (Suchbereich) und Standortvorschläge für neue öffentliche Ladeinfrastruktur Wohnen

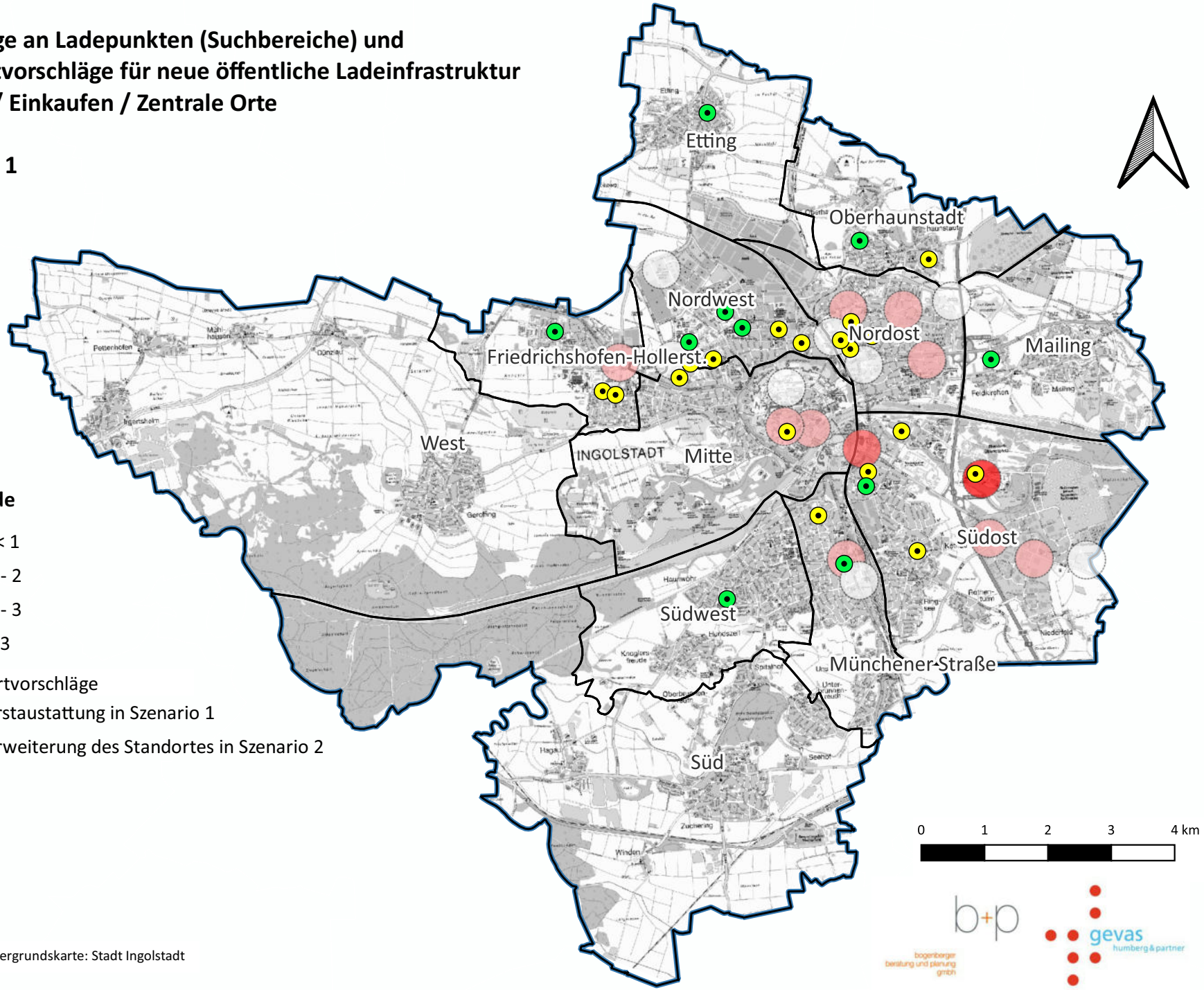
Szenario 1



Quelle Hintergrundkarte: Stadt Ingolstadt

Nachfrage an Ladepunkten (Suchbereiche) und Standortvorschläge für neue öffentliche Ladeinfrastruktur Freizeit / Einkaufen / Zentrale Orte

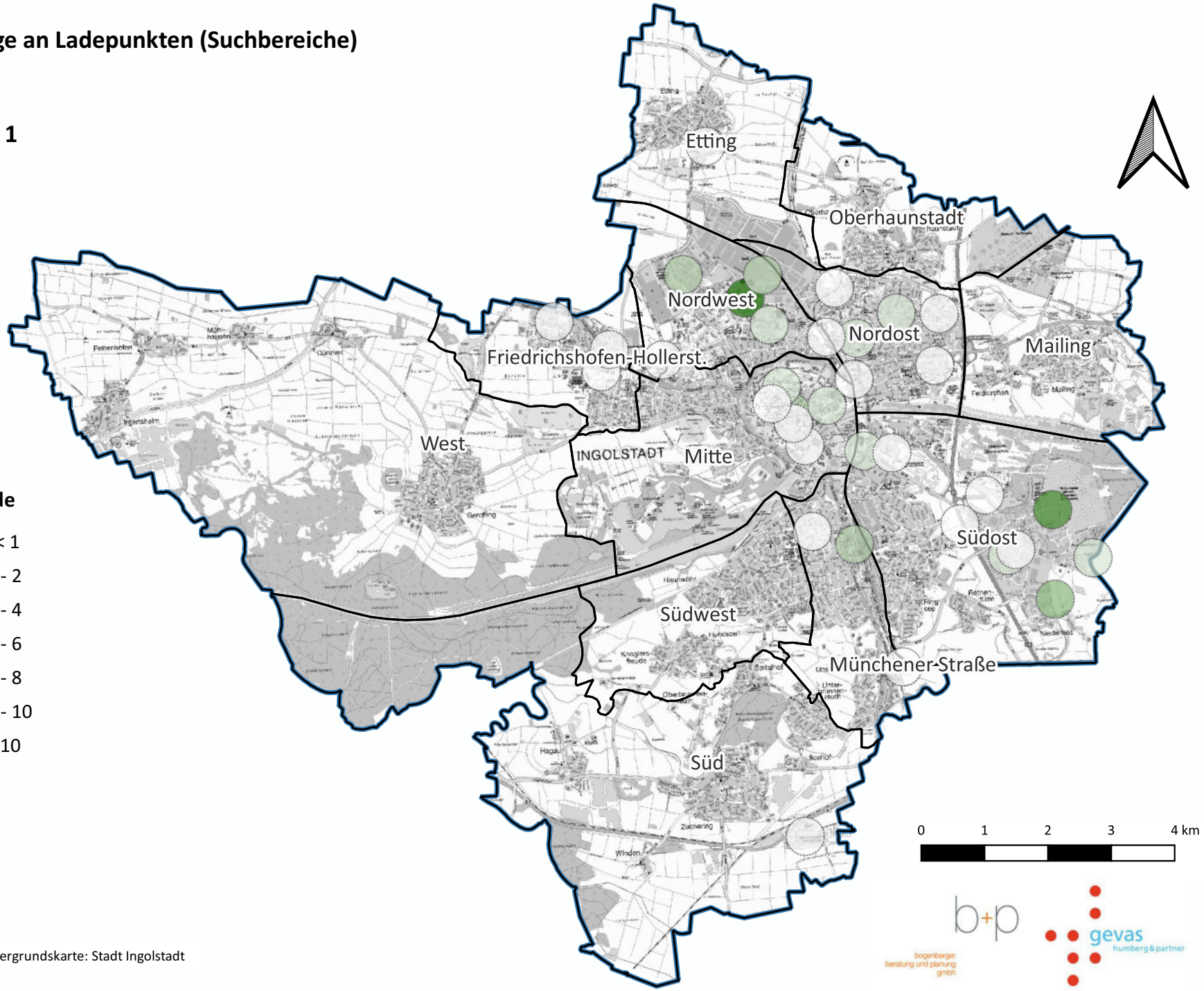
Szenario 1



Quelle Hintergrundkarte: Stadt Ingolstadt

Nachfrage an Ladepunkten (Suchbereiche)
Arbeit

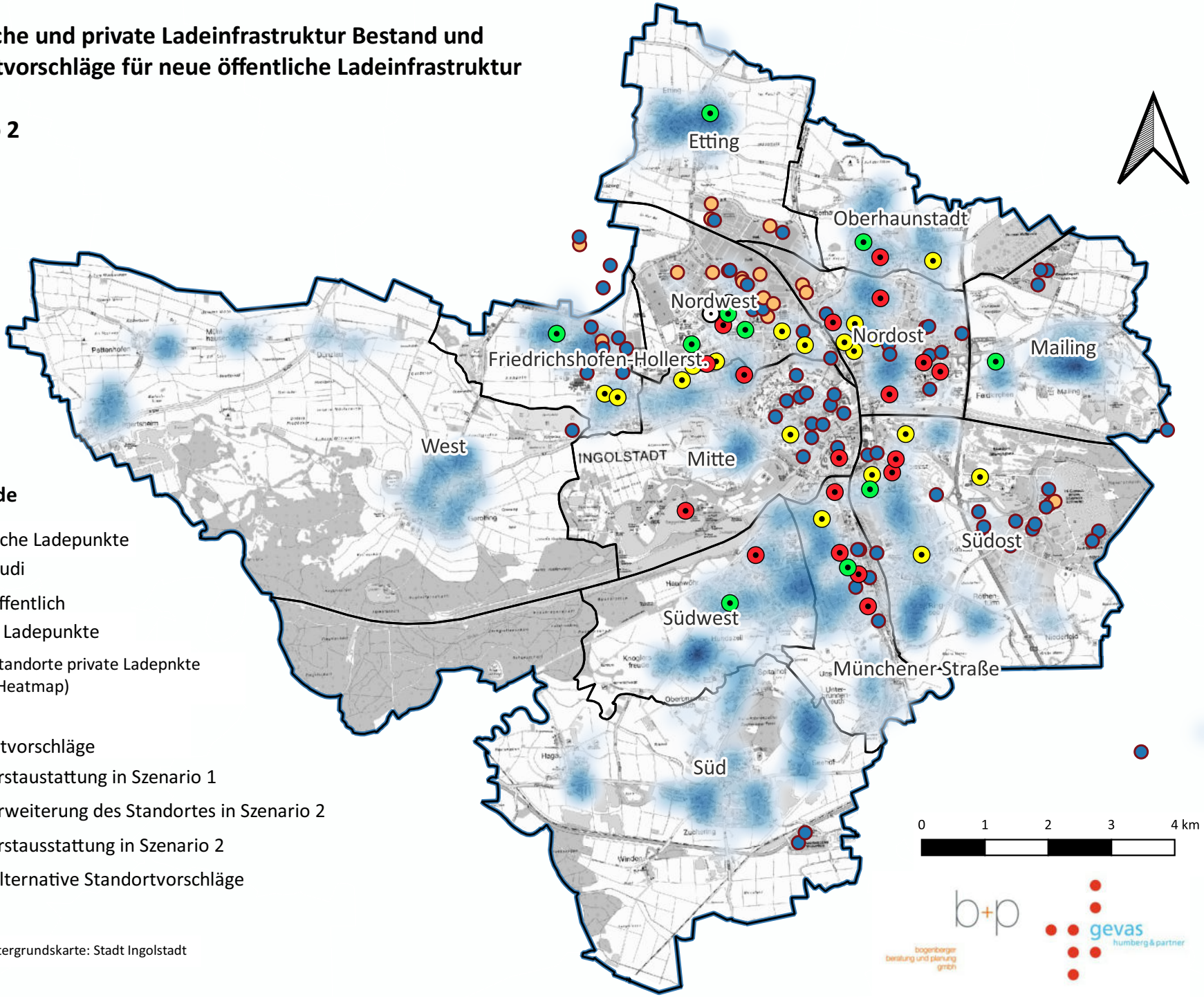
Szenario 1



Quelle Hintergrundkarte: Stadt Ingolstadt

Öffentliche und private Ladeinfrastruktur Bestand und Standortvorschläge für neue öffentliche Ladeinfrastruktur

Szenario 2



Legende

öffentliche Ladepunkte

- Audi
- öffentlich

private Ladepunkte

- Standorte private Ladepnkte (Heatmap)

Standortvorschläge

- Erstaustattung in Szenario 1
- Erweiterung des Standortes in Szenario 2
- Erstausstattung in Szenario 2
- Alternative Standortvorschläge

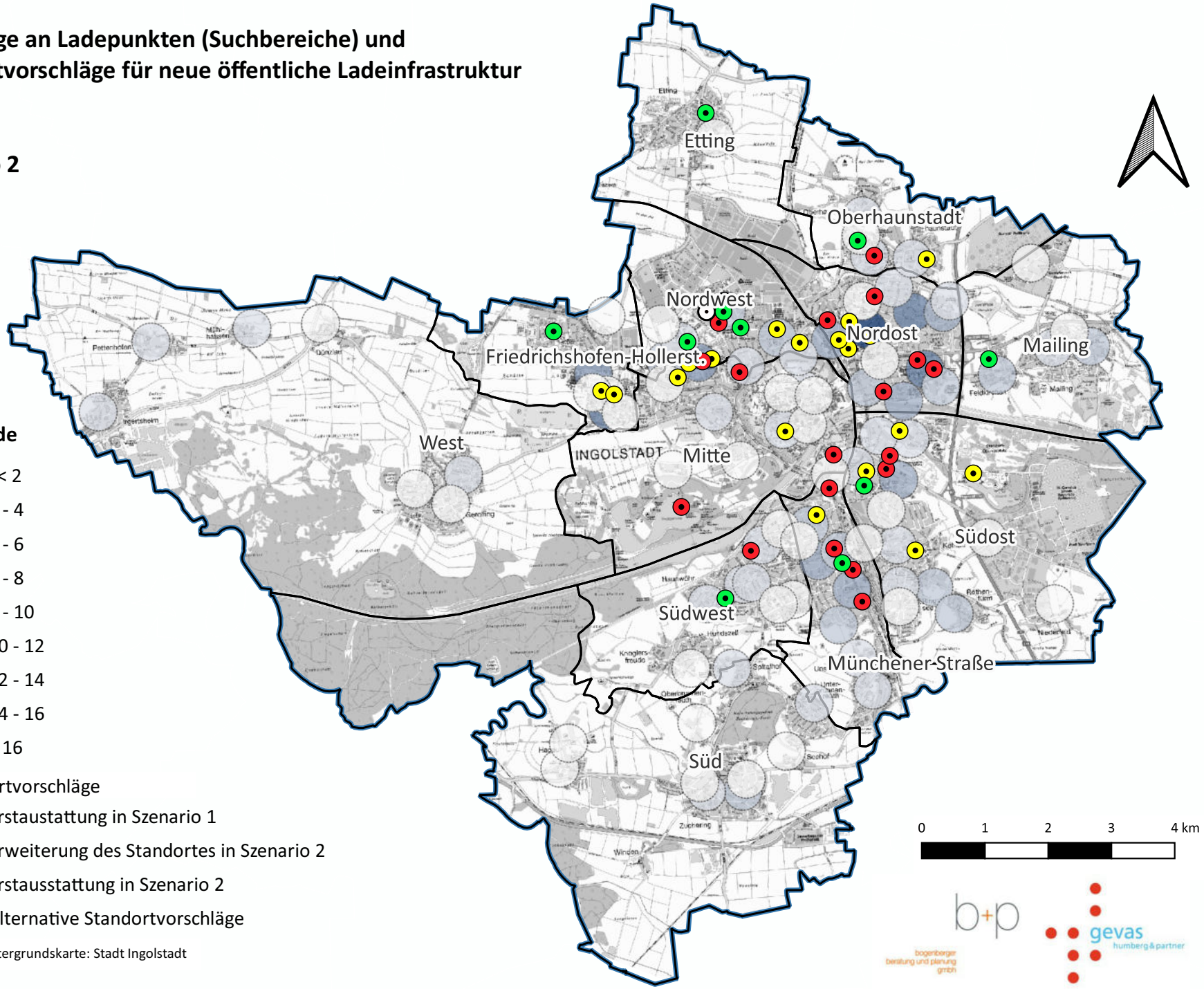
Quelle Hintergrundskarte: Stadt Ingolstadt

b+p bogenberger beratung und planung gmbh

gevas humberg & partner

Nachfrage an Ladepunkten (Suchbereiche) und Standortvorschläge für neue öffentliche Ladeinfrastruktur Wohnen

Szenario 2



Legende

- < 2
- 2 - 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- 8 - 10
- 10 - 12
- 12 - 14
- 14 - 16
- > 16

Standortvorschläge

- Erstaustattung in Szenario 1
- Erweiterung des Standortes in Szenario 2
- Erstausstattung in Szenario 2
- Alternative Standortvorschläge

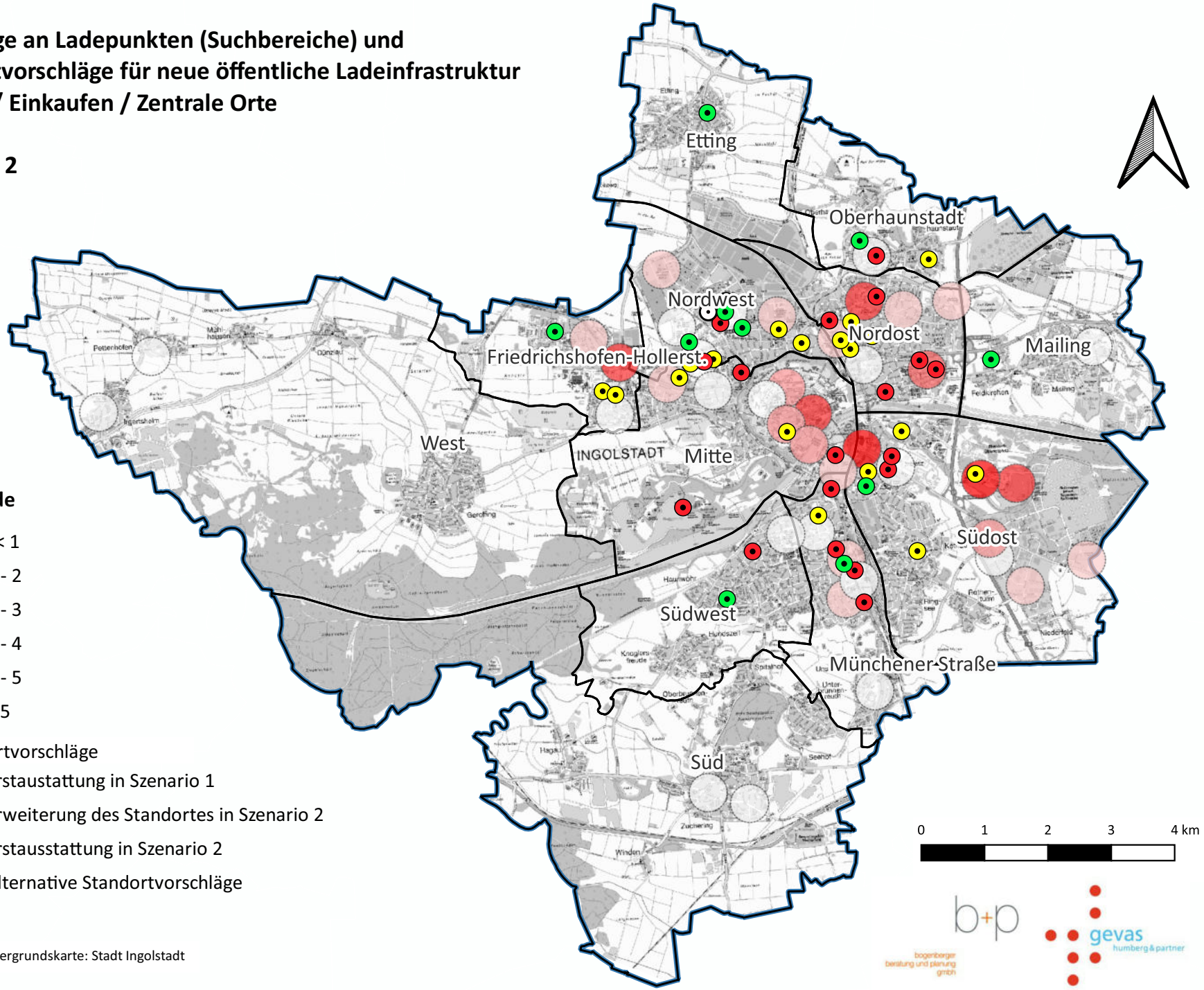
Quelle Hintergrundkarte: Stadt Ingolstadt

b+p bogenberger beratung und planung gmbh

gevas humberg & partner

Nachfrage an Ladepunkten (Suchbereiche) und Standortvorschläge für neue öffentliche Ladeinfrastruktur Freizeit / Einkaufen / Zentrale Orte

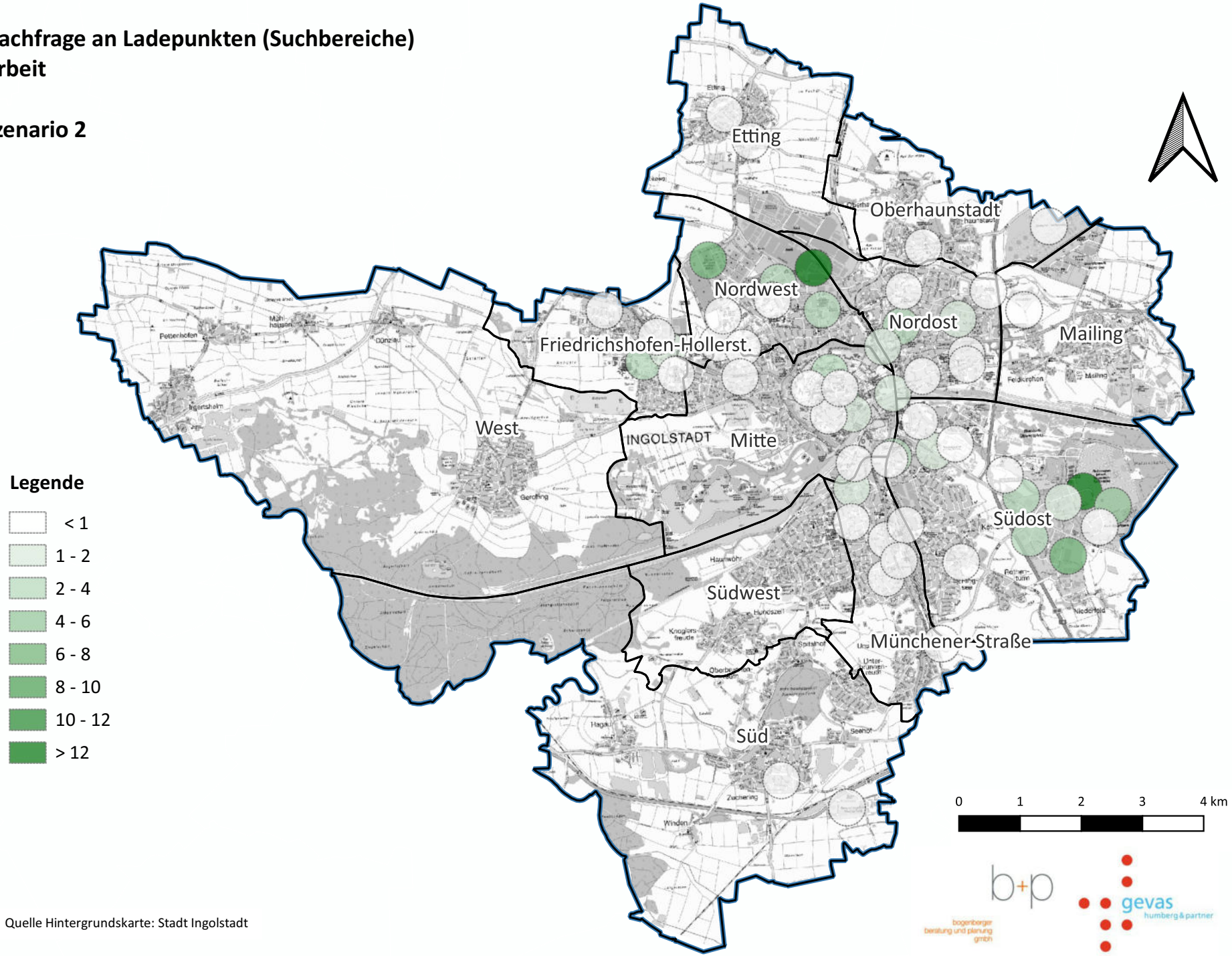
Szenario 2



Quelle Hintergrundkarte: Stadt Ingolstadt

Nachfrage an Ladepunkten (Suchbereiche)
Arbeit

Szenario 2

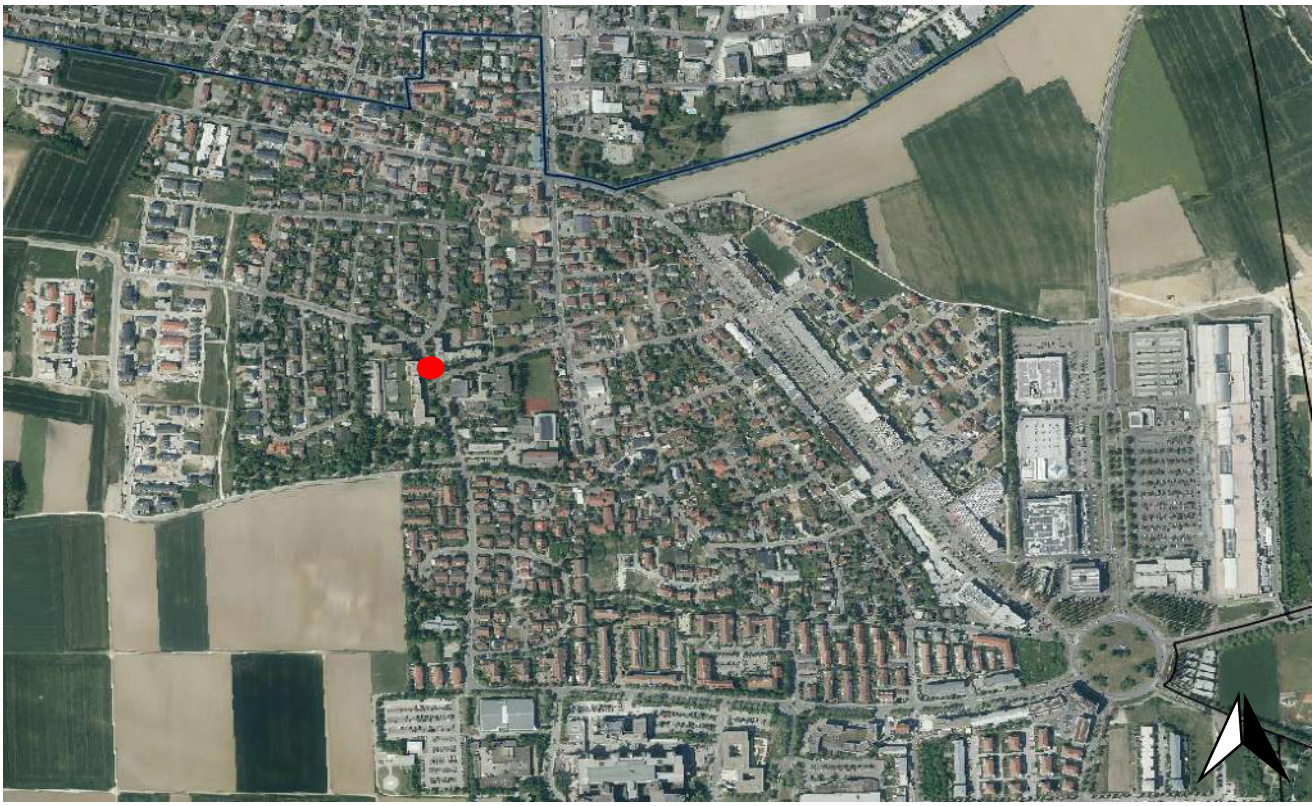


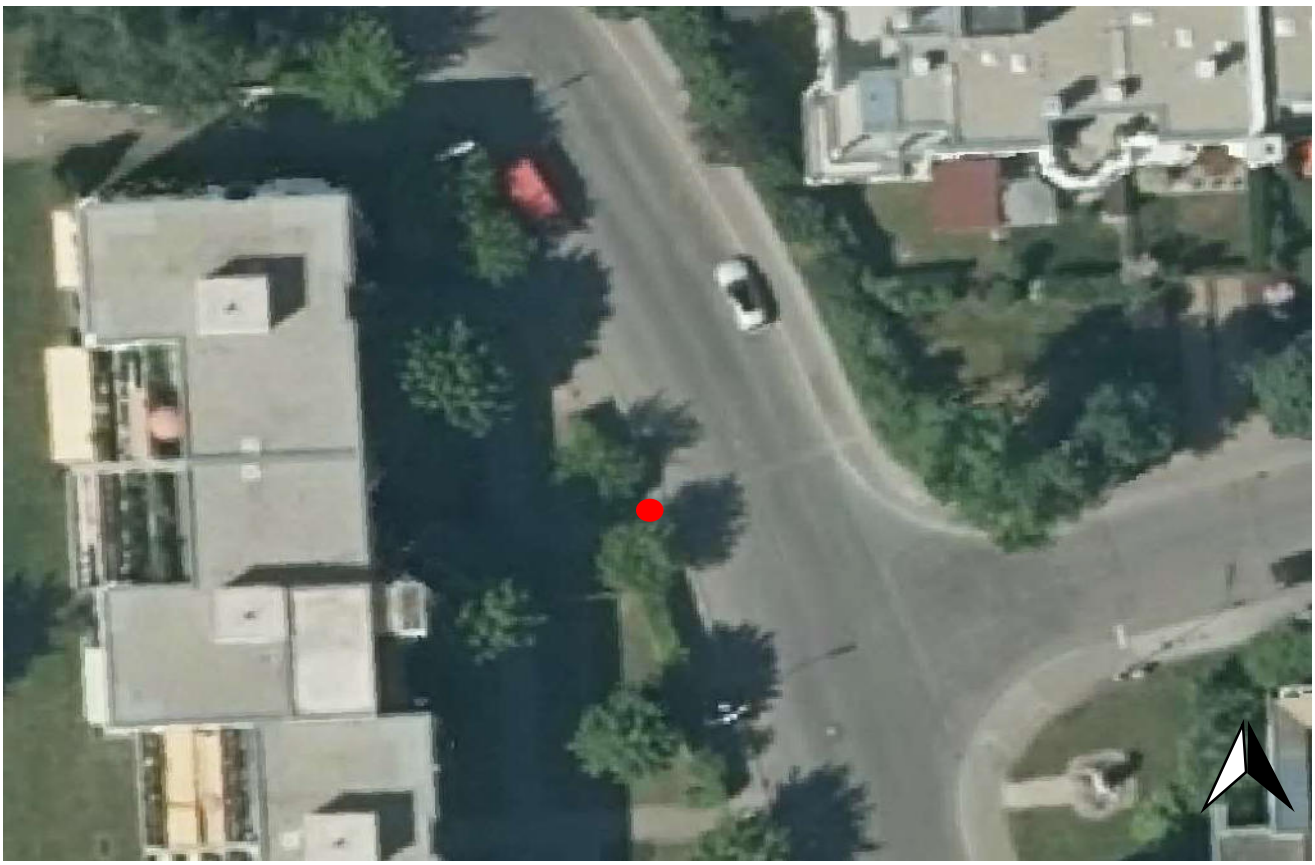
Quelle Hintergrundkarte: Stadt Ingolstadt

Anlage 5 Steckbrief Ladesäulenstandort

Kommune:	**Ingolstadt**	ID: IN002-S1
Adresse:	Jurastraße 21, 85049 Ingolstadt	
Bezirk:	Friedrichshofen-Hollerstauden (Friedrichshofen)	

Übersichtskarte möglicher Standort





Kommune:	**Ingolstadt**	ID: IN002-S1
Adresse:	Jurastraße 21, 85049 Ingolstadt	
Bezirk:	Friedrichshofen-Hollerstauden (Friedrichshofen)	

	Beurteilungskriterien	Charakteristik	Beurteilung
1	Grundlegender Mobilitätsbedarf im Bereich des Standortes	Nachfragegruppen im Bereich des Standortes: Wohnen, Mitarbeiter Einschränkung der Gehwegbreite: nein Einschränkung der Radwegbreite: nicht vorhanden	**geeignet**
2	Generelle Parkmöglichkeit vorhanden	beidseitiges Längsparken am Fahrbahrand (unmarkiert)	**geeignet**
3	Platzangebot / Erweiterbarkeit	mind. 5 Stellplätze vorhanden (Stellplatzangebot erweiterbar)	**geeignet**
4	Besitzverhältnisse	öffentlich	**geeignet**
5	Zugangsmöglichkeiten (zeitlich)	uneingeschränkt	**geeignet**
6	Beleuchtung und Einsehbarkeit, Sicherheit des Umfeldes	Straßenbeleuchtungsmasten in unmittelbarer Nähe	**geeignet**
7	Regionale Parksituationen	mittlere Auslastung, Nachfrage durch Anwohner und Mitarbeiter (Grundschule und Mittelschule Friedrichshofen)	**geeignet**
8	verkehrstechnische Erreichbarkeit, intermodale Verknüpfungspunkte	Anbindung über Oschenmühlstraße und Levelingstraße an Freidrichshofener Straße (B13), Bushaltestellen Jurastraße und Am Dachsberg	**geeignet**
9	Parkverhalten (maßgeblicher Zeitpunkt und durchschnittliche Parkdauer)	tagsüber: lange Aufenthaltsdauer (Mitarbeiter) abends / nachts: lange Aufenthaltsdauer (Anwohner)	**geeignet**
10	technische und gestalterische Anforderungen	Ladesäulentyp, Anzahl Ladevorgänge, Normalladen (bis 22 kW) 2 Ladepunkte	**geeignet**
11	räumliche Gestaltung des Umfelds, Stromtechnische Erschließbarkeit	Entfernung Stromanschluss: kurz Konflikte mit Baumbestand: nein Konflikte mit Kabelführung: nein Konflikte mit Einbauten: ggfs. durch vorhandene Sparten im Gehwegbereich (Prüfung i.R.d. Umsetzung) Konflikt mit anderen Nutzungen: nein	**geeignet**
12	Datentechnische Anbindung	Anbindung über Mobilfunk: Telekom (mind. 4G), Vodafone (mind. 4G), O2 (mind. 4G)	**geeignet**

Bemerkung:

Stromanschlusskasten in unmittelbarer Nähe;

Monatage auf Fußgängerweg voraussichltich möglich, alternativ Montage auf Verkehrsinsel (ggfs. mit Hochbord) im zu markierenden Parkbereich ebenfalls möglich