

Regionale Kooperation A23/B5  
Machbarkeitsstudie

## Schnellladenetz Westküste/Unterelbe

stadt & land

**Auftraggeber:**

Projektgesellschaft Norderelbe mbH  
Regionalmanagement Regionale Kooperation Westküste/Untereelbe  
Viktoriastr. 17  
25524 Itzehoe

Tel. 04821 / 17888-0  
Fax. 04821 / 1788811  
www.pg-norderelbe.de

**ZUKUNFTS**programm

Wirtschaft

*Investition in Ihre Zukunft*Gefördert durch die Europäische Union, Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE), den Bund und das Land Schleswig-Holstein

Im Auftrag der  
Regionalen Kooperation A23/B5  
www.rek-a23-b5.de

Kreis Dithmarschen  
Kreis Nordfriesland  
Kreis Pinneberg  
Kreis Steinburg  
Industrie- und Handelskammer zu Flensburg  
Industrie- und Handelskammer zu Kiel  
egeb: Wirtschaftsförderung  
WEP Wirtschaftsförderungs- und Entwicklungsgesellschaft  
des Kreises Pinneberg mbH  
Wirtschaftsförderungsgesellschaft Nordfriesland mbH

**Projektleitung:**

Kreis Nordfriesland  
Gunnar Thöle  
Tel. 04841 / 67 136  
Fax. 04841 / 67 457  
gunnar.thoele@nordfriesland.de

**Auftragnehmer:**

stadt & land  
planung, forschung und beratung für raumentwicklung und kultur gmbh  
Bramberg 12  
24357 Fleckeby (Schlei-Ostsee)  
Tel. 04354 / 99 65 11  
Fax. 04354 / 99 65 13  
www.stadt-u-land.de

**Ansprechpartner:**

Bernd Wolfgang Hawel, Dipl.-Geogr. Stadtplaner SRL

**Verfasser:**

Bernd Wolfgang Hawel, Dipl.-Geogr. Stadtplaner SRL  
Jacob Hawel, M.A., B.eng.

**Stand:** 27. Juli 2015

stadt & land

# Inhalt

## Kurzfassung

### 1. Aufgabenstellung und Vorgehen

### 2. Makro-Standorte

#### 2.1 Grundlagen

##### 2.1.1 Such-Prinzip

##### 2.1.2 Nahbereichs-Konzept

#### 2.2 Verwendete Indikatoren

##### 2.2.1 Einwohnerzahl

##### 2.2.2 Pendler

##### 2.2.3 Kfz-Verkehrsmengen in Knoten

##### 2.2.4 Touristische Übernachtungen

##### 2.2.5 Touristische Einzelattraktionen

##### 2.2.6 Zentralörtliche Einstufung des Zentralortes

##### 2.2.7 Zur Aussagekraft der Indikatoren

#### 2.3 Hierarchisierung der Makro-Standorte

##### 2.3.1 Modell und Rangbildung

##### 2.3.2 Gewichtung

##### 2.3.3 Priorisierung / Ergebnis

##### 2.3.4 Überprüfung

#### 2.4 Ergebnis

##### 2.4.1 Ergebnisdiskussion und engere Auswahl

##### 2.4.2 Prioritätensetzung

### 3. Mikro-Standorte

#### 3.1 Vorgehen

##### 3.1.1 Vom Makro- zum Mikro-Standort

##### 3.1.2 Kriterien

##### 3.1.3 Eignungsräume

##### 3.1.4 Abgestimmte Mikro-Standorte

#### 3.2 Elektrotechnische Aspekte

##### 3.2.1 Steckersysteme

##### 3.2.2 Stromversorgung im Netz

#### 3.3 Dokumentation / Arbeitspapier: difu-Studie

##### „Genehmigungsprozess ...“

##### 3.3.1 E-Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum

##### 3.3.2 E-Ladeinfrastruktur im halböffentlichen Raum

### 4. Vorausschätzung der Lade-Nachfrage

#### 4.1 Einleitende Bemerkungen zum Vorgehen

#### 4.2 Verfahrens-Schritte

##### 4.2.1 Verkehrsaufkommen am Makro-Standort

##### 4.2.2 Anteil batterieelektrischer Fahrzeuge 2020

##### 4.2.3 Tagesfahrleistungen

##### 4.2.4 Ladebedarf batterieelektrischer Fahrzeuge

##### 4.2.5 Touristischer Einfluss

##### 4.2.6 Globale / externe Einflüsse, variierte Annahmen

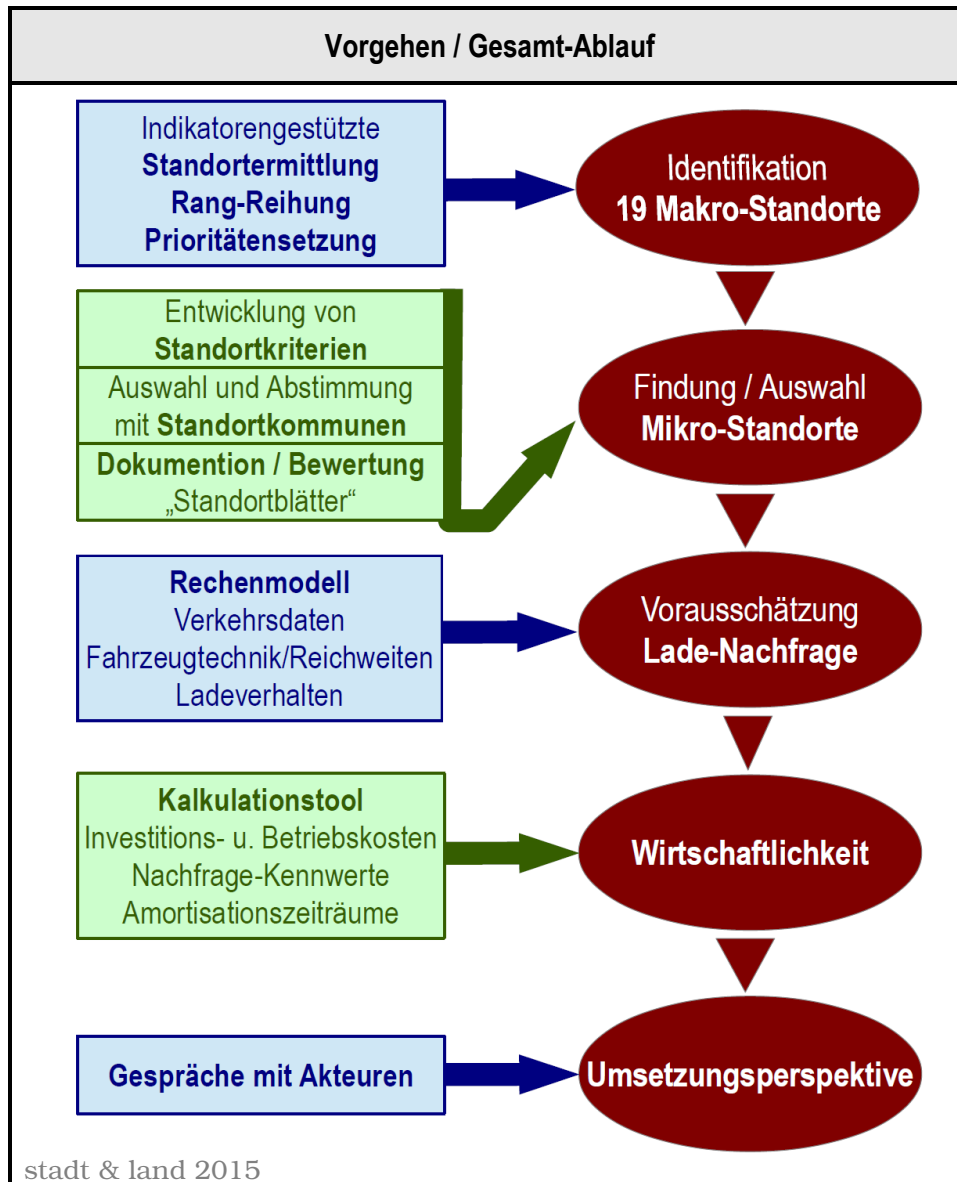
#### 4.3 Exemplarischer Rechengang

#### 4.4 Gesamtergebnis

##### 4.4.1 Ergebnis für die einzelnen Stationen

##### 4.4.2 CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial

<b>5.</b>	<b>Wirtschaftlichkeit</b>	<b>57</b>	<b>Anhang: Standortblätter</b>	
5.1	Berechnungsmethode	57	Kreis Nordfriesland	72
5.1.1	Zum Vorgehen	57	Bredstedt	72
5.1.2	Erläuterung der Kalkulationstabelle	57	Friedrichstadt	78
5.2	Definition und Interpretation der Szenarien	59	Husum	82
5.2.1	Variable Parameter	59	Niebüll	92
5.2.2	Kombinierte Szenarien [I]	60	St.Peter-Ording	98
5.2.3	Kombinierte Szenarien [II]	61	Tönning	102
5.3	Berechnung für die einzelnen Makro-Standorte	61	Kreis Dithmarschen	108
5.3.1	Berechnung für 19 Standorte	61	Brunsbüttel	108
5.3.2	Simulation eines (Anfangs-)Zustands mit nur 5 Stationen der Priorität Ia	67	Büsum	112
			Heide	118
			Marne	126
			Meldorf	130
			Schafstedt	136
<b>6.</b>	<b>Ergebnis und Umsetzung</b>	<b>68</b>	Kreis Steinburg	138
6.1	Zur Haltung privater Flächeninhaber und potenzieller Betreiber	68	Glückstadt	138
6.1.1	Akteure und Gespräche	68	Itzehoe	144
6.1.2	Einschätzungen	69	Kellinghusen	152
6.2	Bewertung des Arbeitsprozesses und des Gesamtergebnisses	70	Kreis Pinneberg	156
			Elmshorn	156
			Pinneberg	162
			Tornesch	168
			Wedel	172



# Machbarkeitsstudie Schnellladenetzen Westküste / Untere Elbe




## - Kurzfassung -

**Ziel des Projektes** ist es, ein Netz an Schnellladestationen zu etablieren, das ein besonders schnelles Aufladen von elektrischen Fahrzeugen (Ladedauer etwa 20 bis 30 Minuten für weitere 100-150 km Reichweite) zwischen Hamburg und Dänemark entlang der Achse A23/B5 ermöglicht. So können nicht nur Einheimische, sondern vor allem Touristen auf Verbrennerfahrzeuge auch für längere Reisen verzichten. Die Abhängigkeit von fossilen Treibstoffen wird verringert, die Umwelt geschont und die lokale stromerzeugende Wirtschaft gefördert.

Die Schnellladeinfrastruktur soll universell alle derzeit gängigen **Ladesysteme** (Gleichstrom, Wechselstrom, verschiedene Steckersysteme) berücksichtigen.

Auf der räumlichen Ebene der Nahbereiche des Zentrale-Orte-Systems werden zunächst **Makro-Standorte** ermittelt, in denen die Stationen errichtet werden sollten. Das entwickelte Verfahren stützt sich auf raumstrukturelle Indikatoren und ein überlagertes Rating. Die 45 Nahbereiche im **Untersuchungsraum** der vier Kreise Norddriesland, Dithmarschen, Steinburg und Pinneberg werden in eine Rangfolge gebracht. 19 ausgewählte Makro-Standorte der Prioritäten Ia und Ib decken sowohl die Achse A23/ B5 als auch die Fläche der vier Kreise gerecht ab (→ TAB. S. III, → KARTE S. VI).

In die Findung der **Mikro-Standorte** innerhalb der Makro-Standorte sind frühzeitig die betroffenen Standort-Kommunen eingebunden worden.

Kriterien für Mikro-Standorte / Standortblatt (Auszug)	
Bearbeitung: stadt & land	
Kriterienbereich	Kriterium
<b>Verkehr</b> 	Lage zu Verkehrsachsen (übergeordnetes Straßennetz, BAB-Anschlußstellen)
	Erreichbarkeit, Anfahrbarkeit, Sichtbarkeit im öffentlichen Raum
	Störungsfreier Betrieb gewährleistet (Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs)
	Mitnutzung durch Taxi/Bus
	Parkdruck nicht zu hoch, Aufstellfläche/Warteposition verfügbar ?
<b>Fläche</b> 	Eigentümerstatus <u>öffentlich</u> / <u>privat</u>
	Stromversorgung vorhanden / leicht herstellbar
	Eignung (Zuschnitt, Lagedetails, Anlieger)
	Erweiterbarkeit
	städtebauliche Zulässigkeit und Verträglichkeit, Baugebietskategorie
	Verfügbarkeit
<b>Aufenthalt</b> 	Aufenthaltsqualität, Angebote in der Umgebung - zu Geschäftszeiten - abends - wochenends / nachts
	Soziale Kontrolle

So kann überall eine ausreichende Anzahl von - alternativen - Mikro-Standorten identifiziert werden (→ TAB. S. III). Die Standorte sind aufgesucht, kartiert und in **Standortblättern** dokumentiert worden.

Mit einem dafür entwickelten **Kriterienraster** lässt sich die Eignung möglicher Mikro-Standorte beurteilen und ggf. eine Rangfolge mehrerer Mikro-Standorte innerhalb eines Makro-Standortes herstellen. Infolge des Findungsverfahrens stellen die hier dokumentierten Standorte bereits eine machbare Positiv-Auswahl dar. Ein Ausscheiden einzelner Standorte mit „k.-o.-Kriterien“ ist daher nicht vorgesehen. Die Abstimmung erfolgte mit den Kommunalverwaltungen; eine Befassung durch die Politik und ggf. TÖBs ist im Fall der konkreten Umsetzung vorzusehen.

Jeweils etwa die Hälfte der vorgeschlagenen Standorte befindet sich auf **öffentlichen und privaten Flächen**, letztere i.w. Einzelhandelsobjekten. Deren Umsetzung ist mit den jeweiligen Eigentümern weiter zu konkretisieren. Tendenziell haben sich aber einige private Akteure bereits insofern positiv geäußert, Ladestationen dritter Betreiber zumindest „dulden“ zu wollen, wenn deren Errichtung für sie kostenneutral ist.

Die Auswahl privater Flächen erfolgt als gutachterlicher Vorschlag nur zum exemplarischen Nachweis der prinzipiellen Eignung. Die Auswahl bedeutet keine Präjudizierung einer Standortentscheidung, insbesondere nicht im Hinblick auf eine mögliche Förderung. Die ergebnisoffene Prüfung evtl. anderer privater Interessenten als Bereitsteller von Flächen und/oder als Betreiber einer Ladestation bleibt unbenommen.

Abgestimmte Mikro-Standorte: Übersicht						
Makro-Standort	Mikro-Standort	Lage	Typ	Besitz	Abst.	
Nordfriesland	Bredstedt	Einkaufsgebiet Eisenbahnstr. / B5	F	E	P	<input type="checkbox"/>
		(mit Breklum) Einkaufsgeb. Husumer Str.	F	E	P	<input type="checkbox"/>
		Schwimmbad / Wohnmobilstellplatz	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
	Friedrichstadt	Am Deich	F	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		Schleswiger Str.	S	E	P	<input type="checkbox"/>
	Husum	Am Binnenhafen	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		Porrenkoogsweg / Wohnmobilstellplatz	S	U	P	<input type="checkbox"/>
		Rote Pforte /	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		Schiffbrücke / Hafen	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
	Niebüll	(Gem. Südermarsch) Wilhelmstr. / K137	S	U	P	<input type="checkbox"/>
		Gather Landstr.	S	U	P	<input type="checkbox"/>
		Markt / Böhmestr.	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
	St.Peter-Ording	Rathausstr. / Böhmestr.	S	U	P	<input type="checkbox"/>
		Bad / Strandläuferweg	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
	Tönning	Marktplatz	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		Am Hafen	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		Herrengaben	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
	Dithmarschen	Brunsbüttel	An der Bootfahrt / Schleusenstr.	S	K	Ö
Schleusenmeile / Kautzstr.			S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
Büsum		Neues Zentrum	S	E	Ö	<input type="checkbox"/>
		Einkaufsgebiet Heider Str.	F	E	P	<input type="checkbox"/>
		Großparkplatz P1	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
Heide		Hafen	F	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		Einkaufsgebiet Ost	F	E	P	<input type="checkbox"/>
		Einkaufsgebiet Süd	F	E	P	<input type="checkbox"/>
	Gewerbegebiet Vogelweide	S	U	P	<input type="checkbox"/>	
Heide-West / Option Autohof	F	?	P	<input type="checkbox"/>		

Makro-Standort	Mikro-Standort (Fortsetzung)	Lage	Typ	Besitz	Abst.	
Marne	Ivo-Braak-Platz	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>	
	ZOB	F	K	Ö	<input type="checkbox"/>	
	Meldorf	Einkaufsgebiet Nord	F	E	P	<input type="checkbox"/>
		Landwirtschaftsmuseum	F	K	Ö	<input type="checkbox"/>
Nahversorgungs-Zentrum		S	E	P	<input type="checkbox"/>	
Schafstedt	Feuerwehr	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>	
Steinburg	Glückstadt	Am Kommandantengraben	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		Bahnhofstraße	F	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		Multifunktionsplatz	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
	Itzehoe	A23 Itzehoe-Mitte	F	U	P	<input type="checkbox"/>
		Adenauerallee	F	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		Einkaufsgebiet Alsen-Ost	F	E	P	<input type="checkbox"/>
		Malzmüllerwiesen	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
	Kellinghusen	Einkaufsgebiet An der Stör	S	E	P	<input type="checkbox"/>
		Unterer Marktplatz	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
	Pinneberg	Elmshorn	Einkaufsgebiet „Grauer Esel“	F	E	P
Einkaufsgebiet Ramskamp / A23			F	E	P	<input type="checkbox"/>
Sanierungsgebiet Vormsteegen			F	?	Ö	<input type="checkbox"/>
Pinneberg		Einkaufsgebiet Flensburger Str. / A23	F	U	P	<input type="checkbox"/>
		Marktplatz	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
Tornesch		Tankstelle Rellinger Str. / A23	F	U	P	<input type="checkbox"/>
		Autohof Oha / A23	F	K	Ö	<input type="checkbox"/>
Wedel	Einkaufsgebiet Rissener Str.	S	E	P	<input type="checkbox"/>	

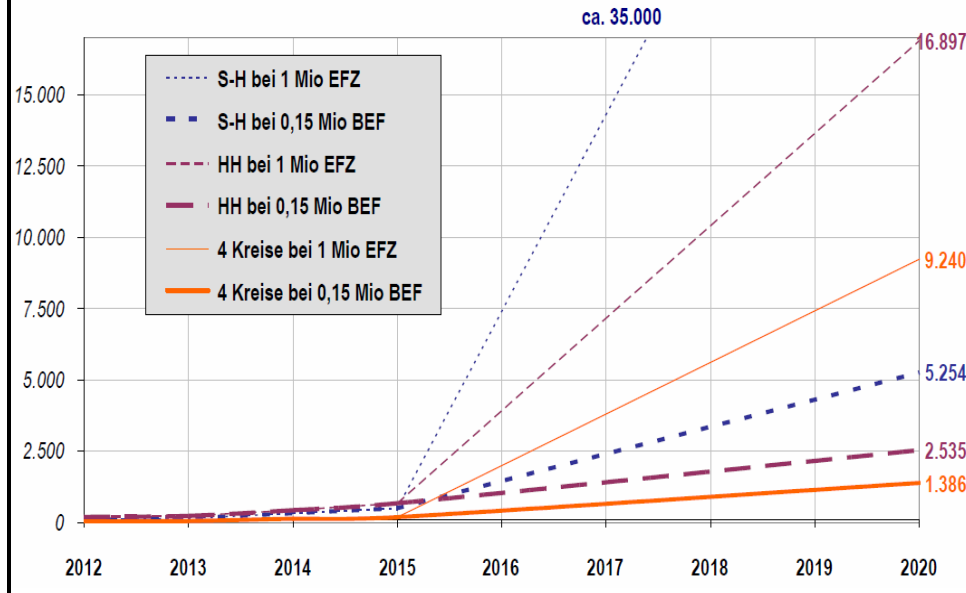
**Legende:**  
Lage: F = an Fernstraße (BAB, B) gelegen | S = andere Lage im Ort  
Typ: E = im Einkaufsgebiet | K = auf kommunalem Parkplatz | U = bei sonst. privaten Unternehmen Besitz: Ö = öffentlich | P = Privat  
Abstimmung erfolgt mit:  Kommunalverwaltung |  Netzbetreiber (Stand: 08.07.15)

## Bestand und Entwicklung zugelassener Elektrofahrzeuge (BEF)

Quellen: KBA, Shell (Basis-Szenario Pkw 2020 = 45,2 Mio), DLR (siehe Text)  
eigene Berechnungen und Bearbeitung: stadt & land

### Elektrofahrzeuge: Vorausschätzungen für Untersuchungsraum

EFZ 2020: 1 Mio als Ziel Bundesregierung (Fahrzeug-Mix) (magere Linien),  
alternativ 0,15 Mio aus Szenario DLR (nur BEF) (fette Linien)



Die Vorausschätzung der **Lade-Nachfrage** an jedem einzelnen Standort erfolgt in einem eigenen Verfahren, das fahrzeugtechnische, verkehrswissenschaftliche und verhaltensbezogene Aspekte und Wirkungszusammenhänge einbezieht. Die dabei getroffenen Annahmen sind im Zweifelsfall eher konservativ, davon als wichtigste die Beschränkung auf rein batterieelektrische Fahrzeuge (BEF) in den Prognosen bzw. Zielprojektionen des Elektrofahrzeug-Marktes (siehe Abb. oben).

Dies führt per se zu einer geringen Zahl von BEF, die im Untersuchungsraum unterwegs sein werden und als Ladekunden überhaupt infrage kommen. So ergeben sich an den meisten der Stationen zunächst recht niedrige **Nachfragezahlen**. Ein strukturelles Gefälle zwischen Ballungsraum und dünn besiedeltem ländlichen Raum ist ablesbar, da die Nachfrage rechnerisch im Wesentlichen auf Verkehrsmengen basiert.

Unter der Annahme, daß die im Untersuchungsraum vorausgeschätzten batterieelektrischen Fahrzeuge konventionelle Autos mit identischer Fahrleistung substituieren, beträgt die **CO<sub>2</sub>-Einsparung** im Jahr 2020 unter der Verwendung von elektrischer Energie aus dem deutschen Strommix 4.194 t, unter Nutzung von Windenergie 6.867 t CO<sub>2</sub>;

Die Ladenachfrage wirkt unmittelbar auf die **Wirtschaftlichkeit** der einzelnen Stationen. Sie wird mit einem Kalkulationstool unter variierten Annahmen in insgesamt **6 Szenarien** simuliert (vgl. Beispiele in → TAB. S. V mit 3 unterschiedlichen Fördersätzen für die Investitionskosten). Dabei zeigen nur die Hamburg-nahen „großen“ Stationen eine Rentabilität innerhalb überschaubarer Fristen. An den meisten Standorten werden sich positive Jahresergebnisse oder eine Amortisation erst in längeren Zeiträumen einstellen, die sich aber durch öffentliche Förderung erheblich verkürzen lassen.

Gegenwärtig erschwert die Unsicherheit gegenüber der Markt- und Technologieentwicklung der Elektromobilität eine Investitions-Entscheidung für eine Station. Die Untersuchungen bestätigen die Einschätzung, dass ohne substanzielle **Förderung** eine flächendeckende Ladeinfrastruktur nicht realisierbar sein wird. Unter dieser Voraussetzung erscheinen die erforderlichen Aufwendungen an den einzelnen Standorten ihrer Größenordnung nach als ein kalkulierbares Risiko zur Förderung einer klimafreundlichen und imagefördernden Technologie.

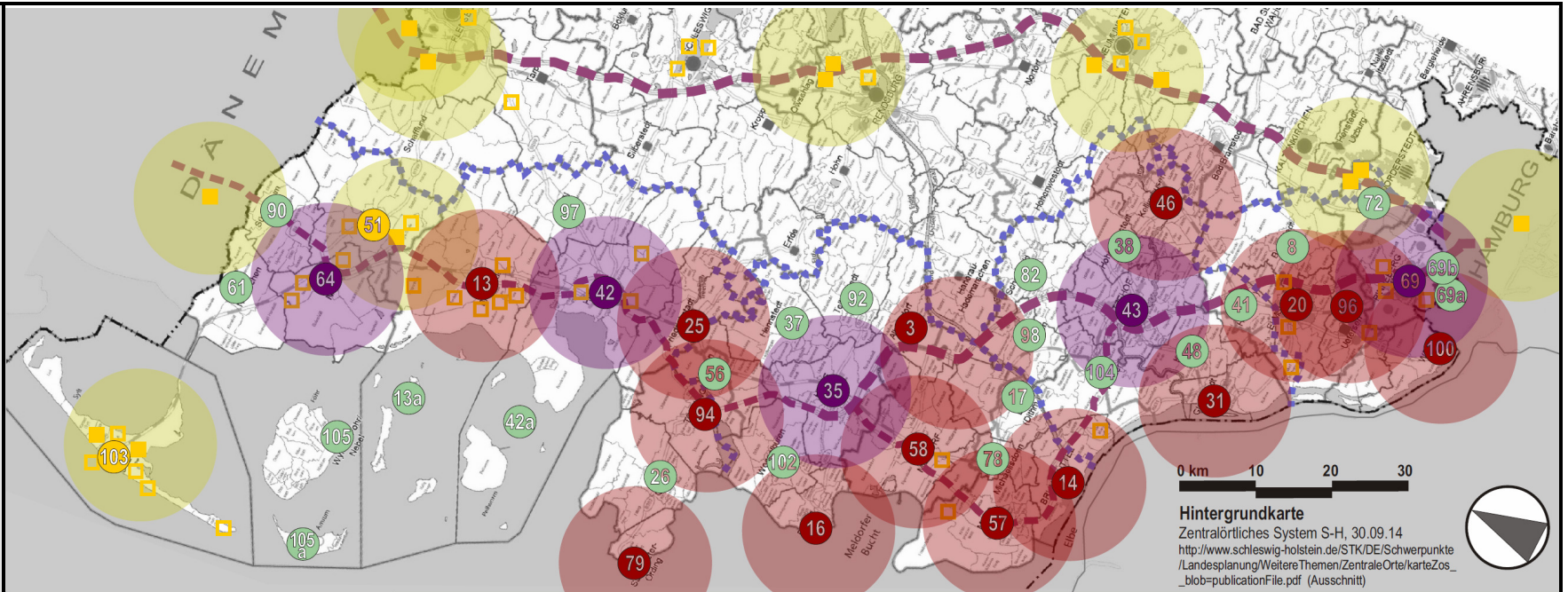


Ladungen pro Tag je Station 2020								Wirtschaftlichkeit der Stationen in den 3 kombinierten Szenarien [ II ]								
Makrostandort	PKW 2010	BEF 2020	Ladungen	Ferienfaktor (FF)	Ladungen mit FF	dto. -25%	dto. +25%	Invest.-Förderung 0 %			Invest.-Förderung 50 %			Invest.-Förderung 80 %		
								J.+	k.+	k. 2020	J.+	k.+	k. 2020	J.+	k.+	k. 2020
St. Peter	2.112	7	0,46	17,3%	0,5	0,4	0,7	24	>	-42.786	24	>	-27.414	24	>	-18.191
Büsum	4.866	16	1,07	30,6%	1,4	1,0	1,7	9	26	-39.136	9	22	-23.764	9	19	-14.541
Friedrichstadt	7.067	23	1,55	14,8%	1,8	1,3	2,2	8	22	-37.514	8	18	-22.142	8	15	-12.919
Kellinghusen	9.783	32	2,14	-2,8%	2,1	1,6	2,6	8	20	-36.297	8	16	-20.926	8	13	-11.703
Marne	9.963	33	2,18	6,4%	2,3	1,7	2,9	8	18	-35.486	8	15	-20.115	8	12	-10.892
Glückstadt	11.775	39	2,58	-4,1%	2,5	1,9	3,1	8	17	-34.675	8	14	-19.304	7	12	-10.081
Brunsbüttel	11.147	37	2,44	7,9%	2,6	2,0	3,3	8	17	-34.270	8	14	-18.898	7	11	-9.675
Wedel	15.598	52	3,42	-7,1%	3,2	2,4	4,0	8	15	-31.836	8	12	-16.465	6	9	-7.242
Niebüll	14.456	48	3,17	4,1%	3,3	2,5	4,1	8	14	-31.431	8	12	-16.059	6	9	-6.836
Meldorf	16.478	55	3,61	2,1%	3,7	2,8	4,6	8	13	-29.809	7	11	-14.437	5	8	-5.214
Bredstedt	16.040	53	3,51	5,7%	3,7	2,8	4,6	8	13	-29.809	7	11	-14.437	5	8	-5.214
Tönning	14.043	47	3,08	23,6%	3,8	2,9	4,8	8	13	-29.403	7	11	-14.032	5	8	-4.809
Schafstedt	18.372	61	4,02	11,3%	4,5	3,4	5,6	8	12	-26.565	6	9	-11.193	4	7	-1.970
Husum	23.964	80	5,25	1,9%	5,3	4,0	6,7	8	11	-23.321	5	8	-7.949	4	6	1.274
Heide	33.797	112	7,40	6,1%	7,9	5,9	9,8	5	8	-12.777	4	6	2.595	3	4	11.817
Itzehoe	48.833	162	10,69	-2,8%	10,4	7,8	13,0	4	7	-2.639	3	5	12.733	2	3	21.955
Elmshorn	50.046	166	10,96	18,0%	12,9	9,7	16,2	4	6	7.499	3	4	22.871	2	2	32.094
Tornesch	73.716	245	16,14	-2,9%	15,7	11,8	19,6	3	5	18.854	2	3	34.225	2	2	43.448
Pinneberg	88.385	293	19,36	5,4%	20,4	15,3	25,5	2	3	37.913	2	2	53.285	2	2	62.508
<b>Summe</b>	<b>470.443</b>	<b>1.562</b>	<b>103,0</b>	<b>-</b>	<b>108,0</b>	<b>81,0</b>	<b>135,0</b>	J.+ = Jahresergebnis positiv ab Jahr ...   k.+ = kumuliertes Jahresergebnis positiv ab Jahr ...   k. 2020 = kumul. Jahresergebn. in 2020 [€]   > = später als 37 (nicht berech.)								
<b>je Station</b>	<b>24.760</b>	<b>82</b>	<b>5,4</b>	<b>4,8%</b>	<b>5,7</b>	<b>4,3</b>	<b>7,1</b>	eigene Berechnungen und Bearbeitung stadt & land								

**Makro-Standorte**  
**Prioritäten der Umsetzung**  
**(Übersicht)**

Entscheidung  
der Projektgruppe  
Stand 20.07.2015

Bearbeitung:  
stadt & land



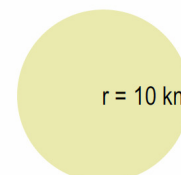
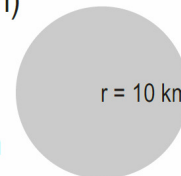
**Prioritäten von Makro-Standorten in Nahbereichen (Nr.)**

- **Priorität Ia:** 5 Standorte Kernnetz A23/B5 (Abstand ca. 40 km)
- **Priorität Ib:** 14 Standorte Ergänzung Fläche / Verdichtung
- **Priorität II:** 26 Standorte zur späteren Nachverdichtung
- **darunter:** 2 Standorte mit vorhandenen Schnellladestationen

**Vorhandene und anderweitig fest geplante Stationen**

Quelle: lemnet.org, 06.01.15 (in Hamburg nur symbolische Darstellung)

- Schnellladung (auch: an A7 von Tank&Rast zeitnah geplante)
- Typ2 (32A, 3Ph) (tw. nicht immer öffentlich)



**A7, A23, B5**

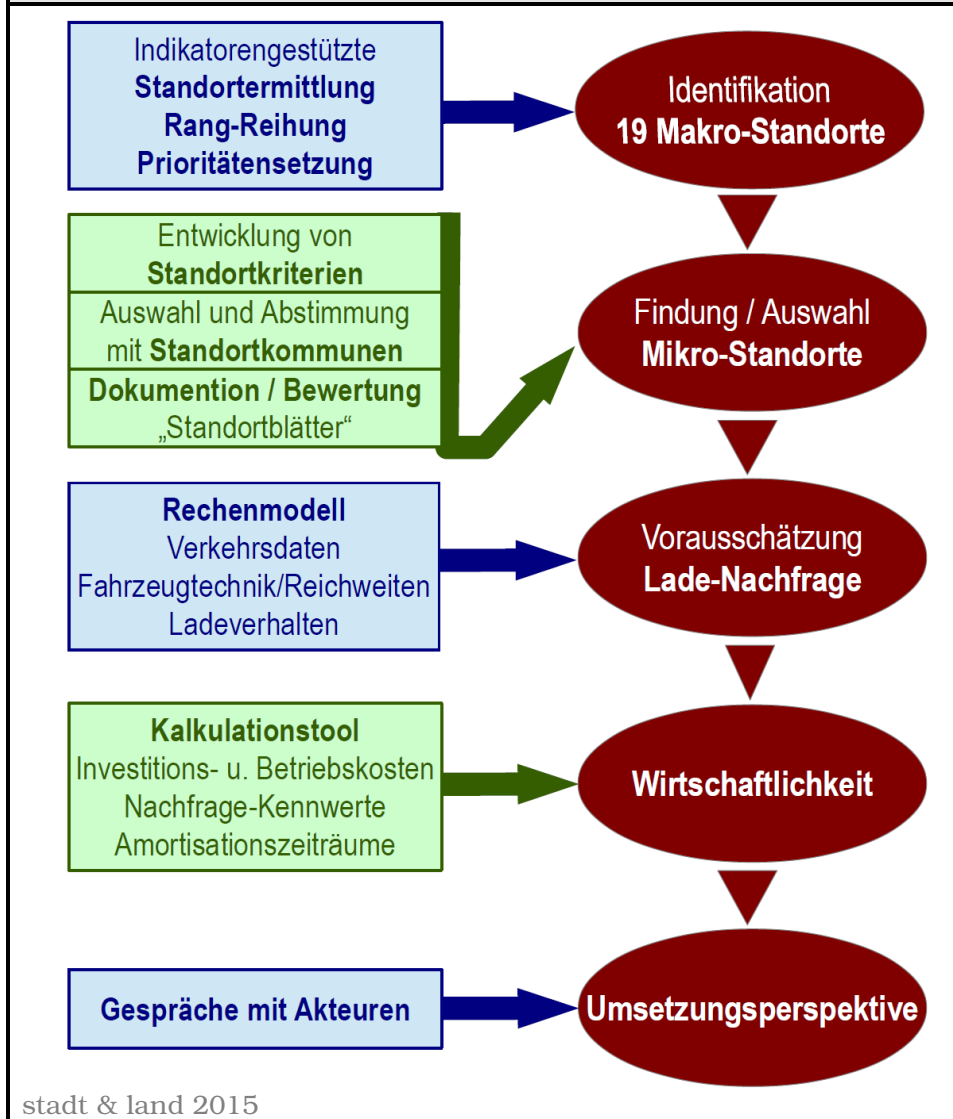
**Nahbereiche**

(amtliche Nr., Zentralort mit Status, Erläuterung im Text)

3 Albersdorf UZ	42 Husum MZ	78 St. Michaelisdamm LZO
8 Barmstedt UZ	42a Nordstrand-Pellworm (-)	79 Sankt Peter-Ording LZO
13 Bredstedt UZ	43 Itzehoe MZ	82 Schenefeld (IZ) LZO
13a Gröde-L'neß-Hooge(-)	46 Kellinghusen UZ	90 Süderlügum LZO
14 Brunsbüttel MZ	48 Krempa LZO	92 Tellingstedt LZO
16 Büsum UZ	51 Leck UZ	94 Tönning UZ/MZ
17 Burg (Dithmarschen) UZ	56 Lunden LZO	96 Uetersen/Tornesch UZ
20 Elmshorn MZ	57 Mame UZ	97 Viöl LZO
25 Friedrichstadt UZ	58 Meldorf UZ/MZ	98 Wacken LZO
26 Garding LZO	61 Neukirchen LZO	100 Wedel MZIVR
31 Glückstadt UZ	64 Niebüll UZ/MZ	102 Wesselburen LZO
35 Heide MZ	69 Pinneberg MZIVR	103 Sylt UZ/MZ
37 Hennstedt LZO	69a Schenefeld (PI) SK-II.O	104 Wilster UZ
38 Hohenlockstedt LZO	69b Halstenbek SK-II.O	105 Wyk auf Föhr UZ
41 Horst (Holstein) LZO	72 Quickborn SK-I.O	105a Nebel UZ

**Untersuchungsraum / Kreisgrenzen NF-HEI-IZ-PI**

ABB. 1-1: Vorgehen / Gesamt-Ablauf



# 1. Aufgabenstellung und Vorgehen

Mit Schreiben vom 17.10.14 hat die Regionale Kooperation A23/B5, vertreten durch die Projektgesellschaft Norderelbe mbH als **Auftraggeber**, zur Abgabe von Angeboten für die vorliegende Studie aufgefordert. Auf Basis des Angebots vom 28.10.14 wurde am 19.11.14 der Auftrag für die Machbarkeitsstudie an die stadt & land gmbh erteilt. Die **Absicht** des Vorhabens war wie folgt formuliert:

**Ziel des Projektes** ist es, ein **Netz an Schnellladestationen** zu etablieren, das ein sicheres und besonders schnelles Aufladen von elektrischen Fahrzeugen (Ladedauer etwa 20 bis 30 Minuten für weitere 100-150 km Reichweite) **zwischen Hamburg und der dänischen Grenze** entlang der **Achse A23/B5** ermöglicht. Eine Schnellladeinfrastruktur ermöglicht nicht nur den Einheimischen, sondern vor allem Touristen auf Verbrennerfahrzeuge auch für längere Reisen zu verzichten. Die **Abhängigkeit von fossilen Treibstoffen** wird verringert, die Umwelt geschont und die lokale, stromerzeugende Wirtschaft gefördert.

Eine solche Infrastruktur ist für Fahrten auf längeren Strecken von **Bedeutung**. Kürzere Strecken können ohne zusätzliche Ladung zurückgelegt werden, wenn das Fahrzeug zum Beispiel über Nacht in der Garage aufgeladen wurde. Nutzer von Fahrzeugen ohne Abstellplatz auf dem eigenen Grundstück profitieren ebenfalls von solcher Infrastruktur, da diese Nutzer keine Möglichkeit haben, ihr Fahrzeug zu Hause aufzuladen. Fahrten mit Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor werden reduziert.

Solche Schnellladestationen erfordern größeren **technischen und finanziellen Aufwand**, so dass sie nicht vom einzelnen Nutzer zu Hause installiert werden. Ein rentabler Betrieb auf rein privatwirtschaftlicher Basis ist momentan nicht absehbar, so dass die öffentliche Hand Markteinführungsmaßnahmen durchführen sollte.

Als erster Schritt zur Verwirklichung eines Schnellladenetzes sollen dabei die **notwendigen bzw. optimalen Standorte** für eine solche Infrastruktur sowie die **technischen,**

**rechtlichen und ökonomischen Eckpunkte** ermittelt werden. Die Ergebnisse der Studie bilden die Basis, um über die Umsetzung des Projektes zu entscheiden.

Es ist eine Machbarkeitsstudie zu erstellen. Das **Projektgebiet** umfasst die Kreise **Nordfriesland, Dithmarschen, Steinburg und Pinneberg** unter besonderer Berücksichtigung der Landesentwicklungsachse **A23/B5**.

Es ist zu ermitteln, welche **Standorte** im Projektgebiet aus Nutzersicht für Schnellladestationen sinnvoll sowie baulich, eigentumsrechtlich, technisch und verkehrlich **geeignet** sind. Die ausgewählten Standorte sind mit **Prioritäten** zu kennzeichnen

- 1. Priorität: Basisnetz
- 2. Priorität: Ergänzungsnetz
- ggf. weitere Untergliederung.

**Ergebnisse der Standortstudie** sollen sein:

- Benennung der **Anzahl** und genaue **Beschreibung** sowie **Priorisierung** der ermittelten Standorte.
- **Wirtschaftlichkeitsberechnung, Nutzerpotentialabschätzung.**
- **Kostenschätzung** der Investition

Auf dieser Grundlage war das folgende **Arbeitsprogramm** formuliert worden. An dieses hat sich die konkrete Bearbeitung eng angelehnt, wenn auch teilweise in anderer Gliederung und Schwerpunktsetzung.

Das Vorgehen wurde mit der **Projektgruppe** des Auftraggebers abgestimmt, in der das Regionalmanagement Regionale Kooperation Westküste/Untere Elbe und die vier Kreise vertreten waren. In vier Projektgruppensitzungen wurden Zwischenergebnisse erörtert und notwendige Justierungen des Arbeitsprozesses vorgenommen.

Den Projekttablauf im Überblick zeigt → ABB. 1-1.

## Arbeitsprogramm (Vorgabe des Auftraggebers, red. bearbeitet)

<b>1. Verkehrsmengenermittlung</b>	1.1 Ermitteln der Verkehrsströme und Verkehrsmengen des Individualverkehrs im Projektgebiet durch Datenrecherche 1.2 Abschätzung des zukünftigen Anteils elektrisch angetriebener Fahrzeuge über die nächsten 10 Jahre
<b>2. Benennen von Standort-Suchräumen (Makro-Standorte)</b>	2.1 Rechnerische und planerische Ermittlung und Festlegung von Suchräumen für mögliche Schnellladestandorte der ersten und zweiten Priorität mit Hilfe von - Reichweitenberechnungen heutiger E-Fahrzeuge - Verkehrsmengen - Netzwerkaspekten (z. B. Knotenpunkt, -endpunkt) - Bahn oder Busknotenpunkten usw. so dass eine optimale Erreichbarkeit aller Ziele im Projektgebiet bei gleichzeitig möglichst geringer Anzahl an Standorten gegeben ist. 2.2 Die relevanten Konzepte und Planungen auf Landesebene und in der Metropolregion Hamburg sind zu beachten
<b>3. Identifizierung von Standorten in den Suchräumen (Mikro-Standorte)</b>	3.1 Identifizierung konkreter Standorte in den ermittelten Suchräumen durch - Analyse von Kartenmaterial, Auswertung von Luftbildern o.ä. - Berücksichtigung alternativer Standorten in den Suchräumen 3.2 Dabei sind Gespräche mit den Betreibern von schon vorhandenen oder vorgesehenen Schnellladestandorten zu führen und die Ergebnisse in die Auswahl einzubeziehen 3.3 Innerhalb der Suchräume ist die Standortsuche in geeigneter Form öffentlich bekannt zu machen, damit potenziell interessierte Grundstückseigentümer ihr Interesse bekunden können
<b>4. Abfrage (Prüfung) der tatsächlichen Eignung,</b>	4.1 Abfrage der Eignung der ausgewählten Standorte hinsichtlich - möglicher Stromanschlussleistung - Anfahrbarkeit - Verfügbarkeit der Aufstellfläche

<b>Angabe von Alternativen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bereitschaft des Flächen-Eigners, die Nutzung zu ermöglichen</li> <li>- Konditionen</li> <li>- Beurteilung der Aufenthaltsqualität.</li> </ul> <p>Dies kann durchgeführt werden mittels</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anfrage beim Stromnetzbetreiber</li> <li>- Gesprächsführung mit dem Eigner der Fläche des Standortes</li> <li>- Besuch vor Ort</li> </ul> <p>4.2 Die Anzahl der identifizierten Standorte muss dabei ausreichend groß sein, um ggf. den Wegfall einzelner in den folgenden Schritten nicht realisierbarer Standorte kompensieren zu können</p>
<b>5. Darstellung d. identifizierten u. geeigneten Standorte und Ergebnisse</b>	<p>5.1 Dokumentation der identifizierten und geeigneten Standorte in Tabellen und Kartenform</p> <p>5.2 Darstellung der Ergebnisse der vorherigen Arbeitsschritte</p> <p>5.3 Dokumentation von Gesprächen mit Eignern, Stromnetzbetreibern</p>
<b>6. Potenzial abschätzung</b>	<p>6.1 Angabe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- der potenziell absetzbaren Strommenge bzw.</li> <li>- der potenziell möglichen Nutzerzahl durch Analyse der Verkehrsmengen am Standort</li> </ul> <p>6.2 Angabe möglicher CO2-Minderungen durch Substituierung von Verkehren mit Fossil-Antrieb</p>
<b>7. Investitionskosten-schätzung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Angabe einer Kostenschätzung für am Standort notwendige Investitionen zur Errichtung der Schnellladeinfrastruktur</li> </ul>
<b>8. Recherche und Erst-Ansprache potentieller Betreiber</b>	<p>8.1 Angabe einer Liste von möglichen Organisationen oder Unternehmen, welche als Betreiber an einem, mehreren oder allen Standorten interessiert sind</p> <p>8.2 Es soll ein erstes Gespräch (telefonisch / persönlich / Email) mit den Betreibern geführt und kurz dokumentiert werden</p>

## 2. Makro-Standorte

### 2.1 Grundlagen / Methode

#### 2.1.1 Such-Prinzip

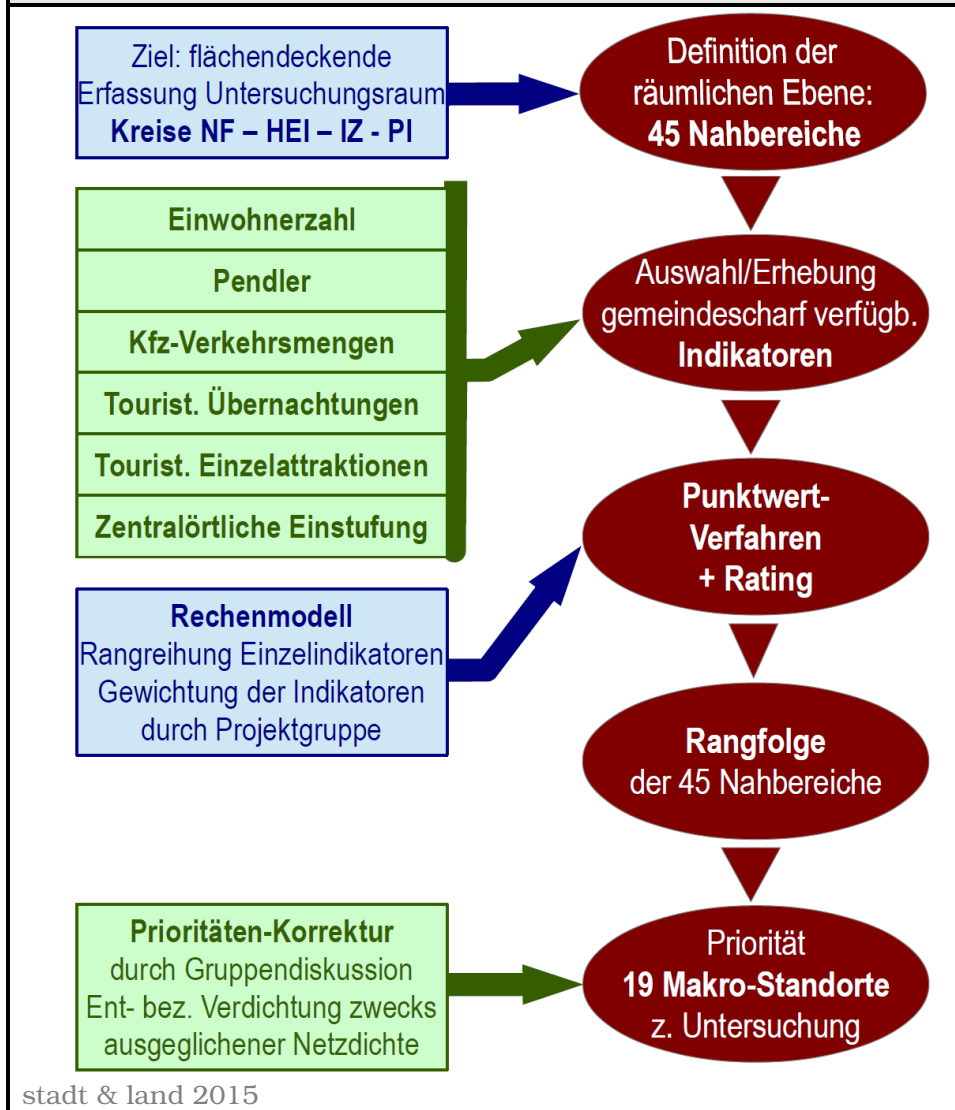
Die Makro-Standort-Suche betrachtet den Gesamttraum der 4 Kreise zunächst nur nach raumstrukturellen Eigenschaften, soweit diese für die Fragestellung relevant sind und mit verfügbaren Daten untersetzt werden können. Das gewählte Verfahren liefert Standorte in beliebig abgrenzbaren Prioritäts-Stufen; Ziel des Projektes sind zunächst 3 Prioritäts-Stufen. Dabei bleiben Distanz-Kriterien (Reichweite der Fahrzeuge, Nähe zur Achse A23/B5) zunächst unbetrachtet. Diese werden erst in weiteren Schritten einbezogen, in dem ggf. Standorte niedriger Priorität begründet „manuell“ höhergestuft werden können, um evtl. Distanzlücken zu füllen. Die Untersuchungs-Schritte der Makro-Standorte zeigt → ABB. 2-1.

#### 2.1.2 Nahbereichs-Konzept

Das Anliegen, die gemeindeweise vorliegenden Ausgangsdaten auch flächendeckend zu berücksichtigen und keine kleinen Gemeinden zu „verlieren“, führt zu dem Konzept, alle vorliegenden Daten in den Nahbereichen der zentralen Orte zu aggregieren. Damit werden die Nahbereiche zu den Makro-Standorten bzw. Suchräumen für die Mikro-Standorte.

*„Wesentliches Merkmal Zentraler Orte ist ihre überörtliche Versorgungsfunktion. Das heißt, diese Orte versorgen nicht nur die eigene Bevölkerung, sondern auch Einwohnerinnen und Einwohner umliegender Gemeinden. Jedem Zentralen Ort wird daher im Zentralörtlichen System ein Versorgungsbereich zugeordnet. Er umfasst die Gemeinden, die im Wesentlichen vom Zentralen Ort mitversorgt werden. Alle Zentralen Orte haben einen **Nahbereich**, für den sie die Grundversor-*

ABB. 2-1: Vorgehen bei der Findung von Makro-Standorten



stadt & land 2015

gung sicherstellen. Ab der Stufe der Unterzentren mit Teilfunktionen von Mittelzentren wird Zentralen Orten zusätzlich ein Mittelbereich zugeordnet, der aufzeigt, welche Städte und Gemeinden der Zentrale Ort mit Gütern und Dienstleistungen des gehobenen Bedarfs versorgt.“

([http://www.schleswig-holstein.de/STK/DE/Schwerpunkte/Landesplanung/WeitereThemen/ZentraleOrte/Zos\\_node.html](http://www.schleswig-holstein.de/STK/DE/Schwerpunkte/Landesplanung/WeitereThemen/ZentraleOrte/Zos_node.html))

Die Nahbereiche umfassen im Durchschnitt ein Territorium im Radius von ca. 10 km um den Zentralort (→ ABB. 2-2). Die Regionalpläne der Landesplanung weisen alle Gemeinden eindeutig (mit wenigen Ausnahmen) einem Nahbereich zu.

Tabelle der Nahbereiche, Der Ministerpräsident des Landes Schleswig-Holstein, Staatskanzlei, Landesplanung, pers. Mitteilung K. Schuhoff, Mail vom 24.11.14

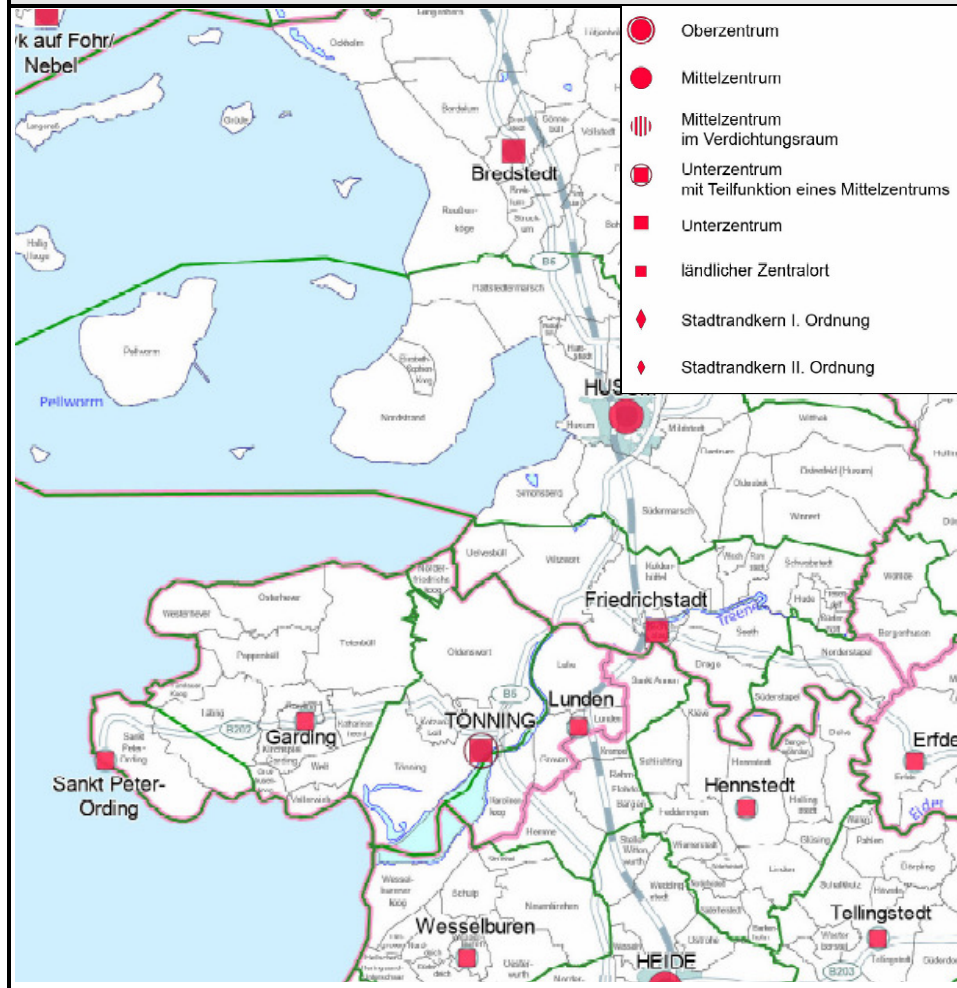
Im Untersuchungsraum gibt es 40 Nahbereiche (NB). Aufgrund räumlicher Besonderheiten haben wir mehrere Nahbereiche geteilt und 5 zusätzliche „virtuelle“ Nahbereiche gebildet:

- NB 13a „Bredstedt-Halligen“ als vorgelagerter Teil des NB 13 Bredstedt; vom Zentralort mehr als 15 km bzw. eine Schiffsüberfahrt entfernt
- NB 42a „Husum-Nordstrand-Pellworm“ als vorgelagerter Teil des NB 42 Husum, vom Zentralort mehr als 15 km bzw. eine Schiffsüberfahrt entfernt
- NB 69a „Pinneberg-Schenefeld“, Schenefeld gehört zum NB 69 Pinneberg, ist aber für sich Stadtrandkern II. Ordnung
- NB 69b „Pinneberg-Halstenbek“, Halstenbek gehört zum NB 69 Pinneberg, ist aber für sich Stadtrandkern II. Ordnung
- NB 105a „Wyk auf Föhr-Nebel“: Nebel/Amrum ist im NB 105 Wyk auf Föhr / Nebel gemeinsam mit Wyk auf Föhr als Unterzentrum eingestuft, von diesem aber durch eine Schiffsüberfahrt getrennt

Somit arbeiten wir mit 45 Nahbereichen. Die Daten der Einzelgemeinden, die in die jeweiligen Nahbereiche eingehen, werden im Hintergrund mitgeführt und können bei Bedarf wieder disaggregiert werden.

## ABB. 2-2: Zentralörtliches System Schleswig-Holstein: Nahbereiche Ausschnitt zur Veranschaulichung

| Grenzen der Nahbereiche: grün | Gemeinde- und Kreisgrenzen: grau |  
Vollständige Karte: [http://www.schleswig-holstein.de/STK/DE/Schwerpunkte/Landesplanung/  
WeitereThemen/ZentraleOrte/karteZos\\_\\_blob=publicationFile.pdf](http://www.schleswig-holstein.de/STK/DE/Schwerpunkte/Landesplanung/WeitereThemen/ZentraleOrte/karteZos__blob=publicationFile.pdf)



## 2.2 Verwendete Indikatoren

Voraussetzung für die Nutzung statistischer Indikatoren war, dass diese gemeindegerecht vorliegen und mit vertretbarem Aufwand zu erfassen und verarbeiten sind. Dies führte zur Auswahl der hier verwendeten Daten.

### 2.2.1 Einwohnerzahl

Stand 31.12.2012, Quelle: <https://www.regionalstatistik.de>

Maximum: NB 69 Pinneberg (ohne Halstenbek und Schenefeld) 77.432

Minimum: NB 13a „Bredstedt-Halligen“ 254

### 2.2.2 Pendler

Stand 30.06.2012, Quelle: <https://www.regionalstatistik.de>

sozialversicherungspflichtig Beschäftigte, Summe der Ein- und Auspendler je Gemeinde

Maximum: NB 69 Pinneberg (ohne Halstenbek und Schenefeld) 41.105

Minimum: NB 13a „Bredstedt-Halligen“ 70

### Anmerkungen

1. Die Aggregation der Pendlerdaten in den Nahbereichen führt zu Doppelzählungen (Auspendler einer Umlandgemeinde = Einpendler im Zentralort), was aber durchaus einen sinnvollen Indikator für erwerbsbezogene Mobilität im Nahbereich abgibt.
2. Pendlerdaten sind unabhängig vom Verkehrsmittel, beinhalten also auch ÖPNV- und NMV-Nutzung, was dem Untersuchungsgegenstand nicht entspricht.
3. Pendler sind eher keine Zielgruppe für Schnellladestationen, es sei denn bei zusätzlichen Wegen, die in Verbindung mit dem täglichen Pendeln stehen, z.B. zum Einkauf.

### 2.2.3 Kfz-Verkehrsmengen in Knoten

Verkehrsmengen (DTV) 2005

Quelle: Verkehrsmengenkarte Schleswig-Holstein LBV-SH

Maximum: NB 69 Pinneberg (ohne Halstenbek, Schenefeld) 412.000

Minimum: NB 79 St.Peter-Ording 3.000 (Gröde-Halligen: 0)

Methode:

- Kordonzählung (Summe aller Querschnitte an einem knotenumfassenden Ring)
- alle Knoten von Autobahnen und Bundesstraßen mit nachgeordneten Straßen (soweit die kreuzende nachgeordnete Straße mehr als 10% der Querschnittsbelastung der übergeordneten Straße aufweist)
- ferner alle Knoten in zentralen Orten, auch wenn diese keine BAB oder B-Straßen aufweisen (Landes-, Kreis-Straßen)
- i.d.R. Gemeindegrenzen-bezogene Auswertung, jedoch Aufweitung und Zusammenfassung als ein Kordon, wenn mehrere Knoten in einem Gemeindegebiet oder in benachbarten Gemeinden desselben Nahbereichs weniger als 5 km beieinander liegen
- keine Einbeziehung von Knoten mit der A7

Anmerkungen:

1. Die Verkehrsmengen werden amtlich alle 5 Jahre gezählt. Bei der Zählung 2010 wurden im Gegensatz zu früher nur noch wenige L- und K-Straßen einbezogen, so dass für ein vollständiges Bild auf die Zählung 2005 zurückgegriffen werden musste.
2. Im Untersuchungsraum treten an den vergleichbaren Zählstellen zwischen 2005 und 2010 teils räumlich differenziert Mehr-, Minder- und Gleichbelastungen auf, die später im Rahmen der Ladenachfrage zu berücksichtigen sind.
3. Auch die Verkehrsmengen erscheinen hochgradig korreliert mit den Einwohner- bzw. Berufspendler-Zahlen.

### 2.2.4 Touristische Übernachtungen

im Durchschnitt der Jahre 2011 und 2012

Quelle: <https://www.regionalstatistik.de>

Übernachtungen in Betrieben mit 10 u.m. Betten

Maximum: NB 103 Sylt 3.129.993

Minimum: NB 102 Wesselburen: 7.678 (aber 14 NB ohne Daten)

Anmerkungen

1. Daten für Betriebe < 10 Betten sind nicht verfügbar.
2. Wegen der Geheimhaltung in Gemeinden mit weniger als 3 Betrieben gibt es für 14 Nahbereiche keine Daten, was aber naturgemäß eher statistisch unbedeutendere Orte betrifft. Der Verlust beträgt in der Summe der 4 Kreise ca. 3% der Übernachtungen (der Abgleich ist möglich anhand der statistisch ausgewiesenen aggregierten Kreisdaten).
3. Aus dem gleichen Grund kann in einzelnen Fällen nur 1 Bezugsjahr herangezogen werden, ohne mit dem Durchschnitt zweier Jahre die branchenüblichen Schwankungen nivellieren zu können.

### 2.2.5 Touristische Einzelattraktionen

Besucherintensive Standorte innerorts und insbesondere auch außerorts, die erfahrungsgemäß ein erhöhtes (Kfz-)Verkehrsaufkommen erzeugen (Betrachtung des Gesamttraums unabhängig von Lage und Erschließung)  
Quelle: nach aktueller (subjektiver) Einschätzung / Zulieferung aus den 4 beteiligten Kreisen

Qualitatives Merkmal ohne Abstufung; solche Attraktionen sind insbes.:

- Museen, "visitor attractions", Freizeitparks, Zoos usw.
- Sehenswürdigkeiten, besondere Punkte in der Landschaft
- Strände, die viele Tagesbesucher anziehen



TAB. 2-3: **Touristische Einzelattraktionen**  
mit hohem Besucher- / Verkehrsaufkommen (Kfz)

Quellen: Kreisverwaltungen, Tourismus-Organisationen,  
Abstimmung mit den Mitgliedern der Projektgruppe

<p><b>Kreis Nordfriesland (12)</b> Dagebüll / Hafen, Badestelle, Inseleparkplatz Emmelsbüll-Horsbüll / Badestelle Südwesthörn Friedrichstadt / historische Innenstadt Husum / Innenstadt, Hafen, Museum Husum / Schobüll Strand Reußenköge / Badestelle Lüttmoorsiel Schlüttsiel / Hafen, Badestelle St.Peter-Ording / Strand Süderlügum / dän. Einkaufstourismus Sylt / Strände Tönning / Multimar Wattforum, Eidersperrwerk Westerhever / Leuchtturm</p>	<p><b>Kreis Dithmarschen (11)</b> Albersdorf / AÖZA Brunsbüttel / Schleusenmeile Burg (Dithm.) / Burger Au / Innenstadt Büsum / Strand Friedrichskoog / Seehundstation / Willi Wal Lunden / Geschlechterfriedhof Meldorf / Dom Meldorfer Bucht / Speicherkooog Schafstedt / Kanal 33 St.Michaelisdonn / Bahnhof, Draisinenbahn Wesselburen / historische Innenstadt / Kohlosseum</p>
<p><b>Kreis Steinburg (4)</b> Brokdorf / Winter: Elbe Ice Stadion Sommer: Strand und Freibad Glückstadt / Innenstadt, Hafen Itzehoe Innenstadt Kollmar / Hafen und Strand</p>	<p><b>Kreis Pinneberg (6)</b> Barmstedt / Schlossinsel Ellerhoop / Arboretum Elmshorn / Innenstadt Haseldorf / Elbmarschenhaus Uetersen / Rosarium und Hotel Wedel / Hafen, Willkomm-Höft Schulauer Fährhaus</p>

#### Anmerkungen

1. Eine überregionale Bestandsaufnahme nach vergleichbaren Kriterien liegt nicht vor.
2. Besucherzahlen sind (wenn überhaupt) nur vereinzelt verfügbar und können nicht berücksichtigt werden.
3. Deswegen wird von einer Abstufung nach Bedeutung abgesehen.

### 2.2.6 Zentralörtliche Einstufung des Zentralortes

Stand 30.09.2014

Quelle: Zentralörtliches System der Landesplanung Schleswig-Holstein  
[http://www.schleswig-holstein.de/STK/DE/Schwerpunkte/Landesplanung/WeitereThemen/ZentraleOrte/karteZos\\_\\_blob=publicationFile.pdf](http://www.schleswig-holstein.de/STK/DE/Schwerpunkte/Landesplanung/WeitereThemen/ZentraleOrte/karteZos__blob=publicationFile.pdf)

Ausdruck der Versorgungsfunktion (Einzelhandel, Medizin, Bildung, Kultur, Arbeitsmarkt); im Untersuchungsraum kommen vor:

- Mittelzentren und Mittelzentren im Verdichtungsraum
- Unterzentren mit Teilfunktionen eines Mittelzentrums
- Unterzentren und Stadtrandkerne I. Ordnung
- ländliche Zentralorte und Stadtrandkerne II. Ordnung

Alle Nahbereiche (außer den „virtuellen“ NB 13a „Bredstedt-Halligen“ und NB 42a „Husum-Nordstrand-Pellworm“) umschließen einen Zentralort dieser Stufen.

### 2.2.7 Zur Aussagekraft der Indikatoren

Indikatoren werden herangezogen, um etwas zu messen, was selbst nicht direkt messbar ist. Für unsere Zwecke geht es um die „Bedeutung“ oder „Attraktivität“ der Orte:

- So sagen die Übernachtungszahlen etwas über die touristische Bedeutung des Ortes/der Region, also auch Tagesbesucher, ggf. Lieferan-

ten/Dienstleister usw., worüber wir aber keine direkten Daten haben. Der Indikator zielt insofern nicht (nur) auf die übernachtenden Touristen als mögliche Lade-Kunden.

- Pendler stehen auch für die wirtschaftliche Bedeutung eines Ortes und alles, was an Mobilität damit zusammenhängt (dagegen haben die svp. Arbeitsplätze in sich keine „Mobilitätskomponente“)

In statistischer Hinsicht ist die extreme strukturelle Verschiedenheit innerhalb des Gebietes (hohe Dichte im HH-Umland, niedrigste Dichte in Teilen von NF) ein Problem:

- Es liegt in der Natur der Sache, dass bei allen dichtebezogenen Indikatoren das HH-Umland weit vorne liegt (Einwohner, Verkehr, Pendler).
- Ein Gegengewicht zugunsten der periphereren ländlichen Teilräume schaffen die touristischen Indikatoren (im Sinne einer abstrakteren „touristischen Bedeutung“) und das ZO-System, das per se versucht, eine „ausgleichende Gerechtigkeit“ herzustellen.

Der Vermutung, dass mehrere der gewählten Indikatoren miteinander hoch korreliert sind, wird in Abschnitt 2.3.4 nachgegangen.

## 2.3 Hierarchisierung der Makro-Standorte

### 2.3.1 Modell und Rangbildung

Es kommt ein nutzwertanalytisches Modell („Punktwertverfahren“, „Punktbewertungsverfahren“, „Scoring-Modell“) zur Anwendung, das auf dem Prinzip „Kriterium x Gewicht = Wert“ beruht.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Nutzwertanalyse>

TAB. 2-4: Beispiel zur Illustration der Rang-Punkt-Vergabe: Einwohner (Pendler und Kfz-Verkehrsmengen: ähnlich) eigene Berechnungen und Bearbeitung: stadt & land			
Nahbereich	Einwohner	Rang	Rang-Pkte.
Pinneberg	77.432	1	45
Elmshorn	60.623	2	44
Itzehoe	50.072	3	43
Uetersen	44.952	4	42
Husum	38.005	5	41
Wedel	36.105	6	40
Heide	35.685	7	39
Quickborn	24.058	8	38
Bredstedt	20.607	9	37
Barmstedt	20.075	10	36
„Pi-Schenefeld“	18.448	11	35
Sylt	17.851	12	34
<i>usw. ....</i>			
„Bredstedt-Halligen“	254	45	1

Zunächst werden die 45 Nahbereiche hinsichtlich jedes quantitativen Indikators einmal sortiert. Ihrem Rang entsprechend erhalten sie absteigend 45 bis 1 Rang-Punkte (→ TAB. 2-4).

Dies gilt uneingeschränkt für die *Indikatoren Einwohnerzahl, Pendler, Kfz-Verkehrsmengen in Knoten*.

TAB. 2-5: Beispiel zur Illustration der Rang-Punkt-Vergabe: Touristische Übernachtungen			
eigene Berechnungen und Bearbeitung: stadt & land			
Nahbereich	Übernachtungen	Rang	Rang-Pkte.
... unteres Tabellenende			
Albersdorf	11.513	29	17
Wilster	8.643	30	16
Wesselburen	7.678	31	15
Burg (Dithmarschen)	jeweils ohne Nachweis wegen statistischer Geheimhaltung	Ränge theoretisch: 32 bis 45 es erfolgt keine Zuordnung auf Ränge	Rang-Punkt-Werte theoretisch: 14 bis 1: es erfolgt eine gleichrangige Zuweisung des mittleren Wertes = 7,5
Hennstedt			
Hohenlockstedt			
Horst (Holstein)			
Kellinghusen			
Krempe			
Lunden			
„Pi-Halstenbek“			
„Pi-Schenefeld“			
Sankt Michaelisdonn			
Schenefeld			
Tellingstedt			
Viöl			
Wacken			

Im Indikator *Touristische Übernachtungen* wird den letzten 14 Nahbereichen ohne verfügbare Daten jeweils der Mittelwert der 14 untersten Rang-Punkte = 7,5 zugewiesen (→ TAB. 2-5).

Den Nahbereichen, die einen Standort aus dem *Indikator Touristische Einzelattraktionen* aufweisen, wird ohne weitere Differenzierung eine mittlere

Rang-Punktezahl zugewiesen. Diese ergibt sich aus der Anzahl der aufgenommen Einzel-Attraktionen: Sind dies z.B. (vereinfachend nur) 9, dann belegen diese gleichrangig die ersten 9 von 45 Plätzen und erhalten die mittlere Rang-Punktezahl 41 (zwischen 45 und 37); alle übrigen Nahbereiche ohne dieses Merkmal erhalten den Wert 0 (→ TAB. 2-6).

TAB. 2-6: Fiktives Beispiel zur Illustration der Rang-Punkt-Vergabe: Touristische Einzelattraktionen				
gleichrangig ohne Abstufung (hier angenommen: 9 Attraktionen)				
eigene Berechnungen und Bearbeitung: stadt & land				
Nahbereich	Attraktion	Rang theoretisch	Rang-Punkte theoretisch	Rang-Punkte zugewiesen
Nahbereich A	Attraktion I	1	45	theoretische Rang-Punkte 45 bis 37 er erfolgt eine gleichrangige Zuweisung des mittleren Wertes = 41
Nahbereich B	Attraktion II	2	44	
Nahbereich C	Attraktion III	3	43	
Nahbereich D	Attraktion IV	4	42	
Nahbereich E	Attraktion V	5	41	
Nahbereich F	Attraktion VI	6	40	
Nahbereich G	Attraktion VII	7	39	
Nahbereich H	Attraktion VIII	8	38	
Nahbereich I	Attraktion IX	9	37	
Nahbereich K	- ohne -	10	36	Zuweisung = 0
Nahbereich L	- ohne -	11	35	
usw.				
Nahbereich X	- ohne -	45	1	

TAB. 2-7: **Beispiel zur Illustration der Rang-Punkt-Vergabe:  
Zentralörtliche Einstufung des Zentralortes im Nahbereich**

eigene Berechnungen und Bearbeitung: *stadt & land*

Nahbereich	Attraktion	Rang theoretisch	Rang-Punkte theoretisch	Rang-Punkte zugewiesen
Brunsbüttel	Mittelzentrum	1	45	theoretische Rang-Punkt-Werte 45 bis 39 gleichrangige Zuweisung mittlerer Wert = 42
Elmshorn		2	44	
Heide		3	43	
Husum		4	42	
Itzehoe		5	41	
Pinneberg	dto. im Verdichtungsraum	6	40	
Wedel		7	39	
Meldorf	Unterzentrum mit Teilfunktionen eines Mittelzentrums	8	38	theor. Rang-Pkt-Werte 38 bis 35 Zuweisung mittl. Wert 36,5
Niebüll		9	37	
Sylt		10	36	
Tönning		11	35	
Quickborn	Stadttrandkern I. Ordnung	12	34	theoret. Rang-Punkt-Werte 34 b. 20 Zuweisung mittl. Wert = 27
Albersdorf	Unterzentrum	13	33	
<i>usw.</i>				
Nebel/Amrum	Unterzentrum mit Wyk a.F.	26	20	
<i>usw. ...</i>	Stadttrandkerne II. O., LZO	27 ... 43	19 ... 3	Zuweis. mittl. Rangwert = 11
<i>usw. ...</i>	keine	44 ... 45	2 ... 1	Zuweis. = 1,5

Im Indikator Zentralörtliche Einstufung des Zentralortes im Nahbereich gibt es 5 Stufen, die in ähnlicher Weise behandelt werden (→ TAB. 2-7):

- 7x Mittelzentren und Mittelzentren im Verdichtungsraum, belegen Ränge 1 bis 7, erhalten die mittlere Rang-Punktezahl 42
- 4x Unterzentren mit Teilfunktionen eines Mittelzentrums, belegen Ränge 8 bis 11, erhalten die mittlere Rang-Punktezahl 36,5
- 15x Unterzentren und Stadttrandkerne I. Ordnung, belegen Ränge 12 bis 26, erhalten die mittlere Rang-Punktezahl 27
- 17x ländliche Zentralorte und Stadttrandkerne II. Ordnung, belegen Ränge 27 bis 43, erhalten die mittlere Rang-Punktezahl 11
- 2x ohne Zentralort, belegen Ränge 44 bis 45, erhalten die mittlere Rang-Punktezahl 1,5

Anmerkung: Die hierdurch auslösbare Diskussion, ob ein Unterzentrum mehr als doppelt so viel „wert“ ist wie ein Ländlicher Zentralort und ein Mittelzentrum vier mal so viel, wollen wir nicht führen.

### 2.3.2 Gewichtung

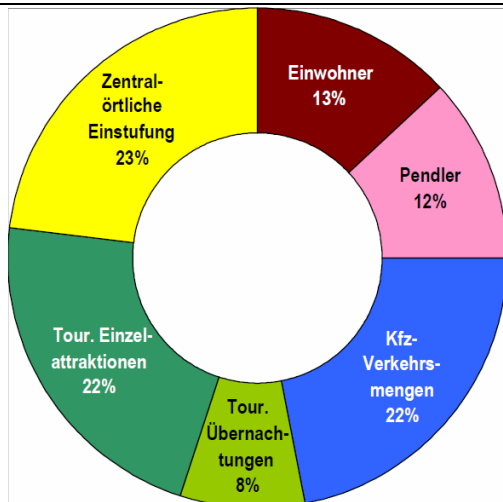
In einem Rating-Verfahren weist eine Jury den 6 Indikatoren Gewichte zu, in dem jede/r Juror/in - nach eigener Einschätzung der Bedeutung für die Fragestellung der Untersuchung - eine bestimmte Punktzahl auf die einzelnen Indikatoren verteilt. Die Anzahl der Punkte, die ein Indikator auf sich vereinigt, bildet sein Gewicht.

In der praktischen Durchführung fungierte als Jury die Auftraggeber-Seite der Projektgruppe, deren 5 Mitglieder je 20 Punkte (in Summe = 100) auf die 6 Merkmale verteilten (→ ABB. 2-4).

ABB. 2-8: Gewichtung durch Rating: Ergebnis  
5 JurorInnen verteilten jeweils 20 Punkte auf die Kriterien

Indikator	quantitativ				qualitativ		Summen
	Einwohner	Pendler	Kfz-Verkehrsmengen	Tourist.. Übernachtungen	Tourist.. Einzelattraktionen	Zentralörtliche Einstufung	
Juror 1	4	5	4	1	4	2	20
Juror 2	0	0	3	0	7	10	20
Juror 3	3	2	4	4	5	2	20
Juror 4	2	0	7	2	4	5	20
Juror 5	4	5	4	1	2	4	20
<b>Summe</b>	13	12	22	8	22	23	100
⇒ Gewicht	13%	12%	22%	8%	22%	23%	100%

Juroren: 1 = PI, 2 = HEI, 3 = NF, 4 = PGN, 5 = IZ



### 2.3.3 Priorisierung / Ergebnis

Für jeden der Nahbereiche wird eine *Prioritätszahl* als Summe seiner gewichteten Rangpunkte ermittelt (→ TAB. 2-9):

$$\text{Prioritätszahl}_{\text{Nahbereich}} = \text{Summe über die Indikat. 1-6} [\text{Rangpunkte}_{\text{Nahbereich,Indikat.}} \times \text{Gewicht}_{\text{Indikat.}}]$$

Das einzelne Produkt [Rangpunkte x Gewicht] kann auch als „Prioritätsbeitrag“ bezeichnet werden, somit gilt:

$$\text{Prioritätszahl}_{\text{Nahbereich}} = \text{Summe über die Indikatoren 1-6} [\text{Prioritätsbeiträge}_{\text{Nahbereich,Indikator}}]$$

TAB. 2-9: Illustration der Gewichtung und Priorisierung (vereinfacht)

Nahbereich	Kriterium I Gewicht = 33%		Kriterium II Gewicht = 50%		Kriterium III Gewicht = 17%		Prioritätszahl
	Rang-Pkt.	Prioritätsbeitrag	Rang-Pkt.	Prioritätsbeitrag	Rang-Pkt.	Prioritätsbeitrag	
Nahbereich A	45	15,0	22	11,0	37	6,3	32,3
Nahbereich B	15	5,0	41	20,5	12	2,0	27,5
Nahbereich C	3	1,0	18	9,0	23	3,9	13,9
<i>usw.</i>							
Nahbereich X	...	...	...	...	...	...	xy,z

Die 45 Nahbereiche geraten so in eine abschließende Rangfolge der Priorität, innerhalb derer sich Stufen (I – II – III) bilden lassen werden.

TAB. 2-10: Rangkorrelationen zwischen den Indikatoren							
Rangkorrelationskoeffizient $r_s$ nach Spearman							
eigene Berechnungen und Bearbeitung: stadt & land							
Indikator		1	2	3	4	5	6
		Einwohner	Pendler	Kfz-Verkehrsmengen	Tourist. Übernachtungen	Tourist. Einzelattrakt.	Zentralörtliche Einstufung
1	Einwohner		0,988	0,752	0,142	0,128	0,722
2	Pendler	0,988		0,752	0,102	0,107	0,696
3	Kfz-Verkehrsmeng.	0,752	0,752		-0,031	0,017	0,496
4	Tourist. Übernacht.	0,142	0,102	-0,031		0,322	0,464
5	Tourist. Einzelattrakt.	0,128	0,107	0,017	0,322		0,382
6	Zentralörtliche Einstuf.	0,722	0,696	0,496	0,464	0,382	
		0,0 ≤ $r_s$ ≤ 0,2 => kein bis geringer Zusammenhang					
		0,2 < $r_s$ ≤ 0,5 => schwacher bis mäßiger Zusammenhang					
		0,5 < $r_s$ ≤ 0,8 => deutlicher Zusammenhang					
		0,8 < $r_s$ ≤ 1,0 => hoher bis perfekter Zusammenhang					
		<a href="http://medistat.de/statistikberatung-glossar-artikel.php?id=Rangkorrelationskoeffizient_nach_Spearman">http://medistat.de/statistikberatung-glossar-artikel.php?id=Rangkorrelationskoeffizient_nach_Spearman</a>					

## 2.3.4 Überprüfung

Eine Berechnung der Rangkorrelationskoeffizienten zwischen den Indikatoren nach dem Ergebnis der Rangbildung unter den 45 Nahbereichen (Makro-Standorten) bestätigt, dass einige der Indikatoren eng zusammenhängen und – in unserem Sample – praktisch dasselbe messen:

- Einwohner und Pendler: hoher Zusammenhang
- Einwohner und Pendler jeweils mit Kfz-Verkehr und zentralörtlicher Einstufung: deutlicher Zusammenhang

Umgekehrt zeigt sich nur ein geringer Zusammenhang zwischen den touristischen Indikatoren und den Einwohnern, Pendlern und Kfz-Mengen, so dass diese Indikatoren tatsächlich komplementär etwas anderes abbilden. (→ TAB. 2-10)

Das Verfahren qualifiziert die 45 Nahbereiche als Makro-Standorte, in denen (also innerhalb eines Radius von durchschnittlich ca. 10 km) die Mikro-Standorte festzulegen sind.

Die Vorgehensweise berücksichtigt aber keine Distanzen. Deswegen ist das Ergebnis daraufhin zu überprüfen, ob die Nebenbedingung („trassen-nahe Standorte im Korridor A23/B5 in hinreichenden Abständen“) erfüllt ist. Ggf. müssen dann konsensual und „manuell“ Anpassungen in der Prioritätensetzung herbeigeführt werden, um das ursprünglich gewünschte Prioritätenmodell herbeizuführen:

- I. Priorität: Basisnetz Achse A23/B5 HH-DK
- II. Priorität: Ergänzungsnetz in zentralen Orten und Tourismusschwerpunkten
- III. Priorität: weitere mittel- bis langfristig optionale Standorte

Diese Randbedingung kann durch geeignete Festlegung des Mikro-Standortes innerhalb der Suchräume (Makro-Standorte) weiter optimiert werden.

## 2.4 Ergebnis

### 2.4.1 Ergebnisdiskussion und engere Auswahl

Das Ergebnis des Rangbildungsmodells nach der Gewichtung zeigt die als Gesamtübersicht → TAB. 2-16 und vereinfacht → TAB. 2-11A/B. Gemäß der auftraggeberseitigen Vorgabe, in einer ersten Runde Ladestationen in bis zu 20 Makrostandorten zu finden, haben wir eine Vorauswahl zur vertieften Bearbeitung („Gruppe A“) getroffen. Sie orientiert sich auch an dem deutlichen Sprung in der Prioritätszahl unterhalb 24,6 (Rang 21, Büsum) bis 22,4 (Rang 22, Leck).

Dieses Ergebnis wurde der Projektgruppe am 13.01.15 zur Würdigung vorgelegt. Im Folgenden wurde konkretisiert (→ TAB. 2-11A/B, ABB. 2-13):

- 1 Standort wird zurückgestellt, weil bereits eine Schnellladestation vorhanden ist (Sylt)
- 3 Standorte werden zurückgestellt, weil die zu erwartende Dichte in der jeweiligen Region dann für den ersten Schritt zu hoch werden würde (Wilster, Barmstedt) bzw. eine Nähe zu den zeitnah an den BAB bundesseitig geplanten Stationen gegeben wäre (Quickborn)
- 2 Stationen werden zusätzlich aufgenommen, um in betroffenen Teilräumen eine Verdichtung und Flächenabdeckung zu erzielen (Kellinghusen, St.Peter-Ording)
- Innerhalb des Nahbereichs Albersdorf wird der zu untersuchende Mikro- Standort nach Schafstedt verlegt, innerhalb des Nahbereich Uetersen/Tornesch nach Tornesch. In den übrigen Makro-Standorten soll sich die Suche auf die zentralen Orte konzentrieren.
- Es werden also für die weitere Bearbeitung 19 Makro-Standorte festgelegt, in denen nach Mikro-Standorten zu suchen ist.

### 2.4.2 Prioritätensetzung

In der weiteren Diskussion, und nach dem sich in der Bearbeitung der Mikro-Standorte (Kap. 3) gezeigt hat, dass mit hoher Gewissheit in allen Makro-Standorten Ladestationen realisierbar sein werden und keine Änderungen am Standortgefüge erforderlich sind, konnten die Prioritäten abschließend festgelegt werden.

Festgelegt wurde innerhalb der untersuchten 19 Standorte:

- **Priorität Ia** „Kernnetz Achse A23 / B5“, 5 Stationen im Abstand von ca. 40 km. (→TAB. 2-12A/B, ABB. 2-14)
- **Priorität Ib** „Ergänzungsnetz“ in touristischen Schwerpunkten, übrigen Orten und zur Flächenabdeckung: 14 Stationen. (→TAB. 2-12A/B, ABB. 2-15)
- **Priorität II:** Alle übrigen 26 Nahbereiche zur späteren Umsetzung und Nachverdichtung, wobei sich die in der ersten Auswahlentscheidung zurückgestellten Orte wieder gemäß ihrer Rangstellung einordnen. (→TAB. 2-12A/B, ABB. 2-15)

TAB. 2-11A: Ergebnis: Rangfolge der Nahbereiche (Makro-Standorte) eigene Berechnungen und Bearbeitung: stadt & land				
Gruppe A: Vorauswahl zur vertieften Bearbeitung				
NB-Nr	Nahbereich	Prio.-zahl	Rang	Bemerkung
20	Elmshorn	39,5	1	
43	Itzehoe	39,3	2	
42	Husum	37,3	3	
100	Wedel	36,4	4	
103	Sylt	35,7	5	zurückgestellt wg. vorhand. Ladestation
96	(Uetersen/)Tornesch	34,7	6	
69	Pinneberg	33,4	7	
13	Bredstedt	31,8	8	
14	Brunsbüttel	31,1	9	
64	Niebüll	30,4	10	
35	Heide	30,3	11	
58	Meldorf	30,0	12	
104	Wilster	28,8	13	zurückgestellt wg. Dichte
31	Glückstadt	28,4	14	
8	Barmstedt	27,9	15	zurückgestellt
72	Quickborn	26,9	16	wg. Dichte
3	(Albersdorf/)Schafstedt	26,8	17	
25	Friedrichstadt	26,4	18	
57	Marne	25,6	19	
94	Tönning	25,1	20	
16	Büsum	24,6	21	

TAB. 2-11B: Ergebnis: Rangfolge der Nahbereiche (Makro-Standorte) eigene Berechnungen und Bearbeitung: stadt & land				
Gruppe B: Zur späteren Berücksichtigung				
NB-Nr	Nahbereich	Prio.-zahl	Rang	Bemerkung
51	Leck	22,4	22	
17	Burg (Dithmarschen)	21,5	23	
69b	„Pi-Halstenbek“	20,7	24	
26	Garding	19,9	25	
69a	„Pi-Schenefeld“	18,9	26	
41	Horst (Holstein)	17,8	27	
46	Kellinghusen	17,2	28	zusätzlich zur Verdichtung
78	Sankt Michaelisdonn	16,9	29	
105	Wyk auf Föhr / Nebel	16,5	30	
102	Wesselburen	16,5	31	
56	Lunden	16,0	32	
90	Süderlügum	15,1	33	
79	Sankt Peter-Ording	15,0	34	zusätzlich zur Verdichtung
61	Neukirchen	13,6	35	
97	Viöl	13,5	36	
38	Hohenlockstedt	12,6	37	
82	Schenefeld	12,3	38	
98	Wacken	10,7	39	
92	Tellingstedt	10,6	40	
105a	Wyk auf Föhr / Nebel	10,6	41	
48	Krempe	9,7	42	
37	Hennstedt	7,0	43	
42a	„Husum-Nordstrand-Pellworm“	4,8	44	
13a	„Bredstedt-Halligen“	3,1	45	



TAB. 2-12A: **Prioritäten der Umsetzung (Makro-Standorte)**  
Auswahl-Entscheidung der Projektgruppe, Stand 21.03.2015

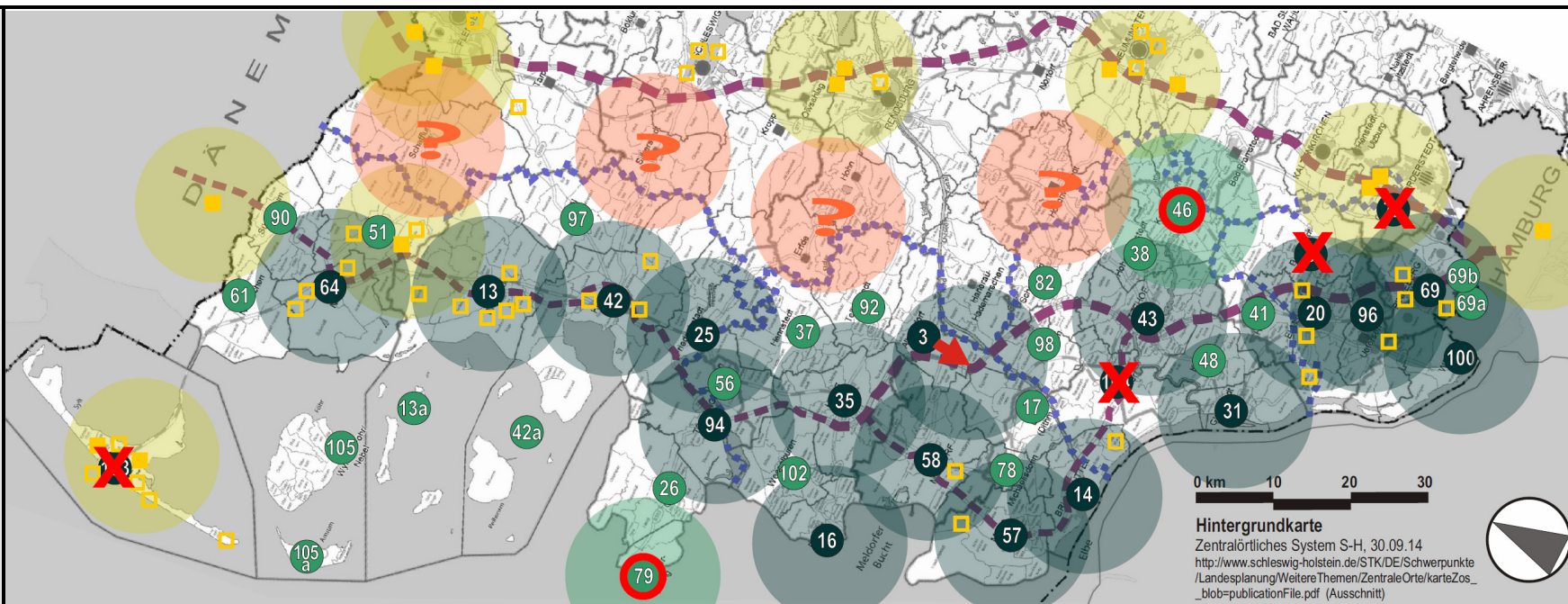
NB-Nr	Nahbereich	Prio.-zahl	Rang	Bemerkung
43	Itzehoe	39,3	2	<b>Priorität Ia</b> „Kernnetz Achse A23 / B5“
42	Husum	37,3	3	
69	Pinneberg	33,4	7	
64	Niebüll	30,4	10	
35	Heide	30,3	11	
20	Elmshorn	39,5	1	<b>Priorität Ib</b> „Ergän- zungsnetz“ in touristi- schen Schwerpunk- ten, übrigen Orten und zur Flächen- abdeckung
100	Wedel	36,4	4	
96	(Uetersen/)Tornesch	34,7	6	
13	Bredstedt	31,8	8	
14	Brunsbüttel	31,1	9	
58	Meldorf	30,0	12	
31	Glückstadt	28,4	14	
3	(Albersdorf/)Schafstedt	26,8	17	
25	Friedrichstadt	26,4	18	
57	Marne	25,6	19	
94	Tönning	25,1	20	
16	Büsum	24,6	21	
46	Kellinghusen	17,2	28	
79	Sankt Peter-Ording	15,0	34	

TAB. 2-12B: **Prioritäten der Umsetzung (Makro-Standorte)**  
Auswahl-Entscheidung der Projektgruppe, Stand 21.03.2015

NB-Nr	Nahbereich	Prio.-zahl	Rang	Bemerkung
103	Sylt	35,7	5	<b>Priorität II</b> zur späteren Umsetzung und Nach- verdichtung
104	Wilster	28,8	13	
8	Barmstedt	27,9	15	
72	Quickborn	26,9	16	
51	Leck	22,4	22	
17	Burg (Dithmarschen)	21,5	23	
69b	„Pi-Halstenbek“	20,7	24	
26	Garding	19,9	25	
69a	„Pi-Schenefeld“	18,9	26	
41	Horst (Holstein)	17,8	27	
78	Sankt Michaelisdonn	16,9	29	
105	Wyk auf Föhr / Nebel	16,5	30	
102	Wesselburen	16,5	31	
56	Lunden	16,0	32	
90	Süderlügum	15,1	33	
61	Neukirchen	13,6	35	
97	Viöl	13,5	36	
38	Hohenlockstedt	12,6	37	
82	Schenefeld	12,3	38	
98	Wacken	10,7	39	
92	Tellingstedt	10,6	40	
105a	Wyk auf Föhr / Nebel	10,6	41	
48	Krempe	9,7	42	
37	Hennstedt	7,0	43	
42a	„Husum-Nordstrand-Pellworm“	4,8	44	
13a	„Bredstedt-Halligen“	3,1	45	

ABB. 2-13:  
**Makro-Standorte**  
 Auswahl-  
 Entscheidung  
 der Projektgruppe  
 Stand 20.07.2015

Bearbeitung:  
 stadt & land



### Makro-Standort-Suche in Nahbereichen (Nr.)

- Gruppe A (Rang 1 - 21) mit Umkreis
  - Gruppe B (Rang 22 - 45)
- r = 10 km

### Zugrunde liegendes Ergebnis des Ratings (Gewichtung)

ZO- Stufe	Ein- wohner	Tourist. Übern.	Tourist. Attr.Pkt.	Pendler	Verk.- menge	Gesamt
23%	13%	8%	22%	12%	22%	100,0%

### Vorhandene und anderweitig fest geplante Stationen

Quelle: lemnet.org, 06.01.15 (in Hamburg nur symbolische Darstellung)

- Schnellladung (auch: an A7 von Tank&Rast zeitnah geplante)
- Typ2 (32A, 3Ph) (tw. nicht immer öffentlich)

### Auswahlentscheidung 13.1.15

- gleichmäßige Raumabdeckung, 15-20 bearbeitbare Standorte
- Ausführungsvorschlag: Gruppe A (21 Standorte) umsetzen, aber:
- ✗ zurückstellen aus Gruppe A (wg. Dichte oder vorh. Station)
- ➔ verschieben im Nahbereich
- verdichten durch Aufstufung aus Gruppe B
- ➔ ergänzender Wunsch-Standort außerhalb Untersuchungsraum
- Ergebnis: 19 Standorte untersuchen

A7, A23, B5

### Nahbereiche

(amtliche Nr., Zentralort mit Status, Erläuterung im Text)

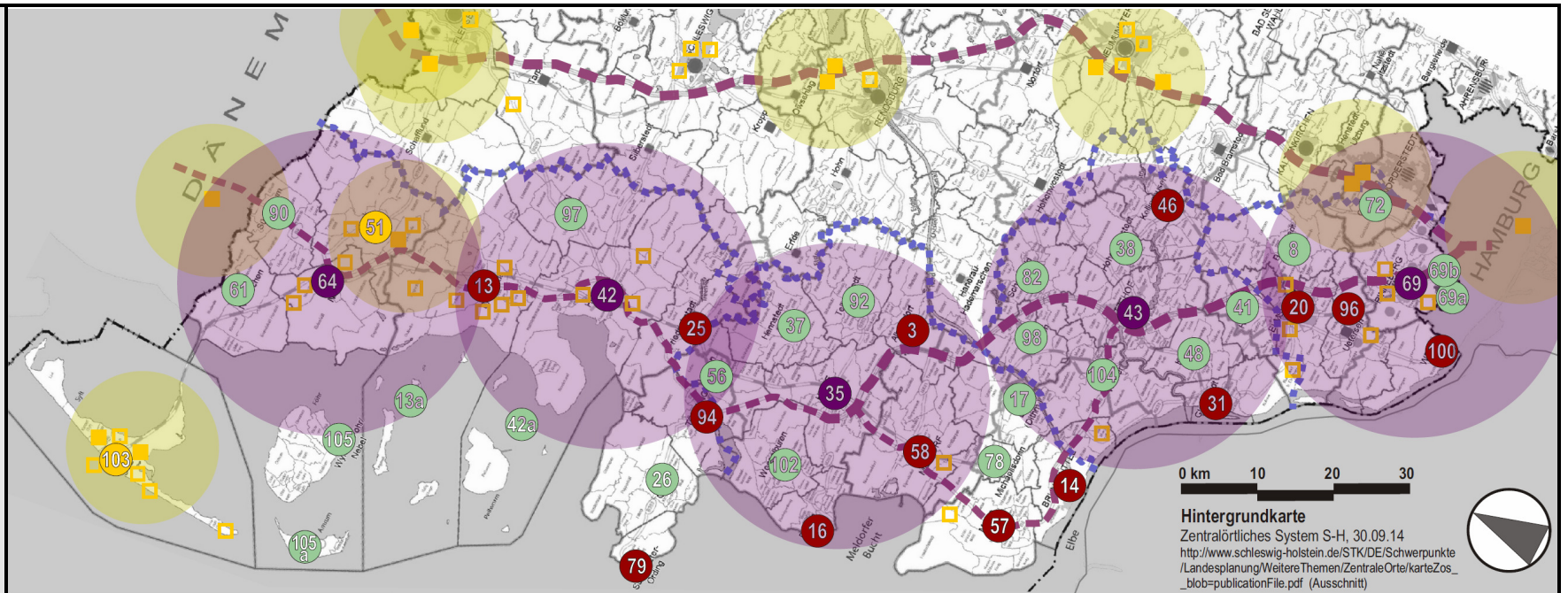
3 Albersdorf UZ	42 Husum MZ	78 St. Michaelisdonn LZO
8 Barmstedt UZ	42a Nordstrand-Pellworm (-)	79 Sankt Peter-Ording LZO
13 Bredstedt UZ	43 Itzehoe MZ	82 Schenefeld(IZ) LZO
13a Gröde-L'neß-Hooge(-)	46 Kellinghusen UZ	90 Süderlügum LZO
14 Brunsbüttel MZ	48 Krempe LZO	92 Tellingstedt LZO
16 Büsum UZ	51 Leck UZ	94 Tönning UZ/MZ
17 Burg (Dithmarschen) UZ	56 Lunden LZO	96 Uetersen/Tomesch UZ
20 Elmshorn MZ	57 Marne UZ	97 Viöl LZO
25 Friedrichstadt UZ	58 Meldorf UZ/MZ	98 Wacken LZO
26 Garding LZO	61 Neukirchen LZO	100 Wedel MZIVR
31 Glückstadt UZ	64 Niebüll UZ/MZ	102 Wesselburen LZO
35 Heide MZ	69 Pinneberg MZIVR	103 Sylt UZ/MZ
37 Hensstedt LZO	69a Schenefeld (PI) SK-II.O	104 Wilster UZ
38 Hohenlockstedt LZO	69b Halstenbek SK-II.O	105 Wyk auf Föhr UZ
41 Horst (Holstein) LZO	72 Quickborn SK-I.O	105a Nebel UZ

Untersuchungsraum / Kreisgrenzen NF-HEI-IZ-PI

ABB. 2-14:  
**Makro-Standorte**  
**Prioritäten der**  
**Umsetzung**  
**Fokus auf**  
**Priorität Ia**  
**Kernnetz**  
**Achse A23 / B5**

Entscheidung  
der Projektgruppe  
Stand 20.07.2015

Bearbeitung:  
stadt & land



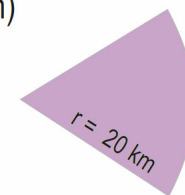
**Prioritäten von Makro-Standorten in Nahbereichen (Nr.)**

- **Priorität Ia:** 5 Standorte Kernnetz A23/B5 (Abstand ca. 40 km)
- **Priorität Ib:** 14 Standorte Ergänzung Fläche / Verdichtung
- **Priorität II:** 26 Standorte zur späteren Nachverdichtung
- **darunter:** 2 Standorte mit vorhandenen Schnellladestationen

**Vorhandene und anderweitig fest geplante Stationen**

Quelle: lemnet.org, 06.01.15 (in Hamburg nur symbolische Darstellung)

- **Schnellladung** (auch: an A7 von Tank&Rast zeitnah geplante)
- **Typ2 (32A, 3Ph)** (tw. nicht immer öffentlich)



----- **A7, A23, B5**

**Nahbereiche**

(amtliche Nr., Zentralort mit Status, Erläuterung im Text)

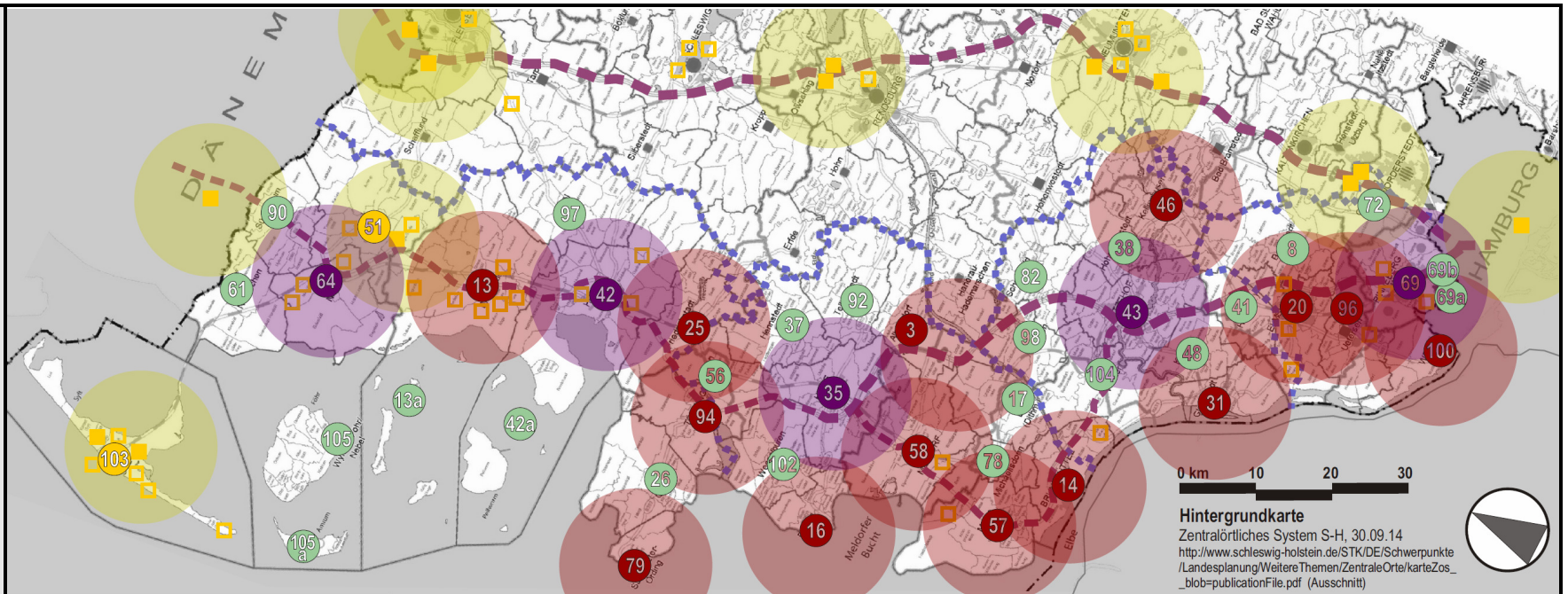
3 Albersdorf UZ	42 Husum MZ	78 St. Michaelisdonn LZO
8 Barmstedt UZ	42a Nordstrand-Pellworm (-)	79 Sankt Peter-Ording LZO
13 Bredstedt UZ	43 Itzehoe MZ	82 Schenefeld(IZ) LZO
13a Gröde-L'neß-Hooge(-)	46 Kellinghusen UZ	90 Süderlügum LZO
14 Brunsbüttel MZ	48 Krempe LZO	92 Tellingstedt LZO
16 Büsum UZ	51 Leck UZ	94 Tönning UZ/MZ
17 Burg (Dithmarschen) UZ	56 Lunden LZO	96 Uetersen/Tornesch UZ
20 Elmshorn MZ	57 Mame UZ	97 Viöl LZO
25 Friedrichstadt UZ	58 Meldorf UZ/MZ	98 Wacken LZO
26 Garding LZO	61 Neukirchen LZO	100 Wedel MZIVR
31 Glückstadt UZ	64 Niebüll UZ/MZ	102 Wesselburen LZO
35 Heide MZ	69 Pinneberg MZIVR	103 Sylt UZ/MZ
37 Hennstedt LZO	69a Schenefeld (Pl) SK-II.O	104 Wilster UZ
38 Hohenlockstedt LZO	69b Halstenbek SK-II.O	105 Wyk auf Föhr UZ
41 Horst (Holstein) LZO	72 Quickborn SK-I.O	105a Nebel UZ

--- **Untersuchungsraum / Kreisgrenzen NF-HEI-IZ-PI**

ABB. 2-15:  
Makro-Standorte  
Prioritäten der  
Umsetzung  
(Übersicht)

Entscheidung  
der Projektgruppe  
Stand 20.07.2015

Bearbeitung:  
stadt & land



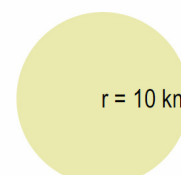
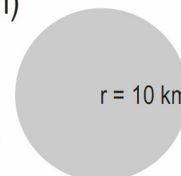
**Prioritäten von Makro-Standorten in Nahbereichen (Nr.)**

- **Priorität Ia:** 5 Standorte Kernnetz A23/B5 (Abstand ca. 40 km)
- **Priorität Ib:** 14 Standorte Ergänzung Fläche / Verdichtung
- **Priorität II:** 26 Standorte zur späteren Nachverdichtung
- **darunter:** 2 Standorte mit vorhandenen Schnellladestationen

**Vorhandene und anderweitig fest geplante Stationen**

Quelle: lemnet.org, 06.01.15 (in Hamburg nur symbolische Darstellung)

- Schnellladung (auch: an A7 von Tank&Rast zeitnah geplante)
- Typ2 (32A, 3Ph) (tw. nicht immer öffentlich)



--- A7, A23, B5

**Nahbereiche**

(amtliche Nr., Zentralort mit Status, Erläuterung im Text)

3 Albersdorf UZ	42 Husum MZ	78 St. Michaelisdonn LZO
8 Barmstedt UZ	42a Nordstrand-Pellworm (-)	79 Sankt Peter-Ording LZO
13 Bredstedt UZ	43 Itzehoe MZ	82 Schenefeld(IZ) LZO
13a Gröde-L'neß-Hooge(-)	46 Kellinghusen UZ	90 Süderlügum LZO
14 Brunsbüttel MZ	48 Krempe LZO	92 Tellingstedt LZO
16 Büsum UZ	51 Leck UZ	94 Tönning UZ/MZ
17 Burg (Dithmarschen) UZ	56 Lunden LZO	96 Uetersen/Tomesch UZ
20 Elmshorn MZ	57 Mame UZ	97 Viöl LZO
25 Friedrichstadt UZ	58 Meldorf UZ/MZ	98 Wacken LZO
26 Garding LZO	61 Neukirchen LZO	100 Wedel MZIVR
31 Glückstadt UZ	64 Niebüll UZ/MZ	102 Wesselburen LZO
35 Heide MZ	69 Pinneberg MZIVR	103 Sylt UZ/MZ
37 Hennstedt LZO	69a Schenefeld (PI) SK-II.O	104 Wilster UZ
38 Hohenlockstedt LZO	69b Halstenbek SK-II.O	105 Wyk auf Föhr UZ
41 Horst (Holstein) LZO	72 Quickborn SK-I.O	105a Nebel UZ

--- Untersuchungsraum / Kreisgrenzen NF-HEI-IZ-PI

TAB. 2-16: Rangfolge der Nahbereiche (Makro-Standorte): Einzeldaten des Punktwert-Verfahrens und Ergebnis

eigene Berechnungen und Bearbeitung: **stadt & land**

Nahbereiche			Indikatoren															Ergebnis				
			ZO-System			Einwohner			tour. Übernachtungen			tour. Attraktion.			Ein-/Auspendler			Verkehrsmengen			Rang	
			Gewicht = 13%			Gewicht = 8%			Gewicht = 22%			Gewicht = 12%			Gewicht = 22%			Gewicht = 23%			Σ = 100%	
ZO Stufe	NB-Nr.	NB-Name	ZO „Wert“	Rang-Pk.	Prio-Beitrag	Zahl	Rang-Pk.	Prio-Beitrag	Zahl	Rang-Pk.	Prio-Beitrag	# = ja, ohne Mehrfachn.	Rang-Pk.	Prio-Beitrag	Zahl	Rang-Pk.	Prio-Beitrag	Zahl	Rang-Pk.	Prio-Beitrag	Prioritätszahl	Rang
Mittelzentrum	20	Elmshorn	4	42,0	9,7	60.623	44	5,7	44.693	28,0	2,2	#	32,5	7,2	27.797	44	5,3	187.516	43	9,5	39,5	1
Mittelzentrum	43	Itzehoe	4	42,0	9,7	50.072	43	5,6	35.886	26,0	2,1	#	32,5	7,2	25.351	43	5,2	188.977	44	9,7	39,3	2
Mittelzentrum	42	Husum	4	42,0	9,7	38.005	41	5,3	193.282	40,0	3,2	#	32,5	7,2	18.234	41	4,9	58.860	32	7,0	37,3	3
Mittelzentrum i. Verdicht.'raum	100	Wedel	4	42,0	9,7	36.105	40	5,2	55.710	31,0	2,5	#	32,5	7,2	16.924	39	4,7	62.203	33	7,3	36,4	4
Unterzentrum Teilfunkt. MZ	103	Sylt	3	36,5	8,4	17.851	34	4,4	3.129.993	45,0	3,6	#	32,5	7,2	8.004	33	4,0	94.428	37	8,1	35,7	5
Unterzentrum mit Tornesch	96	Uetersen	2	27,0	6,2	44.952	42	5,5	26.175	23,0	1,8	#	32,5	7,2	23.843	42	5,0	169.558	41	9,0	34,7	6
Mittelzentrum i. Verdicht.'raum	69	Pinneberg	4	42,0	9,7	77.432	45	5,9	67.446	32,0	2,6	-	0	0,0	41.105	45	5,4	411.675	45	9,9	33,4	7
Unterzentrum	13	Bredstedt	2	27,0	6,2	20.607	37	4,8	143.073	38,0	3,0	#	32,5	7,2	8.698	35	4,2	57.085	29	6,4	31,8	8
Mittelzentrum	14	Brunsbüt- tel	4	42,0	9,7	14.685	28	3,6	19.026	21,0	1,7	#	32,5	7,2	6.686	31	3,7	41.965	24	5,3	31,1	9
Unterzentrum Teilfunkt. MZ	64	Niebuß	3	36,5	8,4	14.871	29	3,8	106.372	35,0	2,8	#	32,5	7,2	6.692	32	3,8	33.226	20	4,4	30,4	10
Mittelzentrum	35	Heide	4	42,0	9,7	35.685	39	5,1	52.379	30,0	2,4	-	0	0,0	17.167	40	4,8	94.926	38	8,4	30,3	11
Unterzentrum Teilfunkt. MZ	58	Meldorf	3	36,5	8,4	14.482	27	3,5	20.104	22,0	1,8	#	32,5	7,2	6.391	29	3,5	46.087	26	5,7	30,0	12
Unterzentrum	104	Wilster	2	27,0	6,2	11.072	25	3,3	8.643	16,0	1,3	#	32,5	7,2	4.620	25	3,0	84.149	36	7,9	28,8	13
Unterzentrum	31	Glücksta- dt	2	27,0	6,2	16.146	31	4,0	27.575	24,0	1,9	#	32,5	7,2	6.440	30	3,6	42.597	25	5,5	28,4	14
Unterzentrum	8	Barms- tedt	2	27,0	6,2	20.075	36	4,7	34.668	25,0	2,0	#	32,5	7,2	8.736	36	4,3	25.084	16	3,5	27,9	15
Stadtrandkern I. Ordnung	72	Quick- born	2	27,0	6,2	24.058	38	4,9	69.101	33,0	2,6	-	0	0,0	13.651	38	4,6	97.713	39	8,6	26,9	16
Unterzentrum	3	Albers-	2	27,0	6,2	7.491	17	2,2	11.513	17,0	1,4	#	32,5	7,2	2.855	18	2,2	81.845	35	7,7	26,8	17

TAB. 2-16: Rangfolge der Nahbereiche (Makro-Standorte): Einzeldaten des Punktwert-Verfahrens und Ergebnis

eigene Berechnungen und Bearbeitung: stadt & land

Nahbereiche			Indikatoren																		Ergebnis		
			ZO-System			Einwohner			tour. Übernachtungen			tour. Attraktion.			Ein-/Auspendler			Verkehrsmengen			Rang		
			Gewicht = 13%			Gewicht = 8%			Gewicht = 22%			Gewicht = 12%			Gewicht = 22%			Gewicht = 23%			Σ = 100%		
ZO Stufe	NB-Nr.	NB-Name	ZO „Wert“	Rang-Pk.	Prio-Beitrag	Zahl	Rang-Pk.	Prio-Beitrag	Zahl	Rang-Pk.	Prio-Beitrag	# = ja, ohne Mehrfachn.	Rang-Pk.	Prio-Beitrag	Zahl	Rang-Pk.	Prio-Beitrag	Zahl	Rang-Pk.	Prio-Beitrag	Prioritätszahl	Rang	
		dorf																					
Unterkern	25	Friedrichstadt	2	27,0	6,2	8.093	20	2,6	44.475	27,0	2,2	#	32,5	7,2	2.409	14	1,7	58.251	30	6,6	26,4	18	
Unterkern	57	Marne	2	27,0	6,2	12.977	26	3,4	144.689	39,0	3,1	#	32,5	7,2	4.844	26	3,1	21.792	12	2,6	25,6	19	
Unterkern Teilfunkt. MZ	94	Tönning	3	36,5	8,4	6.412	13	1,7	97.772	34,0	2,7	#	32,5	7,2	2.177	10	1,2	29.025	18	4,0	25,1	20	
Unterkern	16	Büsum	2	27,0	6,2	6.780	16	2,1	877.227	43,0	3,4	#	32,5	7,2	2.268	13	1,6	31.398	19	4,2	24,6	21	
Unterkern	51	Leck	2	27,0	6,2	15.338	30	3,9	12.296	19,0	1,5	-	0	0,0	5.687	27	3,2	79.295	34	7,5	22,4	22	
Unterkern	17	Burg (Dithm.)	2	27,0	6,2	9.990	24	3,1	0	7,5	0,6	#	32,5	7,2	3.444	22	2,6	11.316	8	1,8	21,5	23	
Stadtrandkern II. Ordnung	69b	„Pi-Halstenbek“	1	11,0	2,5	16.631	33	4,3	0	7,5	0,6	-	0	0,0	8.036	34	4,1	172.217	42	9,2	20,7	24	
ländlicher Zentralort	26	Garding	1	11,0	2,5	5.738	9	1,2	125.974	36,0	2,9	#	32,5	7,2	2.034	9	1,1	37.226	23	5,1	19,9	25	
Stadtrandkern II. Ordnung	69a	„Pi-Schnefeld“	1	11,0	2,5	18.448	35	4,6	0	7,5	0,6	-	0	0,0	11.093	37	4,4	58.785	31	6,8	18,9	26	
ländlicher Zentralort	41	Horst (Holstein)	1	11,0	2,5	8.752	23	3,0	0	7,5	0,6	-	0	0,0	4.359	24	2,9	98.115	40	8,8	17,8	27	
Unterkern	46	Kellinghusen	2	27,0	6,2	16.580	32	4,2	0	7,5	0,6	-	0	0,0	5.889	28	3,4	21.798	13	2,9	17,2	28	
ländlicher Zentralort	78	St. Michaelisdonn	1	11,0	2,5	6.734	15	2,0	0	7,5	0,6	#	32,5	7,2	2.937	19	2,3	18.517	11	2,4	16,9	29	
Unterkern zus. m. Nebel	105	„Wyk a.F. / Nebel“	2	27,0	6,2	8.378	22	2,9	784.642	42,0	3,4	-	0	0,0	3.104	21	2,5	6.675	7	1,5	16,5	30	
ländlicher Zentralort	102	Wesselburen	1	11,0	2,5	6.697	14	1,8	7.678	15,0	1,2	#	32,5	7,2	2.459	15	1,8	14.743	9	2,0	16,5	31	
ländlicher Zentralort	56	Lunden	1	11,0	2,5	5.020	8	1,0	0	7,5	0,6	#	32,5	7,2	1.913	8	1,0	27.250	17	3,7	16,0	32	

TAB. 2-16: Rangfolge der Nahbereiche (Makro-Standorte): Einzeldaten des Punktwert-Verfahrens und Ergebnis

eigene Berechnungen und Bearbeitung: stadt & land

Nahbereiche			Indikatoren																		Ergebnis	
			ZO-System			Einwohner			tour. Übernachtungen			tour. Attraktion.			Ein-/Auspendler			Verkehrsmengen			Rang	
			Gewicht = 13%			Gewicht = 8%			Gewicht = 22%			Gewicht = 12%			Gewicht = 22%			Gewicht = 23%			Σ = 100%	
ZO Stufe	NB-Nr.	NB-Name	ZO „Wert“	Rang-Pk.	Prio-Beitrag	Zahl	Rang-Pk.	Prio-Beitrag	Zahl	Rang-Pk.	Prio-Beitrag	# = ja, ohne Mehrfachn.	Rang-Pk.	Prio-Beitrag	Zahl	Rang-Pk.	Prio-Beitrag	Zahl	Rang-Pk.	Prio-Beitrag	Prioritätszahl	Rang
ländlicher Zentralort	90	Süderlügum	1	11,0	2,5	4.841	7	0,9	17.968	20,0	1,6	#	32,5	7,2	1.834	6	0,7	16.446	10	2,2	15,1	33
ländlicher Zentralort	79	St. Peter-Ording	1	11,0	2,5	3.781	4	0,5	1.195.757	44,0	3,5	#	32,5	7,2	1.711	5	0,6	4.217	3	0,7	15,0	34
ländlicher Zentralort	61	Neukirchen	1	11,0	2,5	4.208	5	0,7	11.620	18,0	1,4	#	32,5	7,2	1.669	4	0,5	5.189	6	1,3	13,6	35
ländlicher Zentralort	97	Viöl	1	11,0	2,5	8.199	21	2,7	0	7,5	0,6	-	0	0,0	3.607	23	2,8	34.863	22	4,8	13,5	36
ländlicher Zentralort	38	Hohenlockstedt	1	11,0	2,5	7.929	19	2,5	0	7,5	0,6	-	0	0,0	3.015	20	2,4	34.534	21	4,6	12,6	37
ländlicher Zentralort	82	Schenefeld	1	11,0	2,5	6.345	12	1,6	0	7,5	0,6	-	0	0,0	2.250	12	1,4	53.048	28	6,2	12,3	38
ländlicher Zentralort	98	Wacken	1	11,0	2,5	4.834	6	0,8	0	7,5	0,6	-	0	0,0	1.853	7	0,8	46.771	27	5,9	10,7	39
ländlicher Zentralort	92	Tellingstedt	1	11,0	2,5	7.822	18	2,3	0	7,5	0,6	-	0	0,0	2.633	17	2,0	23.659	14	3,1	10,6	40
Unterzentrum zus.m.Wyk/F.	105a	„Wyk a.F./Nebel“	2	27,0	6,2	2.241	2	0,3	746.991	41,0	3,3	-	0	0,0	962	3	0,4	3.158	2	0,4	10,6	41
ländlicher Zentralort	48	Krempe	1	11,0	2,5	5.838	10	1,3	0	7,5	0,6	-	0	0,0	2.509	16	1,9	24.215	15	3,3	9,7	42
ländlicher Zentralort	37	Hennstedt	1	11,0	2,5	5.914	11	1,4	0	7,5	0,6	-	0	0,0	2.191	11	1,3	5.023	5	1,1	7,0	43
keine	42a	„Hus.-N'str.-Pw“	0	1,5	0,3	3.420	3	0,4	141.173	37,0	3,0	-	0	0,0	647	2	0,2	4.271	4	0,9	4,8	44
keine	13a	„Bredst.-Halligen“	0	1,5	0,3	254	1	0,1	47.389	29,0	2,3	-	0	0,0	70	1	0,1	0	1	0,2	3,1	45

### 3. Mikro-Standorte

#### 3.1 Vorgehen

##### 3.1.1 Vom Makro- zum Mikro-Standort

Nachdem im ...

**1. Schritt** die 19 Makro-Standorte (Suchräume) definiert und priorisiert wurden, innerhalb derer jeweils eine Ladestation realisiert werden soll, erfolgt im ...

**2. Schritt** die Untersuchung von mehreren Mikro-Standorten je Makro-Standort, an denen die Stationen konkret errichtet werden können. (→ ABB. 3-1)

Mikro-Standorte können grundsätzlich überall im Nahbereich festgelegt werden, vorrangig wurden aber die Zentralorte betrachtet. Eine Abweichung von den ausgewählten 19 Standorten erwies sich im weiteren Verfahren als nicht erforderlich, weil überall Mikro-Standorte gefunden und abgestimmt werden konnten.

Das DEUTSCHE INSTITUT FÜR URBANISTIK (DIFU) hat eine Handreichung\* veröffentlicht, nach der sich die praktische Realisierung von Ladestationen u.U. als ein komplexer Prozess darstellen kann, bei dem zahlreiche Randbedingungen zu beachten sind. Aus diesem Grund erschien es geboten, die betroffenen Kommunen frühzeitig einzubinden. Diese wurden durch die beteiligten Kreise informiert und zu einem der insgesamt vier Erörterungsgespräche eingeladen. Die weitere Abstimmung von Mikro-Standorten konnte dann direkt zwischen den Kommunen und uns erfolgen.

\*) difu (2014) Genehmigungsprozess der E-Ladeinfrastruktur in Kommunen: Strategische und rechtliche Fragen. Berlin. <http://www.difu.de/publikationen/2014/genehmigungsprozess-der-e-ladeinfrastruktur-in-kommunen.html> (Download: Dez. 2014) → DOKUMENTATION KAP. 3.3

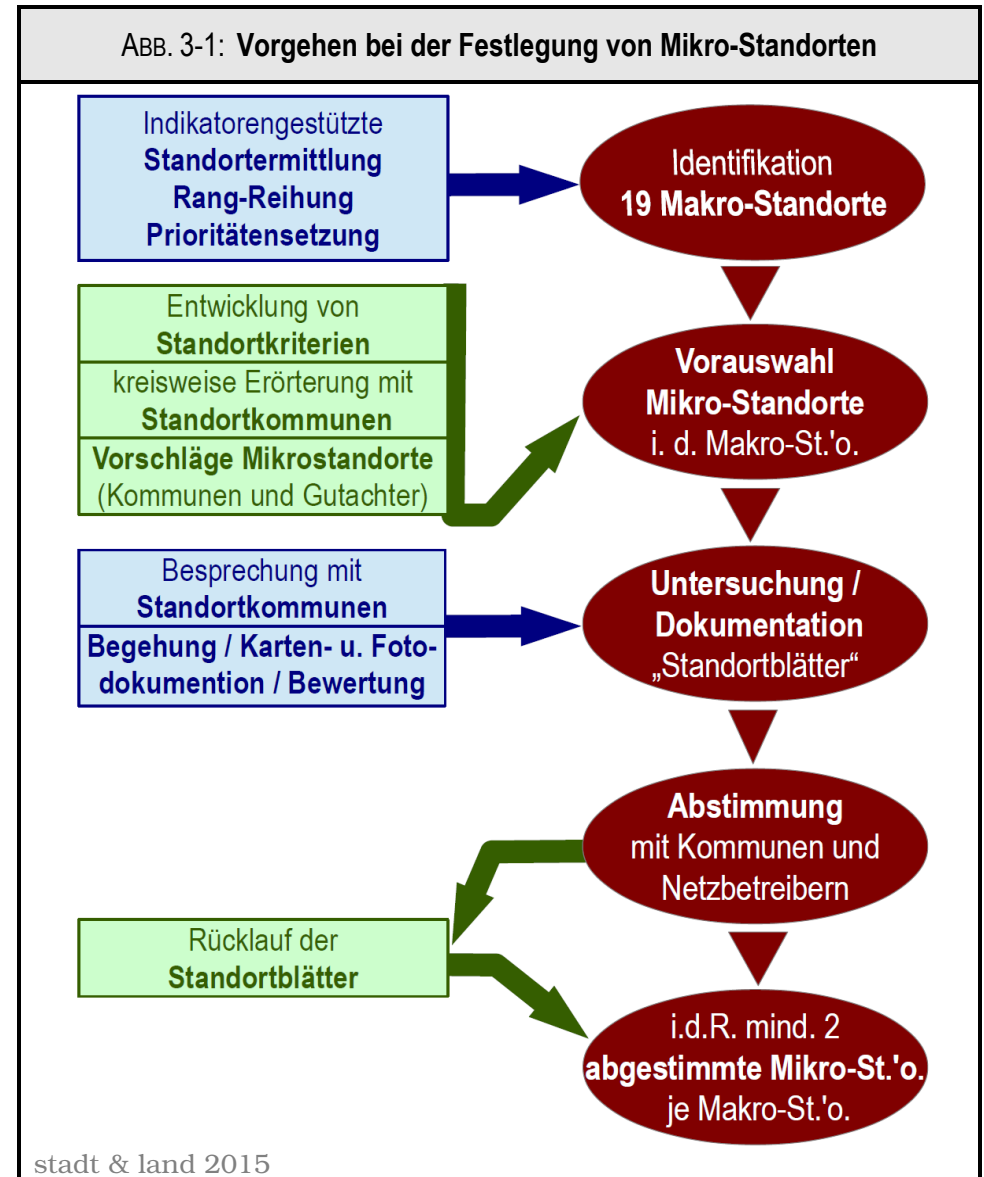







ABB. 3-2: **Kriterien / Standortblatt** Bearbeitung: stadt & land

Makro-Standort		[KOMMUNE]	Mikro-Standort		[LAGEBEZEICHUNG]
Kriterienbereich	Kriterium		Bewerten mit	+ 0 -	Allg. Beschreibung (textlich):
<b>Verkehr</b> 	Lage zu Verkehrsachsen (übergeordnetes Straßennetz, BAB-Anschlußstellen)				
	Erreichbarkeit, Anfahrbarkeit, Sichtbarkeit im öffentlichen Raum				
	Störungsfreier Betrieb gewährleistet (Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs)				
	Mitnutzung durch Taxi/Bus: siehe Erörterung im allgemeinen Text				
	Parkdruck nicht zu hoch, Aufstellfläche/Warteposition verfügbar ?				
<b>Fläche</b> 	Eigentümerstatus <u>öffentlich</u> / <u>privat</u>				wenn privat: Zustimmung Eigentümer liegt vor: ?
	Stromversorgung vorhanden / leicht herstellbar				Stromversorger:
	Eignung (Zuschnitt, Lagedetails, Anlieger)				mögl. Betreiber:
	Erweiterbarkeit				Baugebiet (BauNVO) Fläche/Umgebung:
	städtebauliche Zulässigkeit und Verträglichkeit				ggf. weitere Bemerkungen, Fußnoten
	Verfügbarkeit				
<b>Aufenthalt</b> 	Aufenthaltsqualität, Angebote in der Umgebung		zu Geschäftszeiten		Gesamtbeurteilung
			abends / wochenends		
			nachts		
	Soziale Kontrolle: siehe Erörterung im allgemeinen Text				

### ABB. 3-3: Ansichts-Beispiele von Ladestationen

Quelle: D. Lautensack (ABB Group): Schlüssel zur erfolgreichen Elektromobilität. Vernetzte DC Schnellladeinfrastruktur. 2014; Ausschnitte



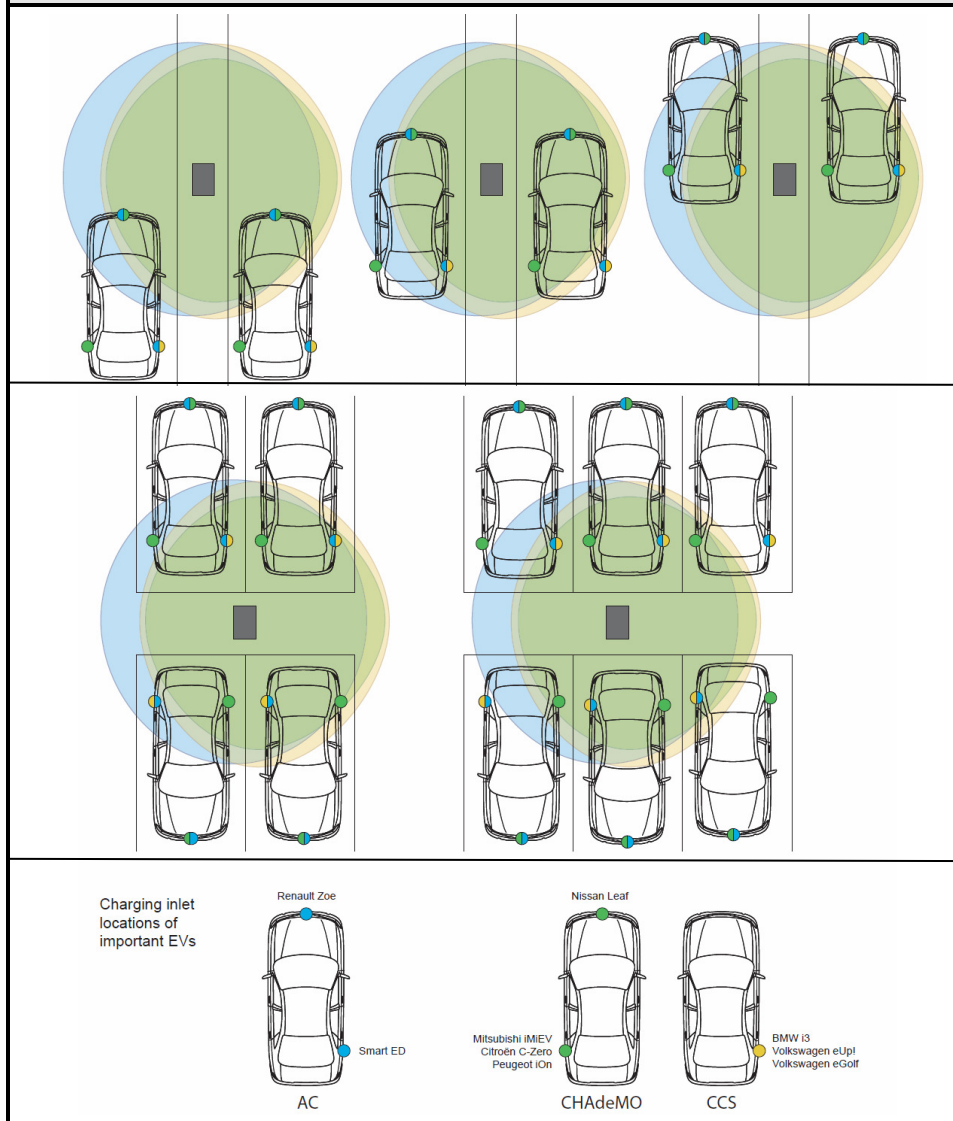
## 3.1.2 Kriterien

Entsprechend der Aufgabenstellung dieser Studie sind für die Auswahl und Bewertung von Mikrostandorten Kriterien in den drei Bereichen Verkehr, Flächeneigenschaften und Aufenthalt zu beachten. Hieraus haben wir ein Kriterienraster abgeleitet und in „Standortblättern“ (→ ANHANG) praktisch genutzt. Die Bewertung erfolgte nach gutachterlicher Einschätzung in den Stufen „+“ ... „o“ ... „-“. (→ ABB. 3-2)

### Verkehr

- Lage zu Verkehrsachsen (übergeordnetes Straßennetz, BAB-Anschlussstellen):  
*Bewertung: Hier ist i.d.R. eine positive Wertung durch die Vorauswahl der Makro-Standorte gegeben, da diese alle durch das Fernstraßennetz angebunden sind.*
- Erreichbarkeit, Anfahrbarkeit, Sichtbarkeit im öffentlichen Raum:  
*Bewertung: Positiv wirkt sich eine Lage unmittelbar an einer Fernstraße (auch innerorts) aus, negativ z.B. eine Altstadtlage, deren Anfahrbarkeit durch ein verwinkeltes und ggf. saisonal überlastetes Straßennetz erschwert wird.*
- Störungsfreier Betrieb (Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs)  
*Bewertung: Die meisten ausgewählten Standorte befinden sich auf öffentlichen oder privaten Parkplätzen und sind von daher geeignet. Straßenrandlagen müssen differenzierter beurteilt werden; besonderes Augenmerk gilt der Kabelführung im Hinblick auf andere Verkehrsteilnehmer. Längsparkstände sind wegen der unterschiedlichen Anschlussstellen am Fahrzeug weniger geeignet als Senkrecht- oder Schrägaufstellung. (→ ABB. 3-4).*
- Mitnutzung durch Taxi/Bus  
*Auf eine Bewertung wurde hier verzichtet, weil die Mitnutzung durch Taxis generell möglich oder sogar erwünscht ist. Bei starker Frequentierung der Stationen mit Wartezeiten sollte eine eigene Infrastruktur auf dem Betriebsgelände in Betracht gezogen*

ABB. 3-4: **Aufstellkonfigurationen / Anschlusspunkte** (Quelle: ABB 2014, bearb.)



werden. Ähnliches gilt für Busse, wo sich zudem andere Ladetechnologien abzeichnen, z.B. induktiv oder per Oberleitung an (End-)Haltestellen.\*

*\*)<http://www.nahverkehrs-praxis.de/news/nahverkehrspraxis-news/article/bvg-kauft-vier-batteriebusse-fuer-forschungsprojekt> (Mai 2015)*

*<http://www.nahverkehrs-praxis.de/news/nahverkehrspraxis-news/article/schweden-in-umeaa-setzen-auf-elektromobilitaet-im-busverkehr/> (Mai 2015)*

- **Parkdruck nicht zu hoch, Aufstellfläche/Warteposition verfügbar**  
*Bewertung: Auch wenn es möglich ist, mittels Beschilderung die Ladestation ordnungsrechtlich gegen Falschbelegung zu schützen (→ Foto im Standortblatt Niebüll Markt /Böhmestraße), ist eine Blockade durch Fremdparker nicht auszuschließen. Umgebungen mit hohem Parkdruck sollten daher nicht ausgewählt werden, wenn keine Überwachung gewährleistet werden kann. Wenn die Station belegt ist und Wartezeiten eintreten, sollte es in der Nähe eine Halteposition geben, ohne den Verkehr zu behindern.*

### Flächeneigenschaften

- **Eigentümerstatus öffentlich / privat**  
*Dies ist kein Bewertungskriterium. Vielfach erweisen sich private Standorte (meistens in Einkaufsgebieten) aus verkehrlichen und infrastrukturellen Gründen als gut geeignet. Aufgrund der gebotenen Neutralität dieser Studie gegenüber ggf. konkurrierenden privaten Flächeninhabern oder Betreibern tragen die betr. Standortblätter den Vermerk: „Private Fläche: Gutachterlicher Vorschlag nur zum exemplarischen Nachweis der prinzipiellen Eignung. Die Auswahl bedeutet keine Präjudizierung einer Standortentscheidung, insbesondere nicht im Hinblick auf eine mögliche Förderung. Die ergebnisoffene Prüfung evtl. anderer privater Interessenten als Bereitsteller von Flächen und/oder als Betreiber einer Ladestation bleibt unbenommen.“ (→ KAP. 6.1)*
- **Stromversorgung vorhanden / leicht herstellbar**  
*Die Stromversorgung wurde soweit möglich bei den jeweiligen Netzbetreibern (meistens Stadtwerken) geprüft und erscheint grundsätzlich überall möglich. Die (dokumentierte) Nähe zu Transformatoren ist dabei stets günstig, aber nicht allein ausschlaggebend, da deren aktuelle Reservekapazitäten zu berücksichtigen sind. Unsere Wirtschaftlichkeitsberechnung beinhaltet einen Grundpreis für den Anschluss, nicht aber*

eine ggf. erforderliche Aufrüstung eines Trafos oder eine überlange Anschlussleitung. (→ KAP. 5)

- **Eignung (Zuschnitt, Lagedetails, Anlieger)**  
*Bewertung: Zu beachten sind die Einpassung in den öffentlichen oder quasi-öffentlichen Raum und ggf. die Rücksichtnahme auf Anlieger; beides ist bei Flächen, die ohnehin als Parkplätze genutzt werden, i.d.R. unproblematisch.*
- **Erweiterbarkeit**  
*Bei guter Nachfrage könnte zu gegebener Zeit eine Erweiterung der Station sinnvoll werden; der erforderliche Platz sollte von Anfang an mitbedacht werden (alternativ wäre eine weitere Station an anderer Stelle im Ort vorzuziehen).*
- **städtebauliche Zulässigkeit und Verträglichkeit**  
*Bewertung: Die Zulässigkeit ist von den Kommunen zu prüfen; der baurechtliche Status der betroffenen Flächen und ihrer Nachbarschaft wird dokumentiert. Ggf. sind Gestaltungssatzungen zu beachten.*
- **Verfügbarkeit**  
*Bewertung: Die Verfügbarkeit wurde von den beteiligten Kommunen regelmäßig bejaht (vorbehaltlich politischer Beschlüsse). Bei den privaten Standorten konnte bisher eine Prüfung nur im Einzelfall erfolgen. (→ KAP. 6.1)*

## Aufenthalt

- **Aufenthaltsqualität, Angebote in der Umgebung zu Geschäftszeiten / abends / wochenends / nachts**  
*Bewertung: Entsprechend der Aufgabenstellung dieser Studie sollen in unmittelbarer Umgebung der Ladestation weitere Angebote vorhanden sein, um eine sinnvolle Nutzung der Ladezeit zu ermöglichen (WC, Gastronomie, Einkauf, Sightseeing, usw.). Diese dürfen allerdings nicht zu weit entfernt sein, um die erwartete Ladezeit von 20 bis 30 Minuten nicht zu überschreiten. Andererseits könnte ein kurzer Rundgang dazu führen, dass Durchreisende im Ort Ziele entdecken, die ihnen – nach Freigabe der Ladestation - einen längeren Aufenthalt wert sind, wodurch eine touristische Wertschöpfung gene-*

riert werden könnte. Einzelne Gesprächspartner bezweifeln allerdings die Notwendigkeit einer alternativen Zeitverwendung, da die Ladepause auch gut für Tätigkeiten im Auto (eMails checken, Zeitung lesen, Ausruhen) genutzt werden könnte.

*Bewertet haben wir die Nähe und Vielfalt von Angeboten, die an den meisten Standorten aber tageszeitlich und nach Wochentagen stark differiert.*

- **Soziale Kontrolle**  
*„Sicherheit im öffentlichen Raum bedeutet: Objektive Sicherheit - Keine Tatgelegenheiten - Keine Straftaten; Subjektive Sicherheit - Keine Angstgefühle - Kein Unbehagen“.\*  
Schlüssel für Sicherheit ist soziale Kontrolle. Diese fehlt insbesondere in monofunktionalen Räumen, die zu bestimmten Zeiten unbelebt sind. Dem lässt sich begegnen durch Nutzung einer Vielzahl unterschiedlicher sozialer, kultureller und Alters-Gruppen. Weitere Aspekte sind Übersichtlichkeit (Sichtachsen, Einsehbarkeit, keine Versteckmöglichkeiten, dunklen Ecken, verwinkelten Wege), lichter Bewuchs, gute Beleuchtung (funktionierend, gleichmäßige Ausleuchtung, kein Wechsel von helleren und dunkleren Bereichen durch zu große Abstände, nicht durch Bäume etc. beeinträchtigt). Nach Besichtigung der meisten Standorte haben wir von einer Einzelbewertung abgesehen, da für fast alle Standorte gilt: Soziale Kontrolle tagsüber gut bis mäßig, abends/ nachts kaum oder nicht vorhanden. Bei der Realisierung von Stationen sollten die hier angeführten Hinweise individuell berücksichtigt werden.*

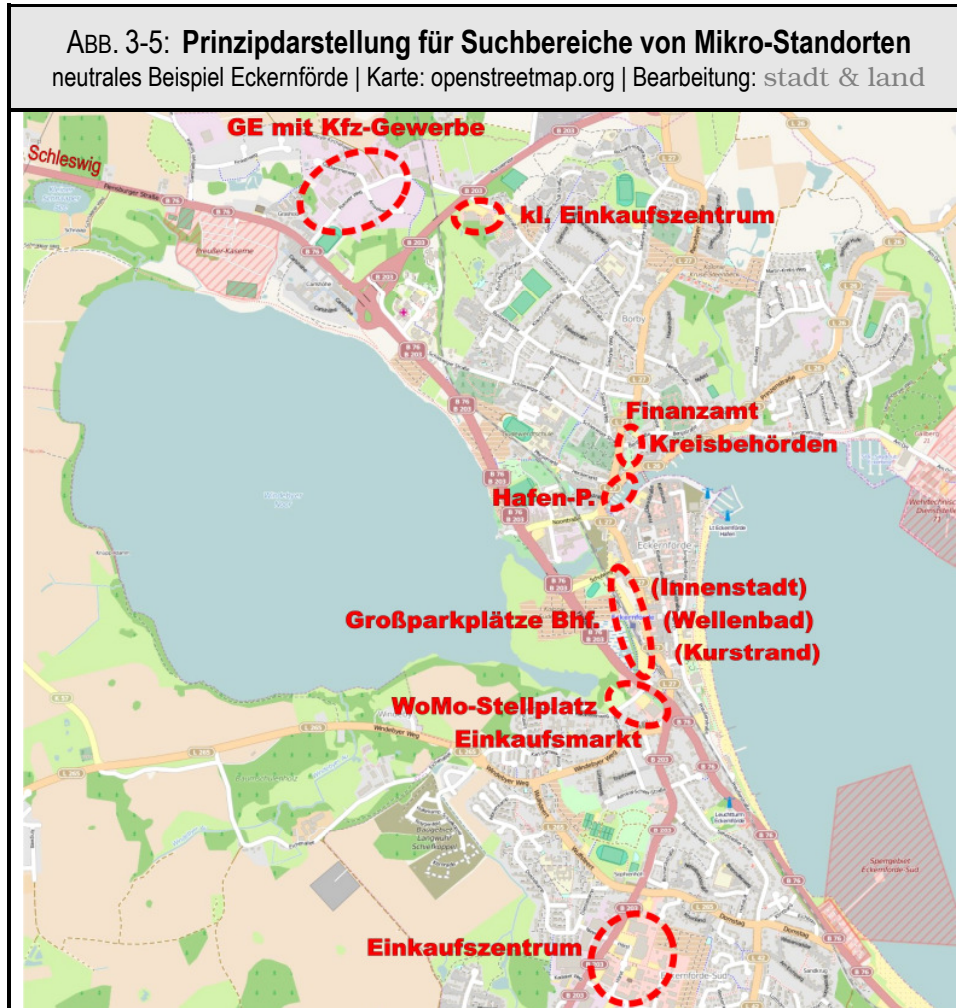
\*) I. Hermannsdorfer (Landeskriminalamt. Berlin, 2012): Städtebauliche Kriminalprävention: Maßnahmen für nachhaltige Sicherheit und Sauberkeit im öffentlichen Raum. [www.stadtentwicklung.berlin.de](http://www.stadtentwicklung.berlin.de) (Suche: „Kriminalprävention“; Download Mai 2015)

## Zur Aussagekraft der Kriterien

- Infolge des Findungsverfahrens mit den Kommunalverwaltungen stellen die hier dokumentierten Standorte bereits eine machbare Positiv-Auswahl dar. Ein Ausscheiden einzelner Standorte mit „k.-o.-Kriterien“ ist nicht vorgesehen. (Dieses wäre aber möglich, wenn Standorte zu beurteilen wären, die auf andere Weise ermittelt wurden.)
- Mithilfe der Kriterien kann eine Rangfolge mehrerer Mikro-Standorte in-

nerhalb eines Makro-Standortes vorgenommen werden.

- Die Kriterien stehen teilweise in Konkurrenz zueinander, so dass eine Abwägung vorzunehmen ist.



### 3.1.3 Eignungsräume

Unter Anwendung dieser Kriterien können typische Suchbereiche in den Orten vorgeschlagen werden. Dies können sein:

- Innenstadtlagen; Einkaufszentren
- Großparkplätze; Wohnmobilstellplätze
- Freizeit- und Tourismusziele
- Öffentliche Verwaltungsbauten
- Häfen (touristische bzw. mit Pkw-Verladung, auch Bahnverladung)
- Gewerbegebiete mit Kfz-Gewerbe / Tankstellen (wenn mit Zusatznutzen)
- Bahnhöfe / ÖPNV-Knoten: ausnahmsweise, weil hier eher keine Kunden für Schnellladung zu erwarten sind und oft Parkplatzknappheit herrscht

Die Suche und Vorauswahl potenziell geeigneter Mikro-Standorte illustrieren wir am neutralen Beispiel Eckernförde (→ ABB. 3-5).

### 3.1.4 Abgestimmte Mikro-Standorte

Mit den Kommunen konnten 51 Mikrostandorte abgestimmt werden, das sind 2,7 pro Makro-Standort. 28 sind auf öffentlichen und 23 auf privaten Flächen. 22 liegen unmittelbar an einer Fernstraße, 29 in anderen Lagen. 26 Standorte sind kommunale Parkplätze, 15 in Einkaufsgebieten, 8 bei einzelnen Unternehmen und 2 noch nicht bestimmbar (auf Flächen, die sich in der Planung befinden). (→ TAB. 3-6) \*

\* Nicht alle Standorte konnten während der Laufzeit des Gutachtens mit den jeweiligen Netzbetreibern abgestimmt werden. Die vorliegenden Rückläufe lassen aber die Verallgemeinerung zu, dass die ausgewählten Standorte i.d.R. elektrotechnisch und im Rahmen der angesetzten Durchschnittskosten (KAP. 5) realisierbar sind.

Die einzelnen Standortblätter finden sich im → ANHANG.

TAB 3-6: Abgestimmte Mikro-Standorte: Übersicht

Makro-Standort		Mikro-Standort	Lage	Typ	Besitz	Abst.
Nordfriesland	Bredstedt	Einkaufsgebiet Eisenbahnstr. / B5	F	E	P	<input type="checkbox"/>
		(mit Breklum) Einkaufsgeb. Husumer Str.	F	E	P	<input type="checkbox"/>
		Schwimmbad / Wohnmobilstellplatz	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
	Friedrichstadt	Am Deich	F	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		Schleswiger Str.	S	E	P	<input type="checkbox"/>
	Husum	Am Binnenhafen	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		Porrenkoogsweg / Wohnmobilstellplatz	S	U	P	<input type="checkbox"/>
		Rote Pforte /	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		Schiffbrücke / Hafen	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		(Gem. Südermarsch) Wilhelmstr. / K137	S	U	P	<input type="checkbox"/>
	Niebüll	Gather Landstr.	S	U	P	<input type="checkbox"/>
		Markt / Böhmestr.	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		Rathausstr. / Böhmestr.	S	U	P	<input type="checkbox"/>
	St.Peter-Ording	Bad / Strandläuferweg	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		Marktplatz	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
	Tönning	Am Hafen	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		Herrengaben	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		An der Bootfahrt / Schleusenstr.	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
Dithmarschen	Brunsbüttel	Schleusenmeile / Kautzstr.	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		Neues Zentrum	S	E	Ö	<input type="checkbox"/>
	Büsum	Einkaufsgebiet Heider Str.	F	E	P	<input type="checkbox"/>
		Großparkplatz P1	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		Hafen	F	K	Ö	<input type="checkbox"/>
	Heide	Einkaufsgebiet Ost	F	E	P	<input type="checkbox"/>
		Einkaufsgebiet Süd	F	E	P	<input type="checkbox"/>
		Gewerbegebiet Vogelweide	S	U	P	<input type="checkbox"/>
Heide-West / Option Autohof		F	?	P	<input type="checkbox"/>	

Makro-Standort	Mikro-Standort (Fortsetzung)	Lage	Typ	Besitz	Abst.	
	Marne	Ivo-Braak-Platz	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		ZOB	F	K	Ö	<input type="checkbox"/>
	Meldorf	Einkaufsgebiet Nord	F	E	P	<input type="checkbox"/>
		Landwirtschaftsmuseum	F	K	Ö	<input type="checkbox"/>
Nahversorgungs-Zentrum		S	E	P	<input type="checkbox"/>	
Schafstedt	Feuerwehr	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>	
Steinburg	Glückstadt	Am Kommandantengraben	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		Bahnhofstraße	F	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		Multifunktionsplatz	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
	Itzehoe	A23 Itzehoe-Mitte	F	U	P	<input type="checkbox"/>
		Adenauerallee	F	K	Ö	<input type="checkbox"/>
		Einkaufsgebiet Alsen-Ost	F	E	P	<input type="checkbox"/>
		Malzmüllerwiesen	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
	Kellinghusen	Einkaufsgebiet An der Stör	S	E	P	<input type="checkbox"/>
		Unterer Marktplatz	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
	Pinneberg	Elmshorn	Einkaufsgebiet „Grauer Esel“	F	E	P
Einkaufsgebiet Ramskamp / A23			F	E	P	<input type="checkbox"/>
Sanierungsgebiet Vormsteegen			F	?	Ö	<input type="checkbox"/>
Pinneberg		Einkaufsgebiet Flensburger Str. / A23	F	U	P	<input type="checkbox"/>
		Marktplatz	S	K	Ö	<input type="checkbox"/>
Tornesch		Tankstelle Rellinger Str. / A23	F	U	P	<input type="checkbox"/>
		Autohof Oha / A23	F	K	Ö	<input type="checkbox"/>
Wedel	Einkaufsgebiet Am Bahnhof	S	E	P	<input type="checkbox"/>	
		Einkaufsgebiet Rissener Str.	F	E	P	<input type="checkbox"/>

**Legende:**

Lage: F = an Fernstraße (BAB, B) gelegen | S = andere Lage im Ort  
Typ: E = im Einkaufsgebiet | K = auf kommunalem Parkplatz | U = bei sonst. privaten Unternehmen  
Besitz: Ö = öffentlich | P = Privat  
Abstimmung erfolgt mit:  Kommunalverwaltung |  Netzbetreiber (Stand: 08.07.15)

## 3.2 Elektrotechnische Aspekte

### 3.2.1 Steckersysteme

Um ein Fahrzeug schnell laden zu können, kommen grundsätzlich Wechselspannung (AC) und Gleichspannung (DC) in Betracht (→ ABB. 3-7). Hierbei gibt es derzeit drei – weitgehend unkompatible Steckersysteme (→ ABB. 3-8). Diese werden in unterschiedlichem Maße von den Herstellern eingesetzt, so dass sie parallel existieren und auch von Ladestationen sinnvollerweise parallel bedient werden müssen, will man den ganzen Markt an verfügbaren Fahrzeugen abdecken. Daneben gibt es noch eine Reihe von Fahrzeugen, die nicht schnellladefähig sind und an konventionelle Haushaltssteckdosen („Schuko“) oder Typ-2-Dosen angeschlossen werden. (→ ABB. 3-9)

ABB. 3-7: **Laden mit Wechselspannung (AC) und Gleichspannung (DC)**

Quelle: D. Lautensack (ABB Group): Schlüssel zur erfolgreichen Elektromobilität. Vernetzte DC Schnellladeinfrastruktur. 2014; Ausschnitt

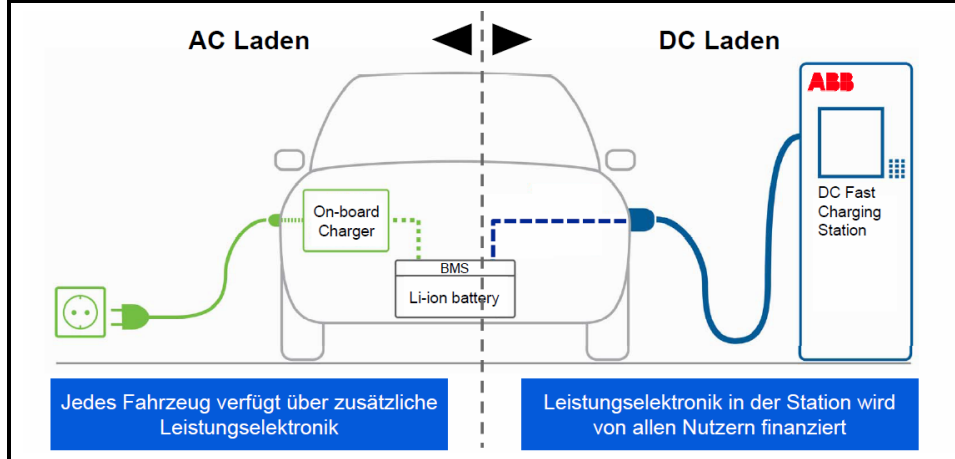


ABB. 3-8: **Steckersysteme für Schnellladung**

Quelle: vgl. Hawel, J. (2014): Potentiale der Elektromobilität in der Personenbeförderung im Kreis Nordfriesland. Master Thesis. Kiel; Internetrecherche | Bearbeitung **stadt & land**



**CHaDeMO** ist der Handelsname einer in Japan entwickelten Schnittstelle für ein Batteriemanagementsystem. Dieses System lässt mittels Gleichspannung eine Ladung von bis zu 62,5 kW zu.



Das **Combined Charging System (CCS)** kann sowohl Gleich- als auch Wechselspannung führen. Es entstammt einer Kooperation von Phoenix Contact mit einigen deutschen Automobilherstellern. Die fahrzeugseitige Wechselspannungsdose ist kompatibel mit dem Typ2-Stecker. Derzeit ist eine AC-Ladung über 250 V / 20 A und eine DC-Ladung über 850 V / 125 A möglich. Ein 3-Phasen-Wechselspannungssystem mit 480 V / 63 A und ein DC 850 V / 200 A-System ist in Vorbereitung.



Der **Typ-2 / Typ-3-Stecker** ist sowohl für AC- als auch für DC-Ladung vorgesehen und zusätzlich als kombiniertes CCS-System verfügbar. Er wurde weitestgehend als europäischer Standard definiert. Mit ihm lässt sich über den einfachen Hausanschluss mit 230 V / 3,7 kW oder mit 400 V Drehstrom mit 32 A laden. Ausgelegt ist der Stecker für einen Strom von bis zu 63 A. Der Stecker ist zusätzlich als Typ 3 mit einem sog. Shutter verfügbar. Diese Verriegelung gibt die Kontakte erst frei, wenn der Stecker eingeführt wird. Der Typ3-Stecker ist auf einen Strom von 32 A spezifiziert und wird voraussichtlich in Frankreich als Standard eingeführt werden.

ABB. 3-9: Steckersysteme am Fahrzeugmarkt (Quelle: D. Lautensack (ABB Group): Schlüssel zur erfolgreichen Elektromobilität. Vernetzte DC Schnellladeinfrastruktur. 2014; Ausschnitt)

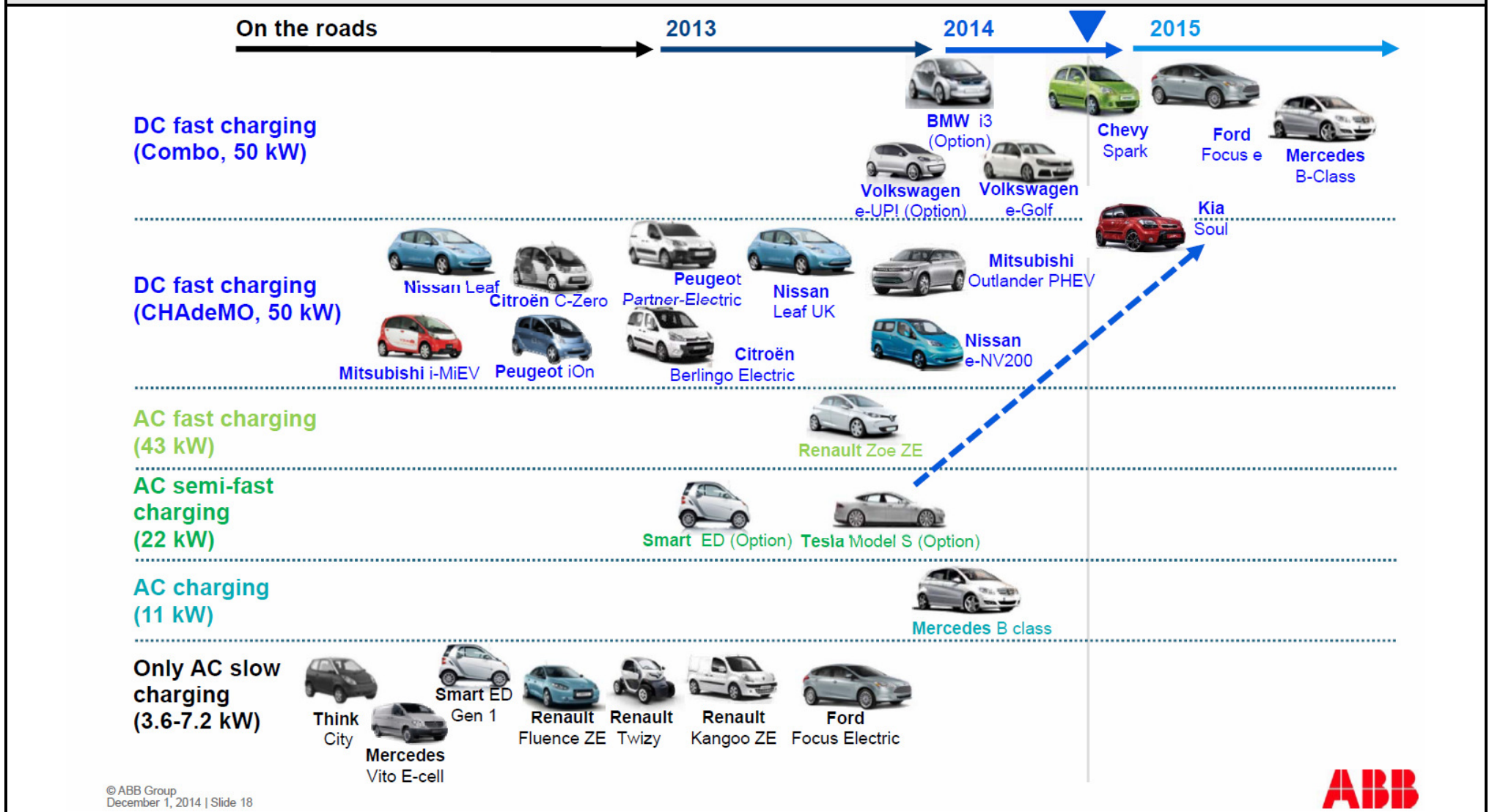
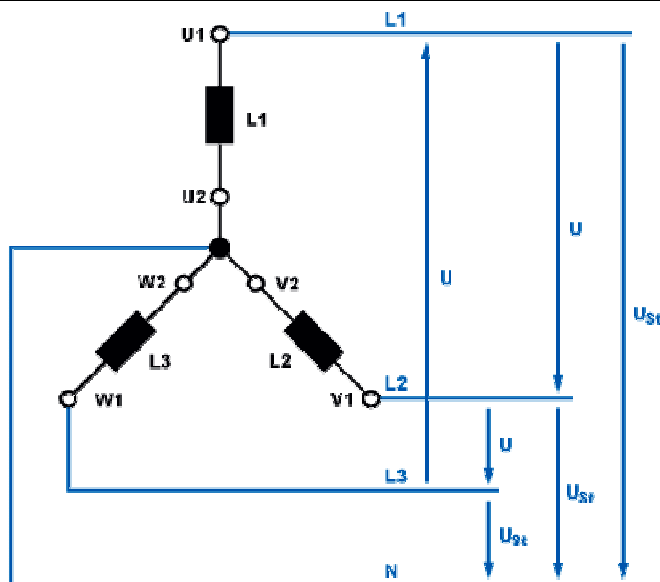
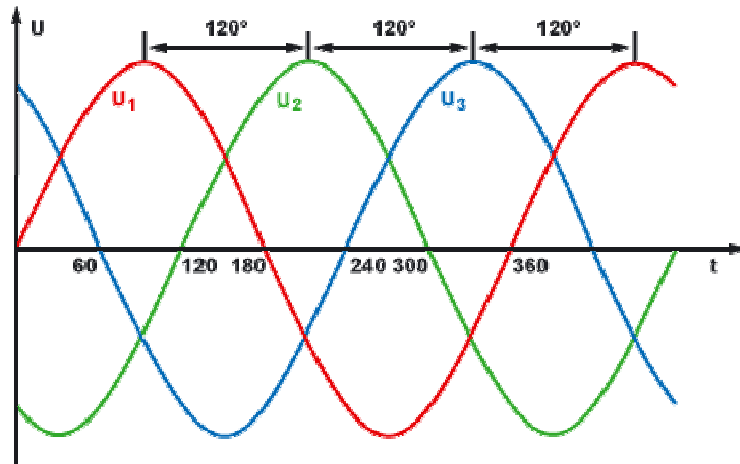




ABB. 3-10: OBEN Dreiphasenwechselspannung und UNTEN Sternschaltung

Quelle: <http://www.elektronik-kompodium.de>



### 3.2.2 Stromversorgung im Netz

#### Dreiphasenwechselspannung

Die Energieversorgung beruht in der Regel auf dem Dreiphasen-Wechselspannungs-System. Dies bedeutet, dass in drei Leitern (Phasen) eine Wechselspannung mit gleicher Frequenz geführt wird. Diese Frequenz beschreibt den Verlauf der Spannung und beträgt in Deutschland 50 Hz. Zwar führen diese Leiter nun die gleiche Spannung und die gleiche Frequenz, allerdings sind die Frequenzen in den einzelnen Leitern jeweils um  $120^\circ$  zueinander phasenverschoben, wie  $\rightarrow$  ABB. 3-10 OBEN verdeutlicht.

Die  $\rightarrow$  ABB. 3-10 UNTEN zeigt die Verhältnisse im sog. „400-V-Drehstromnetz“. Auf Niederspannungsebene beträgt die Spannung (U) zwischen zwei der sogenannten Außenleiter 400 V. Über den Verkettungsfaktor ( $=\sqrt{3}$ ) lässt sich die Spannung der einzelnen Leiter ( $U_{St}$ ) gegenüber dem Nullleiter (N) berechnen:

$$400V * \sqrt{3} = 230V$$

Um die Leistungsaufnahme einer Schnellladestation zu bestimmen, ist es notwendig, den benötigten Strom zu kennen. Lieferbare Stationen können i.d.R. einen Eingangsstrom von 135 A aufnehmen. In unserer Studie arbeiten wir mit einer Anforderung von 100 Ampere; damit berechnet sich die maximale Eingangsleistung wie folgt:

$$400V * 100A * \sqrt{3} = 70 \text{ kVA}$$

Spannung \* Strom \* Verkettungsfaktor = Scheinleistung.

Die Scheinleistung ist die Leistung, die dem Verbraucher zugeführt wird und setzt sich zusammen aus der tatsächlich umgesetzten Wirkleistung und der Blindleistung.

Bei maximaler Nennausgangsleistung kann der Wirkungsgrad einer Station zum Beispiel 95% betragen. Bei maximaler Stromaufnahme von 100 A, betrüge die Nennausgangsleistung 66,5 kW.

$$70 \text{ kVA} * 95\% = 66,5 \text{ kW}$$

Da es sich um die Ausgangsleistung handelt, wird die Größe nun in Watt angegeben.

Bauartbedingt liegt die maximale Ausgangsleistung eines Ladepunktes (einer der drei Stecker der Station) unterhalb der Eingangsleistung. Durch die höhere Anschlussleistung ist es somit möglich, auch mehrere Fahrzeuge gleichzeitig zu laden.

Wird eine durchschnittliche DC Ladeleistung von 50 kW angenommen, kann unter Berücksichtigung von spezifischen Ladevorgängen und Ladeverlusten eine durchschnittliche Fahrzeugbatterie von 20 kWh in bis zu 20 Minuten vollständig geladen werden.

Demgegenüber wird bei 22 kW AC Ladeleistung ca. eine Stunde benötigt.

Bei den benötigten Leistungen ist es am sinnvollsten, den Anschluss der Station direkt am Trafo zu realisieren, da in diesem Fall die Last auf das gesamte Netz verteilt wird. Liegt der Anschluss in einer Unterverteilung, können dort Leistungsschwankungen auftreten.

Weitere Informationen zum Stationsaufbau siehe:  
Arbeitsgruppe 4 „Normung, Standardisierung und Zertifizierung“  
der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) (2013):  
Technischer Leitfaden Ladeinfrastruktur. [http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user\\_upload/Redaktion/1379664398\\_de\\_220996077.pdf](http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/1379664398_de_220996077.pdf)

ABB. 3-11: 50 kW-Schnellladestation Enge-Sande (NF), ChAdeMo-Stecker

Fotos Februar 2015: stadt & land



### 3.3 Dokumentation / Arbeitspapier: difu-Studie „Genehmigungsprozess ...“

#### Deutsches Institut für Urbanistik – difu Genehmigungsprozess der E-Ladeinfrastruktur in Kommunen: Strategische und rechtliche Fragen

Kurzübersicht / eigene Zusammenstellung  
zur ausführlichen Unterrichtung bitte das Originaldokument  
heranziehen:

<http://www.difu.de/publikationen/2014/genehmigungsprozess-der-e-ladeinfrastruktur-in-kommunen.html>

Bearbeitung: stadt & land

#### 3.3.1 E-Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum

##### Kommunikation der Akteure

- persönliches Gespräch/persönlicher Kontakt Kommune und Antragsteller
- Gesamtkoordination, Organisationshoheit: Kommune
- gemeinsames Verständnis von Begrifflichkeiten
- Beteiligungsprozess
  - Bürgerbeteiligung
  - frühzeitige Einbindung der Politik

##### Potenzielle Akteure



##### Standortkonzept - Kriterien

Vorteil: Entschärfung vieler Fragen im förmlichen Genehmigungsverfahren

Leitlinie zum bedarfsgerechten Aufbau kann Genehmigungsprozess sinnvoll erleichtern

- Angaben zur Verfügbarkeit von Flächen auf privatem Grund (wg. Knappheit öff. Flächen)
- Sicherheit und Leichtigkeit des Straßenverkehrs: störungsfreier Standort
- Erreichbarkeit und Zugänglichkeit
- Netzinfrastruktur, Netzkapazitäten

- Frequentierung
- Laderrelevante Verweildauer der Fahrzeuge: Nutzungsmöglichkeiten (z.B. Geschäfte)
- Intermodale Verknüpfungsmöglichkeiten: ÖPNV-Anbindung, P+R-Plätze [??]
- Anzahl der Stellplätze
- Integration in den Stadtraum: städtebauliche Gestaltungsprinzipien (Gestaltungsleitlinie ?)
- Sichtbarkeit, Öffentlichkeitswirksamkeit, Publikumswirksamkeit (Bekanntheitsgrad)

##### Antragstellung auf straßenrechtliche Sondernutzung durch Betreiber

- schriftlich
- Fotos und Luftbilder
- Kurze Beschreibung des Standortes
- Informationen über die geplante Ladestation (z.B. Herstellungskosten, Ausstattung, Art Aussehen)
- Lagepläne
- Katasterauszug
- Leitungspläne (= antragsbegründende Unterlagen) Versorgungsleitungen Dritter
- Angaben zur aktuellen Verkehrsbeschilderung
- Kurze Begründung der Standortentscheidung (Attraktivität bzw. Effektivität)

## Behördlicher Entscheidungsprozess

auf Grundlage straßenrechtlicher Genehmigungsvorschriften im Rahmen des zustehenden Ermessens

- Ortsbegehung
- Gestaltung und Integration in das Stadtbild
- Anschluss Energieversorgungsnetz
  - Kontakt mit örtlichem Netzbetreiber vor Beginn des förmlichen Genehmigungsverfahrens
  - Netzanschlussvertrag Antragsteller / Netzbetreiber
  - vorhandene Netzstrukturen nutzen
- Flächennutzungskonkurrenzen, bauplanungsrechtliche Zulässigkeit
  - verkehrliche, soziale und ökologische Funktionen des öffentlichen Raums
  - Vereinbarkeit mit Ladeinfrastruktur  
Abwägung der Nutzungen
  - bauplanungsrechtliche Zulässigkeit.
- Sondernutzung/Bauordnungsrecht
  - Inanspruchnahme der öffentlichen Fläche = Sondernutzung
  - keine Beeinträchtigung des übrigen Gemeindegebrauchs (Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs)
  - Verpflichtung: Antragsteller als Bauherr
  - klassifizierte Kreis- und Landesstraßen: Landesstraßenrecht (§ 21 StrWG SH), Bundesstraßen: §§ 5, 8 Bundesfernstraßengesetz
  - E-Ladeinfrastruktur als bauliche Anlage im Sinne des Bauordnungsrechts zu qualifizieren (Errichtung

in der Regel verfahrensfrei und ohne Baugenehmigung möglich

- bauordnungsrechtliche Vorgaben einhalten (z.B. Gestaltungsleitlinien, Brandschutz, Denkmalschutzvorschriften).
- Ausweisung Sonderparkflächen
  - ggf. zeitbasiertes Parken und Laden
- Verkehrssicherungspflichten
  - Betrieb der E-Ladeinfrastruktur im öffentlichen Straßenraum darf Dritte nicht verletzen
  - haftungsrechtliche Relevanz
  - Verkehrssicherungspflichten Straßenbaulastträger ./ Verantwortungssphäre Betreiber der E-Ladeinfrastruktur: Verkehrssicherungspflichten explizit regeln
- Sicherheit / Leichtigkeit des Straßenverkehrs
  - Anforderungen der Sicherheit und Ordnung sowie anerkannte Regeln der Technik
  - Bauherr/Antragsteller hat alle zum Schutz der Straße und des Straßenverkehrs erforderlichen Vorkehrungen zu treffen (Absperrung, Kennzeichnung, Verkehrsleitung/ -regelung, auch bei teilweiser Straßen-sperrung, Umleitungen, ...)
- Nebenbestimmungen zur Genehmigung, z.B.
  - Rückbauverpflichtung
  - Verkehrssicherungspflichten
  - andere Verpflichtungen (unvorhergesehene Mehraufwendungen, Änderung der E-Ladeinfrastruktur, Wiederherstellung der Fläche bei Beendigung)
  - Widerrufsvorbehalt und zeitliche Befristung

- Konkrete Betriebspflichten (Wartung, Betriebszeiten etc.)

- Vorgaben zu den Gebühren (z.B. Kombination „Laden & Parken“)
- Sondernutzungssatzungen und Gebühren
  - die mit Aufstellung der E-Ladesäule zu verfolgende Sondernutzung des öffentlichen Straßenraumes sollte möglichst eindeutig in der Sondernutzungssatzung genannt werden
  - Regelung der Entrichtung von Gebühren für Inanspruchnahme öffentlicher Wegefläche durch die Errichtung der Ladestationen

## Erteilung Sondernutzungserlaubnis

- Verwaltungsakt oder öffentlich-rechtlicher Vertrag (Erfahrungen aus Modellregionen)

## Beantragung und Genehmigung der Tiefbauarbeiten

- Durchführung von Tiefbauarbeiten im öffentlichen Straßenraum:
  - erfordert separate Genehmigung auf Grundlage des Straßenrechts („Aufgrabeschein“)
  - Antrag: konkrete Bezeichnung des Standorts, Beschreibung notwendiger Arbeiten, Dauer der Arbeiten, Ausführungsplan
  - Arbeiten im öffentlichen Straßengrund nach Richtlinien und technischen Vorschriften der Kommune von einem beim Tiefbauamt zugelassenen Unternehmer unter Aufsicht der Kommune durchzuführen
  - spätestens 4 Wochen vor Baubeginn durchzuführende Arbeiten mit Kommune abzustimmen, Versorgungsleitungen mit Versorgungsunternehmen

- Ortstermin ausführende Firma / Tiefbauamt

### Aufstellung der E-Ladesäule

- Mit Aufstellung der E-Ladesäule treffen die Verkehrs-sicherungspflichtigen den Betreiber

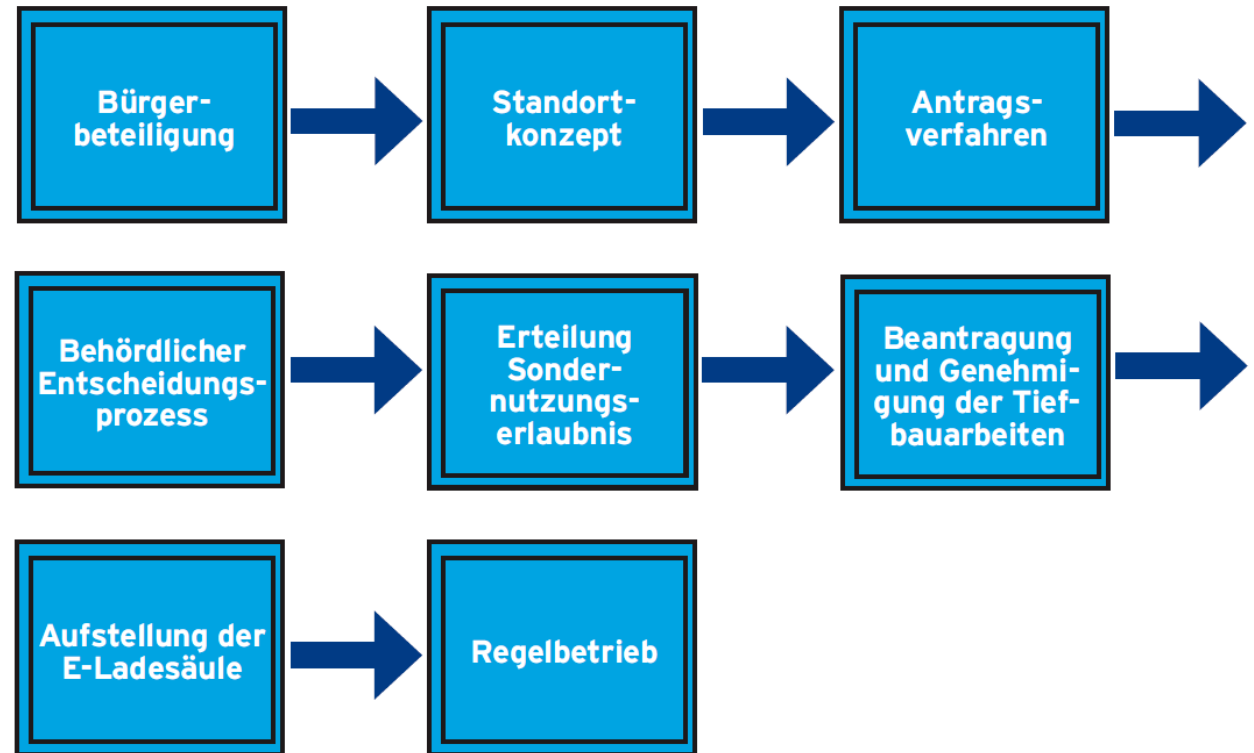
### Regelbetrieb

- sinnvoll: Berichterstattung durch Betreiber zum aktuellen und möglichen zukünftigen Bedarf, Erkenntnisse für den ggf. notwendigen Ausbau der E-Ladeinfrastruktur
- Jahresbericht grundsätzlich vertraglich oder durch Nebenbestimmungen vereinbaren

### 3.3.2 E-Ladeinfrastruktur im halböffentlichen Raum

- Einfacher als im öffentlichen Raum: praktische und rechtliche Herausforderungen hier wesentlich geringer.
- Baurechtlich grundsätzlich Genehmigungsfreiheit, dennoch weitere öffentlich-rechtliche Vorschriften zu beachten:
- bauordnungsrechtliches Verunstaltungsverbot (Straßen-, Orts- und Landschaftsbild)
- rechtliche Vorgaben zur Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs
- Denkmalschutzvorschriften sind zu beachten (insbes. Umgebung eines Denkmals ?)

### Planungs- und Genehmigungsprozess – idealtypisch

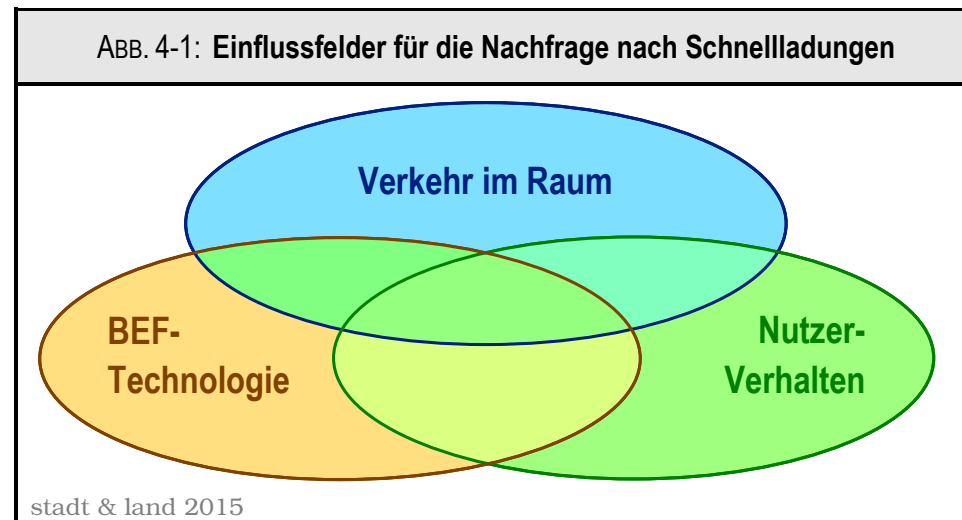


## 4. Vorausschätzung der Lade-Nachfrage

### 4.1 Einleitende Bemerkungen zum Vorgehen

Für jeden Makro-Standort soll die Nachfrage nach Schnellladungen für batterieelektrische Fahrzeuge (BEF) im Jahr 2020 ermittelt werden. Eine Prognose dieser Werte hat komplexe Wirkungszusammenhänge zu berücksichtigen, die von drei großen Feldern von Einflussfaktoren gesteuert werden (→ ABB. 4-1):

- (Straßen-)Verkehr nach Menge, räumlicher Verteilung und Saisonalität;
- Technologie der batterieelektrischen Fahrzeuge in Bezug auf Ladekapazität und Reichweite;
- Verhalten der Nutzer batterieelektrischer Fahrzeuge hinsichtlich ihrer Mobilität und ihrer Lade-Gewohnheiten.



Für den Zweck der Untersuchung gibt es kein anderweitig vorliegendes Verfahren, so dass ein eigenes Modell entwickelt werden muss. Hierbei kommen Daten mit unterschiedlichen Qualitäten zur Anwendung:

- abgesicherte Zähl- und Befragungsdaten (z.B. Verkehr, Mobilität);
- empirische Daten in z.Z. noch geringem Umfang (z.B. Nutzerverhalten);
- technische Parameter, deren zukünftige Entwicklung schwer abschätzbar ist (BEF-Technologie);
- eigene Berechnungen, Analogieschlüsse, Einschätzungen und Setzungen (insbesondere zur Verknüpfung der unterschiedlichen Faktoren).

Das Verfahren bildet alle bekannt gewordenen und für relevant gehaltenen Einflüsse in nachvollziehbarer Weise ab, so dass mit variierten Annahmen und Wirkungsfaktoren auch andere Ergebnisse möglich sind.

Die verwendbaren Daten liegen vor ...

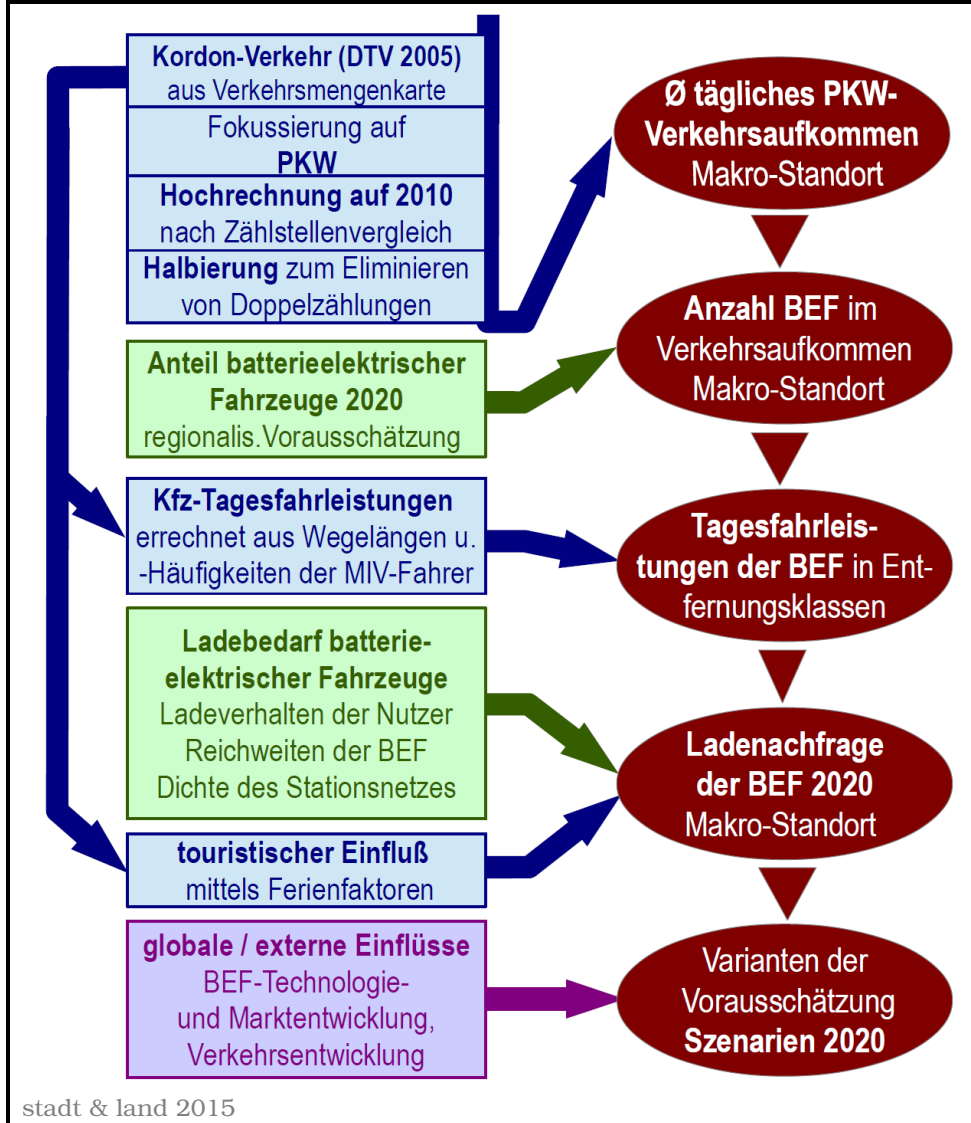
... auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen (für einzelne Makro-Standorte bis zum Bundesgebiet);

... für unterschiedliche Zeitpunkte und Zeiträume zwischen Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft (2008 bis 2020).

Nicht alle Angaben können wir auf den Untersuchungsraum bzw. den Zielhorizont 2020 normieren bzw. prognostizieren. Das Modell nimmt deswegen eine gewisse Vermischung in Kauf, die dadurch relativiert wird, dass wir am Ende eine denkbare Bandbreite des jeweiligen Ergebnisses durch plausible Zu- und Abschläge angeben.

Weil das Vorgehen insgesamt und notwendigerweise mit Unsicherheiten verbunden ist, verwenden wir dafür im Folgenden die Bezeichnung „Vorausschätzung“ anstelle des Begriffs „Prognose“, welcher eine höhere Genauigkeit beansprucht. (→ ABB. 4-2)

ABB. 4-2: Vorgehen bei der Vorausschätzung der Lade-Nachfrage



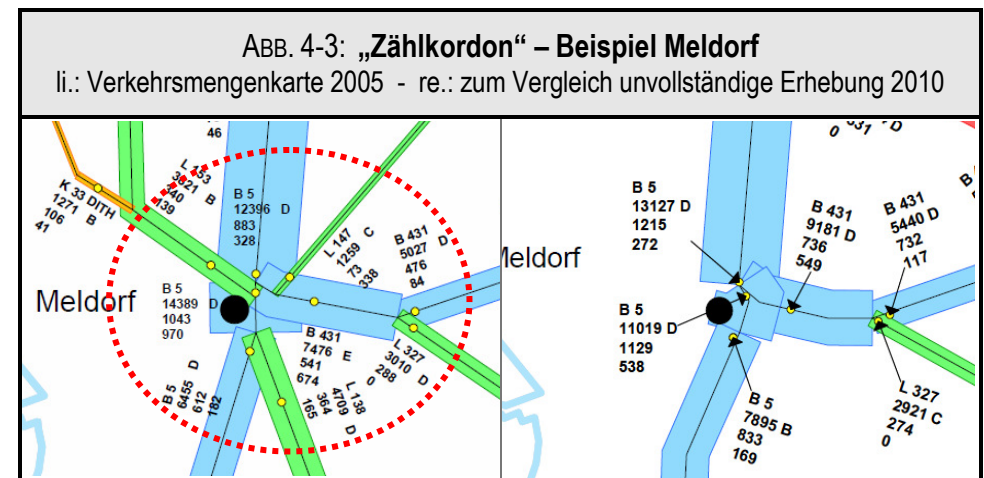
## 4.2 Verfahrensschritte

### 4.2.1 Verkehrsaufkommen am Makro-Standort

#### Kordon-Verkehrsmengen, PKW-Anteil, Hochrechnung

Wie bereits dargestellt (→ KAP. 2.2.3), liegen die 5-jährlich erhobenen „durchschnittlichen täglichen Verkehrsmengen“ (DTV) für Schleswig-Holstein in hinreichender räumlicher Breite nur bis 2005 vor. Bei der Auswahl der Makro-Standorte hatten wir aus der VERKEHRSMENGENKARTE 2005\* vereinfachend nur die gesamten Kfz-Verkehre ermittelt. Dafür wurden um die betrachteten Orte „Zählkordons“ gelegt und die Querschnittsbelastungen aller Straßen am Kordon aufsummiert.

\*) Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein: Verkehrsmengenkarten und Zählstellentabellen 2005 und 2010, digital



Weil für den Markt batterieelektrischer Fahrzeuge gegenwärtig und bis 2020 die Nutzfahrzeuge keine bedeutende Rolle spielen, haben wir im

Folgenden auf PKW fokussiert. Die Verkehrsmengenkarte weist für die jeweiligen Zählstellen aus:

1. Zahl: Straßenbezeichnung
2. Zahl: „Gesamtverkehr und Dauerlinientyp“ (letzterer hier nicht relevant)
3. Zahl: „Güterverkehr“
4. Zahl: „Radfahrer“

Die PKW-Zahlen ermitteln wir durch Subtraktion [Gesamtverkehr] – [Güterverkehr] – [Radfahrer] = [PKW]; sie liegen im Durchschnitt der 19 Makro-Standorte ca. 14% unterhalb der Gesamtverkehrsmenge.

Mittels eines Vergleichs der für beide Jahre 2005 und 2010 vorliegenden Zählstellendaten im Umfeld des jeweiligen Makrostandorts wurden anschließend die PKW-Zahlen auf das Jahr 2010 individuell hochgerechnet. Es ergeben sich im Untersuchungsraum erhebliche Unterschiede zwischen -6% und +10%, die nach Anschauung nicht ohne Weiteres zu erklären sind. Im Mittel liegen die PKW-Mengen 2010 um 1% höher als 2005. (Daten\* in → TAB. 5-3 / 5-4)

\* ) die Rohdaten sind nicht Bestandteil dieses Berichts, sie stehen dem Auftraggeber zur Verfügung

### Eliminieren von Doppelzählungen

Wie aus der Illustration hervorgeht, beinhalten die Querschnitte am Kordon folgende Verkehrsanteile: (→ ABB. 4-4):

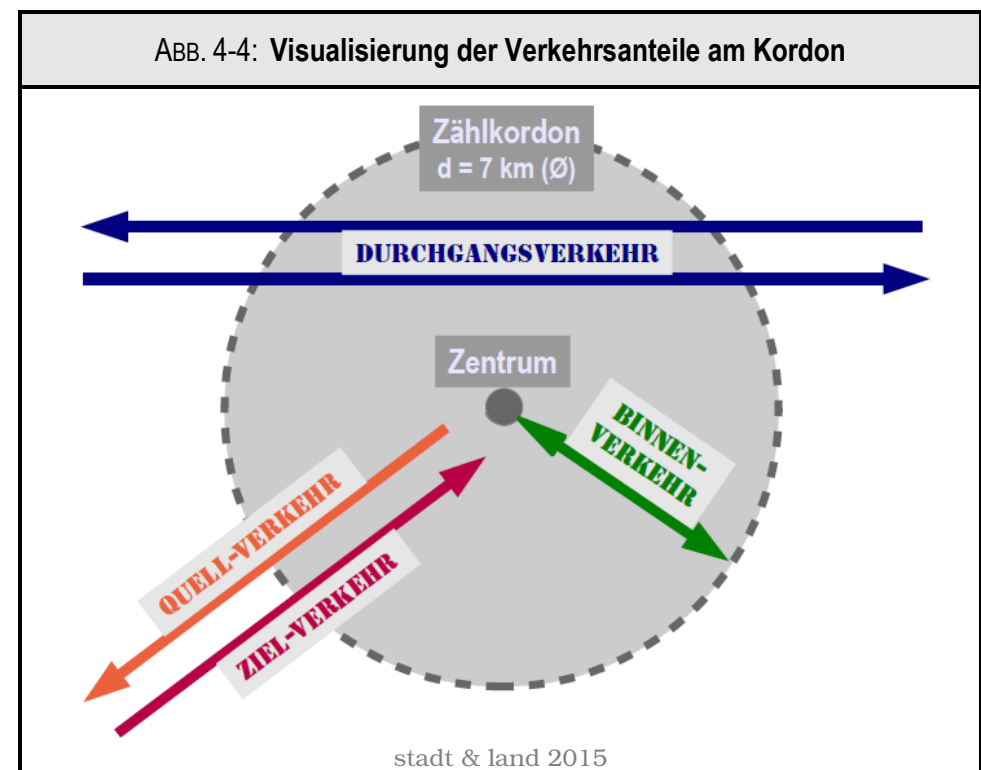
- Durchgangsverkehr (Ziel und Quelle *außerhalb* des Kordons)
- Quellverkehr (Ziel *außerhalb* des Kordons)
- Zielverkehr (Quelle *außerhalb* des Kordons)

jedoch nicht den

- Binnenverkehr (Ziel und Quelle *innerhalb* des Kordons).

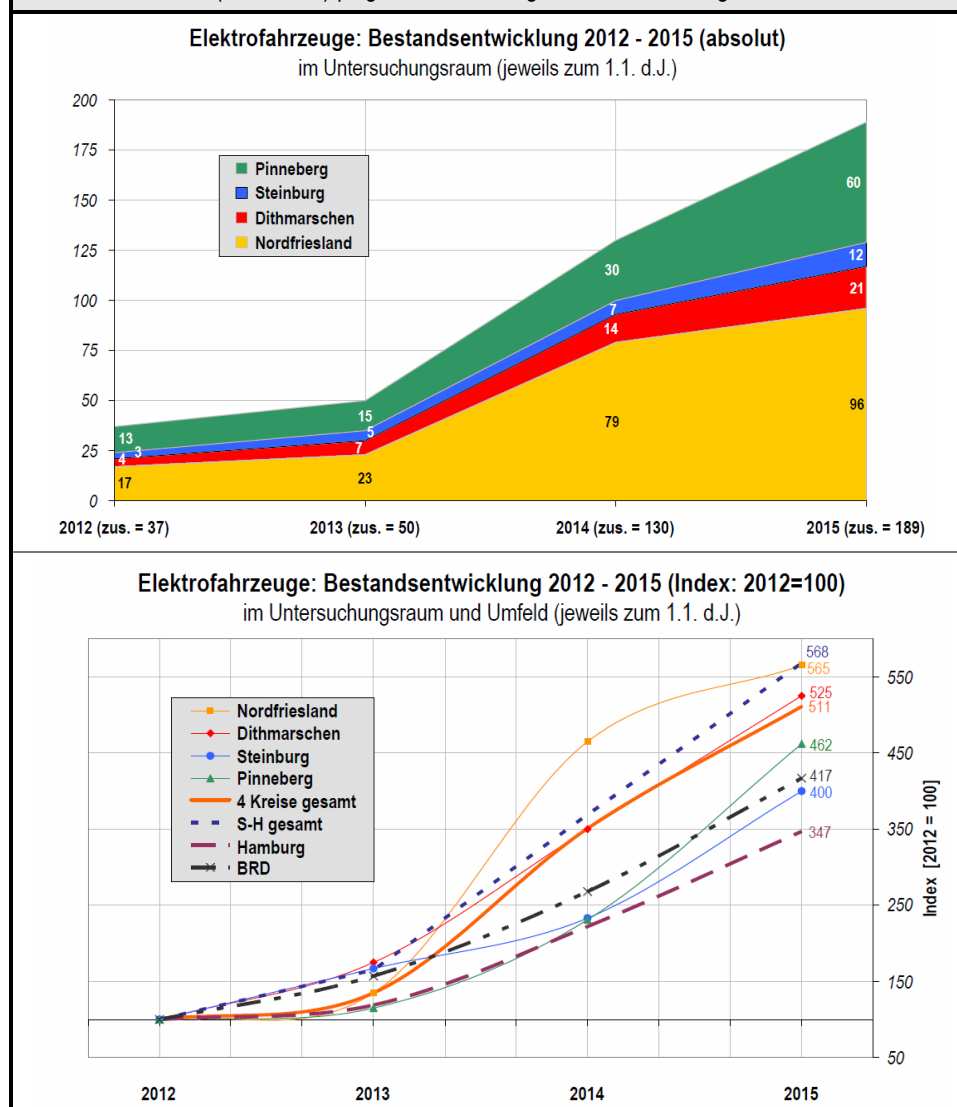
Auch ist unmittelbar zu ersehen, dass Fahrzeuge des Durchgangsverkehrs zweimal gezählt werden. Weiterhin entspricht jedem Fahrzeug des Zielverkehrs eines des Quellverkehrs (z.B. bei einer täglichen Hin- und Rückfahrt). Streuungen von Hin- und Rückfahrten über verschiedene Tage gleichen sich statistisch über das Jahr aus.

Demnach sind die Kordonverkehrsmengen zu halbieren, um die Zahl der Fahrzeuge zu erhalten, die den Makrostandort tatsächlich befahren. In einem späteren Schritt erfolgt die Berücksichtigung der Binnenverkehre der gewählten Kordons (die einen mittleren Durchmesser von 7 km haben).





**ABB. 4-5: Bestand und Entwicklung der Elektrofahrzeuge (BEF)**  
 Quellen: KBA (siehe Text) | eigene Berechnungen und Bearbeitung: **stadt & land**



## 4.2.2 Anteil batterieelektrischer Fahrzeuge 2020

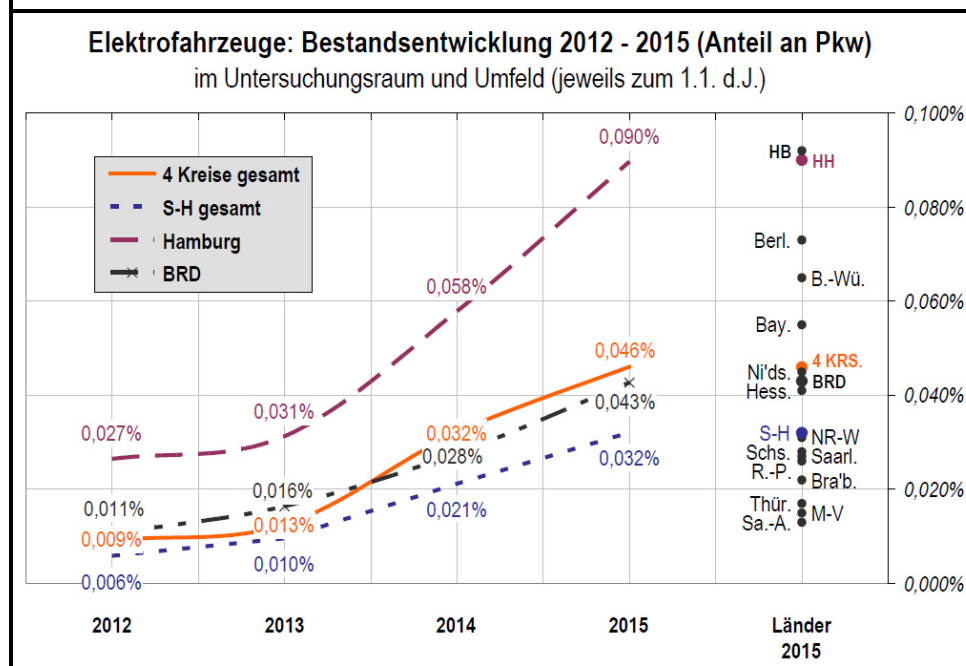
### Bestand und Entwicklung im Untersuchungsraum

Die Zahl zugelassener Elektrofahrzeugen (BEF) in den vier Kreisen Pinneberg, Steinburg, Dithmarschen und Nordfriesland weist in allen Jahren 2012 bis 2015 eine positive Entwicklung auf (→ ABB. 4-5 OBEN). Nordfriesland kann zwischen 2013 und 2014 den Bestand (mehr als) verdreifachen, in den übrigen Kreisen ist etwa eine Verdopplung eingetreten. Das erhöhte Wachstum in Nordfriesland lässt sich deuten als Folge eines besonderen Engagements der Bevölkerung sowie einer auf den Ausbau erneuerbarer Energien fokussierten Politik, insbes. die E-Mobilitätsförderung in 2013. Die Veränderung von 2014 auf 2015 fällt dementsprechend geringer aus. Der Bestand im Kreis Pinneberg hat sich wie im Vorjahr verdoppelt.

Für den Vergleich in der Entwicklung des Bestandes an Elektrofahrzeugen in unterschiedlichen Regionen haben wir die Bestände der Jahre 2013, 2014 und 2015 auf das Basis-Jahr 2012 indiziert (→ ABB. 4-5 UNTEN). Damit lässt sich beispielsweise die überdurchschnittliche Entwicklung im Kreis Nordfriesland im Jahr 2013 erkennen. Unterhalb des Bundesdurchschnittes liegen der Kreis Steinburg sowie die Stadt Hamburg. Der gesamte Untersuchungsraum Westküste liegt mit 511 deutlich über dem Bundeswert von 417, begründet durch die hohen Werte der Kreise Nordfriesland, Dithmarschen und Pinneberg. Auch das gesamte Schleswig-Holstein hat in den letzten Jahren eine starke Entwicklung auf einen Wert von jetzt 568 genommen.

Werden die Anteile der BEF an den Gesamtbeständen der Pkw in den jeweiligen Regionen berechnet (→ ABB. 4-6), zeigt sich die bisher kleine Rolle dieser Fahrzeuge. Die Entwicklungen im Untersuchungsgebiet sowie in SH weisen hier einen vergleichbaren Verlauf wie die in der BRD auf. Hamburg als Metropolregion mit seiner verdichteten Raumstruktur und

ABB. 4-6: **Bestand und Entwicklung der Elektrofahrzeuge (BEF)**  
 Quellen: KBA (siehe Text) | eigene Berechnungen und Bearbeitung: **stadt & land**



urbanen Verkehrsbedingungen hat schon länger einen höheren BEF-Anteil als die Umland- und ländlichen Regionen, der weiter stark wächst. Diese haben – von einer niedrigeren Ausgangsbasis – ein höheres absolutes Wachstum (→ ABB. 4-5 UNTEN).

### Bestand und Entwicklung des Pkw- Bestands in Deutschland

Um den zukünftigen Anteil an Elektrofahrzeugen (EF) am gesamten Pkw-Bestand abschätzen zu können, ist zunächst die Gesamt-Entwicklung zu

betrachten. Hierzu wird der mögliche Bestand im Jahr 2020 in zwei unterschiedlichen Szenarien dargestellt. Bei einer Ausgangssituation von derzeit ca. 44,4 Mio. zugelassenen Pkw in Deutschland\* besteht zum einen die Möglichkeit einer fortlaufenden Zunahme im Bestand. Für dieses Szenario ziehen wir die SHELL-Studie heran. Diese erwartet im Jahr 2020 einen Pkw Bestand von 45,2 Mio. Fahrzeugen, der bis zum Jahr 2040 auf 42,7 Mio. Pkw zurückgeht.\*\* Weiterhin betrachten wir Teilergebnisse aus der Untersuchung des DLR. Diese ermittelt im Jahr 2020 einen Bestand von 43 Mio. Pkw, der bis zum Jahr 2040 aufgrund des demografischen Wandels bis auf 41 Mio. Fahrzeuge heruntergeht. \*\*\*

\*) Kraftfahrtsbundesamt: KAB.de ... Statistik  
 \*\*) Shell Deutschland Oil GmbH: PKW-Szenarien bis 2040, S. 34 (45,2 Mio im Jahr 2022/2023, S. 77)  
 \*\*\*) Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR.: Der Pkw-Markt bis 2040: Was das Auto von morgen antreibt. Stuttgart 2013, S. 29

Bei den Szenarien können wir nun einen möglichen Bestand an elektrisch betriebenen Fahrzeugen zuteilen, wodurch wir schließlich einen relativen Anteil an Elektrofahrzeugen in insgesamt vier Szenarien ermitteln.

Für eine Abschätzung eines möglichen Bestandes an EF muss zunächst eine definitorische Abgrenzung der EF vorgenommen werden. Grundsätzlich zählen zu den Elektrofahrzeugen

- Batterie-Elektrische-Fahrzeuge (BEF)
- PlugIn-Hybrid Elektrische Fahrzeuge (PHEF) und
- Range-Extender Elektrische-Fahrzeuge (REEF)

In dieser Unterscheidung liegt gleichzeitig die Schwierigkeit für die Prognose. Im Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung von August 2009 wurde das Ziel genannt, bis zum Jahr 2020 1 Mio. Elektrofahrzeuge im Bestand der zugelassenen Pkw zu erreichen. Aller-

dings liegt dort keine eindeutige Differenzierung in der Art des Elektrofahrzeuges vor.\* Im Bericht wird zum einen von der Bedeutung der PlugIn-Hybrid-Fahrzeuge gesprochen, zum anderen werden Berechnungen über den Energieverbrauch von 1 Mio. vollelektrischen Fahrzeugen dargestellt. Weitere Untersuchungen gehen bei einer für die Elektromobilität günstigen Entwicklung davon aus, dass bis zum Jahr 2020 sogar ein Bestand von mehr als 1 Mio. möglich ist (Fraunhofer-Institut 1,4 Mio., DLR 1,45 Mio.).\*\*

\*) Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung, S. 2

\*\*\*) ISI Fraunhofer: Markthochlaufszszenarien für Elektrofahrzeuge, Karlsruhe 2013 S. 18  
DLR a.a.O., S.

Bei näherer Betrachtung differenzieren sich die 1,45 Mio. Pkw des DLR jedoch in 1,3 Mio. Parallel-Hybrid-Fahrzeuge und nur 150.000 BEF. Das Fraunhofer-Institut differenziert nicht in dieser Weise. Diese Ergebnisse unterstreichen die Annahme, dass es sich bei dem Ziel der Bundesregierung, nach heutigem Stand, um BEF + PHEF + REEF handeln muss. Dennoch ziehen wir für unsere Abschätzung zur Veranschaulichung die Zahl von 1 Mio. BEF als obersten Wert für das Jahr 2020 heran

### Abschätzung 2020

Nach den Zulassungszahlen des Kraftfahrtbundesamtes beläuft sich der Bestand im Januar 2015 auf 18.948 BEF und 107.754 Hybrid Fahrzeuge \*. Zum Zeitpunkt der ersten Erfassung im Jahr 2012 lag der Bestand bei 4.541 BEF bzw. 47.642 Hybrid-Fahrzeugen.\*\*

\*) [http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/2014\\_b\\_umwelt\\_dusl\\_absolut.html?nn=663524](http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/2014_b_umwelt_dusl_absolut.html?nn=663524)

\*\*\*) [http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/2012/2012\\_b\\_emi\\_eckdaten\\_absolut.html?nn=663508](http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/2012/2012_b_emi_eckdaten_absolut.html?nn=663508)

Für die Abschätzung des Bestandes im Jahre 2020 verwenden wir neben dem Ziel der Bundesregierung von 1 Mio. Pkw, die genannten Studien

Shell Deutschland Oil GmbH (PKW-Szenarien bis 2040) und DLR (DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT UND RAUMFAHRT): *Der Pkw-Markt bis 2040: Was das Auto von morgen antreibt*. Die Studie des Fraunhofer Instituts ist nicht geeignet, da - wie bereits erwähnt - keine Differenzierung zwischen BEF- und Hybrid-Fahrzeugen vorliegt.

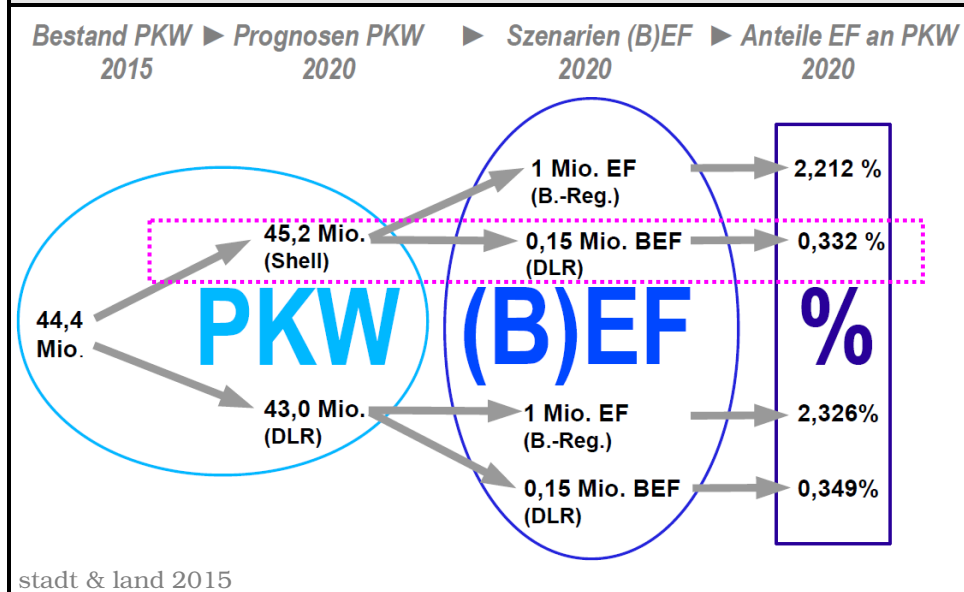
In der Studie des DLR werden insgesamt fünf unterschiedliche Hochlaufszszenarien jeweils einem Basis-Szenario (lineare Entwicklungen) gegenübergestellt. In diesem Szenario wird ein Bestand von 150.000 BEF im Jahr 2020 erwartet.

In den Shell-Pkw-Szenarien wurden zwei Varianten entwickelt. Im Trend-Szenario werden 98.000 BEF erwartet, in einem Alternativ-Szenario 168.000 Fahrzeuge.

Wird zusätzlich den Bestandsentwicklungen, die sich aus den Angaben des KBA ableiten lassen und im Durchschnitt ein Wachstum von 62% gegenüber dem Vorjahr ergeben, ein weiterhin lineares Wachstum unterstellt, ergibt sich ein Bestand von BEF im Jahr 2020 von 128.232; im Jahr 2021 liegt der Bestand bereits bei 206.826 rein elektrisch angetriebenen Pkw. Der exakte Mittelwert sämtlicher Prognosewerte ergibt 150.212. Aus diesem Grund nehmen wir vereinfacht einen Bestand von 150.000 BEF als realistisch erreichbarer Wert für das Jahr 2020 an. (→ ABB. 4-7),

Auf Basis dieser Erkenntnisse und der oben genannten Auswahl der zwei bzw. vier Szenarien für mögliche Hochläufe im Pkw-Bestand bis zum Jahr 2020 stellen wir nun spezifische Berechnungen für den Untersuchungsraum, schleswig-holsteinische Westküste, sowie Schleswig-Holstein, Hamburg und zur weiteren Referenz die Bundesrepublik Deutschland an.

ABB. 4-7: **Szenarien für elektrische und batterieelektr. Fahrzeuge (EF, BEF)**  
 massgebliches Szenario für weitere Berechnungen **markiert**  
 Quellen: Shell, DLR (siehe Text) | eigene Berechnungen und Bearbeitung



### Szenarien-Berechnungen für den Untersuchungsraum

Zunächst betrachten wir Szenario 1 (→ TAB. 4-8). In diesem ist die Basis ein Gesamt-PKW-Bestand von 45,2 Mio. Fahrzeugen im Jahr 2020 (vgl. Shell: Pkw-Szenarien bis 2040). Ausgehend von dem aktuellen Pkw-Bestand von 44,4 Mio. Fahrzeugen errechnet sich bis zum Jahr 2020 eine Zunahme von 1,76 Prozent. Diesen Wert multiplizieren wir mit allen Bestandwerten aus den betrachteten Regionen, gehen also von einer gleichmäßigen Zunahme über die gesamte Fläche der BRD aus, unabhängig von spezifischen regionalen Entwicklungen.

Im zweiten Schritt ermitteln wir den Anteil der Elektrofahrzeuge am Gesamtbestand für die weiteren Szenarien mit 1 Mio. (2,21 Prozent) bzw. 0,15 Mio. (0,33 Prozent). Multipliziert mit den zuvor berechneten Bestandswerten in den Regionen im Jahr 2020, ergeben sich nun mögliche Bestandszahlen für Elektrofahrzeuge im Untersuchungsraum. Wie die folgende Tabelle zeigt, liegt die zu erwartende Zahl an E-Mobilen

- im Untersuchungsraum zwischen 1.386 und 9.240 Pkw
- in Schleswig-Holstein zwischen 5.254 und 35.029
- in Hamburg zwischen 2.535 und 16.897
- und in der BRD, wie in der Ausgangssituation, zwischen 150.000 und 1.000.000 Fahrzeugen.

Die oben beschriebenen Berechnungen wiederholen wir im Szenario 2 (→ TAB. 4-9). In diesem ist die Basis ein gleichbleibender Pkw-Gesamtbestand von 43 Mio. Fahrzeugen im Jahr 2020. Dies bedeutet für den Gesamtbestand eine Verminderung um 3,26 Prozent. Für den Untersuchungsraum liegt der zu erwartende Wert der E-Mobile zwischen 1.385 und 9.233, für Schleswig-Holstein zwischen 5.250 und 35.002, für Hamburg zwischen 2.533 und 16.884, für die BRD gleichbleibend zwischen 150.000 und 1.000.000 elektrisch betriebenen Pkw.

Ein Vergleich der Ergebnisse aus Szenario 1 und 2 macht deutlich, dass eine Veränderung im Gesamtbestand nur äußerst geringe Unterschiede bewirkt. Eine Abnahme im Gesamtbestand und eine gleichzeitiger Anstieg im Bestand der BEF bewirkt eine positive Entwicklung.

Das beschriebene Szenario-Modell wird anhand dieser Darstellung noch einmal grafisch dargestellt (→ ABB. 4-10). Dadurch wird ersichtlich, welche (linearen) Entwicklungen notwendig sind um, wie beschrieben, entweder die obere durch die Bundesregierung definierte Zielmarke von 1 Mio. Fahrzeugen zu erreichen (hier die oberen drei Kurven), oder die definierte

untere Grenze von 0,15 Mio. Fahrzeugen (untere drei Kurven). Für das Szenario 2 (0,15 Mio.) zeichnet sich eine annähernd lineare Entwicklung ab, wohingegen die Verläufe im Szenario 1 eine deutliche Zunahme im Bestand fordern.

## Festlegung

Für die Berechnungen der Ladenachfrage gehen wir davon aus, dass nur BEF die Schnellladeinfrastruktur in Anspruch nehmen werden; für Hybrid-Fahrzeuge besteht dazu keine Notwendigkeit. Außerdem beziehen wir uns ausschließlich auf Szenario 1 in der Variante mit dem Shell-Basisszenario (moderates Wachstum des Pkw-Bestands bis 2020) und einem

**BEF-Anteil von 0,332 % in 2020.**

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Ziel der Bundesregierung mit 1 Mio. Elektrofahrzeugen (Annahme hier: BEF) aller Wahrscheinlichkeit nach nicht einzuhalten ist. Werden den Elektrofahrzeugen zusätzlich Hybrid- und Rangeextender-Modelle zugerechnet, erscheint eine Realisierung jedoch machbar.

Mit dieser Konstellation das Ziel von 150.000 Elektrofahrzeugen zu erreichen, ist mehr als wahrscheinlich, da der heutige Bestand schon annähernd in dieser Dimension liegt. Den Bestand

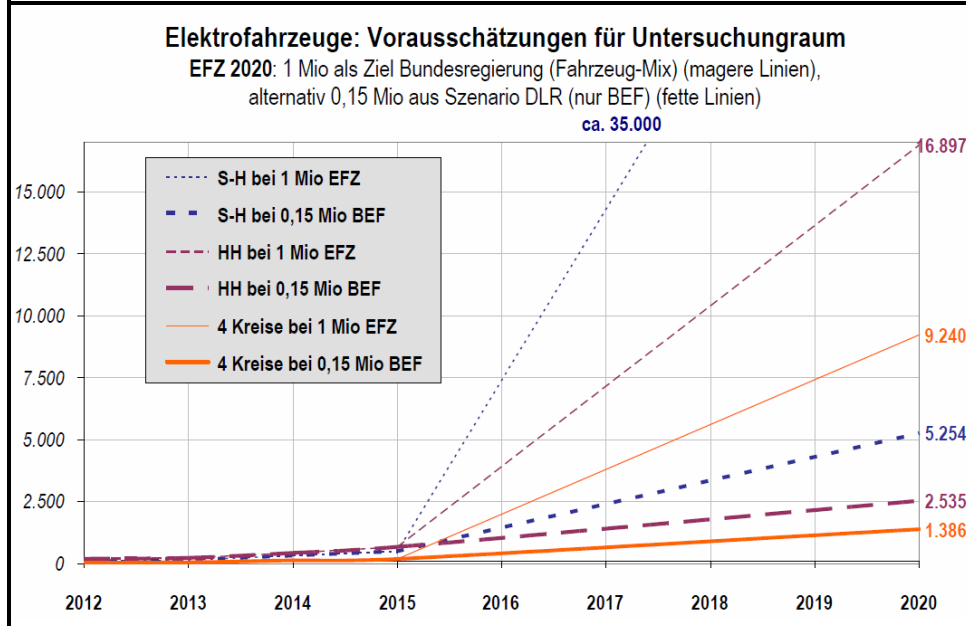
der BEF in den nächsten fünf bis sechs Jahren von

TAB. 4-8: Szenario 1 auf Basis der Shell-Studie (45,2 Mio. Pkw 2020, BRD)						
Szenarien	Pkw gesamt 2020		Elektrofahrzeuge 2020			
	45,2 Mio.		1 Mio.		0,15 Mio.	
Nordfriesland	96.548	1,76%	2.136	2,21%	320	0,33%
Dithmarschen	76.469	1,76%	1.692	2,21%	254	0,33%
Pinneberg	168.141	1,76%	3.720	2,21%	558	0,33%
Steinburg	76.495	1,76%	1.692	2,21%	254	0,33%
Untersuch.'raum 4 Kreise	417.653	1,76%	9.240	2,21%	1.386	0,33%
Schleswig-Holstein	1.583.293	1,76%	35.029	2,21%	5.254	0,33%
Hamburg	763.741	1,76%	16.897	2,21%	2.535	0,33%
BRD	45.200.000	1,76%	1.000.000	2,21%	150.000	0,33%

TAB. 4-9: Szenario 2 auf Basis der DLR-Studie (43 Mio. Pkw 2020, BRD)						
Szenarien	Pkw gesamt 2020		Elektrofahrzeuge 2020			
	43,9 Mio. Mio.		1 Mio.		0,15 Mio.	
Nordfriesland	91.779	-3,26%	2.134	2,33%	320	0,35%
Dithmarschen	72.692	-3,26%	1.691	2,33%	254	0,35%
Pinneberg	159.836	-3,26%	3.717	2,33%	558	0,35%
Steinburg	72.717	-3,26%	1.691	2,33%	254	0,35%
Untersuch.'raum 4 Kreise	397.025	-3,26%	9.233	2,33%	1.385	0,35%
Schleswig-Holstein	1.505.094	-3,26%	35.002	2,33%	5.250	0,35%
Hamburg	726.020	-3,26%	16.884	2,33%	2.533	0,35%
BRD	43.000.000	-3,26%	1.000.000	2,33%	150.000	0,35%

#### ABB. 4-10: Bestand und Entwicklung zugelassener Elektrofahrzeuge (BEF)

Quellen: KBA, Shell (Basis-Szenario Pkw 2020 = 45,2 Mio), DLR (siehe Text)  
eigene Berechnungen und Bearbeitung: stadt & land



derzeit 18.948 bis auf 150.000 Fahrzeuge zu verachtfachen ist eine Herausforderung, welche jedoch auf Basis der aktuellen Zahlen und Berechnungen für absolut realistisch eingeschätzt wird.

Dennoch unterliegt insbesondere dieser Markt extremen externen Einflüssen, welche entscheidende Auswirkungen auf die Entwicklung nehmen können. Politische Entscheidungen wie Förderungen oder CO<sub>2</sub>-Regulierungen bei konventionellen Verbrennungsmotoren können so zu einem unerwarteten Ausbau der Elektromobilität führen, ebenso können diese al-

lerdings auch dazu führen, dass Entwicklung bzw. Anschaffung von BEF im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen in keinem ökonomischen Verhältnis stehen.

In diesem Fall würden die BEF zukünftig, zumindest in den nächsten 30 Jahren, eine unbedeutende Rolle auf dem Fahrzeugmarkt spielen. Bisherige Beobachtungen in der soziologischen und politischen Entwicklung, sowie in der F&E rund um die Elektromobilität spricht jedoch für eine weitere Zunahme der BEF am gesamten Pkw-Bestand. Es ist davon auszugehen, dass die Entwicklungskosten der BEF sich allmählich amortisieren und die Preise für die Fahrzeugbatterien weiter sinken werden. Günstigere Anschaffungskosten und steigende Reichweiten werden die Folge sein und somit die Elektromobilität fördern.

## 4.2.3 Tagesfahrleistungen

### Ableitung der Tagesfahrleistung

Die an den Zählkordons erfassten Fahrzeuge sind nur der Menge nach bekannt, nicht nach ihrer Reiseweite. Diese ist aber mit ausschlaggebend für die Ladenachfrage. Wir müssen daher den Fahrzeugen bestimmte Fahrleistungen zuordnen. Tagesfahrleistungen von PKW sind in der maßgeblichen bundesweiten Mobilitätshebung MOBILITÄT IN DEUTSCHLAND\* (MiD) von 2008 nicht ausgewiesen. Da von den Jahresfahrleistungen nicht unmittelbar auf plausible Tageswerte geschlossen werden kann, muss ein geeigneter Zugang zu Tagesfahrleistungen gefunden werden.

\*) BMVBS / infas / DLR (2010): Mobilität in Deutschland 2008. Bonn / Berlin; Tabellenband

Aus MiD 2008 ist die Länge der täglichen Wege der Bevölkerung insgesamt und die von einzelnen Verkehrsmittelnutzer-Gruppen bekannt. Als maßgeblich für die PKW-Fahrleistungen ziehen wir die Werte für die MIV-Fahrer (des motorisierten Individual-Verkehrs) heran (→ TAB. 4-11). Dabei handelt es sich um einzelne Wege, keine Hin- und Rück-Wege. Es zeigt sich (im markierten Beispiel), dass (kumuliert) rund 2/3 aller Wege mit KFZ kürzer sind als 10 km und nur knapp 2 % länger als 100 km.

TAB. 4-11: Wegelängen der MIV-Fahrer									
Quellen: MiD 2008, Tab. W.7.A   eigene Berechnungen und Bearbeitung									
Wegelängen [km]	0 bis 0,4	0,4 bis 0,6	0,6 bis 1	1 bis 2	2 bis 5	5 bis 10	10 bis 25	25 bis 100	100 u.m.
Anteile [%]	1,0	2,0	6,9	12,4	24,0	20,0	21,3	10,7	1,7
kumuliert	1,0	3,0	9,9	22,4	46,3	66,3	87,6	98,3	100,0

42,8% aller Wege der Bevölkerung werden als MIV-Fahrer zurückgelegt; bei den Personen, denen ein Auto „jederzeit“ zur Verfügung steht, sind es 61,8% \*. Weil diese Gruppe unmittelbar mit der Autonutzung zusammenhängt, wählen wir deren Kennwerte aus. Diese Gruppe legt am Tag 4,3 Wege zurück (Gesamtbevölkerung 3,8).\*\*

\*) MiD 2008, Tab W.4.3.A; \*\*) MiD 2008, Tab P.29.2.A

Aus der Verknüpfung beider Werte ergeben sich

$$4,3 \text{ [Wege pro Tag]} \times 61,8 \% \text{ [Anteil mit KFZ]} = 2,657 \text{ [Kfz-Wege / Tag]}$$

(MIV-Nutzer, Autoverfügbarkeit jederzeit)

Multiplizieren wir die o.g. Wegelängen mit der Zahl der motorisierten Wege, ergeben sich hypothetische Tagesfahrleistungen von PKW unter den Verallgemeinerungen, dass ...

... diese 2,7 Wege pro Tag eines Individuums jeweils einem KFZ zugeordnet werden können, und

... die Zahl von 2,7 Wegen in allen Entfernungsklassen konstant bleibt.

Die → TAB. 4-12 entspricht in der Anteilsverteilung der vorherigen. Nun sind es z.B. Tagesfahrleistungen bis zu rund 27 km, die 2/3 des Gesamtaufkommens ausmachen; knapp 2 % sind größer als rund 270 km.

TAB. 4-12: Rechnerische Tagesfahrleistungen PKW									
[Wegelängen MIV-Fahrer] x 2,657 [Wege]   eigene Berechnungen und Bearbeitung									
Tagesfahrleistungen [km]	bis 1,1	bis 1,6	bis 2,7	bis 5,3	bis 13,3	bis 26,6	bis 66,4	bis 265,7	265,7 u.m.
Anteile [%]	1,0	2,0	6,9	12,4	24,0	20,0	21,3	10,7	1,7
kumuliert	1,0	3,0	9,9	22,4	46,3	66,3	87,6	98,3	100,0

## Abgrenzen der Binnenverkehre

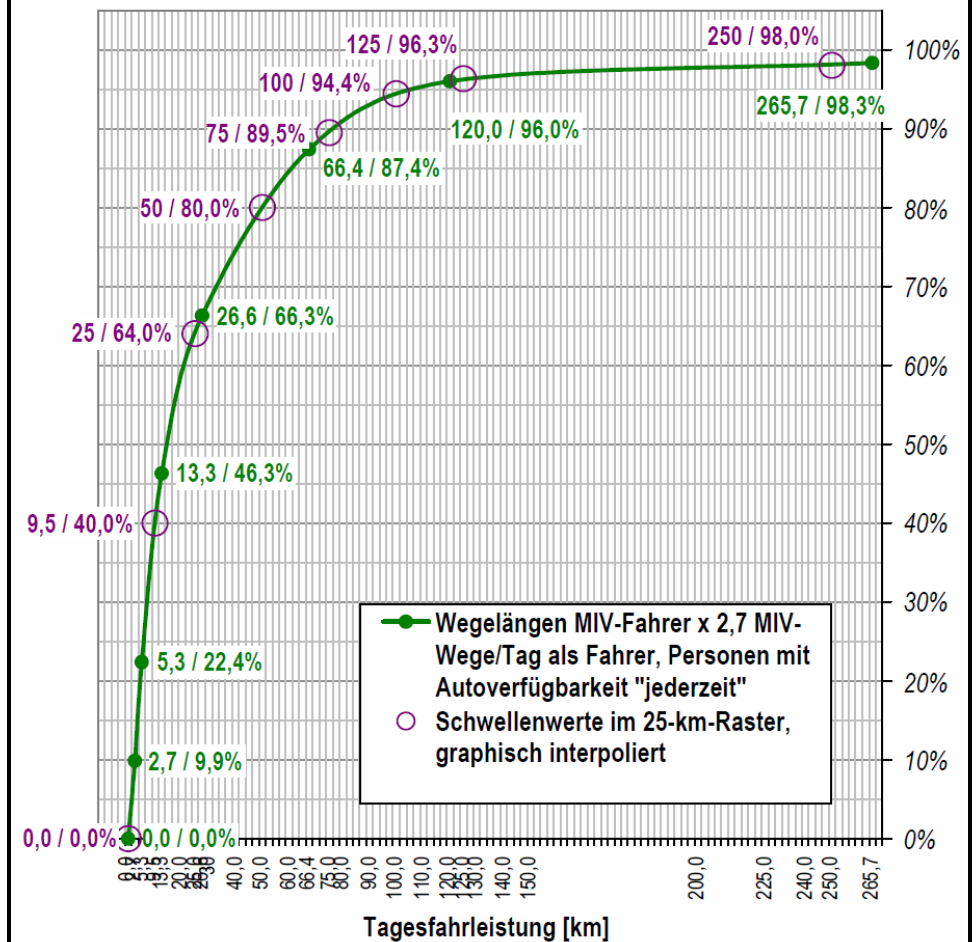
Wie im → KAP. 4.2.1 gezeigt, können die Fahrten innerhalb der Zählkordons in den Verkehrszählungen nicht enthalten sein. Wir müssen daher das Volumen der Binnenverkehre abschätzen. Die von uns gewählten Zählkordons haben im Mittel einen Radius von 3,5 km. Nehmen wir eine mittlere Fahrtweite mit dieser Distanz an (z.B. vom Rand zum Zentrum) und multiplizieren diese wiederum mit der Zahl der Wege pro Tag (2,7), so ergibt sich eine Fahrleistung im Binnenverkehr von rund 9,5 km. Wegen der geringen Ladewahrscheinlichkeit innerhalb dieser Distanz können wir die Binnenverkehre im weiteren Verlauf vernachlässigen.

Aus der Kurve der kumulierten Tagesfahrleistungen (→ ABB. 4.14) lesen wir ab, dass 40% der Werte unterhalb von 9,5 km liegen und in unserer Logik Binnenverkehre sind. Die Kordon-Verkehrsmengen sind also auf die Entfernungsklassen der verbleibenden 60 % umzurechnen (→ ABB. 4.13). Die neuen Werte legen wir einheitlich allen Makro-Standorten zugrunde.

TAB. 4-13: Errechnete Tagesfahrleistungen der Kordon-Verkehrsmengen normiert auf 25-km-Raster   eigene Berechnungen und Bearbeitung									
Tagesfahrleistungen [km]	0 bis u9,5	9,5 bis u25	25 bis u50	50 bis u75	75 bis u100	100 bis u125	125 bis u250	250 u.m.	
kumuliert	40,0	64,0	80,0	89,5	94,4	96,3	98,0	100	
Anteile [%]	40,0	24,0	16,0	9,5	4,9	1,9	1,7	2,0	100
	40	zusammen 60							100
	.	umzurechnen auf 100							
Anteile [%] neu		39,7	26,4	15,7	8,1	3,1	2,8	4,1	100

ABB. 4-14: Tagesfahrleistungen PKW nach Entfernungsklassen bis zu ... km / kumulierte %

| Ausgangswerte (grün) | Schwellenwerte auf 25-km-Raster normiert (lila) |  
(Erläuterung im Text) | eigene Berechnungen und Bearbeitung



stadt & land 2015



TAB. 4-15: <b>Kenndaten batterieelektrischer Fahrzeuge 2014</b>						
Quelle: Kraftfahrtbundesamt KBA.de (... Statistik); Internetrecherche Herstellerangaben eigene Berechnungen und Bearbeitung: <b>stadt &amp; land</b>						
Hersteller	Handelsname	kW	Ladestecker	Ladeleistung kW	zugelass. 1.1.14 Stück	Reichweite km
BMW	I3	75	CCS	50	224	<b>190</b>
Citroen	C-ZERO	35	CHAdeMO	50	860	<b>150</b>
Mercedes	E-CELL A-Klasse	50	Typ 2	22	217	<b>200</b>
Smart	ELECTRIC DRIVE Cabrio	35	Typ 2	22	2.009	<b>145</b>
Smart	ELECTRIC DRIVE Cabrio	35	Typ 2	22	359	<b>145</b>
Smart	FORTWO ELECTRIC DRIVE Coupe	30	Typ 2	22	206	<b>145</b>
Smart	FORTWO ELECTRIC DRIVE Coupe	20	Typ 2	22	167	<b>145</b>
Mitsubishi	I-MIEV	35	CHAdeMO	50	784	<b>150</b>
Nissan	NISSAN LEAF	80	CHAdeMO	50	1.121	<b>199</b>
Peugeot	ION	35	CHAdeMO	50	451	<b>150</b>
Renault	FLUENCE Z.E.	50	Typ2	3,6	240	<b>160</b>
Renault	ZOE	43	Typ 2	43	1.047	<b>210</b>
<b>Summe   gewichteter Durchschnitt</b>					<b>8.441</b>	<b>166</b>
<b>hiervon 75 % (rund)</b>						<b>125</b>

## 4.2.4 Ladebedarf batterieelektrischer Fahrzeuge

### Reichweiten, Stationsnetz / Abstände der Ladestationen

Nach Herstellerangaben (→ TAB. 4-15) schwanken die Reichweiten heutiger (schnellladefähiger) batterieelektrischer Fahrzeuge zwischen 145 und 210 km; der gewichtete Durchschnitt über die gesamte zugelassene Flotte liegt bei 166 km (2014, letzte verfügbare Werte). In der Praxis werden die Werte unter den i.d.R. zu optimistischen Herstellerangaben liegen (s. nachfolgenden Exkurs). Wir nehmen an eine um 25 % reduzierte ...

**tatsächliche mittlere Reichweite von 125 km.**

Diese Minderung beruht auf „Hörensagen“. Eine empirische Quelle ist aus dem Jahr 2014 verfügbar; sie kommt zu einem ähnlichen Ergebnis.\*

\*) Jarass / Frenzel / Trommer: Early Adopter der Elektromobilität in Deutschland. Wer sie sind und wie sie fahren. Internat. Verkehrswesen (66) 2/2014, S. 70 ff.

Infolge der technologischen Entwicklung wird in den nächsten Jahren eine maßgebliche Steigerung der Reichweiten erwartet. Wir verzichten darauf, dies in unserem Modell unmittelbar abzubilden, berücksichtigen den Effekt aber in der abschließenden Szenario-Betrachtung.

Die geplanten Ladestationen liegen zwischen 7 und 38 km von ihrem jeweils nächsten Nachbarn entfernt, im Mittel 22,9 km (→ TAB. 4-16). Infolge des Auswahlverfahrens ist die Stationsdichte im südlichen Bereich des Untersuchungsraums höher als im nördlichen. Gerundet gelte ein ...

**mittlerer Stationsabstand 25 km**

Aus der angenommenen Reichweite von 125 km und einem Stationsabstand von 25 km ergibt sich die Notwendigkeit, für die weiteren Berechnungen die Entfernungsklassen der Tagesfahrleistungen auf ein 25-km-Raster zu normieren, wie bereits in der → ABB. 4-14 ersichtlich.

TAB. 4-16: **Abstände zwischen den geplanten Ladestationen Mittel: 23 km**  
 (Mittel nur innerhalb NF und HEI: 23,5 km, nur innerhalb IZ und PI: 18,6 km)  
 vereinfacht: Distanzen zwischen den Ortsmitten der Makrostandorte  
 einbezogen sind nur jeweils nächste Nachbarn  
 eigene Berechnungen und Bearbeitung: stadt & land

Makro-Standorte Nord ► Süd	NF	Niebüll	Bredstedt	Husum	Friedrichstadt	Tönning	St.Peter-Ording	HEI	Heide	Albersdorf/Schafstedt	Büsum	Meldorf	Marne	Brunsbüttel	IZ	Kellinghusen	Itzehoe	Glückstadt	PI	Elmshorn	Tornesch	Pinneberg	Wedel
<b>NF</b>																							
Niebüll			25																				
Bredstedt				18																			
Husum					18	25																	
Friedrichstadt							17		26														
Tönning								23	26	30													
St.Peter-Ording									40	37													
<b>HEI</b>																							
Heide										26	20	14											
Albersdorf/Schafstedt												18	26	30		38	28						
Büsum												19											
Meldorf													17	25									
Marne														14									
Brunsbüttel																		29	33				
<b>IZ</b>																							
Kellinghusen																	16	33		29			
Itzehoe																		21		24			
Glückstadt																				21			
<b>PI</b>																							
Elmshorn																					11	17	
Tornesch																						7	15
Pinneberg																							11

### Exkurs: Der Verbrauchszyklus NEFZ als kritisches Messverfahren \*

Der Neue Europäische Fahrzyklus (NEFZ) ist ein messtechnisches Verfahren zur Ermittlung der Verbrauchswerte von Fahrzeugen. Grundlage ist die DIN 70030 zur Ermittlung des Kraftstoffverbrauches von Personenkraftwagen.

\*) vgl. auch Hawel, J. (2014): Potentiale der Elektromobilität in der Personenbeförderung im Kreis Nordfriesland. Master Thesis. Kiel

Bei diesem Verfahren wird auf dem Prüfstand sowohl eine innerorts als auch eine außerorts gefahrene Strecke simuliert. Die Fahrzeit beträgt 1.180 Sekunden auf einer Strecke von 11 km. Innerorts wird viermal auf jeweils drei unterschiedliche Endgeschwindigkeiten beschleunigt, außerorts wird über verschiedene Etappen bis maximal 120 km/h beschleunigt. Die Durchschnittsgeschwindigkeit beträgt dabei 33,6 km/h.\*

\*) Schütz, 2013, S. 156 [54] Der Markt der Elektrofahrzeugindustrie 2014 15

Eine Studie der „European Federation for Transport and Environment“ (T&E) führt zu dem Ergebnis, dass der durch NEFZ ermittelte Verbrauchswert im Durchschnitt 12 Prozent unter den realen Werten liegt.\* Das INTERNATIONAL COUNCIL OF CLEAN TRANSPORTATION berichtet, dass die durchschnittliche Diskrepanz zwischen den Angaben der Hersteller und den realen CO<sub>2</sub>-Ausstößen seit 2011 in Deutschland bei ungefähr 25 Prozent liegt. Da von einem direkten Zusammenhang von Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoß ausgegangen wird, kann demnach von einem erhöhten Kraftstoffverbrauch von bis zu 25 Prozent gegenüber den Herstellerangaben ausgegangen werden.\*\*\*

\*) Transport & Environment, S. 6 [26]

\*\*) International Council of clean Transportation“ (ICCT) (2013): From laboratory to road - A comparison of official and ‘real-world’ fuel consumption and CO<sub>2</sub> values for cars in Europe and the United States

\*\*\*) Mock; German; Bandivadekar; Riemersma; Ligterink; Lambrecht, S. i [27] und S. 2 [27]

Am Beispiel eines Nissan Leaf mit einem herstellereitig angegebenen Verbrauch von 15 kWh/100 km läge der tatsächliche Verbrauch nach Berechnungen von T&E und ICCT zwischen 16,8 kWh/100 km (+12 %) und 18,75 kWh/100km (+25 %).

\*\*\*) Wiese, S. (Projektmanager eE4mobile eG), pers. Mitteilung, (2014)

Nach Aussage der eE4mobile eG beträgt der Erfahrungswert im Verbrauch bei 17 kWh/100 km.\* Laut Nissan liegt die Reichweite des Modells Leaf nach Berechnungen durch den NEFZ-Standard bei 199 Kilometern mit einer Batterieladung. Wird nun von einem um 12 Prozent erhöhten Verbrauch ausgegangen, beträgt die tatsächliche Reichweite noch 175 Kilometer. Steigt der Verbrauch um 25 Prozent, liegt die Reichweite nur noch bei 149 Kilometern.

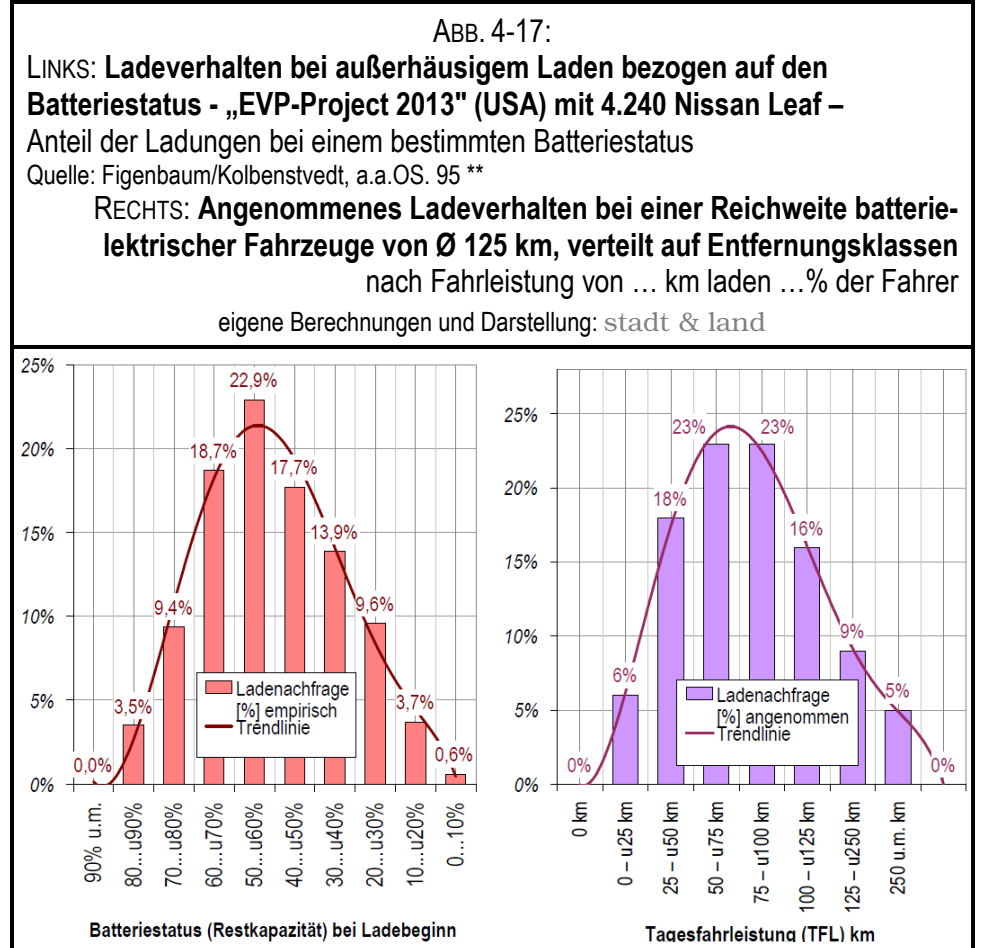
Da gerade bei Elektromobilen die Reichweite aufgrund der erschwerten Wiederherstellung der Fahrbereitschaft bei verbrauchter Energie in der Batterie im Vergleich zu thermischen Fahrzeugen eine entscheidende Rolle spielt, scheint der NEFZ-Standard kein geeignetes Maß zur Berechnung der Reichweite zu sein.

Um realitätsnähere Bedingungen zu schaffen, wird ab dem Jahr 2017 der sogenannte Worldwide Harmonized Light Duty Test Procedure (WLTP) gesetzt. Neben der Anpassung der Simulationsumgebung soll dadurch auch ein internationaler Standard eingeführt werden.\*

\*) [http://www.t-online.de/auto/alternative-antriebe/id\\_73324582/neuer-fahrzyklus-wltp-ab-2017-ist-schluss-mit-der-verbrauchsluege-nefz-bei-neuwagen.html](http://www.t-online.de/auto/alternative-antriebe/id_73324582/neuer-fahrzyklus-wltp-ab-2017-ist-schluss-mit-der-verbrauchsluege-nefz-bei-neuwagen.html)

## Individuelles Ladeverhalten

Von Beobachtern\* der Elektromobilität wird über die Nutzer batterieelektrischer Fahrzeuge ein völlig anderes „Tankverhalten“ berichtet, als aus dem konventionellen Betrieb bekannt. Geladen wird demnach nicht, wenn die



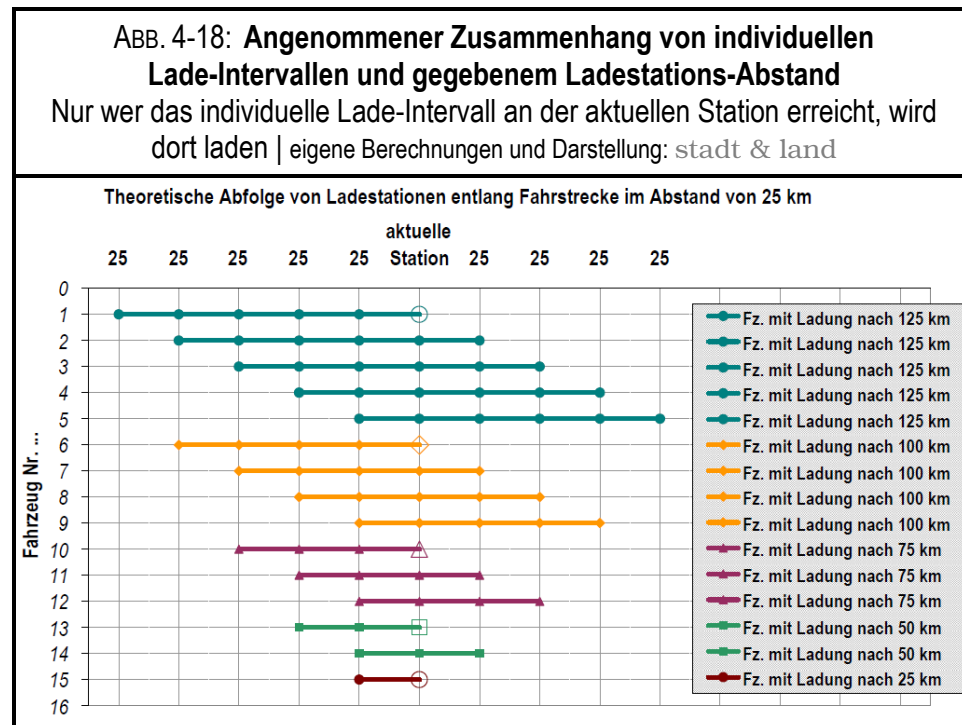
Batteriekapazität zur Neige geht, sondern sobald sich eine Gelegenheit bietet. Die wenigen verfügbaren empirischen Literaturquellen bestätigen diese Einschätzung.\*\* Eine amerikanische Studie ergab eine annähernd normalverteilte Streuung der Ladevorgänge mit einer Häufung bei den mittleren Batteriezuständen. Dieses Verhalten dürfte sich mittelfristig än-

dem, ist aber der gegenwärtig geringen Dichte von Ladestationen geschuldet, während Tankstellen für fossile Treibstoffe – trotz fortgeschrittener Konzentration – noch nahezu ubiquitär vorhanden sind und die Nutzer ihr Verhalten darauf angepasst haben. Im Folgenden definieren wir das Ladeverhalten in Anlehnung an die oben zitierte Untersuchung, indem wir die empirische Trendlinie möglichst genau für unsere Entfernungsklassen nachbilden (→ Abb. 4-17).

\*) pers. Mitteilungen März 2015 von P. Lindlahr, Fa. hySolutions, Hamburg / G. Thöle, Kreis NF  
 \*\*) z.B. Figenbaum/Kolbenstedt: Electromobility in Norway. Experiences and opportunities with electric vehicles. Oslo (töi), 2013

## Einfluss des Stationsnetzes / Abstände der Ladestationen

Die Ladenachfrage an einem bestimmten Standort (genannt „aktuelle Station“) hängt auch von der Dichte des Stationsnetzes ab. Dieser Zusammenhang ist in → Abb. 4-18 visualisiert: Ein Großteil der Fahrzeuge, die an der aktuellen Station vorbeifahren, haben Teile ihres Weges hinter sich oder noch vor sich. Da wir einen mittleren Stationsabstand von 25 km annehmen, wird von 5 Fahrzeugen, die nach 125 km laden, im Mittel nur jedes 5. an der aktuellen Station laden („Fahrzeug 1“). Alle übrigen werden ihr Lade-Intervall von 125 km erst an einer späteren Station erreichen („Fahrzeuge 2 bis 4“). Für die Ladegewohnheiten mit kürzeren Intervallen gilt demnach: bis 100 km jedes 4. Fahrzeug, bis 75 km jedes 3., bis 50 km jedes 2. und bis 25 km jedes einzelne. Oberhalb von 125 km setzen wir pauschal jedes 8. an.



## 4.2.5 Touristischer Einfluss

### Datenbasis

Der Untersuchungsraum ist in weiten Teilen touristisch geprägt, was sich auch im Verkehrsgeschehen niederschlägt. Dieses ist in einzelnen Regionen von einer hohen Saisonalität geprägt. Die Verkehrszählungen des Landes weisen für alle Zählstellen „Ferienfaktoren“ aus, die das Mehr- bzw. Minderaufkommen während der Ferien ausdrücken. Zwei Zählstellen können bei gleichem durchschnittlichen täglichen Verkehr (DTV) unterschiedliche Ferienfaktoren haben, also eine unterschiedliche Saisonalität aufweisen. Ferienfaktoren sind definiert: als

$$[\text{Ferienfaktor}] = [\text{DTV Kfz an Ferienwerktagen Mo-Sa}] / [\text{DTV Normalwerktag}]$$

Ferienfaktoren für die Makrostandorte haben wir als gewichtete Mittelwerte der verfügbaren Zählstellen\* im Bereich der jeweiligen Orte ermittelt und

als Abweichung in % dargestellt. Sie liegen zwischen -7,1 % (Wedel) und +30,6 % (Büsum), im Mittel ca. +5 %.

\*) Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein:  
Verkehrsmengenkarten und Zählstellentabellen 2010, digital

Aus der bloßen Zahl der Verkehrsmenge sind aber keine qualitativen Merkmale wie Ziele, Quellen und Distanzen ablesbar. Über die für uns besonders relevante größeren Entfernungen gibt es für den Untersuchungsraum keine unmittelbar nutzbaren Daten. Hilfsweise können Aussagen aus MiD 2008\* herangezogen werden:

- 1,9 % aller Wege der deutschen Bevölkerung sind länger als 100 km (einfacher Weg). Bei allen „Freizeitwegen“ sind es 2,4 %; darunter bei „Ausflügen bis 4 Tage“ (auch 1täg. ohne Übernachtung): 32,1 %; bei „Urlaub ab 5 Tage“ (d.h. immer mit Übernachtung): 72,7 %.
- Länger als 100 km (Entfernung = einfacher Weg) sind unter den „Reisen“: „Ausflug, Urlaub, Kurzreise zu touristischen Zielen“: 94,5 %; „Reisen innerhalb Deutschlands“: 86,5%; „Reisen mit Auto“: 90,2%

\*) BMVBS / infas / DLR (2010): Mobilität in Deutschland 2008.  
Bonn / Berlin. Tabellen W.2.1.A, W 2.4.1+2 A , R 7 A

Das Verhalten von Ausflüglern und Urlaubern vor Ort in Schleswig-Holstein wurde in einer regionalen Studie untersucht.\* Hier heißt es (S. 20): „Im Rahmen ihrer Urlaubsaktivitäten spielt der motorisierte Individualverkehr eine sehr große Rolle. Hinsichtlich aller gemeinsam mit den Verkehrsmitteln abgefragten Urlaubsaktivitäten ist der PKW das wichtigste Fortbewegungsmittel.

- Die wichtigsten Aktivitäten zur Nutzung des Autos im Urlaub sind
  - das Einkaufen in anderen Orten (64%)
  - der Besuch verschiedener Ausflugsziele (51%)
  - die Nutzung gastronomischer Angebote in anderen Orten (45%)

- aber auch Fahrten im eigenen Urlaubsort (37%).“

- „Urlaubsortausflüge“ (also vom Urlaubsort aus) unternehmen 65% aller Reisenden, durchschnittlich jeden 2. Tag, im Mittel 3,9 Ausflüge (im Urlaubsgebiet Nordsee 4,2).(S. 30 f.) Die TOP 10 der Ausflugsziele in % (vom Urlaubsgebiet Nordsee aus) sind:

- Innenstädte/Shopping-Center	35
- Strand/Badestellen	50
- Promenaden/Seebrücken	30
- Maritime Attraktionen	36
- (Ausflugs-)Schifffahrt	32
- Landschaftliche Attraktionen	34
- Kirchen	30
- Wochenmärkte/Hofläden	26
- Naturpark/Nationalparkzentren	33
- Museen	19

- 30% (20,7 Mio.) der Tagesausflüge der Hamburger führten (2006) nach Schleswig-Holstein. (S.12)

\*) <http://www.nah.sh/assets/downloads/berichte/Touristische-Potenziale-des-Nahverkehrs-SH.zip>  
NIT/nahSH (2012): Touristische Potenziale des ÖPNV in Schleswig-Holstein. (21.04.15)

## Fazit

- Freizeitwege sind länger als normale Wege; Ausflugs- und Urlaubsreisen gibt es kaum unter 100 km.
- Die bevorzugten Aktivitäten und Ziele der Urlauber werden – angesichts deren räumlichen Verteilung im Lande - regelmäßig mit höheren Fahrleistungen verbunden sein, die An- und Abreise ohnehin.
- Es spricht einiges dafür, dass in Orten mit erhöhten Ferienfaktoren die Fahrzeuge mehr in den oberen Entfernungsklassen unterwegs sind und einen entsprechend höheren Ladebedarf auslösen.

Durch eine Simulation in unserem Modell haben wir festgestellt, dass eine Übergewichtung der oberen Entfernungsklassen (bis hin zur Verdoppelung) eine Zunahme der Ladevorgänge in der Größenordnung von 10 bis 20 % bewirkt.

Weil im Detail über das Entfernenverhalten der Touristen in der Region nichts bekannt ist, sollte nur eine vorsichtige Korrektur erfolgen. Es erscheint uns vertretbar, vereinfachend die Ferienfaktoren der Straßenverkehrszählungen unmittelbar als Aufschlag auf die Ladevorgänge zu berücksichtigen. Dies führt im gesamten Untersuchungsraum nur zu 5% mehr Lade-Aufkommen, aber zu einer höheren Differenzierung der Makro-Standorte untereinander.

#### 4.2.6 Globale / externe Einflüsse, variierte Annahmen

Wie oben bereits angedeutet, kann das Rechenmodell zur Ermittlung der Lade-Nachfrage wegen der vielen Annahmen und teilweise fehlenden Datengrundlagen nicht für sich in Anspruch nehmen, sonderlich robust zu sein. Deswegen wollen wir es nicht durch weitere prognostische Annahmen zur Abbildung externer Einflüsse belasten und eine Scheingenauigkeit erzeugen. Stattdessen soll eine denkbare Bandbreite des Ergebnisses durch pauschale, aber plausible Zu- und Abschläge angegeben werden.

##### Annahmen für Zuschläge (mehr Lade-Vorgänge)

- Entwicklung der Elektromobilität / bisherige Bestandsentwicklung:  
Bereits heute liegen die Anteile batterieelektrischer Fahrzeuge an allen KFZ im Untersuchungsraum über dem Bundesdurchschnitt und damit höher als in 11 der 16 Bundesländer. Hamburg steht mit etwa doppelt so hohem Anteil bundesweit an 2. Stelle (→ Abb. 4-6). Es ist denkbar, dass diese Entwicklung weiter geht und die Region in 2020 einen höheren Anteil an BEF erreicht als die von uns angesetzten 0,332 %.

- Entwicklung der Elektromobilität / regionaler Sonderweg:  
Eine zügige Umsetzung des SCHNELLADENETZES WESTKÜSTE/UNTERELBE will als „self-fulfilling prophecy“ im Untersuchungsraum einen überproportionalen Anstieg der Nutzerzahlen bewirken. Ähnliche Effekte sind von regionalen Förderprogrammen wie dem 2015 gestarteten HANSE\* der Metropolregion Hamburg mit Ausstrahlung in den gesamten Untersuchungsraum zu erwarten.

\*) <http://metropolregion.hamburg.de/presse/4465144/hanse-der-norden-tankt-elektrisch/>

- Entwicklung der Elektromobilität / Verhaltensmuster:  
Zwischen Nutzern der Elektromobilität und Schleswig-Holstein-Urlaubern gibt es augenscheinlich hohe Deckungsgrade:
  - Von ersteren ist ihre umweltorientierte Einstellung bekannt.\*
  - Schleswig-Holstein liegt bei den tatsächlichen Inlands-Reisezielen 2013 der „Ökologisch-Interessierten“ an 4. Stelle unter den Bundesländern, bei den Interessen für die folgenden Jahre an 2. Stelle.\*\*
  - Die Tourismusstrategie Schleswig-Holstein 2025 nennt „Natururlaub“ als erste ihrer 5 wichtigsten Zielgruppen.\*\*\*

Ein zukünftig höherer Anteil von Elektrofahrzeugen bei den Urlaubern in der Region ist insofern nicht abwegig.

\*) Jarass / Frenzel / Trommer: Early Adopter der Elektromobilität in Deutschland. Wer sie sind und wie sie fahren. Internat. Verkehrswesen (66) 2/2014, S. 70 ff.

\*\*) FUR Forschungsgemeinschaft Urlaub und Reisen e.V. (Kiel, 2014): Abschlussbericht zu dem Forschungsvorhaben: Nachfrage für Nachhaltigen Tourismus im Rahmen der Reiseanalyse, S.33/34 (21.04.15)

\*\*\*) Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Technologie des Landes Schleswig-Holstein (Kiel, 2014): Tourismusstrategie Schleswig-Holstein 2025, S. 7

## Annahmen für Abschläge (weniger Lade-Vorgänge)

- Entwicklung der Elektromobilität / träger Markt:  
Die Nachfrage nach Elektrofahrzeugen bleibt derzeit deutlich unter (optimistischen) Erwartungen. Gründe hierfür können aktuell in der Ölpreis-kurve liegen. Tiefgehend speziell am deutschen Markt dürfte die Zurückhaltung der heimischen Automobilindustrie von Bedeutung sein. Hohe Anschaffungskosten und die unzureichende Ladeinfrastruktur können eine stark verzögerte Marktdurchdringung bewirken, an der sich erst (weit) nach 2020 etwas ändert.
- Technologieentwicklung / Batteriekapazitäten:  
Fortschritte in der Batterietechnik lassen zeitnah höhere Ladekapazitäten erwarten, die unmittelbar eine sinkende Nachfrage nach Schnellladestationen bewirken können. Höhere Reichweiten vermindern die Notwendigkeit des Unterwegs-Ladens zugunsten des Zu-Hause-Ladens. Wirtschaftliche Beeinträchtigungen für die einzelnen Stationen könnten jedoch dadurch geringer ausfallen, dass in die Batterie mit höherer Kapazität auch mehr Energie (mit entsprechend höherem Umsatz) geladen wird, wenn sie denn schon einmal am Kabel hängt.

## Fazit / variierte Annahmen

Die dargelegten Gründe für eine günstigere oder ungünstigere Entwicklung der Ladenachfrage lassen sich im Einzelnen kaum quantifizieren. Wir betrachten deswegen die Ergebnisse für die einzelnen Makro-Standorte - insbesondere für die abschließende Betrachtung der Wirtschaftlichkeit - pauschal mit einem

**Zuschlag von + 25 %**  
bzw.  
**Abschlag von – 25 %**

## 4.3 Exemplarischer Rechengang

Zusammenfassend werden im Folgenden die einzelnen Schritte zur Ermittlung der Lade-Vorgänge anhand von Beispieldaten dargestellt.

TAB. 4-19: <b>(1) Verkehrsaufkommen am Makro-Standort</b> <b>(2) Anteil batterieelektrischer Fahrzeuge 2020</b> eigene Ermittlungen und Berechnungen stadt & land									
<b>Beispiel: MARNE</b>									
Kordon DTV 2005 (Verkehrsmengenkarte)								21.792	
davon Pkw (Verkehrsmengenkarte)								18.977 (87 %)	
Hochrechnung 2005 → 2010 (nach örtlichen Zählstellen +5,0 %)								19.926	
Halbierung (wg. Doppelzählung Ziel-/Quell-/Durchgangsverkehr)								9.963	
<b>Anteil batterieelektrischer Fahrzeuge 2020 (pauschal 0,332 %)</b>								<b>33</b>	
<b>(3) Tagesfahrleistungen der BEF in den Entfernungsklassen</b>									
Beispieldaten: Mittelwert aller 19 Makrostandorte*					Pkw 2010: 24.760			BEF 2020: 82	
Tagesfahrleistungen [km]	0 bis u9,5	9,5 bis u25	25 bis u50	50 bis u75	75 bis u100	100 bis u125	125 bis u250	250 u.m.	Summe
Anteile [%] neu		39,7	26,4	15,7	8,1	3,1	2,8	4,1	100
<b>Anzahl BEF / Tag</b>		<b>32,6</b>	<b>21,7</b>	<b>12,9</b>	<b>6,7</b>	<b>2,6</b>	<b>2,3</b>	<b>3,4</b>	<b>82,2</b>
(Fortsetzung)		↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
*) entspricht der Größenordnung von Husum: 23.964 KFZ, 80 BEF									

<b>(4) Ladebedarf batterieelektrischer Fahrzeuge in den Entfernungsklassen</b>								
Tagesfahrleistungen [km]	bis u25	bis u50	bis u75	bis u100	bis u125	bis u250	250 u.m.	Summe
(Fortsetzung)	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
Ladepotenzial nach Intervall [%]	6%	18%	23%	23%	16%	9%	5%	100%
<b>potenziell ladende BEF /Tag</b>	<b>2,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>1,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>11,2</b>
Bruchteil [%]	1 / 1	1 / 2	1 / 3	1 / 4	1 / 5	1 / 8	1 / 8	
	100,0	50,0	33,3	25,0	20,0	12,5	12,5	
<b>effektiv ladend an aktueller Station Anzahl / Tag</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>5,4</b>
ggf. Differenzen bei Summenbildung durch Rundung eigene Berechnungen und Bearbeitung <i>stadt &amp; land</i>								
TAB. 4-19 (FORTSETZUNG): <b>(5) Touristischer Einfluss</b>								
(Fortsetzung) ↓								
Ladevorgänge am Makrostandort 2020 pro Tag							5,4	
Ferienfaktor (Verkehrsmengenkarte) zwischen -7,1 % (Wedel) und +30,6 % (Büsum)							hier: Mittel ca. +5 %	
<b>Ladevorgänge mit Ferienfaktor (maßgeblicher Wert)</b>							<b>5,7</b>	
<b>Ladungen pro Pkw im Kordon (maßgeblicher Wert)</b>							<b>0,000219</b>	
Beispielsdaten: Mittelwert aller 19 Makrostandorte								

<b>(6) Globale / externe Einflüsse, Szenarien 2020</b>	
(Fortsetzung) ↓	
<b>Ladevorgänge „Elektromobilität günstig“ (Zuschlag + 25 %)</b>	<b>7,1</b>
<b>Ladevorgänge „Elektromobilität ungünstig“ (Abschlag - 25 %)</b>	<b>4,3</b>
Beispielsdaten: Mittelwert aller 19 Makrostandorte ggf. Differenzen durch Rundung   eigene Berechnungen und Bearbeitung <i>stadt &amp; land</i>	

## 4.4 Gesamtergebnis

### 4.4.1 Ergebnis für die einzelnen Stationen

Die Berechnung der Ladevorgänge einschließlich Varianten zeigt → TAB. 4-20). Maßgeblich sind die farbig hinterlegten „Ladungen mit Ferienfaktor“. Zusätzlich sind die Szenario-Annahmen für mehr oder weniger Ladungen dargestellt. Eine Bewertung dieses Ergebnisses erfolgt in → KAP. 6.2.

### 4.4.2 CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial

Für die Berechnungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Untersuchungsraum haben wir die zuvor berechneten Tagesfahrleistungen in den unterschiedlichen Entfernungsklassen verwendet. Dabei wurden durch Analogieschluss auch die von uns als „Binnenverkehr“ behandelten Tagesfahrleistungen unterhalb von 9,5 km rechnerisch einbezogen. Multipliziert mit der mittleren Distanz einer jeden Entfernungsklasse ergibt sich so die Gesamtfahrleistung eines Tages. Die Tagesfahrleistung insgesamt beträgt 86.072 km. Pro Pkw bedeutet dies eine mittlere Distanz von 33,07 km am Tag bzw. 12.069 km im Jahr.



TAB. 4-20: **Gesamtergebnis: Ladungen pro Tag je Station**  
eigene Berechnungen und Bearbeitung **stadt & land**

Makrostandort	PKW 2010	BEF 2020	Ladun- gen	Ferien- faktor (FF)	Ladun- gen mit FF	dto. -25%	dto. +25%
St. Peter	2.112	7	0,46	17,3%	<b>0,5</b>	0,4	0,7
Büsum	4.866	16	1,07	30,6%	<b>1,4</b>	1,0	1,7
Friedrichstadt	7.067	23	1,55	14,8%	<b>1,8</b>	1,3	2,2
Kellinghusen	9.783	32	2,14	-2,8%	<b>2,1</b>	1,6	2,6
Marne	9.963	33	2,18	6,4%	<b>2,3</b>	1,7	2,9
Glückstadt	11.775	39	2,58	-4,1%	<b>2,5</b>	1,9	3,1
Brunsbüttel	11.147	37	2,44	7,9%	<b>2,6</b>	2,0	3,3
Wedel	15.598	52	3,42	-7,1%	<b>3,2</b>	2,4	4,0
Niebüll	14.456	48	3,17	4,1%	<b>3,3</b>	2,5	4,1
Meldorf	16.478	55	3,61	2,1%	<b>3,7</b>	2,8	4,6
Bredstedt	16.040	53	3,51	5,7%	<b>3,7</b>	2,8	4,6
Tönning	14.043	47	3,08	23,6%	<b>3,8</b>	2,9	4,8
Schafstedt	18.372	61	4,02	11,3%	<b>4,5</b>	3,4	5,6
Husum	23.964	80	5,25	1,9%	<b>5,3</b>	4,0	6,7
Heide	33.797	112	7,40	6,1%	<b>7,9</b>	5,9	9,8
Itzehoe	48.833	162	10,69	-2,8%	<b>10,4</b>	7,8	13,0
Elmshorn	50.046	166	10,96	18,0%	<b>12,9</b>	9,7	16,2
Tornesch	73.716	245	16,14	-2,9%	<b>15,7</b>	11,8	19,6
Pinneberg	88.385	293	19,36	5,4%	<b>20,4</b>	15,3	25,5
<b>Summe</b>	<b>470.443</b>	<b>1.562</b>	<b>103,0</b>	<b>-</b>	<b>108,0</b>	<b>81,0</b>	<b>135,0</b>
<b>je Station</b>	<b>24.760</b>	<b>82</b>	<b>5,4</b>	<b>4,8%</b>	<b>5,7</b>	<b>4,3</b>	<b>7,1</b>

Unter der Annahme, dass die batterieelektrischen Fahrzeuge (BEF) herkömmliche Benzin- und Diesel- Fahrzeuge vollständig substituieren, verteilen wir nun die ermittelte Gesamt-Fahrleistung anteilig auf Benzin- und Diesel-Fahrzeuge. Aus den Angaben des KBA zum Jahr 2015 und der *Shell: PKW-Szenarien bis 2040* ergibt sich ein Anteil von Diesel-Fahrzeugen am Gesamtbestand von ca. 1/3 und Benzin-Fahrzeugen von ca. 2/3. Der Wert für BEF entspricht weiterhin der Gesamt-Fahrleistung.

Diese fahrzeugspezifischen Kilometerangaben werden im nächsten Schritt mit den durchschnittlichen Verbrauchswerten der Fahrzeuge verrechnet. Vereinfachend setzen wir hier die Daten von 2012 an; bei Dieselmotoren betragen diese 6,7 l/100km und bei Otto-Motoren 7,8 l/100km.\* Für Elektrofahrzeuge wird ein mittlerer Verbrauchswert von 15 kWh/100km angenommen. Es ergeben sich somit die Gesamtverbräuche der einzelnen Fahrzeugklassen innerhalb der Entfernungscluster.

\*) DIW Wochenbericht 50/2013, S. 18-19

Im letzten Schritt wird die verbrauchte Kraftstoffmenge mit einem CO<sub>2</sub>-Äquivalent multipliziert um den jeweiligen Ausstoß an CO<sub>2</sub> zu bestimmen. Diese Emissionsfaktoren und Ergebnisse sind in → TAB. 4-21 dargestellt.

Im Jahr 2020 können demnach insgesamt 2.603 BEF ...

- unter der Verwendung von elektrischer Energie aus dem deutschen Strommix im Vergleich zu konventionellen Diesel- und Benzin-Fahrzeugen 4.194.382 kg (4.194 t) CO<sub>2</sub> einsparen;
- wird hingegen Windenergie verwendet, liegt die Einsparung bei 6.867.470 kg (6.867 t) CO<sub>2</sub>;
- pro Fahrzeug können 4 bis 7 kg CO<sub>2</sub> am Tag oder 1,6 bis 2,6 t CO<sub>2</sub> pro Jahr eingespart werden.

TAB. 4-21: <b>Ableitung des CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzials</b> eigene Berechnungen und Bearbeitung stadt & land				
	insgesamt		Pro Pkw gewichtet	
	Summe Tag	Summe Jahr	Ø Tag	Ø Jahr
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen der betrachteten BEF „als ob“ mit konventionellem Antrieb</b>				
entspr. CO <sub>2</sub> durch Diesel kg	6.065	2.213.646	6,99	2.551
entspr. CO <sub>2</sub> durch Benzin kg	12.863	4.695.105	7,41	2.705
Summe kg	18.928	6.908.751	7,27	2.654
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen dieser BEF mit elektrischem Antrieb (deutscher Strommix)</b>				
CO <sub>2</sub> durch Strommix kg	7.437	2.714.370	2,86	1.043
CO <sub>2</sub> -Einsparung gegenüber konventionellem Antrieb kg	11.491	4.194.382	4	1.611
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen dieser BEF mit elektrischem Antrieb (Windstrom)</b>				
CO <sub>2</sub> durch Windstrom kg	113	41.281	0,04	16
CO <sub>2</sub> -Einsparung gegenüber konventionellem Antrieb kg	18.815	6.867.470	7	2.638
<b>Emissionsfaktoren</b>				
Kraftstoff	Emissionsfaktor	Quellen: Bayerisches Landesamt für Umwelt <a href="http://www.izu.bayern.de/praxis/detail_praxis.php?pid=0203010100217">http://www.izu.bayern.de/praxis/detail_praxis.php?pid=0203010100217</a> Umweltbundesamt, Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger, S. 5 <a href="http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate_change_29_2014_schrempf_komplett_10.11.2014_0.pdf">http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate_change_29_2014_schrempf_komplett_10.11.2014_0.pdf</a>		
Diesel	3,155 kg/l			
Benzin	2,874 kg/l			
Strommix	0,576 kg/kWh			
Windstrom (onshore)	0,00876 kg/kWh			

Die CO<sub>2</sub>-Einsparung gilt – wie im gesamten Rechenmodell - für den Fall der 1:1-Substitution konventioneller Fahrzeuge durch BEF mit identischer Fahrleistung. Mögliche Verhaltensänderungen dergestalt, dass mit BEF andere (geringere ?) Fahrleistungen erbracht werden, sind nicht abgebildet.

Es gibt keine direkte Kausalität zwischen der Errichtung von Ladestationen und CO<sub>2</sub>-Einsparung. Der Zusammenhang besteht in der Erwartung, dass die Verfügbarkeit von Schnellademöglichkeiten den Erwerb und die Nutzung von BEF beschleunigt und dadurch eine Substitution konventioneller Fahrzeuge mit entsprechendem Klimaeffekt stattfindet.



## 5. Wirtschaftlichkeit

### 5.1 Berechnungsmethode

#### 5.1.1 Zum Vorgehen

Viele Betreiber haben in jüngerer Zeit bereits einfache und relativ preiswerte AC-Ladestationen aufgestellt. Der deutlich höhere finanzielle Aufwand für DC-Stationen erfordert eine tiefergehende ökonomische Betrachtung, um ökologische Beweggründe zum Errichten einer Schnellladestation auch betriebswirtschaftlich absichern zu können. Die – je nach Betrachtung - hohe Investitionssumme und die laufenden Kosten sollten sich durch die Einnahmen amortisieren, es sei denn, der betriebswirtschaftliche Erfolg steht nicht im Vordergrund.

Die Berechnungen stützen sich auf unsere Ergebnisse der Lade-Nachfrage. Sie gelten zunächst einheitlich für alle Standorte und berücksichtigen (noch) keine evtl. Sonderkosten an einzelnen Mikro-Standorten (z.B. aufgrund aufwendiger Anschluss-Installationen). Diese können jedoch in der Rechentabelle bei Bedarf berücksichtigt werden.

#### 5.1.2 Erläuterung der Kalkulationstabelle

Aufgrund der unterschiedlichen am Markt verfügbaren Stationstypen, sowie externer Faktoren, welche den Betrieb einer Station beeinflussen können, ist die Berechnung von diversen Variablen abhängig. (→ TAB. 5-1)

#### Ladesäulen-Modelle verschiedener Hersteller (Zeile 3)

Insgesamt konnten sechs sogenannte „Triple Charger“ von vier verschiedenen Herstellern recherchiert werden. Kriterium für die Auswahl ist eine

Ausstattung mit jeweils einem CCS, einem CHAdeMO und einem AC Typ2 Stecker. Die DC-Ladeleistung liegt bei mindestens 44 kW (Ausnahme: ABB Terra 23 CJTG), die AC-Ladeleistung liegt bei mindestens 20 kW.

Diese Modelle sind mittels eines Dropdown Menüs auswählbar, wodurch die spezifischen Daten automatisch in die Tabelle importiert werden.

- **Preis (Zeile 4):**  
Die Preise sind Angaben der Hersteller. Ebenfalls aufgeführt sind Rabattstaffelungen einiger Hersteller. Bei einem Auftragsvolumen von 10 bis 15 Einheiten können Rabatte von bis zu ca. 20 Prozent generiert werden, bei 5 Einheiten liegt der Rabatt bei 10 Prozent. Da der Durchschnittspreis der aufgeführten Modelle bei 29.834 € liegt, wurde unter Berücksichtigung der Rabattmöglichkeiten ein Durchschnittspreis von 23.867 € mit aufgelistet.
- **Installation & Inbetriebnahme (Zeile 5):**  
Zu den Installations- und Inbetriebnahme-Kosten zählen die zur Errichtung einer Säule notwendigen Kosten. Hierzu zählen: Installation, Inbetriebnahme, Genehmigung, Verteilung und Trafo-Anschlusskosten. Diese variieren nach Umgebungsbedingungen und Entfernung zum Trafo, konnten aber nicht für jeden Standort individuell ermittelt werden. Die Summe aus diesen Positionen wird pauschal mit 50 % des Durchschnittspreises einer Station, also rund 12.000 € angenommen.
- **Förderungen (Zeile 6):**  
Die Fördersumme ist die erste Variable in der Berechnungstabelle und kann individuell als negativer Wert eingetragen werden. Gleichzeitig wird der Fördersatz in Prozent ausgegeben.
- **Summe (Zeile 7):**  
Aus der Summe der Gesamtinvestition und der optionalen Förderung wird die effektive Investitionssumme berechnet.

- Abschreibung (Zeile 8):  
Besteht die Möglichkeit einer Abschreibung, kann in Zeile 6 die Laufzeit der Abschreibung festgelegt werden. Dadurch wird die Investitionssumme gleichmäßig auf die Anzahl der eingegebenen Jahre verteilt.

### Auslastungsszenario (Zeile 10)

In dem Auslastungsszenario werden die Ergebnisse aus Kapitel 4 angewendet. Ziel ist es, die Ladevorgänge pro Tag an einer Ladesäule unter Berücksichtigung einer Zunahme an Elektrofahrzeugen in den folgenden Jahren zu ermitteln.

- Bezugsbasis (Zeile 11):  
Zugrunde liegen hierbei der Ist-Wert aus dem Jahr 2015, welcher einen Anteil an Elektrofahrzeugen am Gesamtbestand im Untersuchungsraum von 0,046 Prozent beschreibt und der prognostizierte Anteil im Jahr 2020 von 0,332 Prozent.
- Ladevorgänge am Tag (Zeile 12):  
Auf der Basis des dadurch entstehenden linearen jährlichen Wachstums kann in Zeile 11 die Anzahl der Ladevorgänge am Tag je Jahr ermittelt werden. In vorherigen Untersuchungen wurden die möglichen Ladevorgänge für das Jahr 2020 individuell für jede zu untersuchende Ladestation bestimmt. Da dieser Wert demnach standortabhängig ist, muss die Anzahl der Ladevorgänge als Variable eingetragen werden.
- Auslastung anteilig pro Tag (24h) (Zeile 13):  
Diese Zeile dient der Veranschaulichung der, unter den bisherigen Angaben gemachten, möglichen Auslastung der Station. Hierbei wird zunächst eine Ladezeit von 0,5 Stunden pro Ladevorgang angenommen. Die Summe der Ladevorgänge multipliziert mit der Länge des Ladevorganges im Verhältnis zu einem Tag mit 24 Stunden beschreibt die Aus-

lastung. Die Dauer des Ladevorganges ist eine Variable und kann geändert werden.

- Ladevorgänge im Jahr (Zeile 14):  
Um die Anzahl der Ladevorgänge im Jahr zu berechnen, wird die zuvor ermittelte Anzahl der Ladevorgänge am Tag mit einer Anzahl an Tagen im Jahr multipliziert. Vorgegeben sind hier 365 Tage. Um jedoch einen Spielraum zu gewährleisten, kann die Anzahl der verfügbaren Tage im Jahr als Variable eingegeben werden.
- Umsatz p.a. (Zeile 15):  
Um den möglichen Jahresumsatz einer Station zu bestimmen, muss in einer Variable zunächst der gewünschte Preis pro Ladung angegeben werden, welcher ein Kunde zahlen muss. Dieser Betrag wird mit den gesamten Ladevorgängen des jeweiligen Jahres multipliziert.

### Gesamtkosten p.a. Zusammenfassung (Zeile 17)

Im folgenden Abschnitt werden die jährlichen Kosten aus Zeile 6 übernommen und weiterhin mit den Service-, Betriebs- und variablen Stromkosten aufsummiert.

- Abschreibung (Zeile 18): (siehe Zeile 8)
- Servicekosten (Zeile 19):  
In dieser Position sind die jährlichen Kosten aufgeführt, welche durch den Service für die Station entstehen. Diese können z.B. durch die technische Betreuung der Station und den Abrechnungsaufwand entstehen. Der Wert von 2.000 € ist von der Firma ABB übernommen, welche einen Servicevertrag für jährlich 2.000 € anbietet. Da dieser optional ist und beispielsweise die betreibenden Energieversorger den Service übernehmen können, ist der Betrag als Variable individuell einstellbar.

(ABB.O.NR.) **Gestalteter Transformator in Kellinghusen**

„An der Stör“ | Foto Feb. 2015 stadt & land



- **Betriebskosten (Zeile 20):**  
Die Betriebskosten beinhalten jährlich anfallende Kosten, die in der Regel gegenüber dem Energieversorger anfallen. Diese können sein: Netzanschlussgebühren, Kommunikationskosten, Messungs- und Abrechnungskosten. Die Betriebskosten sind ebenfalls variabel. Insgesamt beträgt die Summe aus jährlichen Service- und Betriebskosten etwa 10 Prozent der durchschnittlichen Investitionskosten.
- **Variable Stromkosten je Ladung & Menge (Zeile 21):**  
Die durchschnittliche Ladung je Ladevorgang wird durch eigene Berechnungen und Erfahrungswerte mit 10 kWh vorgegeben. Diese wer-

den mit einem Preis pro Kilowattstunde multipliziert. Diese beiden Werte sind als Variablen individuell einstellbar. Das Produkt aus beiden wird im jährlichen Verlauf mit der Anzahl der jährlichen Ladevorgänge verrechnet, wodurch sich zusätzlich anfallende Kosten für den Betreiber generieren.

- **Gesamtkosten (Zeile 23):**  
Abschließend werden alle anfallenden Kosten aufsummiert.

### **Gesamtumsatz (Zeile 25)**

Den Gesamtkosten wird nun der Gesamtumsatz aus Zeile 15 gegenübergestellt.

- **Ergebnis je Ladesäule p.a. (Zeile 27):**  
Das jährliche Ergebnis je Ladesäule bildet sich aus der Summe von Gesamtkosten und Gesamtumsatz.
- **Kumuliertes jährliches Ergebnis (Zeile 28):**  
Dieser Wert beschreibt die kumulierten Jahresergebnisse. Die Summe aus den bisherigen erwirtschafteten Beträgen wird jeweils mit dem Jahresergebnis des aktuellen Jahres verrechnet. Anhand dieser Rechnung kann abgelesen werden, nach welchem Zeitraum sich die Investition amortisiert hat.

## **5.2 Definition und Interpretation der Szenarien**

### **5.2.1 Variable Parameter (→ TAB. 5-2)**

Ausgehend von den Parametern (Variablen) der Kalkulationstabelle wird zunächst eine Basis-Variante mit bestimmten Annahmen gebildet (1):

- Vorausschätzung („Prognose“) Ladevorgänge: Basiswert 3,7 \*
- Preis je Ladung (Verkauf): mittlerer Preis 6,25 €

- Förderung je Station: keine
- Betriebs- und Wartungskosten p.a.: Basiswert 100%
- Strompreis Einkauf: hoher Wert 25 ct

Die Berechnungen erfolgten für den Referenz-Standort Meldorf; dieser bildet den Median-Wert der Ladenachfrage-Verteilung: Die Hälfte aller Standort hat mehr Nachfrage, die andere Hälfte weniger.

Um die Effekte der Parameter auf die Wirtschaftlichkeit sichtbar zu machen, werden diese in den Varianten 2 bis 6 einzeln verändert, wobei die jeweils übrigen Parameter konstant bleiben:

2a: höherer Wert der Vorausschätzung von Ladevorgängen

2b: niedrigerer Wert der Vorausschätzung von Ladevorgängen

3a: niedrigerer Preis der Ladung

3b: höherer Preis der Ladung

4a: Förderung 50 %

4b: höhere Förderung 80 %

5: niedrigere Betriebs- und Wartungskosten p.a.

6a: mittlerer Strompreis

6b: niedrigerer Strompreis

Grundlegend ist die Wirtschaftlichkeit von der Anzahl der Ladevorgänge abhängig; wird ein gewisser Schwellenwert erreicht, ist es in jedem der drei Szenarien möglich, die Station wirtschaftlich zu betreiben. In direktem Zusammenhang mit der Anzahl der Ladevorgänge steht der Preis pro Ladevorgang. Durch die Höhe der Förderung können die laufenden Kosten, bedingt durch die jährlichen Abschreibungen, ebenfalls erheblich gesenkt werden, was den wirtschaftlichen Betrieb mehrere Jahre vorzieht. Alle weiteren Faktoren beschleunigen diesen Prozess um jeweils etwa ein bis zwei Jahre.

## 5.2.2 Kombinierte Szenarien [I]

Im folgenden haben wir die einzelnen Parameter zu verschiedenen Szenarien kombiniert. Dazu gibt es zwei Blöcke. Im Block [I] sind die theoretischen (unwahrscheinlichen) Extrem-Positionen und ein mittlerer Weg aufgezeigt (→ TAB. 5-2).

### Szenario „worst case“

- Annahmen:  
Hier sind alle Parameter auf die betriebswirtschaftlich ungünstigsten Werte gesetzt.
- Wirkung:  
Das Ergebnis fällt entsprechend negativ aus. Vor allem die verminderten Ladevorgänge pro Tag und der geringe Verkaufspreis einer Ladung tragen zu einem langfristig unwirtschaftlichen Betrieb bei. Die sehr lange Amortisationszeit ist hier zusätzlich der Null-Prozent Förderung geschuldet.

### Szenario „best case“

- Annahmen:  
Im Kontrast zum vorherigen Szenario sind hier nur die günstigsten Werte angenommen.
- Wirkung:  
Im Vergleich zum „worst case“ kann die Amortisationszeit um etliche Jahre verkürzt werden und ein wirtschaftlicher Betrieb stellt sich im gewählten Fallbeispiel (Meldorf) bereits nach wenigen Jahren ein.

## Szenario „Gegensteuern“

- Annahmen:  
Hier wird eine ungünstige Marktentwicklung der Elektromobilität angenommen, die in einer verringerten Nachfrage von Ladevorgängen resultiert (-25%). Deswegen wird eine höhere Förderung ausgereicht, die wiederum mittlere Ladungspreise erlauben soll. Auf Lieferantenseite ist der mittlere Strompreis zu bezahlen. Die Betriebskosten werden gesenkt.
- Wirkung  
Selbst bei geringerer Nachfrage kann durch entsprechende Maßnahmen das wirtschaftliche Ergebnis deutlich verbessert werden. Eine Anhebung des Verkaufspreises und ein sehr hoher Fördersatz sorgen für eine überschaubare Amortisationsdauer.

### 5.2.3 Kombinierte Szenarien [II]

Im Block [II] unterscheiden sich die Szenarien nur nach der Höhe der Förderung. Für die erwarteten Ladevorgänge, den Ladungspreis und den Strompreis werden jeweils die mittleren Werte angesetzt sowie die gesenkten Betriebskosten (→ TAB. 5-4).

#### Szenarien „Förderung 0 %“ - „Förderung 50 %“ - „Förderung 80 %“

- Annahmen:  
Die Förderung beträgt 0 % bzw. 50 % bzw. 80 %.
- Wirkung:  
Die direkte Wirkung der Förderungshöhe wird deutlich. Alle weiteren Parameter sind auf einen mittleren bis günstigen Wert eingestellt, wodurch grundsätzlich ein akzeptabler Betrieb gewährleistet ist. Die Höhe der Förderung entscheidet nun hauptsächlich über die Amortisa-

tionsdauer der Station. Je höher der Fördersatz ist, desto geringer sind die Investitionskosten, wodurch die Annuitäten deutlich geringer ausfallen. Diese verminderte jährliche Belastung kann am Beispiel Meldorf das erste kumulierte positive Jahresergebnis um fünf Jahre vorziehen.

## 5.3 Berechnung für die einzelnen Makro-Standorte

### 5.3.1 Berechnung für 19 Standorte

Die Wirtschaftlichkeit (Kap. 5.1) haben wir für alle 19 Makro-Standorte berechnet. (→ TAB. 5-3, TAB. 5-5). Hierdurch lässt sich ein schneller Überblick über die „performance“ am jeweiligen Standort unter verschiedenen Annahmen gewinnen. Dargestellt werden die 6 kombinierten Szenarien

- „worst case“
  - „best case“
  - „Gegensteuern“
- und

- „Förderung 0 %“
- „Förderung 50 %“
- „Förderung 80 %“

jeweils mit den Kennwerten

- „J.+“ = Jahresergebnis positiv ab Jahr ...
- „k.+“ = kumuliertes Jahresergebnis positiv ab Jahr ...
- „k. 2020“ = kumuliertes Jahresergebnis im Jahr 2020 [€]

Die Berechnungen gelten pauschal für den Makro-Standort und berücksichtigen (noch) keine evtl. Sonderkosten an einzelnen Mikro-Standorten (z.B. aufgrund aufwendiger Anschluss-Installationen).

TAB. 5-1: **Beispielhafte Wirtschaftlichkeitsberechnung für eine Ladestation „Triple Charger“**

Die Berechnungen erfolgten für den Referenz-Standort Meldorf; dieser bildet den Median-Wert der Ladenachfrage-Verteilung:

Die Hälfte aller Standorte hat mehr Nachfrage, die andere Hälfte weniger

eigene Berechnungen und Bearbeitung stadt & land

| **Originalformat dieser Tabelle DIN A 3** | auch als berechenbare Kalkulationstabelle verfügbar

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S		
1	gelbe Zellen = Variable																				
2	zum Aktivieren dieser Schaltfläche ggf. Schreibschutz/Bearbeitungsschutz aufheben!																				
3	Modelle verschiedener Hersteller	Durchschnitt -20% Mengenrabatt					Jahre														
4	Preis	23.867 €					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
5	Installation & Inbetriebnahme	12.000 €																			
6	Förderung (brutto)	Satz	0%	entspricht	-																
7	<b>Summe</b>	<b>35.867 €</b>																			
8	Abschreibung Jahre	7					5.124 €	5.124 €	5.124 €	5.124 €	5.124 €	5.124 €	5.124 €	5.124 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
9																					
10	Auslastungs-Szenario DC 50 kW & AC 43 kW	(Steigerung der Auslastung über die Zeit)					2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026			
11	Bezugsbasis: Anteil EF an Pkw im UR, linear fortgeschrieben	2015 (ist)	-0,0461%	2020 (progn.)	=	0,332%	0,046%	0,103%	0,160%	0,218%	0,275%	0,332%	0,389%	0,446%	0,503%	0,561%	0,618%	0,675%			
12	Ladevorgänge am Tag	Ladungen	2020	3,7			0,51	1,15	1,79	2,43	3,06	3,70	4,34	4,97	5,61	6,25	6,89	7,52			
13	Auslastung anteilig pro Tag (24h)	bei	0,5	h pro Ladung			1%	2%	4%	5%	6%	8%	9%	10%	12%	13%	14%	16%			
14	Ladevorgänge im Jahr	bei	365	Tagen			187	420	653	885	1.118	1.351	1.583	1.816	2.048	2.281	2.514	2.746			
15	Umsatz p.a.	bei brutto pro Ladung	6,25 €	entspr. netto	5,25 €		984 €	2.206 €	3.428 €	4.649 €	5.871 €	7.093 €	8.315 €	9.536 €	10.758 €	11.980 €	13.202 €	14.423 €			
16																					
17	Gesamtkosten p.a. Zusammenfassung																				
18	Abschreibung						5.124 €	5.124 €	5.124 €	5.124 €	5.124 €	5.124 €	5.124 €	5.124 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	
19	Servicekosten	2.000 €					2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	2.000 €	
20	Betriebskosten	1.500 €					1.500 €	1.500 €	1.500 €	1.500 €	1.500 €	1.500 €	1.500 €	1.500 €	1.500 €	1.500 €	1.500 €	1.500 €	1.500 €	1.500 €	
21	variable Stromkosten je Ladung & Menge	kWh	10	Preis/kWh	0,25		469 €	1.050 €	1.632 €	2.213 €	2.795 €	3.376 €	3.958 €	4.539 €	5.121 €	5.702 €	6.284 €	6.866 €			
22																					
23	Gesamtkosten						9.092 €	9.674 €	10.255 €	10.837 €	11.419 €	12.000 €	12.582 €	8.039 €	8.621 €	9.202 €	9.784 €	10.366 €			
24																					
25	Gesamtumsatz						984 €	2.206 €	3.428 €	4.649 €	5.871 €	7.093 €	8.315 €	9.536 €	10.758 €	11.980 €	13.202 €	14.423 €			
26																					
27	Ergebnis je Ladesäule p.a.						-8.108 €	-7.468 €	-6.828 €	-6.188 €	-5.547 €	-4.907 €	-4.267 €	1.497 €	2.137 €	2.777 €	3.418 €	4.058 €			
28	kumuliertes jährliches Ergebnis						-8.108 €	-15.576 €	-22.404 €	-28.591 €	-34.139 €	-39.046 €	-43.313 €	-41.816 €	-39.678 €	-36.901 €	-33.483 €	-29.425 €			
29																					
30																					
31	Umsatzsteuer: Alle Preise und Kosten sind Netto-Beträge, soweit nicht anders angegeben																				
32	Daten: Herstellerangaben, eigene Annahmen und Berechnungen																				
33	Hersteller: ABB: <a href="http://www.abb.de/">http://www.abb.de/</a>   Tritium: <a href="http://tritium.com.au/products/veefill/">http://tritium.com.au/products/veefill/</a>   Veniox: <a href="http://www.veniox.com">http://www.veniox.com</a>   Evtec: <a href="http://www.evtec.ch/">http://www.evtec.ch/</a>   DBT: <a href="http://www.dbtcev.fr/">www.dbtcev.fr/</a>   Ensto: <a href="http://www.ensto.com">http://www.ensto.com</a>																				



TAB. 5-2: Wirtschaftlichkeit einer Ladestation* unter variierten Annahmen											Kombinierte Szenarien [ 1 ]			
Beispiel Makrostandort MELDORF 3,7 LDG./TAG (MEDIAN)		Basis	Varianten über einzelne Parameter gegenüber „Basis“								„worst case“	„best case“	„Gegen steuern“	
			Ladeprognose**		Preis je Ladung		Förderung		Bk.+W.	Strompreis				
Parameter		1	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5	6a	6b			
Pronose** Lade- Virgänge	Basiswert + 25 %	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	■	-
	Basiswert (3,7)	●	-	-	●	-	●	-	-	●	-	-	-	-
	Basiswert - 25 %	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	■	■
Preis je Ladung (Verkauf)	5,00 €	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	■	-
	6,25 €	●	●	-	-	-	●	-	●	●	-	-	-	■
	7,50 €	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	■	-
Förderung Station	keine	●	●	-	●	-	-	-	●	●	-	-	■	-
	50 %	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-
	80 %	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	■	■
Betr. + Wart.- kosten	100 % (3.500 €)	●	●	-	●	-	●	-	-	●	-	-	■	-
	67 % (2.345 €)	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	■
Strom- preis (Einkauf)	25 ct	●	●	-	●	-	●	-	●	-	-	-	■	-
	20 ct	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	■
	15 ct	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	■
Wirtschaft- lichkeit	Jahresergebnis positiv ab Jahr ...	8	8	8	10	8	8	8	8	8	8	12	3	7
	kumuliert positiv ab Jahr ...	17	15	21	25	14	15	13	15	15	14	31	5	11
	kumuliert im Jahr 2020 in €	-39.046	-35.957	-42.134	-43.892	-34.199	-23.674	-14.451	-32.116	-36.739	-34.432	-45.802	7.328	-8.864

\*) Preis der Ladestation: 23.867 € (Durchschnitt / . 20 % Mengenrabatt, netto) | \*\*) Begriff „Prognose“ hier als Abkürzung für „Vorausschätzung“ | eigene Annahmen und Berechnungen stadt & land

TAB. 5-3: Ladungen pro Tag je Station (wie oben)								Wirtschaftlichkeit der Stationen in den 3 kombinierten Szenarien [ I ]								
Makrostandort	PKW 2010	BEF 2020	Ladungen	Ferienfaktor (FF)	Ladungen mit FF	dto. -25%	dto. +25%	„worst case“			„best case“			„Gegensteuern“		
								J.+	k.+	k. 2020	J.+	k.+	k. 2020	J.+	k.+	k. 2020
St. Peter	2.112	7	0,46	17,3%	0,5	0,4	0,7	>	>	-50.894	14	29	-16.626	29	>	-18.597
Büsum	4.866	16	1,07	30,6%	1,4	1,0	1,7	30	>	-49.409	7	11	-9.439	11	24	-15.758
Friedrichstadt	7.067	23	1,55	14,8%	1,8	1,3	2,2	24	>	-48.772	6	9	-6.445	9	19	-14.541
Kellinghusen	9.783	32	2,14	-2,8%	2,1	1,6	2,6	21	>	-48.348	5	8	-4.649	8	17	-13.730
Marne	9.963	33	2,18	6,4%	2,3	1,7	2,9	20	>	-48.136	5	8	-2.852	8	16	-13.325
Glückstadt	11.775	39	2,58	-4,1%	2,5	1,9	3,1	18	>	-47.712	4	7	-1.654	8	15	-12.514
Brunsbüttel	11.147	37	2,44	7,9%	2,6	2,0	3,3	17	>	-47.499	4	7	-457	8	14	-12.108
Wedel	15.598	52	3,42	-7,1%	3,2	2,4	4,0	14	35	-46.651	3	5	3.735	8	12	-10.486
Niebüll	14.456	48	3,17	4,1%	3,3	2,5	4,1	14	34	-46.438	3	5	4.334	7	12	-10.081
Meldorf	16.478	55	3,61	2,1%	3,7	2,8	4,6	12	31	-45.802	3	5	7.328	7	11	-8.864
Bredstedt	16.040	53	3,51	5,7%	3,7	2,8	4,6	12	31	-45.802	3	5	7.328	7	11	-8.864
Tönning	14.043	47	3,08	23,6%	3,8	2,9	4,8	12	30	-45.590	3	5	8.526	6	10	-8.459
Schafstedt	18.372	61	4,02	11,3%	4,5	3,4	5,6	10	27	-44.529	3	4	13.317	6	9	-6.431
Husum	23.964	80	5,25	1,9%	5,3	4,0	6,7	9	24	-43.256	2	3	19.305	5	8	-3.998
Heide	33.797	112	7,40	6,1%	7,9	5,9	9,8	8	18	-39.224	2	2	39.068	3	5	3.707
Itzehoe	48.833	162	10,69	-2,8%	10,4	7,8	13,0	8	14	-35.192	2	2	57.632	3	4	11.412
Elmshorn	50.046	166	10,96	18,0%	12,9	9,7	16,2	8	12	-31.161	1	1	76.196	2	3	19.117
Tornesch	73.716	245	16,14	-2,9%	15,7	11,8	19,6	8	11	-26.705	1	1	97.156	2	3	27.633
Pinneberg	88.385	293	19,36	5,4%	20,4	15,3	25,5	6	9	-19.278	1	1	132.488	2	2	41.826
<b>Summe</b>	<b>470.443</b>	<b>1.562</b>	<b>103,0</b>	<b>-</b>	<b>108,0</b>	<b>81,0</b>	<b>135,0</b>	J.+ = Jahresergebnis positiv ab Jahr ...   k.+ = kumuliertes Jahresergebnis positiv ab Jahr ...   k. 2020 = kumul. Jahresergeb. in 2020 [€]   > = später als 37 (nicht berech.)								
<b>je Station</b>	<b>24.760</b>	<b>82</b>	<b>5,4</b>	<b>4,8%</b>	<b>5,7</b>	<b>4,3</b>	<b>7,1</b>	eigene Berechnungen und Bearbeitung stadt & land								

TAB. 5-4: Wirtschaftlichkeit einer Ladestation* unter variierten Annahmen											Kombinierte Szenarien [ II ]			
Beispiel Makrostandort MELDORF 3,7 LDG./TAG (MEDIAN)		Basis	Varianten über einzelne Parameter gegenüber „Basis“								„Förderung 0“	„Förderung 50“	„Förderung 80“	
Parameter		1	Ladeprognose**		Preis je Ladung		Förderung		Bk.+W.	Strompreis				
			2a	2b	3a	3b	4a	4b	5	6a	6b			
Pronose** Lade- Virgänge	Basiswert + 25 %	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Basiswert (3,7)	●	-	-	●	-	●	-	-	●	-	■	■	■
	Basiswert - 25 %	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Preis je Ladung (Verkauf)	5,00 €	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6,25 €	●	●	-	-	-	●	-	●	●	-	■	■	■
	7,50 €	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-
Förderung Station	keine	●	●	-	●	-	-	-	●	●	-	■	-	-
	50 %	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	■	-
	80 %	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-	■
Betr. + Wart.- kosten	100 % (3.500 €)	●	●	-	●	-	●	-	-	●	-	-	-	-
	67 % (2.345 €)	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	■	■	■
Strom- preis (Einkauf)	25 ct	●	●	-	●	-	●	-	●	-	-	-	-	-
	20 ct	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	■	■	■
	15 ct	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-
Wirtschaft- lichkeit	Jahresergebnis positiv ab Jahr ...	8	8	8	10	8	8	8	8	8	8	8	7	5
	kumuliert positiv ab Jahr ...	17	15	21	25	14	15	13	15	15	14	13	11	8
	kumuliert im Jahr 2020 in €	-39.046	-35.957	-42.134	-43.892	-34.199	-23.674	-14.451	-32.116	-36.739	-34.432	-29.809	-14.437	-5.214

\*) Preis der Ladestation: 23.867 € (Durchschnitt ./ 20 % Mengenrabatt, netto) | \*\*) Begriff „Prognose“ hier als Abkürzung für „Vorausschätzung“ | eigene Annahmen und Berechnungen stadt & land

TAB. 5-5: Ladungen pro Tag je Station (wie oben)								Wirtschaftlichkeit der Stationen in den 3 kombinierten Szenarien [ II ]								
Makrostandort	PKW 2010	BEF 2020	Ladungen	Ferienfaktor (FF)	Ladungen mit FF	dto. -25%	dto. +25%	„Förderung 0 %“			„Förderung 50 %“			„Förderung 80 %“		
								J.+	k.+	k. 2020	J.+	k.+	k. 2020	J.+	k.+	k. 2020
St. Peter	2.112	7	0,46	17,3%	0,5	0,4	0,7	24	>	-42.786	24	>	-27.414	24	>	-18.191
Büsum	4.866	16	1,07	30,6%	1,4	1,0	1,7	9	26	-39.136	9	22	-23.764	9	19	-14.541
Friedrichstadt	7.067	23	1,55	14,8%	1,8	1,3	2,2	8	22	-37.514	8	18	-22.142	8	15	-12.919
Kellinghusen	9.783	32	2,14	-2,8%	2,1	1,6	2,6	8	20	-36.297	8	16	-20.926	8	13	-11.703
Marne	9.963	33	2,18	6,4%	2,3	1,7	2,9	8	18	-35.486	8	15	-20.115	8	12	-10.892
Glückstadt	11.775	39	2,58	-4,1%	2,5	1,9	3,1	8	17	-34.675	8	14	-19.304	7	12	-10.081
Brunsbüttel	11.147	37	2,44	7,9%	2,6	2,0	3,3	8	17	-34.270	8	14	-18.898	7	11	-9.675
Wedel	15.598	52	3,42	-7,1%	3,2	2,4	4,0	8	15	-31.836	8	12	-16.465	6	9	-7.242
Niebüll	14.456	48	3,17	4,1%	3,3	2,5	4,1	8	14	-31.431	8	12	-16.059	6	9	-6.836
Meldorf	16.478	55	3,61	2,1%	3,7	2,8	4,6	8	13	-29.809	7	11	-14.437	5	8	-5.214
Bredstedt	16.040	53	3,51	5,7%	3,7	2,8	4,6	8	13	-29.809	7	11	-14.437	5	8	-5.214
Tönning	14.043	47	3,08	23,6%	3,8	2,9	4,8	8	13	-29.403	7	11	-14.032	5	8	-4.809
Schafstedt	18.372	61	4,02	11,3%	4,5	3,4	5,6	8	12	-26.565	6	9	-11.193	4	7	-1.970
Husum	23.964	80	5,25	1,9%	5,3	4,0	6,7	8	11	-23.321	5	8	-7.949	4	6	1.274
Heide	33.797	112	7,40	6,1%	7,9	5,9	9,8	5	8	-12.777	4	6	2.595	3	4	11.817
Itzehoe	48.833	162	10,69	-2,8%	10,4	7,8	13,0	4	7	-2.639	3	5	12.733	2	3	21.955
Elmshorn	50.046	166	10,96	18,0%	12,9	9,7	16,2	4	6	7.499	3	4	22.871	2	2	32.094
Tornesch	73.716	245	16,14	-2,9%	15,7	11,8	19,6	3	5	18.854	2	3	34.225	2	2	43.448
Pinneberg	88.385	293	19,36	5,4%	20,4	15,3	25,5	2	3	37.913	2	2	53.285	2	2	62.508
<b>Summe</b>	<b>470.443</b>	<b>1.562</b>	<b>103,0</b>	<b>-</b>	<b>108,0</b>	<b>81,0</b>	<b>135,0</b>	J.+ = Jahresergebnis positiv ab Jahr ...   k.+ = kumuliertes Jahresergebnis positiv ab Jahr ...   k. 2020 = kumul. Jahresergebn. in 2020 [€]   > = später als 37 (nicht berech.)								
<b>je Station</b>	<b>24.760</b>	<b>82</b>	<b>5,4</b>	<b>4,8%</b>	<b>5,7</b>	<b>4,3</b>	<b>7,1</b>	eigene Berechnungen und Bearbeitung stadt & land								

TAB. 5-6: Vereinfachte Simulation eines Zustands mit nur 5 Stationen (Priorität Ia, Stationsabstand Ø 40 km) und niedriger Ladenachfrage (-25 %)

Ladungen (mit Ferienfaktor) pro Tag je Station								Wirtschaftlichkeit der Stationen im Szenario „Förderung 0“							
Makrostandort	PKW 2010	BEF 2020	J.	Ladungen bei 19 Stat.	Ladungen (5 Stationen)			bei nur 5 Stationen (Ia)			bei 19 Stationen (Ia+Ib)			J.	
					Basis	dto. -25%	dto. +25%	J.+	k.+	k. 2020	J.+	k.+	k. 2020		
Niebüll	14.456	48		3,3	8,2	6,1	10,2	7	10	-20 076	8	14	-31.431		
Husum	23.964	80		5,3	13,3	9,9	16,6	4	7	-4.557	8	11	-23.321		
Heide	33.797	112		7,9	19,5	14,6	24,3	3	5	14.303	5	8	-12.777		
Itzehoe	48.833	162		10,4	25,8	19,3	32,2	3	4	33.452	4	7	-2.639		
Pinneberg	88.385	293		20,4	50,6	37,9	63,2	2	2	108.678	2	3	37.913		
<b>Summe</b>	470.443	695		47,3	117,3	87,9	146,6	J.+ = Jahresergebnis positiv ab Jahr ...   k.+ = kumuliertes Jahresergebnis positiv ab Jahr ...   k. 2020 = kumul. Jahresergebnis in 2020 [€]   > = später (nicht berechnet)							
<b>je Station</b>	94.089	139		9,5	23,5	17,6	29,3	eigene Berechnungen und Bearbeitung stadt & land							

### 5.3.2 Simulation eines (Anfangs-)Zustands mit nur 5 Stationen der Priorität Ia

#### Fragestellung

Zu untersuchen war die Vermutung, dass sich die Nachfrage und die Wirtschaftlichkeit günstiger darstellen, wenn zunächst nur die 5 Standorte der Priorität Ia realisiert werden (→ KAP. 2.4.2). Hierzu haben wir eine vereinfachte Simulation durchgeführt (→ TAB. 5-8).

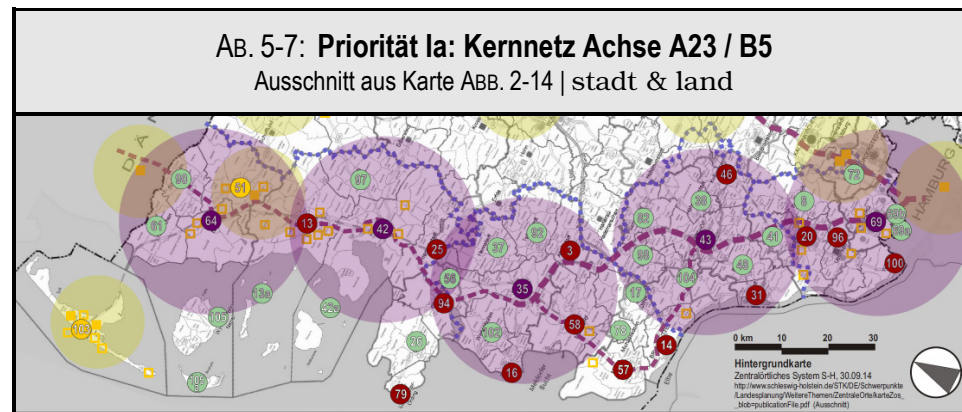
#### Annahmen, Randbedingungen und Wirkungen

- Die Simulation unterstellt eine primäre Realisierung nur der 5 Ia-Standorte. Sie gilt unter den Voraussetzungen, dass keine weiteren

Stationen existieren und dieser Zustand sich im Zeitverlauf nicht ändert. Um eine deswegen verlangsamte Marktentwicklung der BEF abzubilden, haben wir die niedrigere Ladenachfrage (-25%) gewählt.

- Wie erwartet, ist an den 5 Standorten eine deutlich höhere Zahl von Ladevorgängen und damit sprunghaft verbesserte Wirtschaftlichkeit als im ursprünglichen Modell zu erkennen.
- Dies liegt ausschließlich an den im Rechengang veränderten Stationsabständen (Ø 40 km) und entsprechend angepasstem Ladeverhalten. Eine Anziehungswirkung auf Verkehrsteilnehmer, die vorher nicht den jeweiligen Ort angefahren haben und dies jetzt zum Zwecke der dortigen Ladung tun könnten, wurde nicht simuliert.

- Räumliche Wechselwirkungen werden nicht abgebildet: Das Ausgangsmodell mit 19 Stationen ging von einer flächendeckenden Netzdichte aus (Stationsabstand Ø 25 km, Karte → ABB. 2-15). Entsprechend verteilen sich die Ladevorgänge im Raum. Das gilt im reduzierten Modell nicht mehr bzw. nur noch linienhaft entlang der Achse (Stationsabstand Ø 40 km, Karte → ABB. 2-14, ABB. 5-7).
- Würden in bestimmten Intervallen oder Zug um Zug weitere Stationen realisiert, würde sich das Standortgefüge ändern. Die Ladenachfrage würde sich wieder auf mehr Standorte verteilen und wahrscheinlich an den la-Standorten wieder zurückgehen.
- Andererseits würden neue Standorte in eine fortgeschrittene Marktsituation einsteigen (z.B. erst in den Jahren 2018, 2020), also mit einer günstigeren Wirtschaftlichkeit starten als im Ausgangsmodell (mit dem Startjahr 2015).
- Um solche Effekte abzubilden, wäre eine komplexere Weiterentwicklung unseres Modells erforderlich, was im Rahmen dieser Studie nicht darstellbar ist. Deswegen wird die Simulation an dieser Stelle abgebrochen.



## 6. Ergebnis und Umsetzung

### 6.1 Zur Haltung privater Flächeninhaber und potenzieller Betreiber

#### 6.1.1 Akteure und Gespräche

Aufgabenstellung dieser Studie war auch die Eruierung möglicher Betreiber eines Schnellladenetzes und die Kontaktaufnahme mit potenziellen Akteuren auf diesem Gebiet. Hierbei sind zwei Gruppen zu unterscheiden:

- Stations-Betreiber
  - diejenigen Akteure, die eine Schnellladestation physisch, organisatorisch und wirtschaftlich auf eigenes Risiko betreiben, dafür aber nicht auch Eigentümer der Fläche sein müssen, auf der die Station steht.
- Flächeninhaber
  - häufig die Kommunen mit ihrem eigenen öffentlichen Raum;
  - private Akteure, häufig Verbrauchermärkte usw., die private Flächen nutzen, vielfach aber nicht deren Eigentümer sind, sondern diese von Immobilien-Developern gemietet oder gepachtet haben,

... und die ihre Flächen für Betreiber von Ladestationen entgeltlich oder unentgeltlich zur Verfügung stellen.

Um Einschätzungen privater Akteure zu bekommen, haben wir bzw. die Projektleitung des Auftraggebers im I. Quartal 2015 Gespräche mit mehreren in der Region vertretenen Unternehmen geführt. Dabei wird keine Vollständigkeit beansprucht, sondern ein vorläufiger Gesamteindruck gewonnen, der sich nach unserem Eindruck als konsistent erwiesen hat.

Gesprächspartner waren:

- ein Immobilien-Developer und Bauträger, der insbesondere Standorte für Verbrauchermärkte entwickelt und vermietet;
- zwei regionale Betreiber von Lebensmittel- bzw. Verbrauchermärkten;
- ein regionaler markenfreier Tankstellennetz-Betreiber;
- mehrere kommunale Stadtwerke;
- darüber hinaus die Kommunen im Rahmen der Standortabstimmung.

## 6.1.2 Einschätzungen

- Generell besteht **Aufgeschlossenheit** gegenüber dem Thema Elektromobilität, aber nur selten existieren Fachwissen und eine fundierte Beurteilungsfähigkeit des potenziellen Marktes. Dieser wird überwiegend als kleiner eingeschätzt als tatsächlich vorhanden.
- Bei Ladestationen als eigenem Betätigungsfeld überwiegt eine abwartende bis skeptische Haltung hinsichtlich einer **Wirtschaftlichkeit**.
- Unternehmen, die sich einen Einstieg in die Betreiberfunktion vorstellen können, machen dies von (der Höhe) einer **Förderung** abhängig.
- Insbesondere einige **Stadtwerke** haben bereits in Ladestationen investiert (i.d.R. preisgünstigere „Mittellader“ mit 32 A und mehrstündigem Laden), deren Nachfrage als „überschaubar“ beschrieben wird. Sie schließen daraus auf ebenso geringe Umsätze mit Schnellladungen und scheuen die höhere Investition, ohne sich des potenziell andersartigen Ladeverhaltens bewusst zu werden.
- **Einzelhandels-/Verbrauchermarkt-Ketten** sehen Schnellladen derzeit (noch) nicht als marktgängiges Produkt zur Erweiterung der eigenen Angebots- und Dienstleistungspalette. Die Gesprächspartner zeigen sich aber bereit, an ihren Standorten Dritten als Betreibern Flächen und evtl. auch Strom unentgeltlich zur Verfügung zu stellen, wenn sie selbst

von allen Kosten freigehalten werden. Sofern mit Ladungen Einnahmen erzielt werden, möchten sie ggf. daran beteiligt werden.

Zwischenzeitlich hat sich die Fa. Famila bereit erklärt, die Errichtung und Benutzung von Stromtankstellen auf allen ihren Standorten zu dulden; eine erste Realisierung wird im Gebiet Heide-Süd erfolgen (siehe Standortblatt). Bis auf Weiteres kann Famila auch für den Strombezug aufkommen. Für Famila dürfen keine weiteren Kosten entstehen, auch eine Finanzierung durch Werbung auf der Station lehnt Famila ab, um das eigene Geschäft nicht zu schwächen.

- Eine ähnliche Position nimmt der regionale **Tankstellen**-Betreiber ein. Er setzt dabei auf hochwertige Standorte mit Convenience-Angeboten.
- Die **Immobilien-Developer**, soweit sie auch Flächeneigentümer sind, haben selbst kein Interesse am Thema, sehen aber auch keine Probleme, solange ihnen keine Kosten entstehen. Aufgrund immer kürzerer Abschreibungszyklen und Mietlaufzeiten der Markt-Bauten wünschen sie, dass die Anordnung (längerlebiger) Ladestationen auf dem jeweiligen Gelände späteren Umstrukturierungen nicht im Wege steht.
- Die **Kommunen** können sich i.d.R. über die Bereitstellung der Flächen und die administrative Begleitung hinaus eine Übernahme der Betreiberfunktion nicht vorstellen und sehen das in den meisten Fällen auch nicht als ihre Aufgabe an. Als Hintergrund wird oft die angespannte Haushaltssituation angeführt.

## Fazit

- „Die Wirtschaft“ zeigt geringe Erwartungen gegenüber einer rentierlichen Betätigung auf dem Themenfeld Elektromobilität im Allgemeinen und Ladestationen im Besonderen. Dies könnte sich aber schnell ändern, wenn mit weiter positiver Marktentwicklung einzelne Player den möglichen Imagegewinn bei aufgeschlossenen Zielgruppen in Wert setzen, der eine kurzfristige Rentabilität in den Hintergrund treten lässt.
- Geeignete Förderung würde vermutlich Initialeffekte auslösen.

## 6.2 Bewertung des Arbeitsprozesses und des Gesamtergebnisses

### Projektgruppe

Die Erarbeitung der Studie wurde durch eine Projektgruppe des Auftraggebers begleitet, in der das Regionalmanagement Regionale Kooperation Westküste/Untere Elbe und die vier Kreise vertreten waren.

Mit dem Projekt ist gemeinsam Neuland betreten worden. Deswegen wurden in den vier Sitzungen dieses Gremiums nicht nur Zwischenergebnisse erörtert, sondern auch wichtige Weichenstellungen und Justierungen im Arbeitsprozess vorgenommen. Damit konnte produktiv auf Problemstellungen reagiert werden, die im Vorwege nicht absehbar gewesen waren.

### Makro-Standorte

Das entwickelte Verfahren mit Anlehnung an das Zentrale-Orte-System und deren Nahbereiche mit raumstrukturellen Indikatoren und überlagertem Rating liefert ein zweckmäßiges, hierarchisiertes Netz von Standorten.

Es mag eingewendet werden, dass das Ergebnis auch durch Intuition und Plausibilitätsüberlegungen hätte erzielt werden können, wogegen man jedoch den Einwand mangelnder Objektivität hätte geltend machen können.

Auch bei teilweiser Korrelation untereinander hat sich die Bandbreite der genutzten Indikatoren als nützlich erweisen, um der raumstrukturellen Heterogenität des Untersuchungsraums zwischen Ballungsrand und Periphererraum gerecht zu werden.

Im Ergebnis werden sowohl die prioritäre Achse A23/B5 als auch die Fläche der vier Kreise gerecht abgedeckt.

### Mikro-Standorte

Aufgrund der Entscheidung, die betroffenen Standort-Kommunen frühzeitig einzubinden, konnten wir in allen Makro-Standorten eine ausreichende Anzahl von - alternativen - Mikro-Standorten identifizieren. Die Abstimmung mit den Kommunen verhilft den Standorten und dem Thema insgesamt zu höherer Akzeptanz.

Die vergleichsweise aufwendige Dokumentation vor Ort musste in den Wintermonaten 2015 durchgeführt werden, wurde aber durch die weitgehend milde Witterung begünstigt. Massive Schneelagen hätten die Sichtung der Flächen erschwert und verzögert.

Für knapp die Hälfte der Standorte wurden private Flächen ausgesucht, i.w. Einzelhandelsobjekte. Hier wird die Umsetzung von weiteren Gesprächen mit den jeweiligen Eigentümern abhängen. Tendenziell haben sich aber einige private Akteure bereits insofern positiv geäußert, Ladestationen dritter Betreiber zumindest „dulden“ zu wollen, wenn deren Errichtung für sie kostenneutral ist.

### Lade-Nachfrage

Mangels geeigneter verfügbarer Vorhersagemodelle haben wir hier ein eigenes Verfahren entwickelt, das fahrzeugtechnische, verkehrswissenschaftliche und verhaltensbezogene Aspekte einbezieht. An mehreren Stellen im Zuge der Bearbeitung mussten zunächst nicht erkennbare Wirkungszusammenhänge und Einflussfaktoren mit entsprechenden Rechenschritten implementiert werden.

Im Interesse eines soliden Ergebnisses haben wir im Zweifelsfall eher konservative Annahmen getroffen, davon als wichtigste die Beschränkung auf rein batterieelektrische Fahrzeuge (BEF) in den Prognosen bzw. Ziel-



projektionen des Elektrofahrzeug-Marktes. Dies führt per se (nicht nur) im Untersuchungsraum zu einer geringen Zahl von BEF, die unterwegs sein werden und als Ladekunden überhaupt infrage kommen. (Wenn Plugin-Hybrid-Fahrzeuge ebenfalls laden, obwohl sie es aufgrund des Hybridantriebs nicht müssten, verbessert sich die Wirtschaftlichkeit der Stationen.)

In Verbindung mit den eher vorsichtigen Annahmen zum Ladeverhalten ergeben sich an den meisten der einzelnen Stationen zunächst recht niedrige Nachfragezahlen. Hier ist ein strukturelles Gefälle zwischen Ballungsraum und dünn besiedeltem ländlichen Raum deutlich ablesbar.

Die Nachfrage, die rechnerisch i.w. auf Verkehrsmengen basiert, zeigt sich als stark mit der Siedlungs- und Verkehrsdichte sowie – in deutlich geringerem Maße – der touristischen Aktivität korreliert.

### **Wirtschaftlichkeit**

Die Ladenachfrage wirkt unmittelbar auf die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Stationen. Unter realistischen Szenario-Annahmen zeigen nur die Hamburg-nahen „großen“ Standorte eine Rentabilität innerhalb überschaubarer Fristen.

An den meisten Standorten dürften die Zeiträume, in denen sich ein positives Jahresergebnis oder eine Amortisation einstellt, den potenziellen Investoren zu lang sein. Öffentliche Förderungen, die wir mit unterschiedlichen Sätzen simulieren, verkürzen diese Zeiträume erheblich.

Dennoch bleibt bei den meisten Stationen ein „längerer Atem“ für einen erfolgreichen Betrieb erforderlich; offenbar nur an wenigen Standorten wird die „schnelle Mark“ zu machen sein. Ohne substantielle Förderung wird sich also nach unseren Ergebnissen eine halbwegs flächendeckende Ladefrastruktur nicht realisieren lassen.

Der langfristigen Kalkulation steht die Unsicherheit gegenüber, wie sich der Markt der Elektromobilität entwickeln wird. Eine allmähliche, kontinuierliche Weiterentwicklung wird (fast) jede Ladestation irgendwann zu einem wirtschaftlichen Erfolg führen, wenn man eine entsprechende technische Langlebigkeit des Produktes unterstellt.

Es lässt sich aber nicht vorhersehen, ob eine heute als plausibel erscheinende Stromversorgung nicht in 5 oder 10 Jahren (und damit vor der Amortisation) durch die fortschreitende Fahrzeugtechnologie überholt sein könnte.

Auf der anderen Seite sollte man sehen, dass es im Einzelfall nicht um wirklich große Beträge geht. Wir haben jeweils ausgewiesen, welches Totalergebnis im Jahr 2020 zu Buche steht. Würde man etwa auf Sicht nur bis zu diesem Zeithorizont planen und dann die Station wieder schließen, träten in vielen Fällen kumulierte Verluste im Bereich von maximal 10- bis 20.000 € auf.

Dies könnte - angesichts der Größenordnung anderer Ausgabepositionen in öffentlichen Haushalten (z.B. im Tiefbau) - für die eine oder andere Kommune ein kalkulierbares Risiko zur Förderung einer klimafreundlichen und imagefördernden Technologie darstellen.