

KrefeldKlima 2030 – Integriertes Klimaschutzkonzept für die Stadt Krefeld

– Endbericht –



STADT KREFELD
INNOVATIV – KREATIV – WELTOFFEN

vorgelegt der Stadt Krefeld
von WertSicht GmbH
Mensch • Organisation • Umwelt
INFRASTRUKTUR & UMWELT
Professor Böhm und Partner
am 04.02.2020

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Bearbeitungsteam

WertSicht GmbH
Mensch · Organisation · Umwelt

Dipl.-Ing. Andre Möller, M. Sc.

B. Eng. Maria Pantiou

Dipl.-Ing. Katja Hummert



INFRASTRUKTUR & UMWELT
Professor Böhm und Partner

Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Gräff

M. Sc. Sandra Michali

M. Eng. Benjamin Malke

Dipl.-Geogr. Stefanie Weiner

M. Sc. Tobias Berger

INHALTSVERZEICHNIS

Teil A: Einleitung	13
1 Hintergrund und Aufgabenstellung	13
1.1. Rahmenbedingung der Stadt Krefeld.....	13
1.2. Bisherige Klimaschutzaktivitäten der Stadt Krefeld	15
1.3. Ziele des Integrierten Klimaschutzkonzeptes.....	16
Teil B: Energie- und CO₂-Bilanz	18
2 Datengrundlagen und Methodik	18
3 Energie-Bilanz für die Stadt Krefeld	21
3.1. Entwicklung des Endenergieverbrauchs	21
3.2. Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme- Kopplung	25
4 CO₂-Bilanz für die Stadt Krefeld	27
Teil C: Potenziale zur Senkung der CO₂-Emissionen	32
5 Vorbemerkungen zur Methodik der Potenzialanalysen	32
6 Potenzialanalyse: Handlungsfeld Mobilität	34
6.1. Strukturelle Rahmenbedingungen	34
6.2. Verkehrsinfrastruktur und Mobilitätsangebot.....	36
6.2.1 Straßennetz.....	36
6.2.2 Öffentlicher Verkehr	37
6.2.3 Radverkehr	38
6.2.4 Inter- und multimodale Angebote	39
6.2.5 Car-Sharing-Angebote / Ladeinfrastruktur	40
6.3. Mobilitätsverhalten in Krefeld.....	40
6.4. Bundesweite Untersuchungen und Szenarien für den Verkehrssektor	47
6.5. Reduktionspotenziale im Mobilitätssektor	49
6.5.1 Datengrundlagen zur Ermittlung des Status-Quo	49
6.5.1.1 Verkehrs- und Fahrtleistungen.....	49
6.5.1.2 Energieverbrauch nach Verkehrs- und Energieträger	51
6.5.1.3 CO ₂ -Emissionen.....	52
6.5.2 Energieeinspar- und CO ₂ -Minderungspotenziale im Handlungsfeld Mobilität in Krefeld	52

6.5.2.1. Stufe 0: Allgemeine Entwicklungen.....	53
6.5.2.2. 1.Stufe: Vermeidung von Verkehr.....	53
6.5.2.3. 2.Stufe: Verlagerung von Verkehr.....	54
6.5.2.4. 3.Stufe.....	55
6.5.3 Zusammenfassung: Potenzialanalyse im Handlungsfeld Mobilität.....	57
7 Potenzialanalyse: Handlungsfeld Energieeinsparung Strom und Wärme	61
7.1. Private Haushalte	61
7.1.1 Einsparpotenziale Strom	61
7.1.2 Einsparpotenziale Wärme	63
7.2. Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie	68
7.2.1 Einsparpotenziale Strom	68
7.2.2 Einsparpotenziale Wärme	70
7.3. Kommunale Energieverbraucher	71
7.3.1 Kommunale Liegenschaften.....	71
7.3.2 Straßenbeleuchtung	73
7.3.3 Zusammenfassung des kommunalen Energieverbrauchs.....	75
8 Potenzialanalyse: Handlungsfeld klimaschonende Energiebereitstellung.....	76
8.1. Wasserkraft	76
8.2. Windkraft	76
8.3. Photovoltaik.....	77
8.4. Solarthermie	80
8.5. Biomasse	81
8.5.1 Feste Biomasse.....	81
8.5.2 Biomasse (Landwirtschaft, insbesondere Anbau-Biomasse).....	82
8.5.3 Biomasse (biogener Abfall und Klarschlamm, sowie Faulgas).....	82
8.6. Geothermie und sonstige Umweltwärme	84
8.7. Industrielle Abwärme	86
8.8. Kraft-Wärme-Kopplung.....	88
8.9. Zusammenfassung der Potenziale erneuerbare Energien und KWK	90

Teil D: Szenarien und Ziele	93
9 Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs und dessen Deckung in der Stadt Krefeld	94
9.1. Annahmen zu den Szenarien	94
9.2. Entwicklung des Energieverbrauchs.....	95
9.3. Entwicklung der klimaschonenden Strom- und Wärmeerzeugung	97
9.4. Entwicklung des Energieverbrauchs nach Energieträgern.....	100
9.5. Entwicklung der CO ₂ -Emissionen	101
9.6. Beitrag der lokalen Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zur Minderung der CO ₂ -Emissionen	105
9.7. Wertschöpfungseffekte.....	106
10 Energie- und klimapolitische Ziele	109
10.1. Ziele auf Ebene des Bundes und des Landes.....	109
10.2. Vorschlag für Klimaschutzziele der Stadt Krefeld	112
Teil E: Anpassung an den Klimawandel – grobe Risikoanalyse	114
11 Vorgehen	114
12 Klimawandel in Nordrhein-Westfalen und der Stadt Krefeld	116
12.1. Regionale Klimaprojektionen für Nordrhein-Westfalen.....	116
12.2. Temperaturänderungen.....	118
12.3. Niederschlagsänderungen.....	119
12.4. Extremwetterereignisse und schleichende Veränderungen	120
13 Zusammenstellung der bisherigen Erfahrungen und Auswirkungen vor Ort	122
14 Klimawandel-bezogene Betroffenheiten im Stadtgebiet	124
14.1. Stadtgesellschaft	124
14.2. Öffentliche Gesundheit und empfindliche Gruppen.....	124
14.3. Soziale Infrastruktur.....	125
14.4. Verkehrswesen und Luftqualität	125
14.5. Wasserversorgung und Entwässerung	126
14.6. Gebäude und Baumaterialien	127

14.7.	Industrie und Gewerbe, Einzelhandel	127
14.8.	Tourismus	128
14.9.	Forst- und Landwirtschaft	129
14.10.	Wasserressourcen und –qualität	129
14.11.	Grünflächen.....	130
14.12.	Biodiversität und Ökosysteme	130
15	Zusammenfassung und Schlussfolgerung.....	131
Teil F:	Akteursbeteiligung	132
16	Akteursbeteiligung / Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen der Erstellung des IKSK	132
17	Ergebnisse der Online-Befragung.....	136
Teil G:	Maßnahmenkatalog	143
18	Methodische Vorbemerkungen	143
19	Übersicht über vorgeschlagenen Maßnahmen und die Handlungsfelder	145
19.1.	Handlungsfeld: Übergreifende Maßnahmen	151
19.2.	Handlungsfeld: Kommune als Vorbild	151
19.3.	Handlungsfeld Bildung.....	151
19.4.	Handlungsfeld Mobilität	152
19.5.	Handlungsfeld Energieeffizienz und erneuerbare Energien	153
19.6.	Handlungsfeld Klimaanpassung	153
19.7.	Aktivierung und Beteiligung	154
20	Handlungsprogramm	155
Teil H:	Kommunikationsstrategie, Controlling und Verstetigung.....	157
21	Kommunikationsstrategie.....	157
21.1.	Ziele und Aufgaben	157
21.2.	Instrumente und Zielgruppen.....	158
22	Controlling- und Monitoringkonzept	160
22.1.	Überwachung, Messung und Analyse	161

22.2.	Zielanpassung / Maßnahmenanpassung	164
22.3.	Klimaschutzberichterstattung.....	165
22.4.	Personalbedarf, erforderliche Investitionen.....	165
23	Vorschläge für die Organisation des Umsetzungsprozesses / Verstetigungsstrategie.....	166
23.1	Fortentwicklung der vorhandener Strukturen / Integration vorhandener Akteure und Prozesse	166
23.2	Etablierung eines „Klimaschutzmanagements“ in der Stadtverwaltung.....	168
	Quellenverzeichnis	171

ANHÄNGE

Anhang 1: Energiesteckbrief

Anhang 2: Maßnahmenkatalog

Anhang 2.1: Maßnahmensammlung

Anhang 2.2: Steckbriefe der prioritären Maßnahmen

Anhang 2.3: Ratsbeschluss vom 4.7.2019 (Klimanotfall) mit entsprechenden Kürzeln

Anhang 2.4: Handlungsprogramm (Zeit- und Kostenplan)

Anhang 3: Dokumentation der Akteursbeteiligung

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Vergleich der spezifischen Verbrauchsdaten je Einwohner in Krefeld mit bundesweiten Durchschnittswerten	24
Tabelle 2:	Modal-Split der Verkehrsleistung in Krefeld und in Deutschland im Vergleich.....	41
Tabelle 3:	Fahrtleistung des Verkehrs in der Stadt Krefeld in 2017.....	49
Tabelle 4:	Fahrtleistung des öffentlichen Verkehrs in Krefeld	50
Tabelle 5:	Energieverbrauch des Verkehrs in der Stadt Krefeld in 2017	52
Tabelle 6:	Emissionen des Verkehrs in der Stadt Krefeld in 2017.....	52
Tabelle 7:	Veränderungen im TREND-Szenario	57
Tabelle 8:	Veränderungen im AKTIV-Szenario	58
Tabelle 9:	relative Veränderung des Modal-Splits der Verkehrsleistung	59
Tabelle 10:	Potenziale zur Reduktion des Energieverbrauchs im Mobilitätsbereich	59
Tabelle 11:	Gegenüberstellung der CO ₂ Emissionen der Szenarien	60
Tabelle 12:	Einsparpotenzial Stromverbrauch private Haushalte.....	62
Tabelle 13:	Reduktionspotenziale beim Stromverbrauch im Bereich Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung	69
Tabelle 14:	Reduktionspotenzial beim Wärmeverbrauch im Bereich Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung	71
Tabelle 15:	Technisches Potenzial zur Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK	91
Tabelle 16:	Energie- und klimapolitische Ziele der Bundesregierung	109
Tabelle 17:	Emissionen der in die Zieldefinition einbezogenen Handlungsfelder des Klimaschutzplans der Bundesregierung (BMUB 2016)	110
Tabelle 18:	Zusammenfassende Schlussfolgerungen zu den Klimawandel-bezogenen Betroffenheiten in Krefeld	131
Tabelle 19:	Übersicht aller vorgeschlagenen Maßnahmen in den Handlungsfeldern.....	146
Tabelle 20:	Übersicht über die Sachkosten sowie förderfähigen Personalkosten für KSM und Personalkosten für die "umweltpädagogische Stelle" zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes bis 2025 (bzw. bis 2029 für die Umstellung der Straßenbeleuchtung auf LED).....	155
Tabelle 21:	Allgemeine Indikatoren für das Monitoring des Klimaschutzkonzeptes	163

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Bevölkerungsentwicklung der Stadt Krefeld von 1990 bis 2018.....	14
Abbildung 2: Entwicklung der spezifischen Wohnfläche 1990 bis 2018.....	14
Abbildung 3: Entwicklung der Erwerbstätigen nach Wirtschaftsbereichen.....	15
Abbildung 4: Vergleich Territorialprinzip und Verursacherprinzip im Verkehrssektor.....	20
Abbildung 5: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Krefeld 2010 bis 2017 nach Energieträgern.....	21
Abbildung 6: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Krefeld 2010 bis 2017 nach Anwendungszwecken.....	22
Abbildung 7: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Krefeld aufgeteilt nach Verbrauchssektoren für die Jahre 2010 bis 2017	23
Abbildung 8: Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK, Krefeld 2017.....	25
Abbildung 9: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen in Krefeld für die Jahre 2010 bis 2017 nach Energieträgern.....	27
Abbildung 10: CO ₂ -Emissionen in Krefeld im Jahr 2017 anteilig nach Energieträgern	28
Abbildung 11: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen in Krefeld aufgeteilt nach Verbrauchssektoren für die Jahre 2010 bis 2017	29
Abbildung 12: Entwicklung der spezifischen CO ₂ -Emissionen je Einwohner in Krefeld aufgeteilt nach Verbrauchssektoren von 2010 bis 2017	30
Abbildung 13: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen in Krefeld 2010 bis 2017 nach Anwendungszwecken	31
Abbildung 14: Schema der Potenzialabstufungen für die Potenzialanalysen	33
Abbildung 15: Ein- und Auspendlerströme der Stadt Krefeld nach Quell- und Zielorten 2017	34
Abbildung 16: Anbindung Krefelds an das Straßen- und Schienennetz	36
Abbildung 17: Liniennetzplan Stadt Krefeld – Stadtwerke Krefeld.....	37
Abbildung 18: Ausschnitt beschilderte Radwege Krefeld und Umgebung	38
Abbildung 19: Verteilung der Verkehrsmittel auf Binnen-, Quell- und Zielverkehr	42
Abbildung 20: Verkehrsleistung nach Reisezweck.....	43
Abbildung 21: Verkehrsmittelwahl in Krefeld nach Entfernung	45
Abbildung 22: Verkehrsmittel nach Reisezweck –absolute Häufigkeit- auf alle EW hochgerechnet	46
Abbildung 23: Treibhausgaseinsparungen im Mobilitätssektor nach Instrumenten	48
Abbildung 24: Energieverbrauch des Verkehrs in Krefeld nach Energieträgern	59
Abbildung 25: Einsparpotenziale durch Nutzung effizienter Heiztechnik	65

Abbildung 26: Einsparpotenziale durch Kombination effizienter Anlagentechnik und energetischer Sanierung der Gebäudehülle	66
Abbildung 27: Einsparpotenzial Heizwärmebedarf durch energetische Sanierung von Gebäuden unterschiedlicher Baualtersklassen	67
Abbildung 28: Wärmeverbrauch der Haushalte – aktueller Stand im Vergleich zum Verbrauch nach Sanierung aller unsanierten Gebäude gemäß EnEV.....	68
Abbildung 29: Benchmark Strom der kommunalen Liegenschaften der Stadt Krefeld	72
Abbildung 30: Benchmark Wärme der kommunalen Liegenschaften der Stadt Krefeld	73
Abbildung 31: Entwicklung des Stromverbrauchs zur Straßenbeleuchtung in der Stadt Krefeld (KBK 2019).....	74
Abbildung 32: Entwicklung des kommunalen Energieverbrauchs der Stadt Krefeld	75
Abbildung 33: PV-Benchmark, Kumulierte Installierte PV-Spitzenleistung pro Einwohner nach Leistungsklassen für ausgewählte Großstädte und NRW	79
Abbildung 34: geothermische Ergiebigkeit in 40 m Tiefe.....	84
Abbildung 35: Geothermie Einbauschtzonen um die Stadt Krefeld (NRW 2019).....	85
Abbildung 36: Ausschnitt des EnergieatlasNRW.de, Planungskarte Wärme, mit Standorten Industrieller Abwärme	87
Abbildung 37: Beispiele für die Datengenauigkeit der Industriellen Abwärmenutzung im EnergieatlasNRW	87
Abbildung 38: Technisches Potenzial zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK in der Stadt Krefeld	90
Abbildung 39: Technisches Potenzial zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK in der Stadt Krefeld	91
Abbildung 40: Szenarien zur Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verbrauchssektoren.....	96
Abbildung 41: Szenarien zur Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verbrauchszecken.....	96
Abbildung 42: Szenarien zur Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung.....	97
Abbildung 43: Szenarien zur Entwicklung der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung	98
Abbildung 44: Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs nach Energieträger	100
Abbildung 45: Szenarien zur Entwicklung der CO ₂ -Emissionen im Szenario TREND	102

Abbildung 46: Szenarien zur Entwicklung der CO ₂ -Emissionen im Szenario AKTIV	103
Abbildung 47: Szenarien zur Entwicklung der CO ₂ -Emissionen nach Verbrauchssektoren in der Stadt Krefeld.....	104
Abbildung 48: Szenarien zur CO ₂ -Vermeidung durch die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der Stadt Krefeld	105
Abbildung 49: Entwicklung der jährlichen Energiekosten in den Szenarien für die Stadt Krefeld (bei aktuellen Preisen)	107
Abbildung 50: Krefeld auf dem Weg zur Klimaneutralität	112
Abbildung 51: Vorgehen für die Erstellung einer groben Risikoanalyse	115
Abbildung 52: Veränderung der Lufttemperatur in 2021-2050 in Bezug auf 1971- 2000, als Perzentile dargestellt	117
Abbildung 53: Veränderung der Lufttemperatur in 2071-2100 in Bezug auf 1971- 2000, als Perzentile dargestellt	118
Abbildung 54: Mittlere jährliche Anzahl der Temperaturkentage im Zeitraum 1951-1980, Änderung im Zeitraum 1981-2010 bezogen auf 1951- 1980 sowie Minimum, Mittel und Maximum des Gesamtzeitraumes 1951-2017.....	118
Abbildung 55: Mittlere jährliche beobachtete Lufttemperatur (Rheinisches Tiefland) im Zeitraum 1971-2000 sowie Änderungen 2071-2100 bezogen auf 1971-2000 für das moderate Klimaszenario (RCP 4.5) und das "weiter-wie-bisher- Szenario" (RCP 4.5) (links); saisonale Änderung der zukünftigen mittleren Lufttemperatur verschiedener Klimanormal-perioden bezogen auf 1971-2000 (rechts).....	119
Abbildung 56: Mittlere jährliche beobachtete Niederschlagssumme (Rheinisches Tiefland) im Zeitraum 1971-2000 sowie Änderungen 2071-2100 bezogen auf 1971-2000 für das moderate Klimaszenario (RCP 4.5) und das "weiter-wie-bisher- Szenario" (RCP 8.5) (links); saisonale Änderung des zukünftigen mittleren Niederschlages verschiedener Klimanormalperioden bezogen auf 1971-2000 (rechts)].....	120
Abbildung 57: Mittlere jährliche Anzahl der beobachteten Niederschlagskentage (Rheinisches Tiefland) im Zeitraum 1971-2000 sowie Änderungen 2021-2050 (links) und 2071-2100 (rechts) bezogen auf 1971-2000 für das moderate Klimaszenario (RCP 4.5) und das "weiter-wie- bisher-Szenario" (RCP 8.5) (links).....	121
Abbildung 58: Entwicklung der Teilnehmer der Online-Befragung.....	136
Abbildung 59: Welche Beratungsangebote in der Stadt Krefeld zu den Themen Klimaschutz und Klimaanpassung kennen bzw. nutzen Sie?	137
Abbildung 60: Bei welchen Klimaschutz- und Klimaanpassungsthemen sehen Sie in Krefeld den größten Handlungsbedarf?	138

Abbildung 61: Wie wichtig ist es für Sie, dass die Stadtverwaltung Krefeld die folgenden Aktivitäten zu Klimaschutz und Klimaanpassung voranbringt?	139
Abbildung 62: Welche Klimaschutzmaßnahmen haben Sie schon selbst durchgeführt bzw. wurden in dem von Ihnen bewohnten Gebäude bereits durchgeführt?	140
Abbildung 63: Welche Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels haben Sie schon selbst durchgeführt bzw. wurden in dem von Ihnen bewohnten Gebäude bereits durchgeführt?	141
Abbildung 64: Was denken Sie: Was hindert Sie bislang daran, noch mehr für Klimaschutz und Klimaanpassung zu tun?	142
Abbildung 65: Kommunikationsstrategie: Instrumente und Zielgruppen	159
Abbildung 66: Grundzüge zum Controlling und zur Evaluierung in Anlehnung an ISO 50001 / 14001 (kontinuierlicher Verbesserungsprozess).....	160

ABKÜRZUNGEN

Abkürzung	Erläuterung
a	Jahr
BAB / B	Bundesautobahn / Bundesstraße
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BHKW	Blockheizkraftwerk
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid
dena	Deutsche Energieagentur
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
EW	Einwohner
FB 60	Fachbereich 60: Zentrales Gebäudemanagement (seit 01.01.2020 eigenbetriebsähnliche Einrichtung)
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GWh/a	Gigawattstunde pro Jahr
IKSK	Integriertes Klimaschutzkonzept
Klimabündnis	Klima-Bündnis europäischer Städte mit den indigenen Völkern der Regenwälder zum Erhalt der Erdatmosphäre e.V.
KSM	Klimaschutzmanager
KSK	Klimaschutzkonzept
KSTK	Klimaschutzteilkonzept
kWh	Kilowattstunde
kWh/(m ² · a)	Kilowattstunde pro Quadratmeter und Jahr
kW _{peak}	Installierte Leistung von PV-Anlagen (unter Standard-Testbedingungen)
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Gesetz zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung
LCA	Life Cycle Assessment / Life Cycle Analysis (Lebenszyklusanalyse)
Lkw	Lastkraftwagen und Sattelzugmaschinen
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MWh	Megawattstunde (=1.000 Kilowattstunden)
MWh/(EW · a)	Megawattstunde pro Einwohner und Jahr
MWh/a	Megawattstunde pro Jahr
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
Pkw	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik (direkte Stromerzeugung aus Sonnenenergie)
SvB	sozialversicherungspflichtig Beschäftigte
t/a	Tonnen pro Jahr

Abkürzung	Erläuterung
UBA	Umweltbundesamt
WEA	Windenergieanlage
WZ	Wirtschaftszweig

GENDER-HINWEIS

Soweit im vorliegenden Bericht die männliche Sprachform bei personenbezogenen Substantiven und Pronomen verwendet wird, geschieht dies aus Gründen der leichteren Lesbarkeit. Dies impliziert keine Benachteiligung des weiblichen Geschlechts, sondern ist im Sinne der sprachlichen Vereinfachung als geschlechtsneutral zu verstehen.

TEIL A: EINLEITUNG

1 Hintergrund und Aufgabenstellung

1.1. Rahmenbedingung der Stadt Krefeld

Die Stadt Krefeld in Nordrhein-Westfalen liegt linksrheinisch nordwestlich der Landeshauptstadt Düsseldorf und grenzt südwestlich an das Ruhrgebiet. Die kreisfreie Stadt am Niederrhein gliedert sich in neun Stadtbezirke mit 19 Stadtteilen und gehört zur Metropolregion Rhein-Ruhr. Durch das Stadtgebiet führen die Bundesstraßen B 9 und B 57 sowie die Bundesautobahn A 57, welche nördlich die A 40 und südlich A 44 kreuzt. Des Weiteren befindet sich nur ca. 20 Kilometer vom Stadtzentrum der internationale Flughafen Düsseldorf. Vom Krefelder Bahnhof, welcher an der Bahnstrecke Duisburg- Mönchengladbach liegt, fahren im regelmäßigen Takt Regionalbahnen in die nächstgelegenen Großstädte wie Düsseldorf oder Köln sowie in das Umland von Krefeld. Die nächstgelegenen ICE-Bahnhöfe sind Düsseldorf und Duisburg. An die Schifffahrt ist die Stadt hauptsächlich durch den Hafen Krefeld im Stadtteil Linn angeschlossen.

Insgesamt leben 233.957 Einwohner (Stand 31.12.2018) auf 133,77 km² in der Stadt Krefeld. Die Bevölkerungsdichte beträgt 1.694,5 EW/km². Der größte Anteil der Bevölkerung lebt dabei in der Innenstadt. Weitere bevölkerungsreiche Stadtteile sind Cracau, Fischeln und Bockum. Dabei ist in Abbildung 1 zu erkennen, dass Krefeld seit Mitte der 1990er Jahren ein Rückgang der Bevölkerung zu verzeichnen hatte. Seit 2013 hat sich dieser Trend allerdings gewendet und die Bevölkerungszahl ist in Krefeld wieder leicht gewachsen.

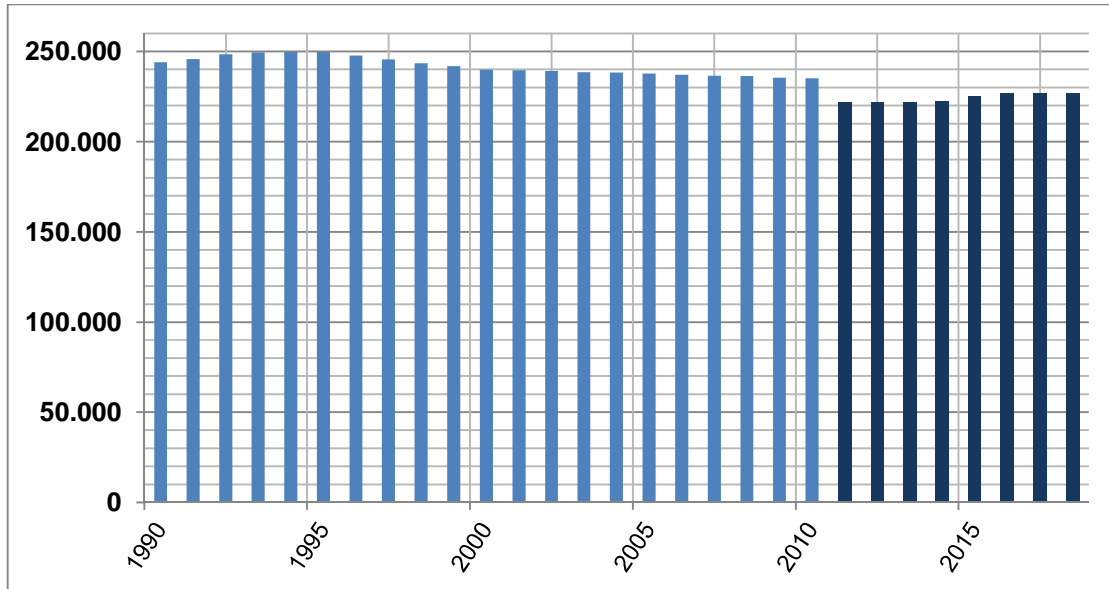


Abbildung 1: Bevölkerungsentwicklung der Stadt Krefeld von 1990 bis 2018

Quelle: Fortschreibung Bevölkerungsstand: IT.NRW, Düsseldorf, 2019¹

Die Wohnfläche je Einwohner liegt mit aktuell 44,7 m² je Einwohner etwas unter dem Vergleichswert im Bund (46,5 m²). Sie ist seit 1990 kontinuierlich um nahezu 30% gestiegen.

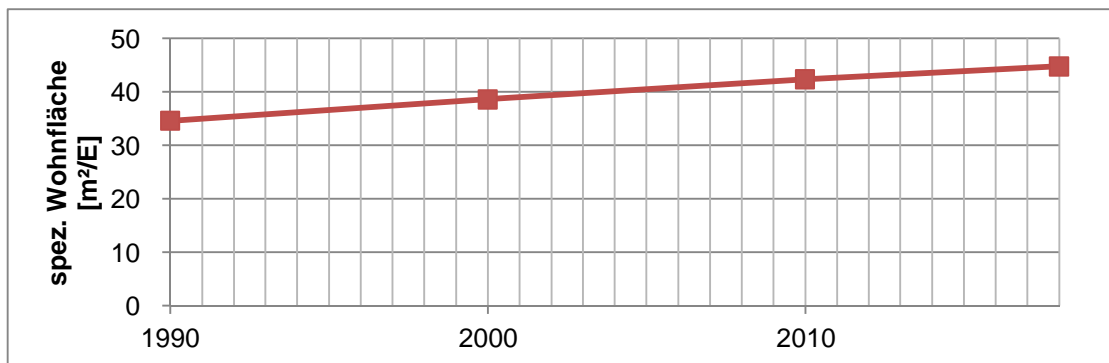


Abbildung 2: Entwicklung der spezifischen Wohnfläche 1990 bis 2018

Quelle: Fortschreibung Wohngebäude und Wohnungsbestand: IT.NRW, Düsseldorf, 2019 und eigene Berechnungen

In Krefeld sind 92.433 (Stand März 2018) sozialversicherungspflichtige Beschäftigte gemeldet. Davon arbeiten der Großteil der Bevölkerung im Dienstleistungsbereich (ca. 69 %) und im produzierenden Gewerbe (ca. 31 %). Die Land-, Forstwirtschaft und Fischerei ist mit unter 0,5 % weniger stark vertreten. In der folgenden Abbildung ist die Entwicklung der Erwerbstätigen nach Wirtschaftsbereichen von 2010 bis 2017 dargestellt. Nach einem

¹ Die Fortschreibung des Bevölkerungsstandes basiert für die Jahre 1987 bis 2010 auf den Ergebnissen der Volkszählung von 1987. und ab dem Jahr 2011 auf den Ergebnissen des Zensus 2011 (a.a.O.)

Rückgang stagnierte die Gesamtzahl seit 2005 und steigt seit 2016 wieder leicht an. Aus der Abbildung wird deutlich, dass die Zahl der Erwerbstätigen im produzierenden Gewerbe seit 2000 zunächst stark und ab 2004 weniger stark aber bis 2016 kontinuierlich abnimmt. Der Dienstleistungsbereich steigt demgegenüber seit 2004 kontinuierlich.

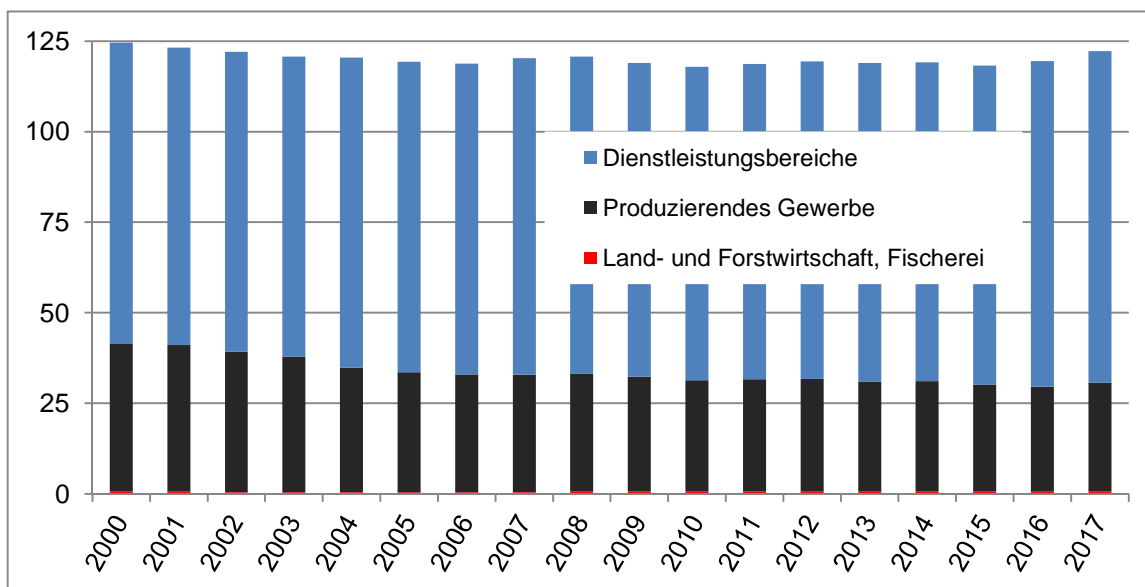


Abbildung 3: Entwicklung der Erwerbstätigen nach Wirtschaftsbereichen

Quelle: Erwerbstätige (Inland) nach Wirtschaftsbereichen der WZ 2008 (Berechnungsstand August 2018: IT.NRW, Düsseldorf, 2019)

1.2. Bisherige Klimaschutzaktivitäten der Stadt Krefeld

Die Stadt Krefeld steht bei den Themen „Energie / Klimaschutz und Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ nicht am Anfang und hat in den vergangenen Jahren und Monaten wichtige Aktivitäten umgesetzt, begonnen oder initiiert.

So wurde zum Beispiel bereits 2000 ein CO₂-Minderungskonzept für die Stadt erstellt. Des Weiteren wurde ein Klimaschutzteilkonzept und Klimaschutzmanagement im Jahre 2010 erarbeitet, was die Emissionsminderung durch Modernisierung und Sanierung städtischer Gebäude der Fachbereiche 40 (Schule, Pädagogischer und Psychologischer Dienst) und 52 (Sport und Sportförderung) sowie eine städtische Beratungsinitiative beinhaltet.

Auch in den Fachbereichen der Stadtverwaltung wurden bereits einige Anstrengungen im Bereich Klimaschutz durchgeführt, zum Beispiel:

- KFW-Programm 432, Energetische Stadtsanierung (FB 62 - Vermessungs- und Katasterwesen)
- Anschaffung von Pedelects zur Erhöhung der Fahrradmobilität (FB 62 - Vermessungs- und Katasterwesen sowie FB 61 Stadt- und Verkehrsplanung)

- Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Krefeld (SWK): Zurverfügungstellung von Hausdächern für PV-Anlagen (Wohnstätte Krefeld)
- Umrüstung der Beleuchtung in Sporthallen auf LED (FB 60 - Zentrales Gebäudemanagement)
- Ausrichtung von Fachvorträgen u.a. zu Elektromobilität oder Energieeinsparung (FB 40 – Volkshochschule)
- Laufende Projekte zu erneuerbaren Energien, Energieeffizienz, Energieausweise (SWK AG)
- Verwaltungsinterne AG "Saubere Luft" (FB 39 Umwelt und Verbraucherschutz)
- Umstellung auf RC-Papier (FB 10 - Verwaltungssteuerung und -service)

Seit elf Jahren nimmt die Stadt Krefeld an der Aktion Stadtradeln vom Klima-Bündnis teil, bei der Bürger*innen dazu aufgerufen werden, alltägliche Strecken mit dem Fahrrad zurückzulegen, um einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten und ein Zeichen für vermehrte Radförderung zu setzen.

Außerdem sind noch weitere Aktivitäten geplant, wie beispielsweise:

- Externe Vergabe des Sanierungsmanagements für das erstellte Quartierskonzept (FB 62 - Vermessungs- und Katasterwesen)
- Erstellung einer Starkregengefahrenkarte (Kommunalbetriebe Krefeld)
- Weitere umweltfreundliche Beschaffungen (FB 10 - Verwaltungssteuerung und -service)

Mit dem Ratsbeschluss vom 04.07.2019 hat die Stadt Krefeld außerdem den Klimanotfall ausgerufen und unter anderem 20 Punkte beschlossen, die es für den Klimaschutz und die Anpassung an die Folgen des Klimawandels umzusetzen gilt. Dieser Ratsbeschluss bildet, neben der umfangreichen Potenzialanalyse im Rahmen des Integrierten Klimaschutzkonzeptes, die Grundlage für den Maßnahmenkatalog (siehe Teil G).

1.3. Ziele des Integrierten Klimaschutzkonzeptes

Mit dem Ziel der Systematisierung und der festen Verankerung des Klimaschutzes in der Stadt Krefeld wurde zunächst auf der Grundlage eines Beschlusses des Ausschusses für Umwelt, Energie, Ver- und Entsorgung sowie Landwirtschaft am 30.09.2016 ein Antrag auf Zuwendung aus der Nationalen Klimaschutzinitiative für den Förderbereich III.1 - "Einstiegsberatung kommunaler Klimaschutz in Krefeld" beim Projektträger Jülich (PtJ) gestellt, der mit Zuwendungsbescheid vom 01.02.2017 positiv beschieden wurde.

Nach Ausschreibung und erfolgter Beauftragung der GERTEC GmbH Ingenieurgesellschaft, Essen wurde die Einstiegsberatung mit dem entsprechenden Bericht am 28.02.2018 abgeschlossen, so dass darauf aufbauend, seit dem 01.12.2018 das integrierte Klimaschutzkonzept für Krefeld erarbeitet werden konnte.

Es handelt sich dabei ebenfalls um ein im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) mit Bundesmitteln gefördertes Projekt (Zuwendungsbescheid des Projektträgers Jülich vom 03.08.2018 mit dem Förderkennzeichen 03K09749).

Nach Beteiligung des Ausschusses für Umwelt, Ver- und Entsorgung sowie Landwirtschaft am 26.09.2018 und Durchführung eines Vergabeverfahrens, hatte die Stadt Krefeld die Bietergemeinschaft WertSicht GmbH, Kaiser-Wilhelm-Ring 1, 40545 Düsseldorf und Infrastruktur & Umwelt, Professor Böhm und Partner, Julius-Reiber-Str. 17, 64293 Darmstadt mit der Erstellung des integrierten Klimaschutzkonzeptes für die Stadt Krefeld („KrefeldKlima 2030“) beauftragt.

Das nun vorliegende Integrierte Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzept KrefeldKlima 2030 stellt als strategische Entscheidungsgrundlage und Planungshilfe die bisherigen Aktivitäten in einen übergeordneten Rahmen. Es zeigt die Potenziale zur Energieeinsparung und zum Einsatz von regenerativen Energien auf, zeigt im Rahmen einer groben Risikoanalyse die Betroffenheit von den Folgen des Klimawandels auf und macht Vorschläge zu Maßnahmen in verschiedenen Handlungsfeldern.

Grundlage des Konzepts ist eine Bestandsaufnahme des Energieverbrauchs und der daraus resultierenden CO₂-Emissionen (Kapitel 3 und Kapitel 4). Aufbauend darauf werden Potenziale zur Energieeinsparung, Energieeffizienz und verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien ermittelt (Kapitel 7). Kapitel 12 befasst sich mit den Herausforderungen durch die Folgen des Klimawandels. Mit Hilfe von Szenarien wird im Kapitel 9 in zwei verschiedenen Entwicklungspfaden bis zum Jahr 2030 dargestellt, wie die vorhandenen Potenziale tatsächlich umgesetzt werden könnten und welche Ergebnisse daraus resultieren. Dabei steht der Entwicklung im TREND-Szenario – quasi ein „weiter so wie bisher“ – das Ziel-Szenario mit deutlich verstärkten Klimaschutzaktivitäten auf allen Handlungsebenen gegenüber. Die Szenarien dienen als Grundlage für die Formulierung von Klimaschutzzielen (Kapitel 10).

Basierend auf der Ist-Analyse und den Szenarien wurde unter Beteiligung der Akteure vor Ort ein Maßnahmenkatalog erarbeitet, bewertet und priorisiert (Kapitel 19). Daraus resultiert ein Klimaschutzfahrplan für die Klimaschutzaktivitäten in Krefeld, welcher durch Vorschläge zum Umsetzungsprozess komplettiert wird (Kapitel 21, 22 und 23).

TEIL B: ENERGIE- UND CO₂-BILANZ

2 Datengrundlagen und Methodik

Grundlage für alle weiteren Analysen des Klimaschutzkonzepts ist eine Energie- und CO₂-Bilanz. Sie stellt die aktuellen Energieverbräuche und die daraus resultierenden CO₂-Emissionen sowie die Entwicklung der letzten Jahre dar.

Die Bilanz wurde mit dem Bilanzierungstool EcoRegion der Firma EcoSpeed (www.ecospeed.ch) angelegt. In EcoRegion sind bereits die folgenden Strukturdaten hinterlegt:

- Einwohnerzahlen
- Beschäftigtenzahlen
- Fahrleistungen für den Verkehrssektor

Aus diesen Daten und den spezifischen bundesweiten Daten werden der Energieverbrauch und die daraus resultierenden CO₂-Emissionen errechnet („einfache“ Bilanzierung).

Das Jahr 2017 ist zum Zeitpunkt der Bilanzierung das Jahr mit der aktuellsten, vollständigen Datenbasis. Für dieses Jahr wurden u.a. folgende Echtdateien eingepflegt:

- Energieverbräuche der kommunalen Liegenschaften und Einrichtungen
- Daten der Netzbetreiber zum Strom- und Erdgasverbrauch, aufgeteilt nach Verbraucherguppen, sowie zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien
- Daten zu Anlagen zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien (BAFA)
- Weitere statistische Daten (IT, NRW, Daten der Stadt Krefeld etc.)

Mit Hilfe dieser umfangreichen Datenbasis kann eine detaillierte Energie- und CO₂-Bilanz für das Jahr 2017 für die Stadt Krefeld erstellt werden. Die Bilanz orientiert sich an den drei Anwendungsbereichen Stromversorgung, Wärmeversorgung und Mobilität. Dabei werden die Energieverbräuche nach den folgenden Verbraucherguppen unterteilt:

- Private Haushalte
- Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD)
- Verkehr
- Stadt Krefeld (kommunale Gebäude, Straßenbeleuchtung, Kläranlagen)

Die vorliegende Energie- und CO₂-Bilanz geht noch einen Schritt weiter und verfeinert diese Bilanz mit Hilfe der:

- Daten zu Anlagen zur Wärmeherzeugung aus erneuerbaren Energien (BAFA)
- Weiteren statistischen Daten (z.B. Gebäude- und Wohnungszählung,...)
- Mobilitätsbefragung Krefeld und Daten der SWK Mobil²

Es werden jeweils die Energieverbräuche nach Anwendungsbereich und Verbrauchssektoren dargestellt und analysiert. Auf Basis dieser Energieverbrauchs-Analysen wird anschließend die CO₂-Bilanz aufgestellt. Das Berechnungstool EcoRegion ermöglicht für alle Emissionsberechnungen eine Life-Cycle-Assessment-(LCA)-Methode. Diese berücksichtigt bei den CO₂-Emissionen auch die Vorketten für die Bereitstellung der Energie, wie z.B. Erschließung, Aufbereitung und Transport von Erdgas. Eine Besonderheit ergibt sich bei den CO₂-Emissionen, die aus dem Stromverbrauch resultieren. Sie entstehen vor allem bei der Stromproduktion in den Kraftwerken. Hinzu kommen diejenigen Emissionen, die bei der Brennstoffbereitstellung und dem Bau der Erzeugungsanlage entstehen. Der Großteil dieser Emissionen entsteht nicht in Krefeld selbst, sondern wird durch den Stromverbrauch in Krefeld an anderer Stelle verursacht.

Um vergleichbare Ergebnisse zu anderen Energieträgern zu erhalten und Strom als Energieträger nicht zu bevorteilen, müssen die CO₂-Emissionen der Stromproduktion auf den Stromverbrauch in Krefeld angerechnet werden. Da das Stromnetz bundesweit verknüpft ist und sich nicht unterscheiden lässt, aus welchen Quellen der in Krefeld genutzte Strom physikalisch tatsächlich stammt, wird für die Analyse der bundesweite Strommix angesetzt. Dies geschieht im Einklang mit den Bilanzierungsempfehlungen des Klima-Bündnisses (vgl. Morcillo 2011, ifeu 2014). Der Nachteil dieser Betrachtungsweise liegt darin, dass dadurch die lokalen Beiträge zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien keinen direkten Eingang in die CO₂-Bilanz finden. Diesen Beitrag darzustellen, ist aber nicht zuletzt für die Diskussion um Erneuerbare-Energien-Anlagen vor Ort sehr wichtig. Daher wird im vorliegenden Konzept zusätzlich aufgezeigt, welchen Beitrag die erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung leisten.

Die Bilanzierung der Wärme- und Stromversorgung erfolgt nach dem Territorialprinzip. Das heißt, es wird der Wärme- und Stromverbrauch bilanziert, der auf dem Gemarkungsgebiet der Stadt Krefeld erfolgt.

Der Verkehrssektor wird in Abstimmung mit dem Mobilitätskonzept und entsprechend der aktuellen Empfehlungen des Klima-Bündnisses ebenfalls territorial bilanziert, um so die kommunalen Handlungsansätze besser herausarbeiten zu können (siehe dazu Kapitel 16).

² siehe dazu Kap. 16

Die folgende Abbildung verdeutlicht die Wirkungsweise des Territorialprinzips für den Verkehrssektor. Es werden lediglich die mobilitätsbedingten Endenergieverbräuche der innerhalb der Grenzen Krefeld stattfindenden Fahrten berücksichtigt. Die durch die Bürger sowie Gewerbe und Industrie Krefelds verursachten Fahrten (und Flüge) außerhalb des Stadtgebietes werden nicht betrachtet.

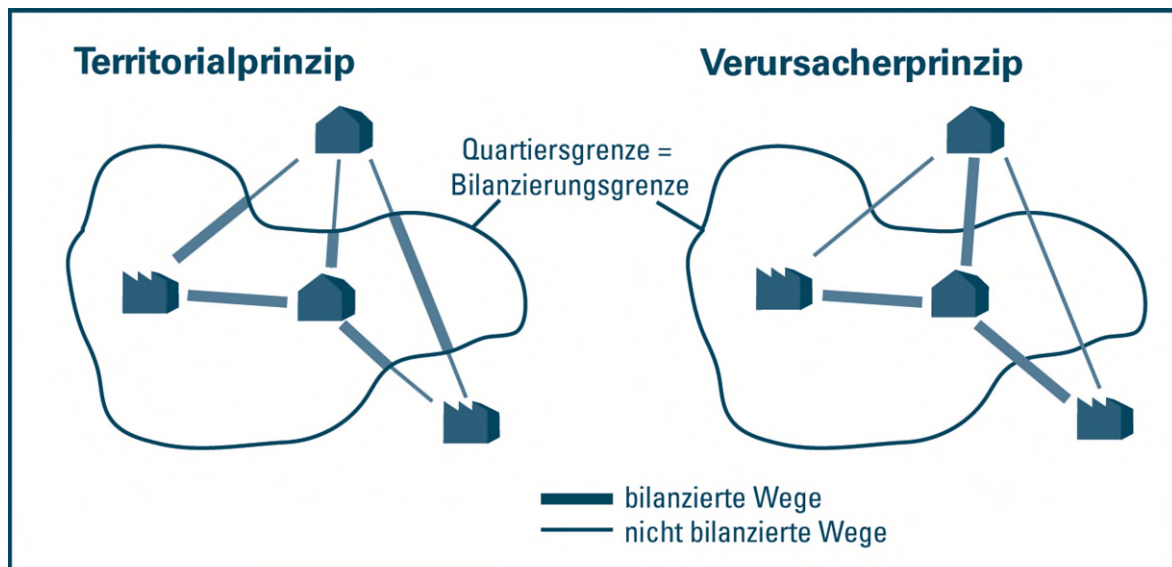


Abbildung 4: Vergleich Territorialprinzip und Verursacherprinzip im Verkehrssektor

Bei der Darstellung von Zeitreihen werden die Bilanzen entsprechend der Empfehlungen des Klima-Bündnisses nicht witterungsbereinigt³. Dies ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen. So war beispielsweise das Jahr 2010 ein verhältnismäßig kaltes Jahr und dementsprechend hoch sind auch die Energieverbräuche. Das Basisjahr 2016 war hingegen überdurchschnittlich warm. Bei der Potenzialermittlung und dem Vergleich mit Durchschnittswerten auf Grundlage dieses Jahres wurde der Verbrauch witterungsbereinigt, um eine realistische Einschätzungen der Potenziale zu erhalten.

³ Als Witterungs- oder Klimabereinigung bezeichnet man die Verrechnung des Heizenergieverbrauchs eines Jahres mit dem entsprechenden Klimakorrekturenfaktor. So werden klimatische Bedingungen herausgerechnet und die einzelnen Jahre besser miteinander vergleichbar gemacht. Im folgenden Text und in den Abbildungen werden die Begriffe „klimabereinigt“ und „witterungsbereinigt“ synonym gebraucht.

3 Energie-Bilanz für die Stadt Krefeld

3.1. Entwicklung des Endenergieverbrauchs

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern ist in Abbildung 5 dargestellt. Wiedergegeben ist dort in Säulendiagrammen der jährliche Verbrauch an Endenergie nach Energieträgerart in Megawattstunden.

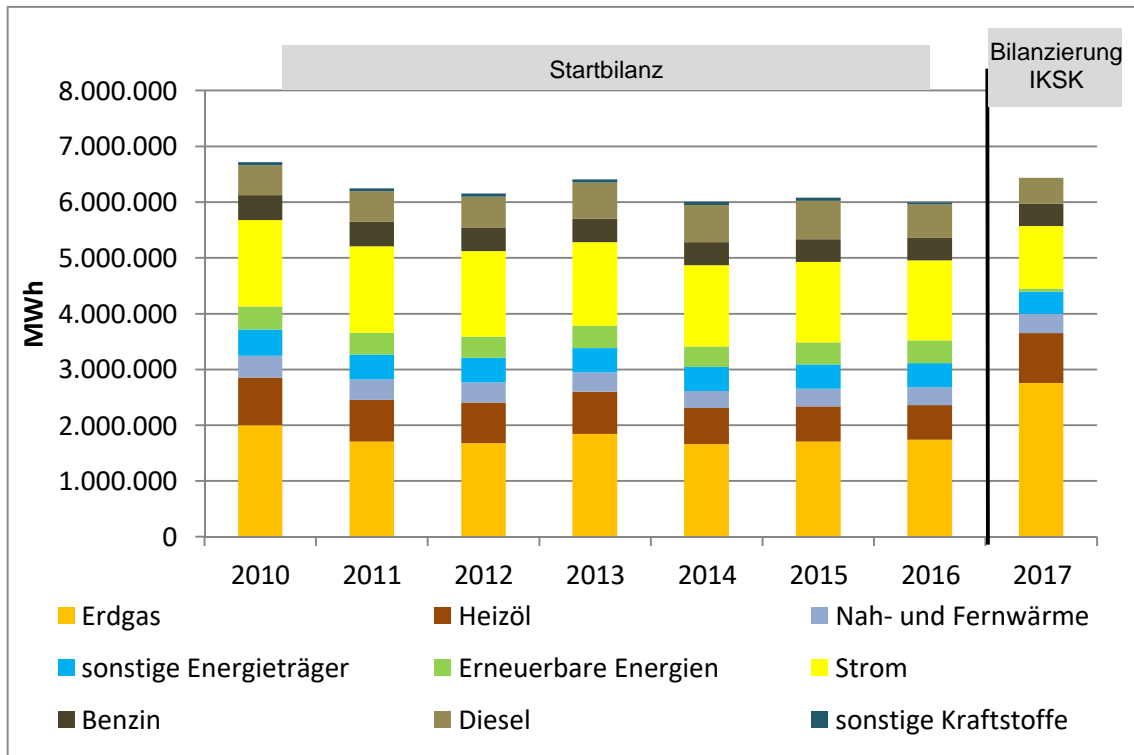


Abbildung 5: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Krefeld 2010 bis 2017 nach Energieträgern

In der Abbildung 6 ist die Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Anwendungszwecken dargestellt. Hier wird noch mal deutlich, dass der Endenergieeinsatz für Wärmezwecke mit Abstand den größten Anteil hat. Nach dem hier angewendeten Bilanzierungsprinzip (Territorialbilanz) hat der Mobilitätssektor nur einen vergleichsweise geringen Anteil am Endenergieverbrauch.

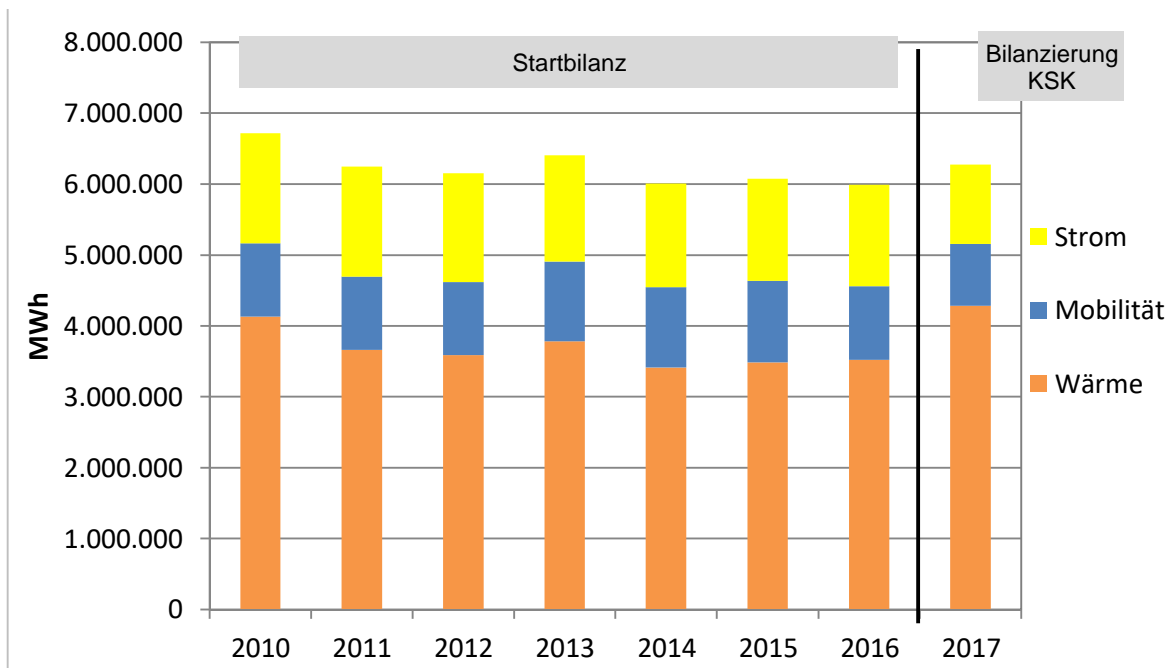


Abbildung 6: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Krefeld 2010 bis 2017 nach Anwendungszwecken

Bei der Entwicklung über die Jahre zeigt sich, dass der Wärmeverbrauch von den klimatischen Bedingungen abhängt und insgesamt ein wichtiger Einflussfaktor für die Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Betrachtungszeitraum darstellt. Während 2010 ein verhältnismäßig kaltes Jahr war, war beispielsweise 2016 ein verhältnismäßig mildes Jahre, was zu einem verringerten Wärmeverbrauch führte. Deutlich wird außerdem der Unterschied zwischen der Startbilanz und der Fein-Bilanzierung im Rahmen des Integrierten Klimaschutzkonzeptes für das Jahr 2017, welcher hauptsächlich durch die detailliertere Datengrundlage zu begründen ist (vgl. Kapitel 2).

Wichtigster Energieträger für die Wärmebereitstellung im Jahr 2017 ist mit Abstand Erdgas (ca. 43 % des Endenergieverbrauchs). Die erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung (Holz, Solarenergie, Biogas, Umweltwärme) tragen etwa 1 % zum gesamten Endenergieverbrauch bei, der biogene Anteil des Abfalls beträgt ca. 3 %. Der Stromverbrauch trägt mit etwa 17 % zum Gesamtenergieverbrauch bei. Im Verkehrsbereich sind Diesel (7 %) und Benzin (6 %) die wichtigsten Energieträger. Der Strom für die Elektromobilität und den Schienenverkehr spielt im Jahr 2017 eine untergeordnete Rolle.

Eine vergleichende Betrachtung des Endenergieverbrauchs nach Verbrauchssektoren (Haushalte, Verkehr, Wirtschaft und Stadt Krefeld) für die Jahre 2010 bis 2017 erfolgt in Abbildung 7. In der aktuellen Bilanz des Jahres 2017 wird deutlich, dass die Verbrauchssektoren Wirtschaft (ca. 52 %), Haushalte (ca. 32 %) und Verkehr (ca. 14 %) unterschied-

liche Anteile des Energieverbrauches ausmachen. Im Vergleich zur bundesweiten Verteilung (AGEB 2019) spielt der Wirtschaftssektor in Krefeld mit etwa 52 % eine große Rolle (bundesweit 44 % Anteil). Dies liegt in den natürlichen und strukturellen Voraussetzungen in Krefeld begründet.

Der Anteil des kommunalen Energieverbrauchs der Stadt Krefeld am Endenergieverbrauch der Gesamtstadt macht ca. 3 % aus. Dies ist auch im Hinblick auf die spätere Maßnahmenentwicklung wichtig: Es reicht nicht aus, wenn die Stadt Krefeld ihre eigenen Liegenschaften saniert und Energieverbräuche senkt, sondern es muss gelingen, die Bürger, sowie die Unternehmen „mitzunehmen“, so dass auch diese einen Beitrag dazu leisten, den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen zu senken.

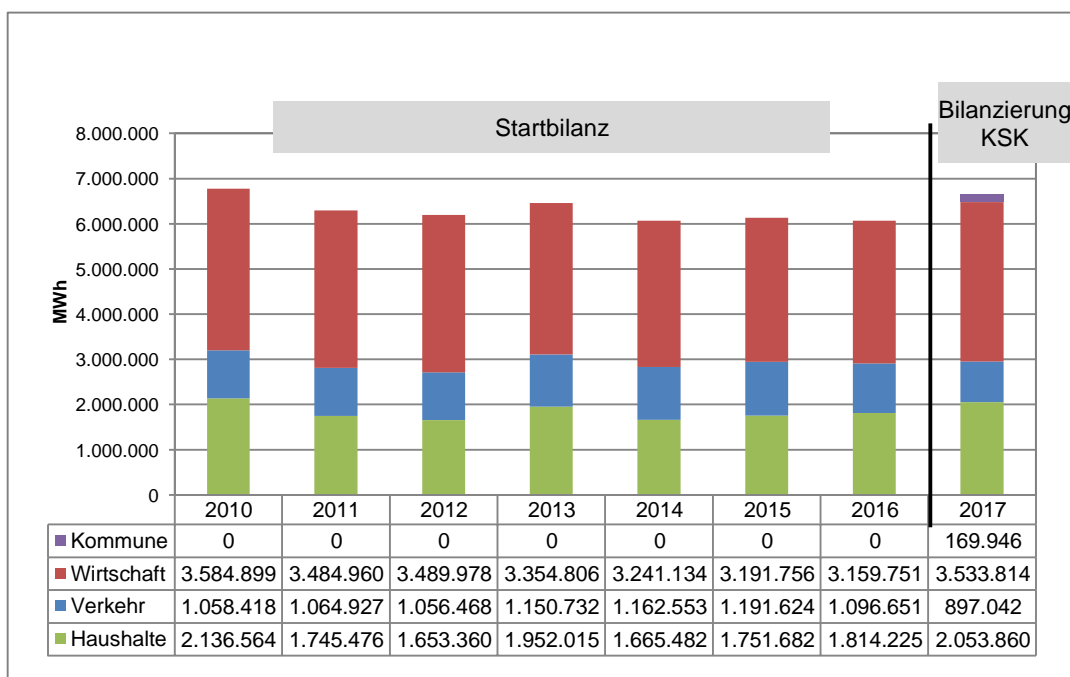


Abbildung 7: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Krefeld aufgeteilt nach Verbrauchssektoren für die Jahre 2010 bis 2017

Der Pro-Kopf-Verbrauch liegt im Jahr 2017 (witterungsbereinigt) bei ca. 27,7 MWh je Einwohner und damit insgesamt etwas unter dem bundesweiten Durchschnitt (vgl. Tabelle 1). In den einzelnen Bereichen sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Durch die städtischen Strukturen und den hohen Anteil von Mehrfamilienhäusern liegt die durchschnittliche Wohnfläche je Einwohner unter dem bundesweiten Durchschnitt. Gleichzeitig wird in Mehrfamilienhäusern i.d.R. im Vergleich weniger Heizenergie benötigt als bei Einfamilienhäusern, da die Außenfläche im Verhältnis zum Gebäudevolumen geringer ist. Diese Faktoren führen dazu, dass der Energieverbrauch bei den privaten Haushalten in Krefeld geringer ist als im Bundesdurchschnitt.

- Der Energieverbrauch des Wirtschaftssektors spielt eine ähnlich große Rolle wie bundesweit. Das liegt vor allem in den strukturellen Voraussetzungen begründet. Es gibt in Krefeld verhältnismäßig viele Arbeitsplätze im verarbeitenden Gewerbe, die i.d.R. einen höheren Energieverbrauch aufweisen als bspw. im Dienstleistungsgewerbe.
- In Krefeld sind trotz guter Anbindungen an den ÖPNV und städtischer Strukturen ähnlich viele Pkw je Einwohner zugelassen wie im Bundesdurchschnitt.

Der im Vergleich zum Bundesdurchschnitt deutlich geringere spezifische Energieverbrauch für Mobilitätszwecke ist dadurch begründet, dass in der territorialen Betrachtung Krefelds keine Flüge, sowie Fernverkehre (außerhalb der Stadtgrenzen) berücksichtigt werden. Diese sind hingegen bei den Durchschnittswerten für Deutschland berücksichtigt.

Tabelle 1: Vergleich der spezifischen Verbrauchsdaten je Einwohner in Krefeld mit bundesweiten Durchschnittswerten

Stadt Krefeld				
Spezifische Verbrauchsdaten (2017, witterungsbereinigt)				
	Stadt Krefeld		Ø Deutschland	
Gesamt	27.730	[kWh/EW]	33.000	[kWh/EW]
Haushalte	8.800	[kWh/EW]	9.660	[kWh/EW]
Wärme (witterungsbereinigt)	7.730		8.410	
Strom (ohne Heizen & Warmwasser)	1.070		1.250	
Industrie & Gewerbe	14.360	[kWh/EW]	14.310	[kWh/EW]
Wärme (witterungsbereinigt)	11.030		10.030	
Strom (ohne Heizen & Warmwasser)	3.330		4.280	
Kom. Liegenschaften (Stadt Krefeld)	730	[kWh/EW]	1)	[kWh/EW]
Wärme	450		1)	
Strom	280		1)	
Mobilität	3.840	[kWh/EW]	9.030	[kWh/EW]

EW = Einwohner

Quelle: AGEBA Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland, Stand Aug. 2019

1) kommunale Werte in Industrie und Gewerbe enthalten

3.2. Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung

Die Nutzung erneuerbarer Energien und der effizienten Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) spielt nicht zuletzt aufgrund der Klimaschutz-Zielsetzungen eine besondere Rolle. In diesem Abschnitt wird aufgezeigt, wie hoch die Strom- und Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien (inkl. Klärgas, Klärschlamm und biogenem Anteil an Abfall), KWK aktuell ist. Der regenerative Anteil von ca. 51% der Fernwärmeerzeugung in der Müll- und Klärschlammverbrennungsanlage (MKVA) wird dabei als „Biomasse (biog. Anteil Abfall)“ ausgewiesen.

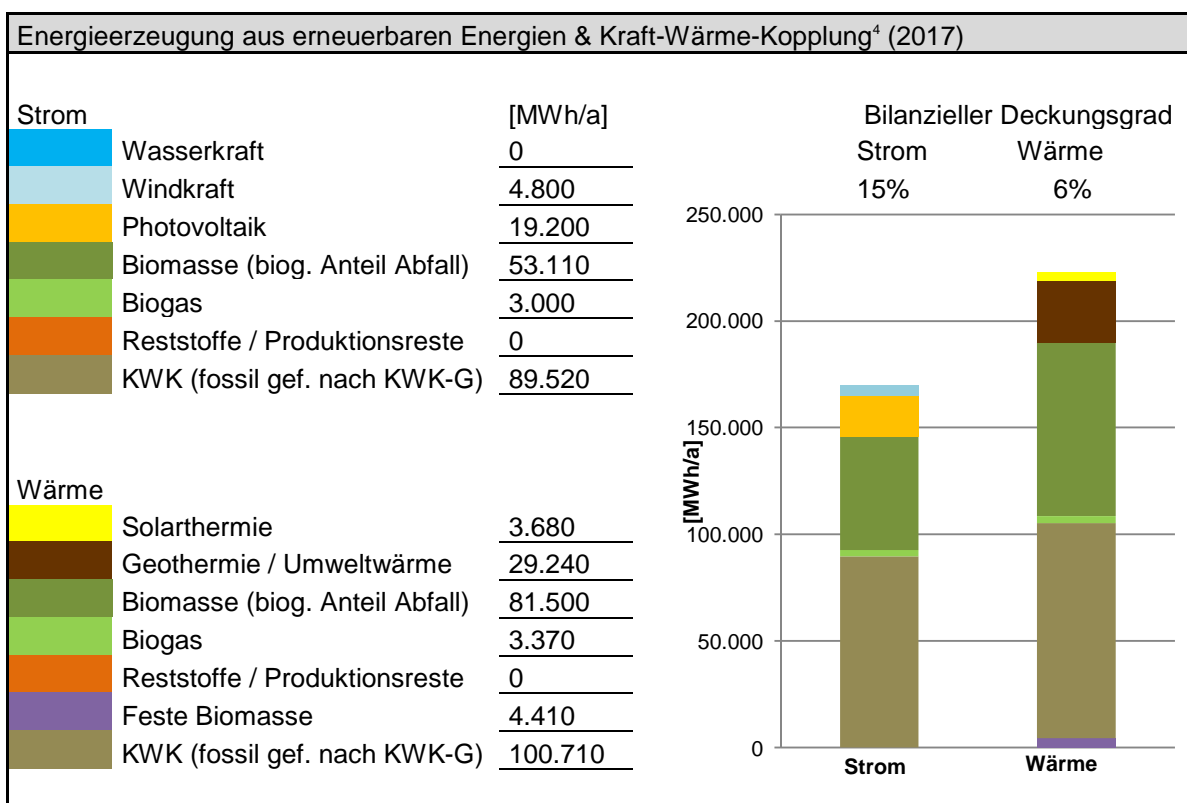


Abbildung 8: Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK, Krefeld 2017

In Summe liegt die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK (nach dem KWG-G) im Jahr 2017 bei rund 222.000 MWh. Mit ca. 45 % tragen KWK-G-Anlagen und mit ca. 35 % die MKVA (biogener Anteil) den mit Abstand größten Anteil dazu bei. Die anderen erneuerbaren Energien spielen demgegenüber eine verhältnismäßig geringe Rolle.

⁴ In der Tabelle ist unter „KWK (fossil gef. nach dem KWG-G)“ausschließlich die Erzeugung von Strom und Wärme in KWK-Anlagen, die nach dem KWG-Gesetz gefördert werden, dargestellt. Dabei wurden der eigengenutzte Strom und die erzeugte Wärme abgeschätzt.

Bezogen auf den gesamten Wärmeverbrauch in Krefeld machen die erneuerbaren Energien (incl. biogener Anteil des Abfalls) einen Anteil von weniger als 4 % aus. Damit liegt die Stadt Krefeld deutlich unter dem bundesweiten Durchschnitt (ca. 13 %, BMWi 2019). Das ist insbesondere dadurch erklärbar, dass von den ca. 13% im Bundesdurchschnitt ca. 10% feste Brennstoffe und Biogas sind, die in Krefeld keine oder nur geringe Bedeutung haben. Das kann auch nicht durch den in Krefeld im Vergleich zum Bund höheren Beitrag des biogenen Anteils des Abfalls (Fernwärme) aufgefangen werden.

Die Stromerzeugung wird ähnlich wie die Wärmeversorgung zu großen Teilen von KWK (53 %) und MKVA (biogener Anteil) (31 %) getragen. Von den sonstigen erneuerbaren Energien trägt die Photovoltaik am meisten zur Strommenge bei.

Im Jahr 2017 wurden etwa 7 % des Stromverbrauches bilanziell über das Jahr durch die erneuerbaren Energien gedeckt (incl. biogener Anteil des Abfalls). Damit liegt die Stadt Krefeld deutlich unter dem Bundesdurchschnitt von ca. 36 % (BMWi 2019). Im Bund betrug im Jahr 2017 alleine die Windkraft einen Anteil von über 17 % der Bruttostromerzeugung. Die Photovoltaik betrug bundesweit einen Anteil von 6,6 % (BMWi 2019). Durch die eingeschränkten Möglichkeiten zur Erzeugung von Strom aus Windenergie sowie die städtischen Strukturen und den hohen Anteil Mehrfamilienhäuser sind die Beiträge der Windenergie sowie der Photovoltaik in Krefeld deutlich geringer als im Bundesdurchschnitt. Hier gibt es deutlich höhere Anteile an ländlicheren Gebieten mit hohem Freiflächenanteil und höheren Anteilen von Einfamilienhäusern und großen PV-Anlagen auf landwirtschaftlichen Flächen und / oder Gebäuden.

4 CO₂-Bilanz für die Stadt Krefeld

Die Entwicklung der CO₂-Emissionen inklusive der Vorketten unterteilt nach Energieträger ist in Abbildung 9 für die Jahre 2010 bis 2017 dargestellt. Die gesamten Emissionen liegen im betrachteten Zeitraum zwischen ca. 1.950.000 und 2.150.000 Tonnen CO₂ pro Jahr, der Verlauf über die Jahre ist ähnlich zum Verlauf des Endenergieverbrauchs.

Auffällig ist aber, dass der Energieträger Strom – verglichen mit der Betrachtung der Endenergie in Abbildung 5 – bei den Emissionen einen deutlich größeren Anteil hat. Das liegt an den hohen Umwandlungs- und Transport-Verlusten bei der Stromerzeugung und -bereitstellung und den damit verbundenen hohen Emissionen je Kilowattstunde Endenergie. In Bezug auf die Einsparpotenziale zeigt dies, dass sich Einsparungen beim Stromverbrauch und der Einsatz erneuerbarer Energien besonders positiv auf die resultierenden CO₂-Emissionen auswirken.

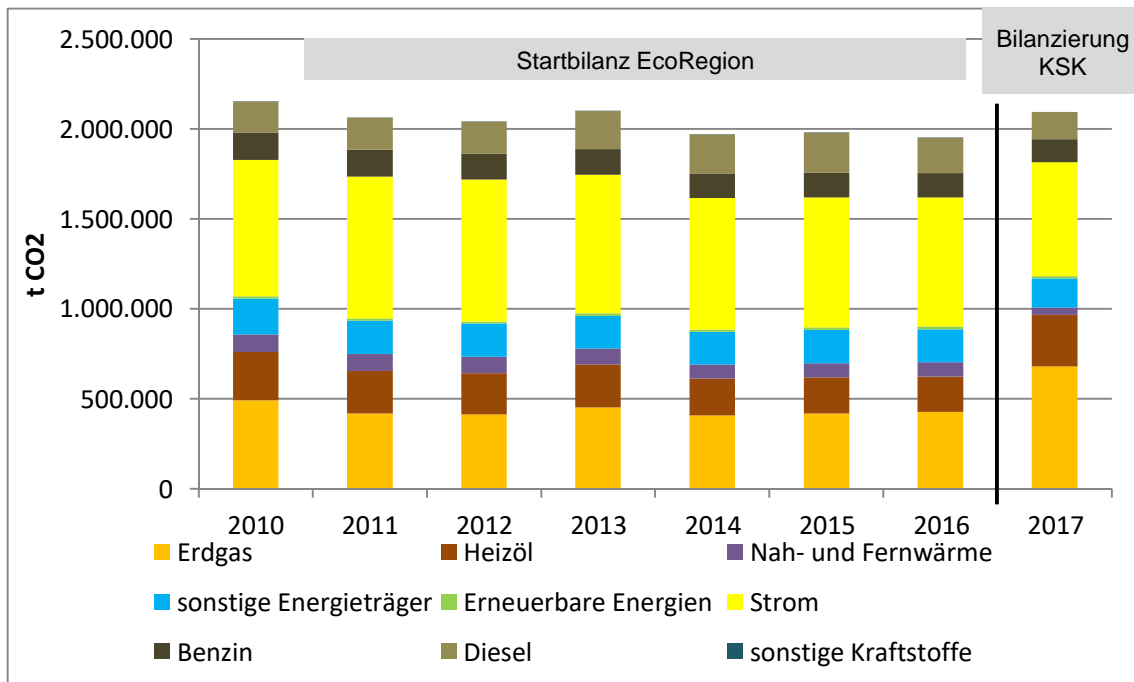


Abbildung 9: Entwicklung der CO₂-Emissionen in Krefeld für die Jahre 2010 bis 2017 nach Energieträgern

Der Erdgasverbrauch trägt ungefähr 32 % zu den Gesamtemissionen bei und hat damit den höchsten Anteil, während Strom bei etwa 30 % liegt. Benzin- und Dieserverbrauch verursachen jeweils etwa 7 % der Gesamtemissionen. Heizöl trägt in Krefeld etwa zu 14 % der Emissionen bei. Alle restlichen verbleibenden Energieträger weisen zusammen einen Anteil von unter 11 % an den Emissionen auf.

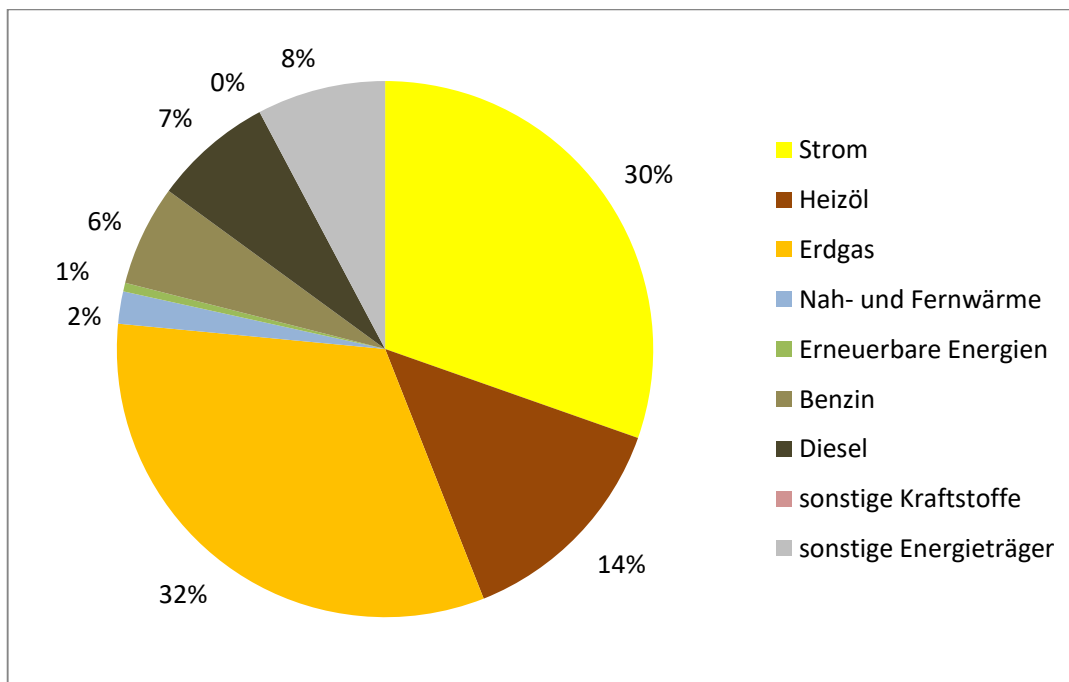


Abbildung 10: CO₂-Emissionen in Krefeld im Jahr 2017 anteilig nach Energieträgern

Im Vergleich mit den Anteilen bei der Energiebereitstellung (Abbildung 5) wird weiterhin deutlich, dass die erneuerbaren Energien aufgrund ihrer günstigen Emissionsfaktoren einen vergleichsweise geringen Beitrag zu den CO₂-Emissionen leisten. Das gilt auch für die Fernwärme in Krefeld, da diese überwiegend aus Müll und nicht mit fossilen Energieträgern erzeugt wird. Die Berechnung der spezifischen CO₂ Emissionen für das Wärmeverbundsystem Krefeld, weist mit ca. 83,7 g/kWh (TUD 2015) einem deutlich günstigeren spezifischen Emissionsfaktor als z.B. Erdgas (ca. 247 g/kWh) auf. Dieser geringe Wert ergibt sich einerseits aufgrund der biogenen Anteile im Müll (z.B. Speisereste, Papier / Pappe) und andererseits aufgrund der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme und entsprechender Gutschriften für die Verdrängung von fossil erzeugtem Strom.

Übernimmt man die Betrachtung nach den Bereichen Haushalte, Verkehr, Wirtschaft und Kommune für die CO₂-Emissionen (Abbildung 11), so zeigt sich prinzipiell ein ähnliches Bild wie bei der Endenergie-Betrachtung in Abbildung 7.

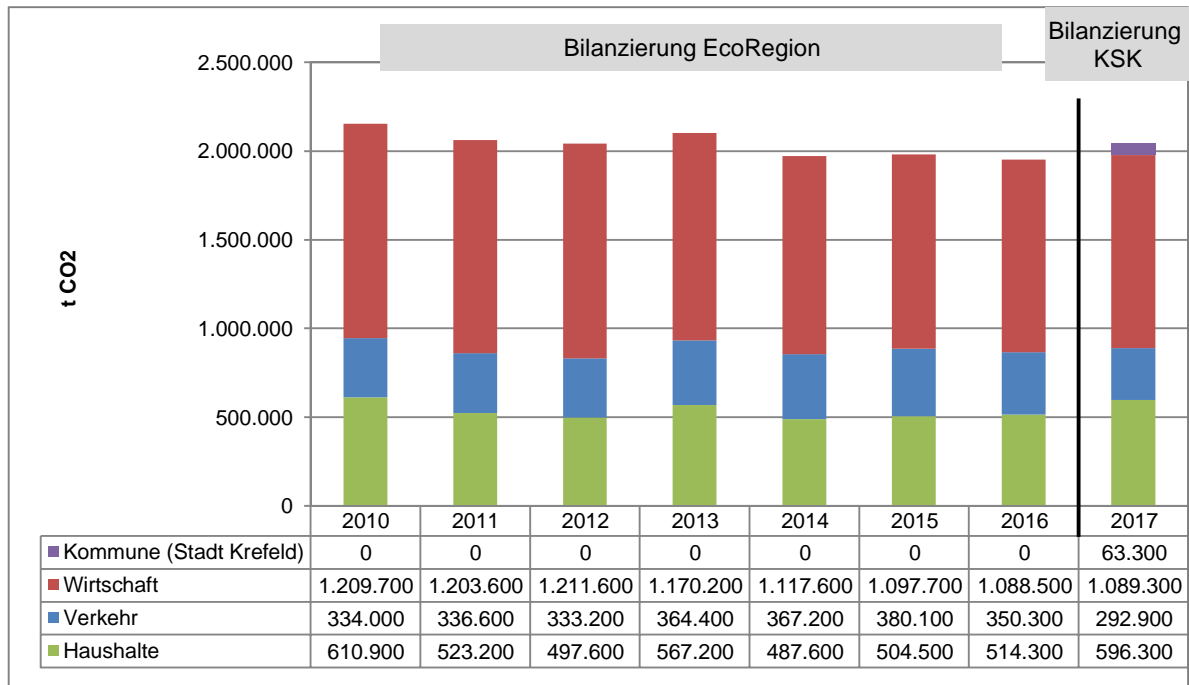


Abbildung 11: Entwicklung der CO₂-Emissionen in Krefeld aufgeteilt nach Verbrauchssektoren für die Jahre 2010 bis 2017

Die Entwicklung der spezifischen CO₂-Emissionen je Einwohner unterscheidet sich erwartungsgemäß wenig von der Entwicklung der Gesamtsummen, da sich die Einwohnerzahl im Betrachtungszeitraum kaum verändert hat (siehe Abbildung 12). Insgesamt lagen die spezifischen Emissionen im Jahr 2017 bei etwa 9 Tonnen je Einwohner. Das entspricht in etwa im bundesweiten Durchschnitt von 9,1 Tonnen je Einwohner (UBA 2017). In diesem sind aber auch Fernverkehre, Flugverkehr etc. enthalten.

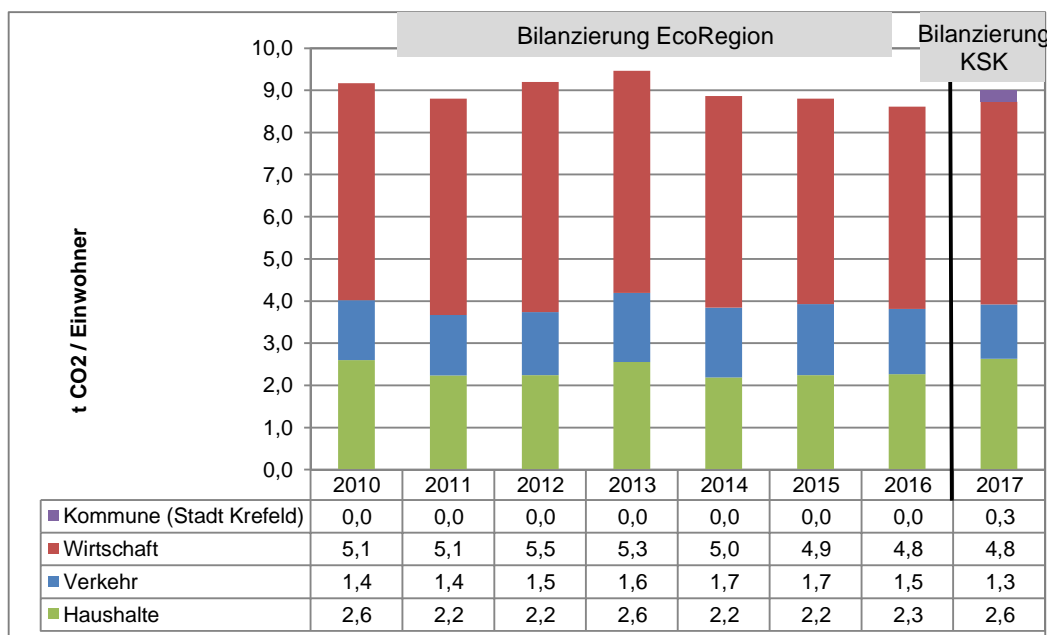


Abbildung 12: Entwicklung der spezifischen CO₂-Emissionen je Einwohner in Krefeld aufgeteilt nach Verbrauchssektoren von 2010 bis 2017

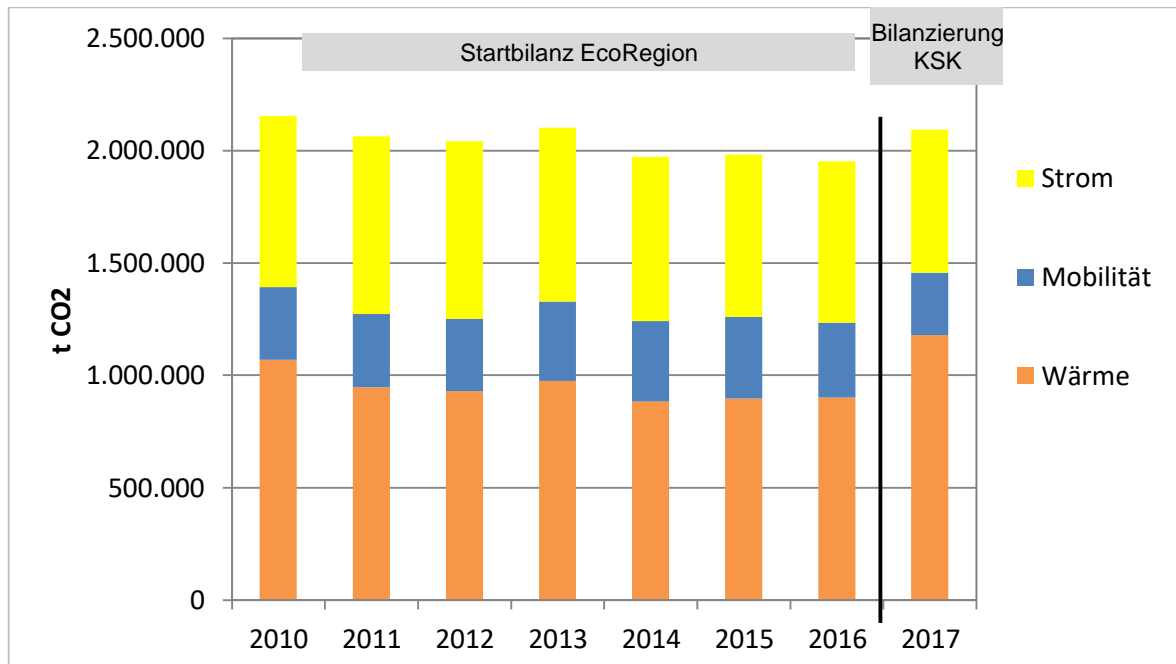


Abbildung 13: Entwicklung der CO₂-Emissionen in Krefeld 2010 bis 2017 nach Anwendungszwecken

In der Abbildung 13 ist die Entwicklung der CO₂-Emissionen nach Anwendungszwecken dargestellt. Hier wird noch einmal deutlich, dass der Endenergieeinsatz für Wärmezwecke mit Abstand den größten Anteil hat. Nach dem hier angewendeten Bilanzierungsprinzip (Territorialbilanz) hat der Mobilitätssektor nur einen vergleichsweise geringen Anteil an den CO₂-Emissionen.

TEIL C: POTENZIALE ZUR SENKUNG DER CO₂-EMISSIONEN

Im vorherigen Kapitel wurde die Entwicklung des Energieverbrauchs und den damit einhergehenden CO₂-Emissionen in Krefeld aufgezeigt. In diesem Kapitel werden die Potenziale zur Senkung der CO₂-Emissionen dargestellt:

- Eine Verringerung des Energieverbrauchs durch Effizienz- und Einsparmaßnahmen bewirkt einen Rückgang der CO₂-Emissionen, die direkt mit diesem Verbrauch verbunden sind.
- Ein Energieträgerwechsel hin zu emissionsarmen Energieträgern reduziert den spezifischen CO₂-Ausstoß pro Energieeinheit und ermöglicht so eine weitere Reduktion der Gesamtemissionen.

Zunächst erfolgt jedoch eine kurze Erläuterung der Vorgehensweise und Methodik zur Potenzialanalyse.

5 Vorbemerkungen zur Methodik der Potenzialanalysen

Grundsätzlich kann bei der Potenzialanalyse unterschieden werden in vier Potenzialstufen (in Anlehnung an Quaschnig 2000):

1. Das **theoretische Potenzial** beinhaltet das komplette physikalische umsetzbare Erzeugungsangebot respektive Einsparpotenzial. Beispielsweise wird bei der Solarenergie die gesamte Strahlungsenergie als theoretisches Potenzial ermittelt, ohne nutzungsbedingte Beschränkungen zu berücksichtigen.
2. Das **technische Potenzial** umfasst den Teil des theoretischen Potenzials, der unter bestimmten technischen Randbedingungen (bspw. Anlagenwirkungsgraden) mit heute oder in absehbarer Zeit verfügbarer Anlagentechnik nutzbar ist. Zu diesen technischen Randbedingungen werden hier auch planungsrechtliche oder fachgesetzliche Restriktionen gezählt.
3. Das **wirtschaftliche Potenzial** beinhaltet den Teil des technischen Potenzials, der unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Rahmenbedingungen umsetzbar ist. Hierbei wird primär die betriebswirtschaftliche Sichtweise betrachtet, da die volkswirtschaftlichen Effekte nur schwer zu erfassen sind und kaum verursachergerecht zugeordnet werden können. Als wirtschaftlich werden Maßnahmen dann bezeichnet, wenn sie ohne Beachtung von Restwerten in ihrer Lebenszeit – ggf. auch unter Berücksichtigung von Subventionen – zumindest eine Rendite von $\pm 0\%$ erzielen.
4. Das **nutzbare Potenzial** beschreibt in diesem Klimaschutzkonzept den Teil des wirtschaftlichen Potenzials, der tatsächlich für eine Nutzung zur Verfügung steht. Dabei wird berücksichtigt, dass
 - ein Teil des wirtschaftlichen Potenzials bereits umgesetzt wurde

- aufgrund von technischen Lebenszeiten und Modernisierungszyklen im Prognosezeitraum nur ein Teil des wirtschaftlichen Potenzials umgesetzt wird
- in der Realität auch das wirtschaftliche Potenzial nicht zu 100 % ausgenutzt werden kann, z.B. weil die Finanzmittel und / oder die Motivation zur Umsetzung der Maßnahmen fehlen.

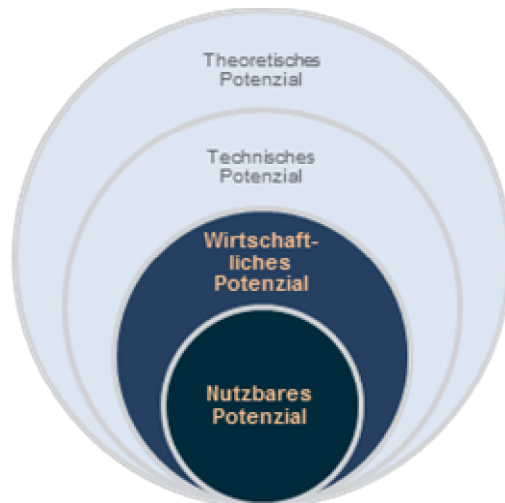


Abbildung 14: Schema der Potenzialabstufungen für die Potenzialanalysen

Das theoretische Potenzial hat für die praktische Anwendung und Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen vor Ort kaum eine Bedeutung, da es immer technisch-wirtschaftliche Restriktionen gibt. Deshalb wird auf die Bestimmung des theoretischen Potenzials in diesem Klimaschutzkonzept verzichtet.

Technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen sind oft unmittelbar miteinander verknüpft und in der Praxis ist die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen oft der maßgebende Faktor. Daher wird als Ausgangsgröße für die folgenden Potenzialanalysen, soweit möglich, das wirtschaftliche Potenzial herangezogen. Dabei ist zu beachten, dass die Analyse der Wirtschaftlichkeit nur pauschal erfolgen kann. Ob eine Maßnahme im Einzelfall wirtschaftlich ist, hängt immer von den projektspezifischen Rahmenbedingungen ab.

Da es sich bei den Angaben zum nutzbaren Potenzial nur um Abschätzungen basierend auf Annahmen handeln kann, und die tatsächliche Umsetzung dieses Potenzials unbekannt ist, werden später in diesem Klimaschutzkonzept zwei Szenarien definiert, die eine Bandbreite von Umsetzungserfolgen abbilden.

6 Potenzialanalyse: Handlungsfeld Mobilität

6.1 Strukturelle Rahmenbedingungen

Die Stadt Krefeld ist Teil der Planungsregion Düsseldorf und eines von vier Oberzentren in der Planungsregion. Die Region insgesamt zählt zu den wirtschaftsstärksten Regionen in Deutschland. Obwohl die Anzahl der Arbeitsplätze in Krefeld insbesondere im produzierenden Gewerbe in den letzten Jahrzehnten abgenommen hat, stellt die Stadt nach wie vor einen wichtigen Industrie- und insgesamt als Arbeits- und Dienstleistungsstandort mit hoher Bedeutung für das Umland und die Region dar. Dabei gibt es auch intensive Verflechtungen in das sich rechtsrheinisch anschließende südwestliche Ruhrgebiet. Das drückt sich nicht zuletzt in den Pendlerbeziehungen aus. Im Jahr 2017 gab es 58.904 Einpendler sowie 47.534 Auspendler (IT.NRW 2019a). Das ergibt einen Pendlersaldo von +11.370. Die Top10 der Ein- bzw. Auspendlerstädte sind in Abbildung 15 dargestellt (IT.NRW 2019a).

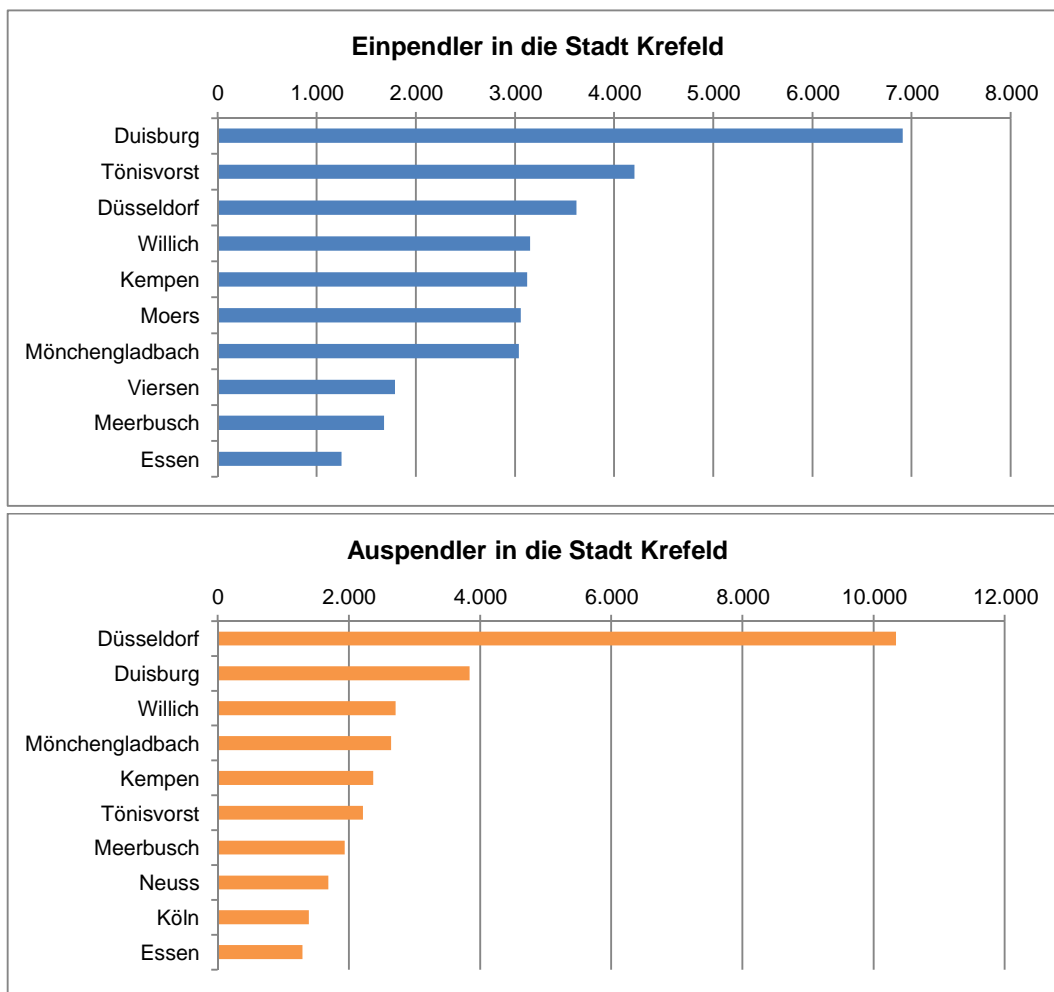


Abbildung 15: Ein- und Auspendlerströme der Stadt Krefeld nach Quell- und Zielorten 2017

Dazu kamen 2017 noch zusätzlich 63.490 innergemeindliche Pendler (a.a.O.).

Die Zahl der zugelassenen Pkw lag im Jahr 2019 in Krefeld bei ca. 118.400 (KBA 2019) mit leicht steigender Tendenz in den Vorjahren (Zunahme zwischen ca. 1 % und 2 % jährlich). Mit einer Pkw-Dichte von 521 Pkw pro 1.000 Einwohner liegt Krefeld unter dem bundesweiten Durchschnitt von 567 Pkw und dem Durchschnitt von NRW mit 562 Pkw.

In der Stadt Krefeld benutzen ca. 69 % der zugelassenen Pkw Benzin, ca. 28 % Diesel und ca. 2 % Gas (einschließlich bivalent). 264 der zugelassenen Pkw werden ganz oder teilweise elektrisch betrieben, das entspricht ca. 0,2 % des Pkw Segments (KBA 2019).

Es sind 6.039 Lkw gemeldet, davon 5.273 mit einer zulässigen Gesamtmasse unter 3,5 Tonnen. 138 Lkw haben eine zulässige Gesamtmasse von mehr als 20 Tonnen, dazu kommen 360 Sattelzugmaschinen (KBA 2019).

6.2. Verkehrsinfrastruktur und Mobilitätsangebot

6.2.1 Straßennetz

Krefeld ist sehr gut an das überörtliche Straßennetz angeschlossen. Die Anbindung an das Autobahnnetz erfolgt über die Autobahnen A57 und A44. Dadurch ist Krefeld sehr gut an das Autobahnnetz angeschlossen. Über diese Autobahnen sind die großräumigen Anbindungen (A3 / A 61), aber auch die umliegenden Oberzentren, schnell zu erreichen. Die Anbindung an das Bundesstraßennetz ist ebenfalls sehr gut mit den Bundesstraßen B9 / B509, B57 und B288, die direkt durch das Stadtgebiet führen und das Umland mit Krefeld verbinden.

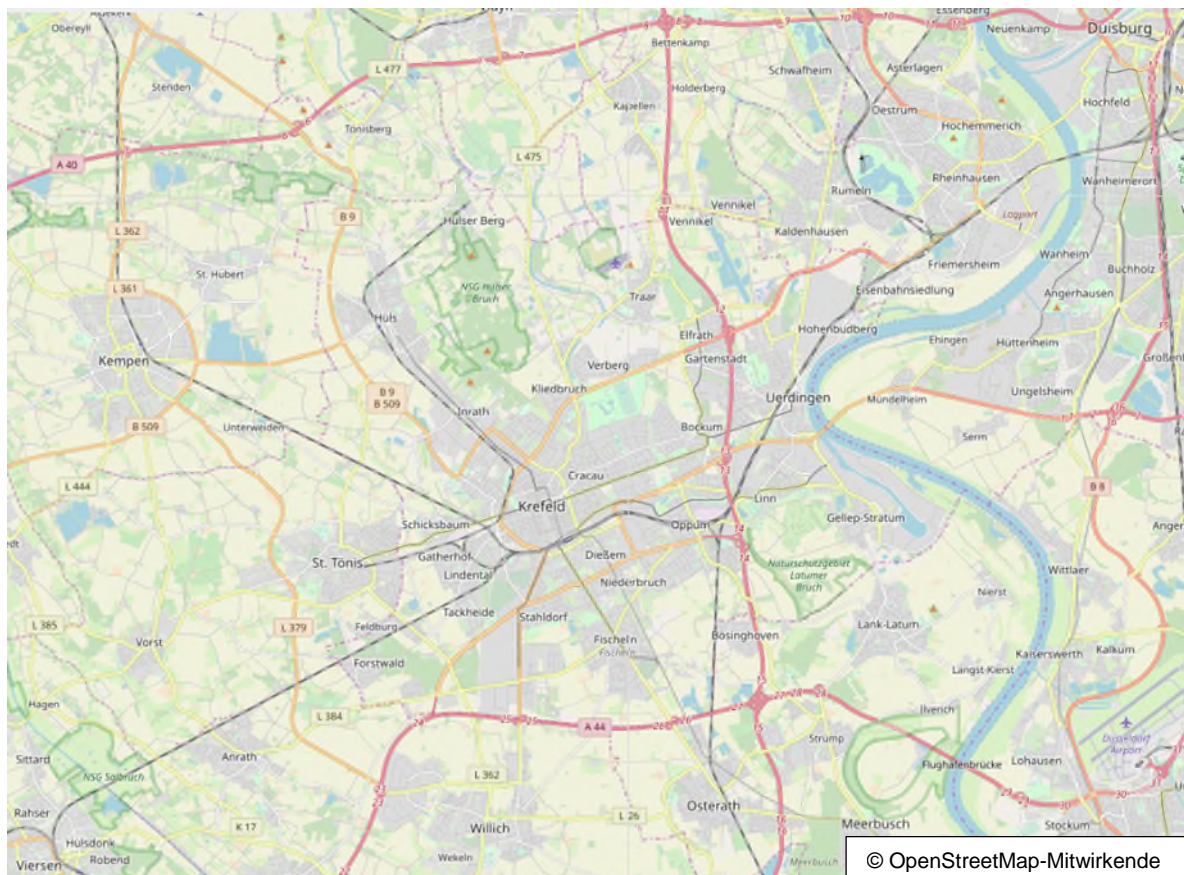


Abbildung 16: Anbindung Krefelds an das Straßen- und Schienennetz⁵

Insgesamt sorgt damit ein engmaschiges Straßennetz für eine sehr gute Anbindung Krefelds an das regionale und überregionale Straßennetz.

⁵ www.openstreetmap.org/copyright

Stand: 04.02.2020

6.2.2 Öffentlicher Verkehr

Auch die Anbindung an das Schienennetz ist grundsätzlich gut. Es verkehren Regionalbahnen und regionale Expresszüge des Verkehrsverbundes Rhein-Ruhr Richtung Mönchengladbach, Köln, Düsseldorf, sowie Duisburg. Darüber hinaus schafft die Stadtbahn-Strecke von Düsseldorf über Meerbusch-Büderich und -Osterath nach Krefeld (K-Bahn) eine weitere gute Anbindung an Düsseldorf und die südlich von Krefeld liegenden Städte. Damit ist Krefeld insgesamt gut an das regionale Schienennetz angebunden. Das öffentliche Personen Nahverkehrsnetz ist damit gut ausgebaut und regional in den Verkehrsverbund Rhein-Ruhr (VRR) eingebettet.

Bis auf eine IC-Verbindung nach Berlin ist Krefeld allerdings nicht an Fernverkehrsverbindungen angebunden. Die Städte Duisburg, Düsseldorf und Köln sind jedoch an das ICE-Netz angeschlossen und sind von Krefeld aus gut erreichbar.

Für die innerörtlichen Wege und die Anbindung der Stadtteile an die Innenstadt hat darüber hinaus das Verkehrsangebot der SWK mit 23 Bus- und vier Straßenbahnlinien eine herausragende Rolle. Folgende Abbildung zeigt das Liniennetz der SWK.

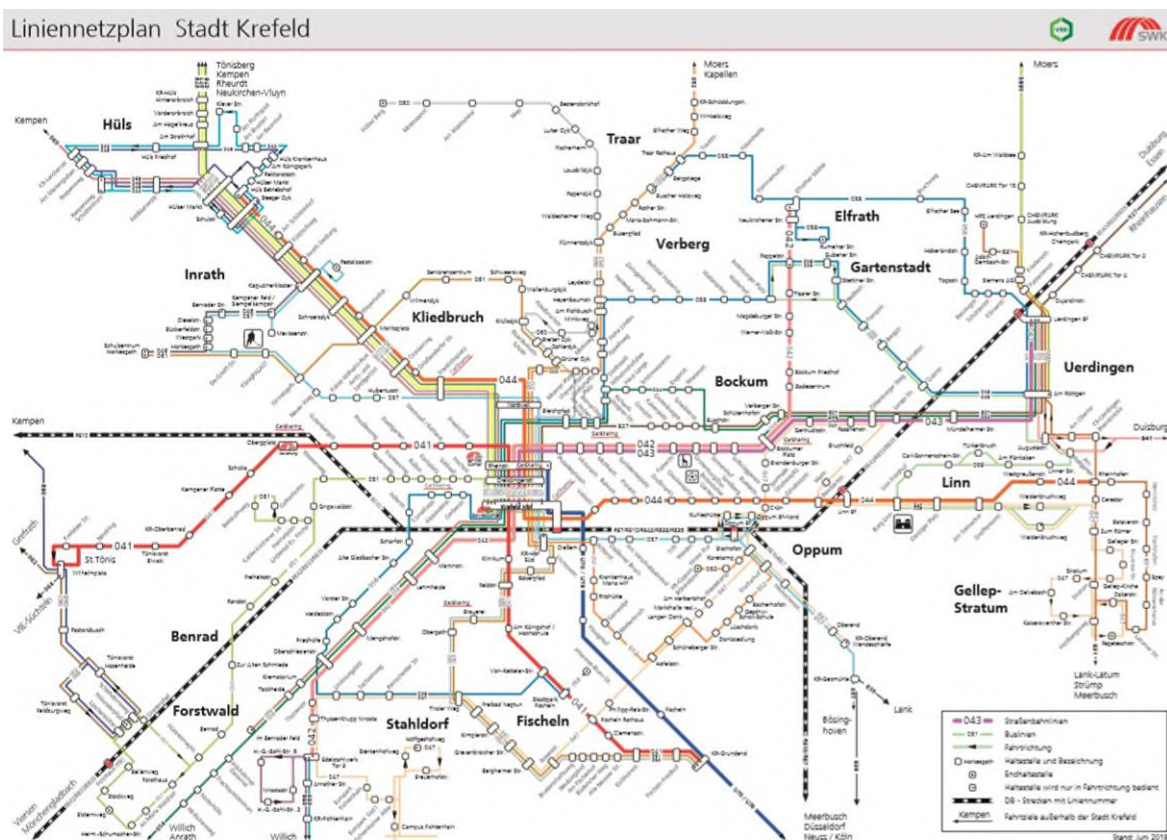


Abbildung 17: Liniennetzplan Stadt Krefeld – Stadtwerke Krefeld (SWK 2018)

Der Flughafen Düsseldorf ist ca. 10 km Luftlinie entfernt, ist aber über das Schienennetz nur mit Umsteigeverbindungen erreichbar.

6.2.3 Radverkehr

In Krefeld gibt es gut ausgeschilderte Radrouten; eine Übersicht ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Die bestehenden Routen dienen sowohl dem Alltags- als auch dem Freizeitradverkehr und schaffen Verbindungen sowohl innerhalb der Stadt, wie auch zu den umliegenden Kommunen.

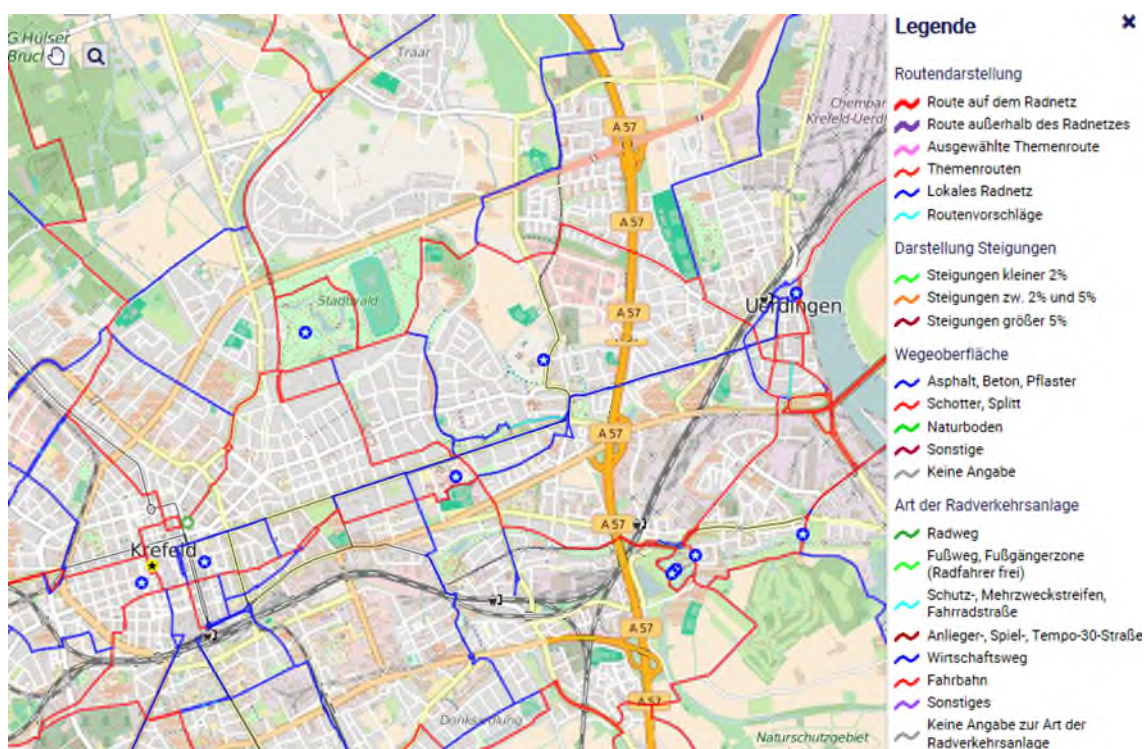


Abbildung 18: Ausschnitt beschilderte Radwege Krefeld und Umgebung
(VM NRW 2017)

Ein eigenes Radverkehrskonzept besitzt die Stadt selbst nicht, ist jedoch Mitglied im Verein „Arbeitsgemeinschaft fußgänger- und fahrradfreundlicher Städte, Gemeinden und Kreise in NRW e.V.“

Fahrradoffensive

Am 04.07.2019 wurde vom Rat der Stadt Krefeld die „Krefelder Fahrradoffensive“ beschlossen, die von der Verwaltung umgesetzt werden soll (Stadt Krefeld 2019b). Im Kern sieht der Beschluss vor,

- Ein zukunftsweisendes Konzept zu erarbeiten, mit dem das Radwegenetz weiterentwickelt und mit dem der Radverkehr in Alltag und Freizeit komfortabel und attraktiv gemacht wird,

- Eine Prioritätenliste für die Umsetzung der kurzfristig realisierbaren Maßnahmen als Vorlage für die jährlichen Haushaltsberatungen zu erstellen, um auch bereits bis zur Vorlage des Gutachtens eine Verbesserung der Situation für den Fahrradverkehr erreichen zu können.

Der Beschluss basiert auf einer umfassenden Begründung des FB 61, in dem u.a. zehn Ziele und Grundsätze für die Krefelder Fahrradoffensive festgelegt werden, unter anderem das Ziel der Erhöhung des Modal Split Anteils der Radfahrer auf 30 % bis 2030. Dazu sollen die Radfahrenden in Belangen der Mobilität als gleichberechtigte Verkehrsteilnehmer beachtet werden, ein Unterhaltungs- und Ausbauplan des Radwegenetzes soll erstellt werden sowie weitere Maßnahmen zum Ausbau der Fahrradinfrastruktur, zu Schnittstellen des Radverkehrs zu anderen Mobilitätsarten (ÖPNV) und zur Erhöhung der Verkehrssicherheit sollen geplant und umgesetzt werden. Darüber hinaus enthält die Begründung eine umfangreiche Bestandsaufnahme zur vorhandenen Radverkehrsinfrastruktur, deren Zustand, vorhandenen örtlichen und überörtlichen Planungen und macht Vorschläge zur grundlegenden Vorgehensweise bei der Erstellung des Konzeptes.

Durch die Mitgliedschaft im AGFS und in Zusammenarbeit mit dem ADFC fließt externes Fachwissen in die Entscheidungsprozesse mit ein. Dabei werden besonders die Belange der schwächeren Verkehrsteilnehmer berücksichtigt und auf die Nahmobilität geachtet. Die Polizei wird ebenfalls regelmäßig hinzugezogen.

6.2.4 Inter- und multimodale Angebote

Inter- und multimodale Angebote vereinfachen es, einen Weg mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln zurückzulegen (z.B. Fahrt zur Haltestelle mit dem Fahrrad, von dort weiter mit dem Bus) bzw. je nach Zweck und Ziel des Weges unterschiedliche Verkehrsmittel zu nutzen (z.B. zur Arbeit mit dem Bus, zum Einkaufen mit dem Auto). Grundsätzlich bietet die Stadt Krefeld durch ihre guten ÖPNV-Angebote hier sehr gute Voraussetzungen. Um diese Form der Mobilität weiter zu fördern, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Hierfür sind z.B. Parkmöglichkeiten für Fahrräder an Haltestellen in ausreichender Zahl und Qualität erforderlich, bspw. in Bezug auf die Anforderungen an Diebstahlsicherheit und Wetzerschutz.

Krefeld hat bereits ein großes Angebot an Bike+Ride (B+R) sowie Park+Ride (P+R) Stellplätzen. An 19 Haltestellen in Krefeld gibt es 2.215 Fahrradabstellplätze und 240 weitere Stellplätze sind in Planung (NVP 2013). Hinzu kommen 175 Fahrradboxen an zwölf Haltestellen innerhalb Krefelds, die zu verschiedenen Tarifen täglich, wöchentlich, monatlich und jährlich zur Miete zur Verfügung stehen (Stadt Krefeld 2019c). Zusätzlich gibt es an neun Haltestellen in Krefeld 360 P+R Stellplätze sowie 120 informelle Parkplätze, die zur

Nutzung von Park+Ride frei sind. Des Weiteren sind 410 weitere Parkplätze in Planung (NVP 2013).

6.2.5 Car-Sharing-Angebote / Ladeinfrastruktur

In Kooperation mit dem CarSharing-Unternehmen stadtmobil und der SWK, steht Krefeldern eine große Flotte von CarSharing-Fahrzeugen an aktuell elf Carsharing-Stationen zur Verfügung. Die Fahrzeugflotte besteht auch aus Hybrid- und reinen Elektrofahrzeugen.

Die SWK betreibt derzeit an den elf Carsharing-Stationen je zwei Ladepunkte (2 x 22 kW), die aber bis auf drei Säulen derzeit den Carsharing-Fahrzeugen vorbehalten sind. Aktuell werden weitere acht Säulen umgerüstet, um je einen Ladepunkt für private Nutzer zu öffnen. Ziel der SWK ist es, dass kurzfristig bei mindestens zehn Säulen die Möglichkeit der privaten Nutzung gegeben sein soll. Für eine Schnellladesäule (ein Schnellladepunkt (50 kW CCS) + ein Normalladepunkt (43 kW AC)) an der InselTank liegt der SWK darüber hinaus ein Förderbescheid vor und die Säule soll bis Ende Januar 2020 errichtet werden.

Neben den von der SWK betriebenen Ladesäulen gibt es aktuell noch einige halb-öffentliche (Autohäuser, Einzelhandel) und private Ladesäulen (siehe dazu: <https://www.goingelectric.de/stromtankstellen/>).

6.3. Mobilitätsverhalten in Krefeld

In Krefeld wurde 2017 eine Mobilitätsbefragung durchgeführt (Mobilität 2017). Nachfolgend werden einige zentrale Ergebnisse aufgeführt, soweit sie für die nachfolgende Abschätzung des Reduktionspotenzials relevant sind.

Modal-Split nach Wegen

Gemäß Mobilitätsbefragung werden in Krefeld

- 51 % der Wege mit dem Kfz zurückgelegt,
- Rad: 21 %,
- Zu-Fuß-gehen: 15 %,
- Öffentlicher Verkehr: 13 %.

Dabei entscheidet nicht zuletzt das Alter die Wahl des Verkehrsmittels. Die Straßenbahn bildet das Rückgrat des ÖPNV in Krefeld.

Im Bundesdurchschnitt (Raumtyp „Großstadt“) ergeben sich demgegenüber folgende Wege (MID 2017):

- 50 % der Wege werden mit dem Kfz zurückgelegt,

- Rad: 14 %,
- Zu-Fuß-gehen: 24 %,
- Öffentlicher Verkehr: 12 %.

Bezogen auf die Kfz-Nutzung und die Nutzung der öffentlichen Verkehrsträger liegt Krefeld damit im Durchschnitt der bundesdeutschen Großstädte. Allerdings ist der Anteil der Radnutzung (zu Lasten des zu-Fuß-gehens) deutlich höher als im Bundesdurchschnitt.

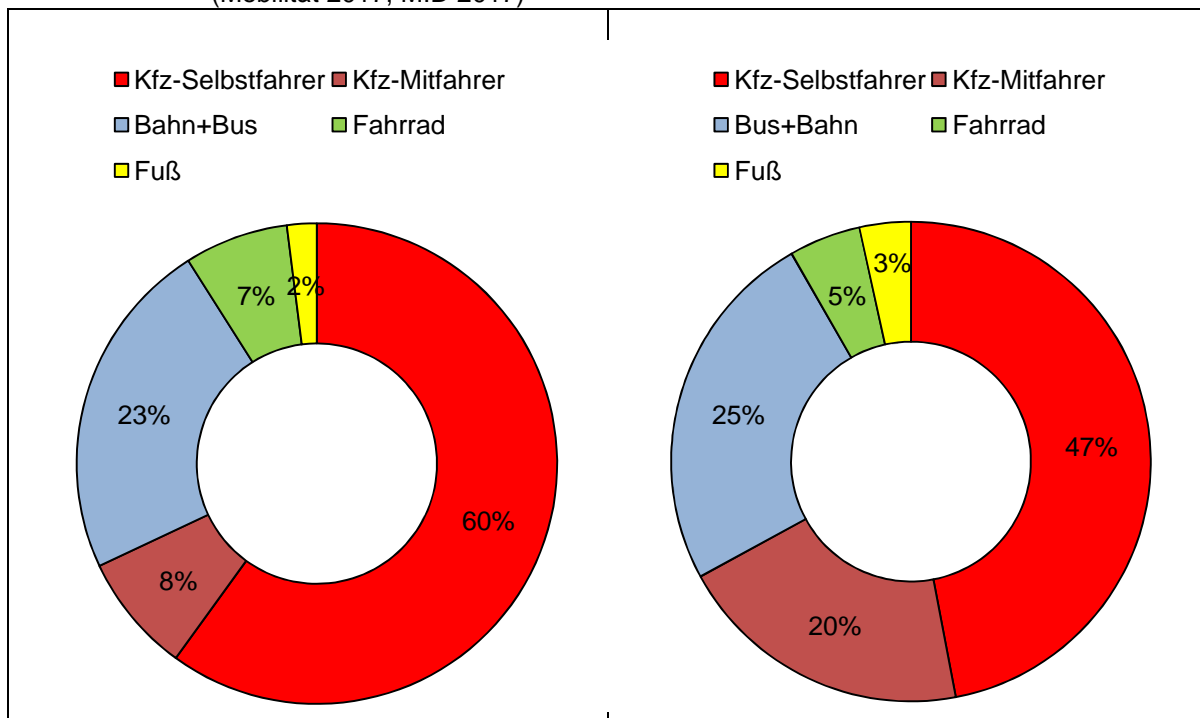
Modal-Split nach Verkehrsleistung

Aus Sicht des Klimaschutzes ist aber der Modal-Split nach Verkehrsleistung (der die zurückgelegten Entfernungen berücksichtigt) entscheidender. In Krefeld werden

- 68% der Verkehrsleistung (weitaus überwiegend als Fahrer) mit Pkw (oder motorisierten Zweirädern) erbracht,
- Rad: 7 %,
- Zu-Fuß-gehen: 2 %,
- Öffentlicher Verkehr: 23 %.

Diese Zahlen liegen insgesamt nahe beim Durchschnitt bundesdeutscher Großstädte. Allerdings ist der Anteil der Verkehrsleistung der Kfz-Selbstfahrer mit 60% deutlich höher als im Bundesdurchschnitt (47 %). Erfreulich ist, dass der Radverkehrsanteil mit 7% über dem Bundesdurchschnitt liegt (5%).

Tabelle 2: Modal-Split der Verkehrsleistung in Krefeld und in Deutschland im Vergleich (Mobilität 2017, MID 2017)



Modal Split der Verkehrsleistungen in Krefeld (Anteil in % der Gesamtkilometer)	Modal Split der Verkehrsleistung in Deutschland, Raumtyp Großstadt (Anteil in % der Personenkilometer)
---------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------

Verkehre nach Ziel / Herkunft und Reisezweck

Die folgende Abbildung zeigt die Anteile des Quell-, Ziel- und Binnenverkehrs sowie des "Verkehrs außerhalb" in Bezug auf die zurückgelegten Wege. Unter Binnenverkehr wird der Verkehr verstanden, dessen Quelle und Ziel innerhalb des Stadtgebietes liegt. Bei Quell- oder Ziel-Verkehr liegt entweder die Quelle oder das Ziel des Weges nicht in Krefeld. Der „Verkehr außerhalb“ hat Quelle und Ziel außerhalb des Stadtgebietes (Mobilität 2017).

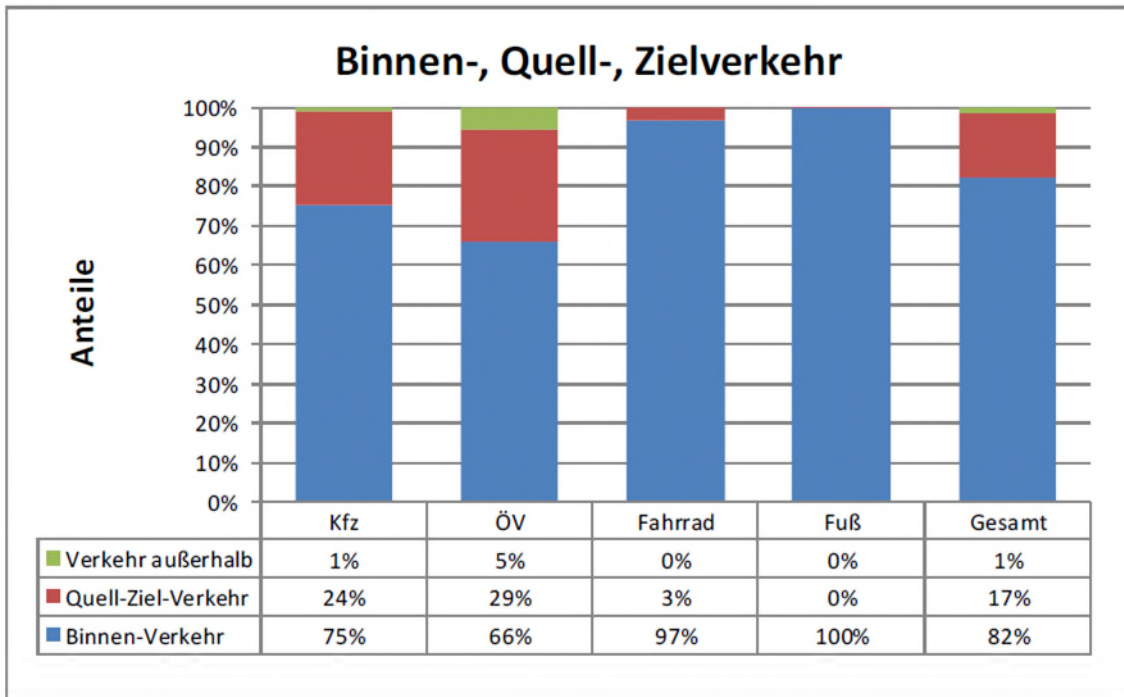


Abbildung 19: Verteilung der Verkehrsmittel auf Binnen-, Quell- und Zielverkehr
(Quelle: Abb. 4-25 Mobilität 2017)

Es wird deutlich, dass die im Rahmen der Mobilitätsbefragung erhobenen Verkehre auch bei den Kfz-Verkehren weitaus überwiegend Binnenverkehre sind, das heißt sowohl die Herkunft als auch das Ziel innerhalb des Stadtgebietes liegen.

Bezogen auf den Reisezweck ist bei den Verkehrsleistungen (zurückgelegte Gesamtkilometer) der Weg zur Arbeit mit über 40 % dominierend. Ca. 17 % der Verkehrsleistung entfällt auf die Zwecke „Einkauf und Besorgungen“, immerhin ca. 4 % auf „Bringen / Holen“.

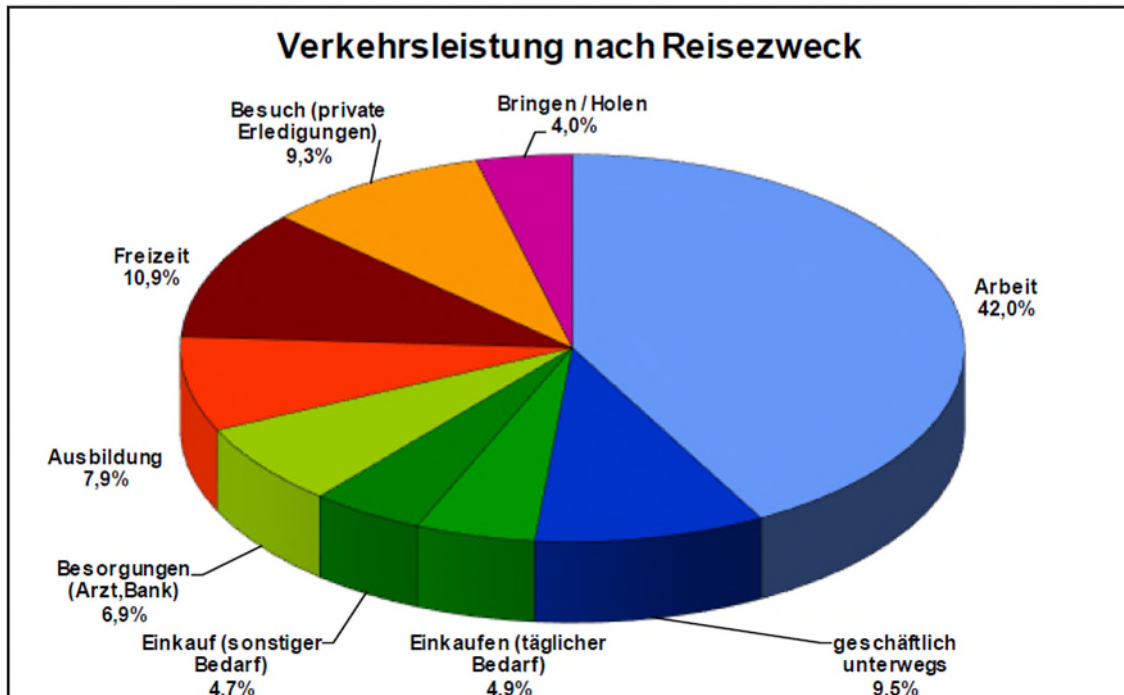
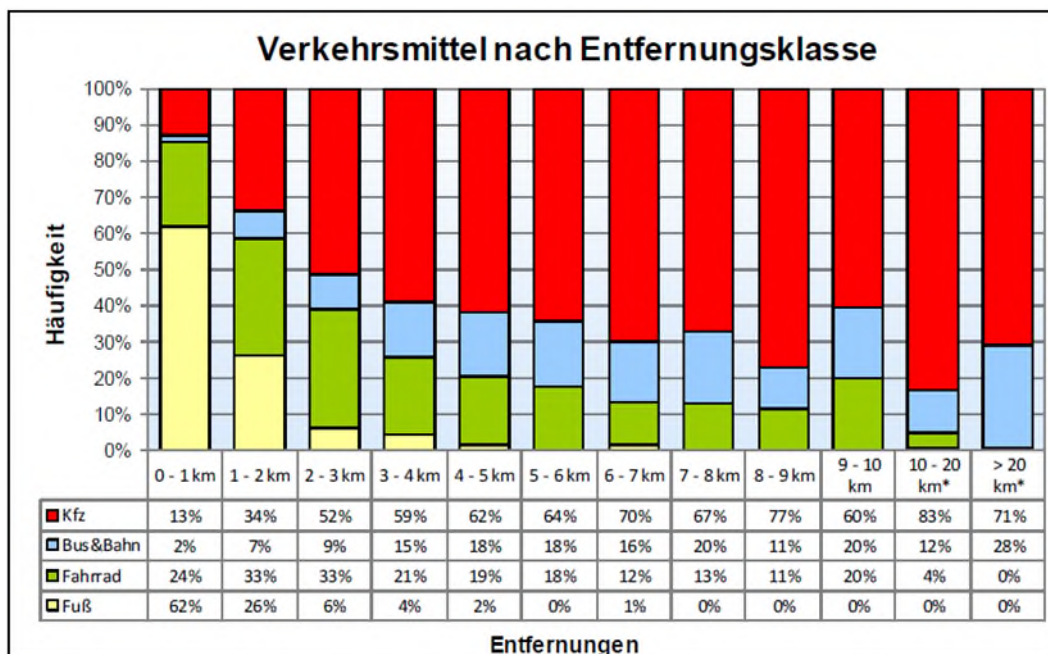


Abbildung 20: Verkehrsleistung nach Reisezweck
(Quelle: Abb. 4-32 Mobilität 2017)

Verkehrsmittelwahl nach Entfernung

In der folgenden Abbildung ist die Verkehrsmittelwahl nach Entfernung dargestellt. Demnach werden Wegstrecken unter einem Kilometer zu 62 % zu Fuß zurückgelegt, aber immer noch zu 13% mit dem Kfz. Bei Wegstrecken bis 5 km steigt der Kfz-Anteil sogar auf 62%. In Krefeld sind 53 % der Wege mit dem Kfz weniger als 5 km und ca. 30 % weniger als 3 km lang. Daraus ergibt sich grundsätzlich ein hohes Verlagerungspotenzial insbesondere in Richtung Radnutzung. Ca. 87 % der Wege mit dem Fahrrad sind bis zu 5 km lang.



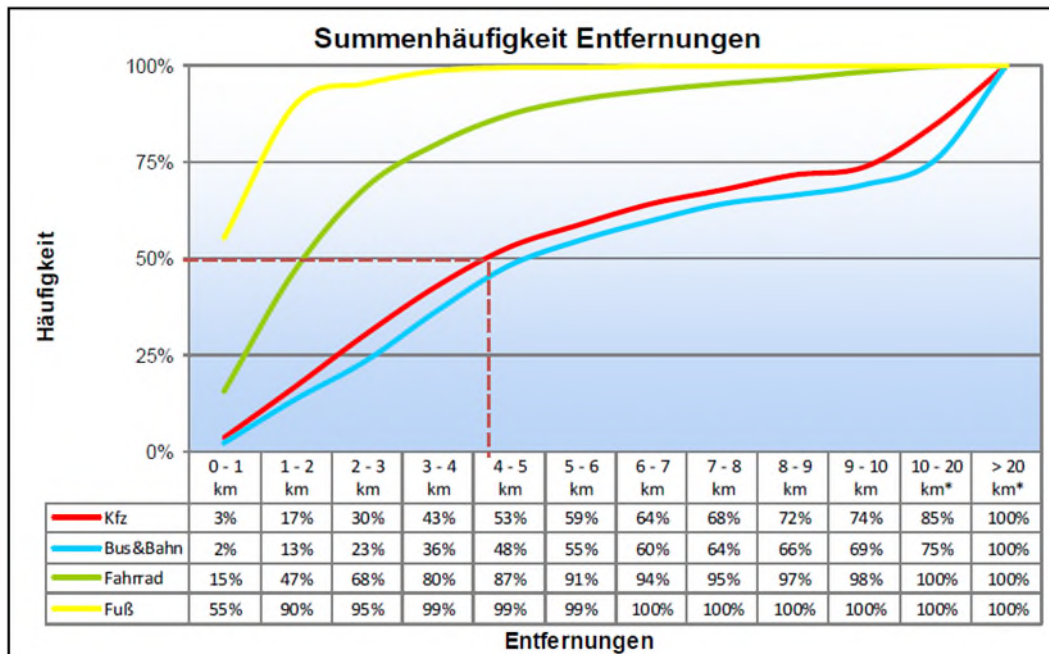


Abbildung 21: Verkehrsmittelwahl in Krefeld nach Entfernung⁶

⁶ Quelle: Abb. 4-22 und 4-23 Mobilität 2017

Verkehrsmittelwahl nach Reisezweck

In der folgenden Abbildung wird die Verkehrsmittelwahl nach Reisezweck dargestellt. Dabei sind die jeweiligen Anteile der Kfz-Nutzung als Prozentzahlen ausgewiesen. Aus der Abbildung wird die dominante Rolle des Kfzs in der Verkehrsmittelwahl der Krefelder B Bürger deutlich.

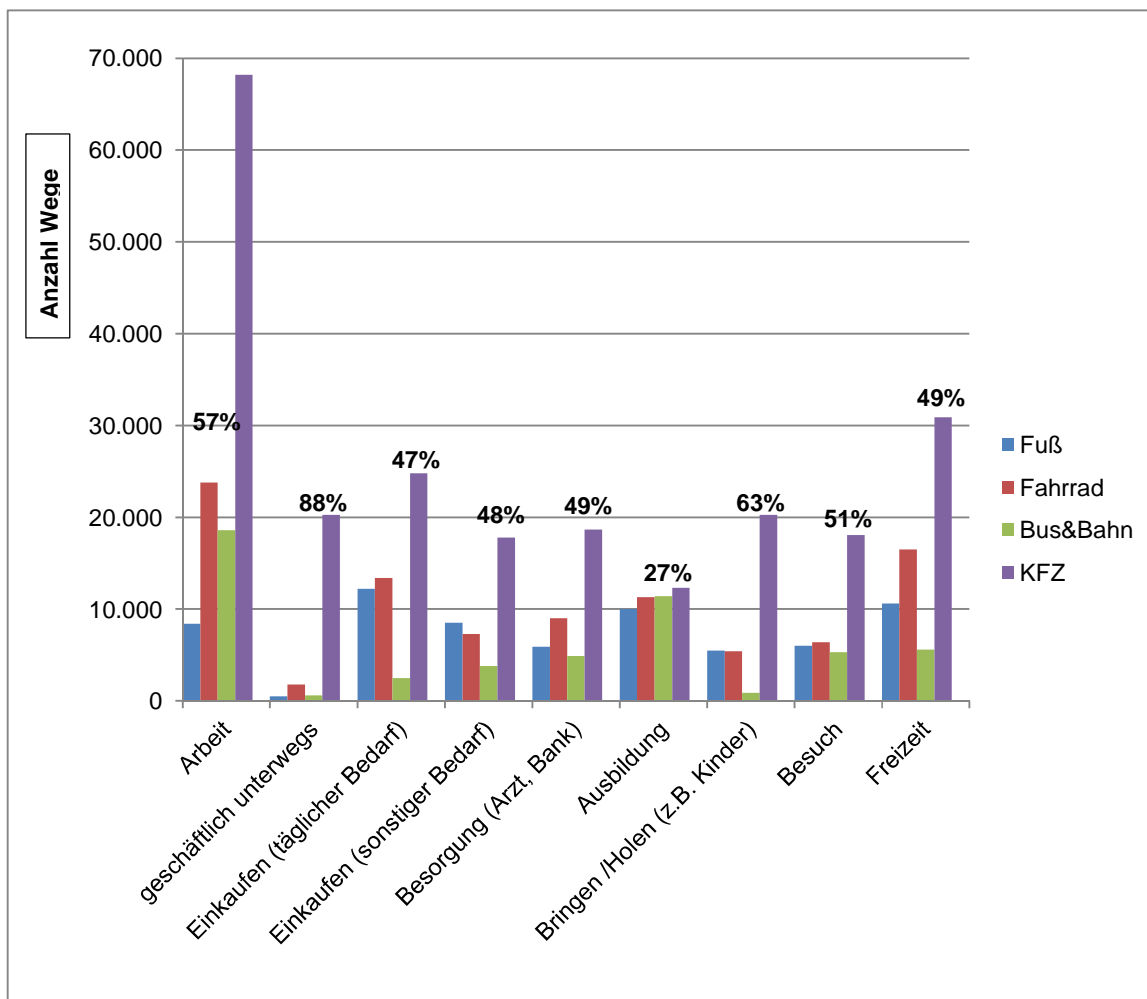


Abbildung 22: Verkehrsmittel nach Reisezweck –absolute Häufigkeit- auf alle EW hochgerechnet

(eigene Darstellung nach Abb. 4-38 Mobilität 2017)

Verbreitung von E-Bikes / Pedelecs

Die Nutzung des E-Bikes / Pedelecs hat sich in Krefeld bereits stark durchgesetzt. Laut der Mobilitätsbefragung haben rund 10 % der Haushalte in Krefeld ein Fahrrad mit elektrischer Unterstützung (Mobilität 2017). Das wären ca. 50 E-Bikes / Pedelecs je 1.000 Einwohner. In Deutschland liegt dieser Wert deutlich niedriger. Der Durchschnitt in deutschen Großstädten liegt bei 44 E-Bikes / Pedelecs je 1.000 Einwohner (MID 2017).

6.4. Bundesweite Untersuchungen und Szenarien für den Verkehrssektor

Der bundesweiten Zielsetzung, die Treibhausgasemissionen bis 2020 im Vergleich zu 1990 um 40 % zu verringern, ist der Verkehrssektor am wenigsten nahe gekommen. Dies liegt u.a. an einer gleichbleibenden Popularität des (Privat-)Kfz und gleichzeitig nur marginal verringerten Treibstoffverbräuchen pro Strecke. Erzielte Effizienzgewinne von Kfz wurden durch größere Fahrzeuge mit energieintensiven Ausstattungen zunichte gemacht. Weitere Ursachen für den geringen Rückgang der CO₂-Emissionen im Verkehrsbereich ist eine Verlagerung des Gütertransports von der Schiene auf die Straße (vgl. auch UBA 2016).

Eine Abschätzung der bundesweiten CO₂-Minderungspotenziale erfolgte in der Renewability III-Studie (Öko-Institut et al. 2016). Darin wurden unterschiedliche Szenarien entwickelt, und die Entwicklung der CO₂-Emissionen im Verkehrsbereich unter Annahme dieser Szenarien berechnet (Basisjahr: 2010, nationaler Verkehr). Wird davon ausgegangen, dass lediglich die bereits absehbaren Maßnahmen und Effekte (z. B. Effizienzentwicklung und Antriebsmix Pkw) eintreffen, wird eine Reduktion der CO₂-Emissionen von 8 % bis zum Jahr 2030 erreicht. In einem Szenario, in dem ambitioniertere Ziele gesteckt werden (u. a. CO₂-Grenzwerte und Elektroautos, Einsatz von Oberleitungs-Lkw, Kraftstoffpreisanstieg), wird eine Reduktion der CO₂-Emissionen von 26 % erreicht. In einem dritten Szenario wird zusätzlich zu den Maßnahmen im vorherigen Szenario von einer Politik der „Lebenswerten Innenstädte“ ausgegangen. Hierbei wird von einer Politik mit „Stadt der kurzen Wege“, Parkraummanagement, Carsharing-Angeboten, Steigerung der Attraktivität des Rad- und öffentlichen Verkehrs und weiteren Maßnahmen ausgegangen. Hinzu kommt eine Attraktivitätssteigerung des Schienengüterverkehrs durch Nutzung von technologischen Verbesserungen. Unter diesen Annahmen wird eine Reduktion der CO₂-Emissionen von 34 % erreicht.

Welches Szenario eintritt, hängt wesentlich davon ab, welche Gestaltungsspielräume der Bund und die EU nutzen, da sie eine Vielzahl von Rahmenbedingungen setzen. Nichtsdestotrotz hat auch eine Kommune Einfluss auf die Reduktion von verkehrlichen CO₂-Emissionen. Gestaltungsmöglichkeiten bestehen vor allem auf planerischer Ebene (Straßenraumgestaltung, Infrastrukturangebote, etc.), der Ebene von Information, Kommunikation und Management (Beratung von Unternehmen [„Betriebliches Mobilitätsmanagement“]), aber auch rechtlich (über entsprechende Satzungen) und finanziell (über finanzielle Förderungen bzw. Gebühren).

Neben Renewability III (a.a.O.) gibt es noch andere Studien, die sich mit Energie- bzw. Treibhausgaseinsparung im Verkehr beschäftigen. In der 2013 erschienen Studie „Potenziale des Radverkehrs für den Klimawandel“ (UBA 2013) vom Umweltbundesamt werden verschiedene Variationen berechnet. Im IKSK wurden insbesondere die Varianten „Kurze

Wege mit dem Rad“, „Autonutzung statt –besitz“ und „Wahrnehmung des Rades als Option“ berücksichtigt.

Die Studie „CO₂-Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland“ (UBA 2010) vom Umweltbundesamt befasst sich mit den Maßnahmen und Instrumenten, die in Abbildung 23 dargestellt sind. Einige dieser Instrumente bzw. Teile davon bilden die Grundlage für die Berechnungen des IKSK.

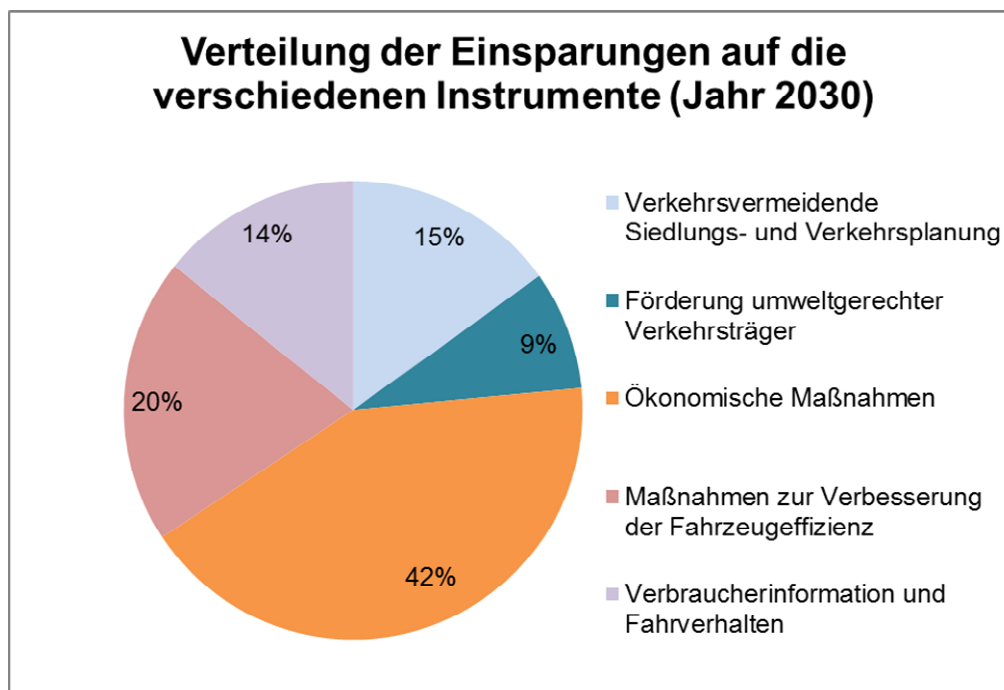


Abbildung 23: Treibhausgaseinsparungen im Mobilitätssektor nach Instrumenten
eigene Darstellung nach UBA 2010

In der Studie „Konventionelle und alternative Fahrzeugtechnologien bei Pkw und schweren Nutzfahrzeugen – Potenziale zur Minderung des Energieverbrauchs bis 2050“ vom Öko-Institut in 2014 (Öko-Institut 2014) werden genaue Verbrauchswerte für 2010, 2020, 2030 mit ein bzw. zwei Szenarien aufgezeigt. Dabei liegen die Verbrauchsminderungen deutlich über dem vom Renewability III angegebenen Werten. Die Studie wurde dazu verwendet, vergleichbare spezifische Verbräuche des motorisierten Straßenverkehrs abzubilden.

6.5. Reduktionspotenziale im Mobilitätssektor

6.5.1 Datengrundlagen zur Ermittlung des Status-Quo

Für die Abschätzung der CO₂-Reduktionspotenziale in Krefeld ist zunächst einmal der Status-Quo zu ermitteln. Anders als bei den Strom- und Wärmeanwendungen, bei denen in Krefeld sehr gute Grundlagen durch die Informationen zum Energieverbrauch der leitungsgebundenen Energieträger vorliegen, sind im Mobilitätsbereich Daten zu den Energieverbräuchen (und damit zu den CO₂-Emissionen) nicht einfach verfügbar und müssen über diverse Grundlagendaten abgeleitet werden. Wesentliche Grundlagendaten sind

- Die Verkehrsleistungen für die einzelnen Verkehrsträger,
- Die spezifischen Energieverbräuche.

Dabei wird wie folgt vorgegangen:

6.5.1.1. Verkehrs- und Fahrtleistungen

In der Tabelle 3 werden die Fahrtleistungen dargestellt, dies wird nachfolgend in den unterschiedlichen Verkehrsträgern genauer betrachtet.

Tabelle 3: Fahrtleistung des Verkehrs in der Stadt Krefeld in 2017

	Fahrtleistung [Mio. Km]
MIV	1.196
Bus & Straßenbahn	6
Fuß	46
Rad	149
Schienen Personenverkehr	
Straßen Güterverkehr	141
Schienen Güterverkehr	

Motorisierter Verkehr

Die Verkehrsleistung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) und des Straßengüterverkehrs als Grundlagendaten für den Status-Quo (2017) werden aus Daten aus EcoRegion (territoriale Bilanzierung) generiert. Dabei werden statistische Werte auf Krefeld angewendet. Dabei werden im Gegensatz zu der Mobilitätsbefragung auch die Pendlerströme beachtet, die in der Mobilitätsbefragung in Krefeld nicht berücksichtigt werden (Verursacherprinzip).

In 2017 wurden ca. 1.196 Millionen Fahrzeugkilometer für den MIV angenommen, das ist gegenüber 2010 eine Steigerung von 8 %. Die Steigerung des Straßengüterverkehrs von

2010 mit 134 Millionen Fahrzeug Kilometern auf 141 Millionen Fahrzeugkilometern ist mit 5 % etwas geringer (EcoRegion 2019).

Personen- und Güterschienenverkehr

Für den Personen- und Güterschienenverkehr liegen in EcoRegion keine Daten zu Fahrleistungen vor. Für den Energieverbrauch des Personen- und Güterschienenverkehrs weist EcoRegion Daten aus. Im Bereich des Schienengüterverkehrs wurden in 2017 rund 12.069 MWh Strom und Diesel verbraucht. Im Vergleich zu 2010 wurde ca. 3 % weniger Energie verbraucht. Der Schienenpersonennahverkehr verbrauchte in 2017 rund 18.250 MWh, während der Fernverkehr rund 6.700 MWh verbrauchte (EcoRegion 2019).

Öffentlicher Personen(nah)verkehr

Im Bereich des öffentlichen Personen Nahverkehrs wurden Daten zu den Fahrleistungen (und zu den Energieverbräuchen) von SWK Mobil bereitgestellt:

Tabelle 4: Fahrtleistung des öffentlichen Verkehrs in Krefeld⁷

	2015	2016	2017
Straßenbahn (Gesamtlaufleistung in km)	2.307.156	2.177.965	2.201.820
Bus (Nutzwagen-Kilometer)	3.566.000	3.716.000	3.687.000

Bei den Straßenbahnen wurde seitens SWK Mobil die komplette Laufleistung (Nutzwagen-Kilometer, Leerfahrten, Werkstattfahrten und sonstiges) angenommen.

Bei den Bussen wurden dabei seitens der SWK Mobil die Nutzwagen-Kilometer abgeschätzt. Dies geschah unter folgenden Annahmen:

- In Krefeld fahren SWK MOBIL eigene Busse mit fremden und eigenem Personal, sowie Fremdunternehmer mit eigenen Bussen und Personal.
- Es können nur die Nutzwagen-Kilometer ausgewertet werden, da die SWK Busse auch über die Stadtgrenze von Krefeld fahren.
- Aufgrund der Gesamtlaufleistung der unterschiedlichen Bustypen wird angenommen, dass 55% der Gesamtnutzwagen-Km auf Solobusse entfallen und 45% auf Gelenkbusse.

Für die Züge des Nah- und Fernverkehrs konnten keine Abfragedaten generiert werden. Daher werden diese Daten im nachfolgenden Kapitel beschrieben.

⁷ Angaben von SWK Mobil

Nahmobilität

In der Mobilitätsbefragung Krefeld (Mobilität 2017) sind Angabe zur Anzahl der Wege pro Tag und zu den mittleren Entfernungen enthalten. Daraus wurde für die Potenzialanalyse die Verkehrsleistung der Nahmobilität berechnet. Demnach beträgt in Krefeld die durchschnittliche Wegelänge für Wege zu Fuß 1,2 km und für Wege mit dem Rad 2,8 km. Auf ein Jahr und die gesamte Stadtbevölkerung hochgerechnet ergibt sich eine Verkehrsleistung von rund 46 Millionen Kilometern für den Fußverkehr und rund 149 Millionen Kilometer für den Radverkehr.

6.5.1.2. Energieverbrauch nach Verkehrs- und Energieträger

Beim Verkehr auf der Straße (MIV und Straßen-GV) wurden die spezifische Verbrauchswerte gem. (Öko-Institut 2014)⁸ angenommen. Diese wurden mit der Fahrtleistung verrechnet, wobei bei den Pkw zwischen Benzin und Diesel unterschieden wurde. Unter der Annahme, dass alle Pkw unabhängig von der Antriebsart die gleiche Fahrtleistung erbringen, erfolgte die Verteilung der Fahrtleistung anhand dem prozentualen Anteil der Energieträger am gesamt Pkw-Bestand (KBA 2017).

Die Energieverbräuche für den ÖPNV wurden seitens SWK Mobil nach Energieträger für Straßenbahn und Busse angegeben. Dies geschah seitens der SWK Mobil unter folgenden Annahmen:

- Der durchschnittliche Jahresverbrauch von den Bussen der Fremdundernehmer steht nicht zur Verfügung; daher werden für die Busse der Fremdundernehmen die Werte der SWK Busse übernommen.
- 1 Liter Diesel wird mit 9,8 kWh berechnet.

Der Nahmobilität werden weder Emissionen noch Energieverbräuche zugerechnet. Der Energieverbrauch der elektrisch unterstützten Fahrräder kann aufgrund der geringen Verbrauchsmenge vernachlässigt werden.

Die Tabelle 5 zeigt den Status-Quo des Energieverbrauchs nach Verkehrsträger in der Stadt Krefeld.

⁸ Konventionelle und alternative Fahrzeugtechnologien bei Pkw und schweren Nutzfahrzeugen – Potenziale zur Minderung des Energieverbrauchs bis 2050

Tabelle 5: Energieverbrauch des Verkehrs in der Stadt Krefeld in 2017

	Energieverbrauch [MWh]
MIV	560.211
Bus & Straßenbahn	23.194
Fuß	
Rad	
Schienen Personenverkehr	24.975
Straßen Güterverkehr	276.592
Schienen Güterverkehr	12.069
Summe	897.041

6.5.1.3. CO₂-Emissionen

Die Berechnung der Emissionen sämtlicher emittierender Verkehre erfolgt anhand des Energieverbrauchs, unterteilt nach Energieträgern (Strom, Diesel und Benzin) und der dazugehörigen Emissionsfaktoren.

Die Werte für Diesel, Benzin und Strom wurden von EcoRegion für das Jahr 2017 mit den Faktoren des ifeu unter LCA-Betrachtung ausgegeben.

Tabelle 6: Emissionen des Verkehrs in der Stadt Krefeld in 2017

	Emissionen [t CO₂]
MIV	176.441
Bus & Straßenbahn	9.439
Fuß	
Rad	
Schienen Personenverkehr	12.183
Straßen Güterverkehr	90.027
Schienen Güterverkehr	4.844
Summe	292.934

In der Tabelle 6 sind für die unterschiedlichen Verkehrsträger die CO₂-Emissionen für die Stadt Krefeld für das Jahr 2017 abgebildet.

6.5.2 Energieeinspar- und CO₂-Minderungspotenziale im Handlungsfeld Mobilität in Krefeld

Da im Bereich Mobilität die Potenzial-Betrachtung auf einer Vielzahl von Annahmen und Entwicklungsperspektiven aufbaut, die nicht unabhängig voneinander betrachtet werden können, wird die Ermittlung der Potenziale direkt im Rahmen einer Szenarienbetrachtung

durchgeführt. In einen TREND- und in einem AKTIV-Szenario werden - basierend auf den oben genannten bundesweiten Studien - zu den verschiedenen Handlungsansätzen Maßnahmen-Wirkungsbeziehungen angesetzt und in einem mehrstufigen Modell die Energieeinspar- und CO₂-Minderungspotenziale abgeschätzt.

Das Modell folgt dem stufenweisen Ansatz

1. Vermeiden von Verkehrsleistung,
2. Verlagern (insbesondere) von Pkw-Verkehrsleistung auf den Umweltverbund (Nahmobilität und ÖV),
3. Motorisierte Verkehre umweltfreundlich gestalten: weniger Energieverbrauch durch Effizienz, weniger Emissionen durch alternative Antriebe.

Da im Betrachtungszeitraum bis zum Jahr 2030 übergeordnete bzw. allgemeine Entwicklungen im Mobilitätsbereich stattfinden werden, werde diese vorab als „Stufe 0“ berücksichtigt.

6.5.2.1. Stufe 0: Allgemeine Entwicklungen

Im TREND-Szenario bzw. AKTIV-Szenario wird angenommen, dass die Anzahl der Pkw im Betrachtungszeitraum um 12 % (TREND) bzw. 8 % (AKTIV) zunimmt, da eine weitere Motorisierung erfolgt. Jedoch wird diese Entwicklung im AKTIV-Szenario dadurch wieder aufgehoben, dass angenommen wird, dass die Pkw-Besitzquote durch eine Verbreitung von CarSharing in Großstädten um 8 % sinkt (Renewability III). Im TREND-Szenario wird angenommen, dass das CarSharing nicht so stark wächst und damit keine Wirkung auf die Pkw-Besitzquote hat.

Ebenfalls wird im TREND-Szenario bzw. AKTIV-Szenario angenommen, dass die Fahrtleistung im (Straßen-)Güterverkehr im Betrachtungszeitraum um 26 % (TREND) bzw. 22 % (AKTIV) wächst. Das liegt unter anderem an weiteren Steigerungen der Wirtschaftsleistung und dem Wachstum des Internetversandhandels (Renewability III).

6.5.2.2. 1.Stufe: Vermeidung von Verkehr

Stadt der kurzen Wege

In der 1.Stufe wird davon ausgegangen, dass durch die bessere Erschließung des Nahbereichs (vgl. Maßnahmenbündel „Stadt der kurzen Wege“, Renewability III) und der damit verbundenen Verkürzung der Fahrwege die Fahrtleistung verringert wird. In der Studie wird für die Wegezwecke Einkauf, Versorgung, Freizeit sowie teilweise für die sonstigen Wege unterstellt, dass sich die Wegelängen in den jeweiligen Gebieten und damit auch die Fahrtleistung um 5 % (2030) bzw. 10 % (2050) reduzieren. Für Krefeld wird bis 2030 von einem Reduktionspotenzial von 2,5% ausgegangen, welches sich auf die Reisezwe-

cke für Einkauf, Freizeit, Besorgung auswirkt. Die Mobilitätsbefragung Krefeld 2017 weist ~50 % der Reisezwecke für Einkauf, Freizeit, Besorgung aus. Im TREND-Szenario wird unterstellt, dass bis 2030 ein Viertel des Potenzials umgesetzt wird und im AKTIV-Szenario die Hälfte.

City-Hubs

Es wird angenommen, dass sogenannte City-Hubs in der Stadt Krefeld installiert werden. Da größere Lkw zum City-Hub fahren und dann eine Feinverteilung mit kleineren Fahrzeugen passiert, statt wie bisher mehrere kleine Lkw / leichte Nutzfahrzeuge vom Depot starten, verringert sich die Fahrleistung im Bereich des Straßengüterverkehrs. In der Studie „Last-Mile-Logistics Hamburg – Innerstädtische Zustelllogistik“ (HSBA et al. 2017) wurden bereits bestehende Anlagen untersucht und von einer 5 %igen Verkehrsvermeidung ausgegangen. In Anbetracht der kurzen Zeit und der erheblichen Schwierigkeiten zur Umsetzung (City-Hubs bringen den größten Nutzen, wenn alle Versanddienstleister sich eine Infrastruktur teilen, statt eigene Systeme zu betreiben) wird Im TREND-Szenario unterstellt, dass bis 2030 ein Viertel des Potenzials umgesetzt wird und im AKTIV-Szenario drei Viertel.

6.5.2.3. 2.Stufe: Verlagerung von Verkehr

In Krefeld sind 50 % der Wege mit dem Kfz weniger als 5 km lang, 30 % sind weniger als 3 km lang. Daraus ergibt sich grundsätzlich ein hohes Verlagerungspotenzial insbesondere in Richtung Radnutzung. In der zweiten Stufe des Modells (Verlagerung) wird daher angenommen, dass sich ca. 2,5 % (TREND-Szenario) bzw. ca. 3,7 % (AKTIV-Szenario) der Fahrleistung des MIV auf den ÖPNV und die Nahmobilität verlagern lassen. Grundlage für diese Annahmen sind die Maßnahmen „Lebenswerte Innenstadt“ der Studie Renewability III. Unter anderem wird angenommen, dass durch Parkraummanagement der motorisierte Individualverkehr in der Innenstadt verringert wird. Durch die Attraktivitätssteigerung des öffentlichen Verkehrs und des Radverkehrs, sowie die zunehmende Marktdurchdringung von Pedelecs verlagert sich der MIV in Richtung Radverkehr (siehe dazu auch: „Wahrnehmung des Rades als Option“ (UBA 2013)).

Für die Potenzialanalyse wird allerdings einschränkend unterstellt, dass die Verlagerung vom MIV in Richtung Rad und ÖPNV bis 2030 überwiegend nur für den Binnenverkehr realistisch ist (Umsetzungsgrad TREND: 50%, AKTIV: 100%). Grundsätzlich werden zwar auch längerfristige Potenziale für den stadt-regionalen Verkehr (z.B. Richtung Duisburg oder aus dem Umland) gesehen. Die Hebung dieser Potenziale setzt allerdings weitreichende Maßnahmen zum Ausbau des Schienenverkehrs und der Radwege-Infrastruktur (Rad-Schnellwege) voraus, die lange Umsetzungszeiträume haben. Es wird unterstellt, dass daher Verlagerungs-Potenziale im Bereich der stadt-regionalen Verkehre in nennenswertem Umfang erst nach 2030 gehoben werden können.

Es wird davon ausgegangen, dass 70 % der verlagerungsfähigen MIV-Fahrleistung auf den ÖPNV verlagert wird und 27 % auf den Radverkehr und die restlichen 3 % auf den Fußverkehr. Dabei wird davon ausgegangen, dass es aufgrund der spezifischen Auslastung und Kapazität von Pkw, Bussen und Straßenbahnen nicht zu einer eins zu eins Erhöhung der Fahrleistungen kommt. Die Auslastung eines Pkw wird mit 1,5 Personen angenommen. Die Auslastung von Bussen und Straßenbahnen wird mit 20-25 %, das entspricht rund 35 Personen angenommen. Daher wird unterstellt, dass $1/20 \approx 5$ % der verlagerten Fahrleistung sich in einem Mehrbedarf an Fahrleistung des ÖPNV ausdrücken.

Im Bereich des (Straßen-)Güterverkehrs findet durch die Etablierung von City-Hubs ebenfalls eine Verlagerung statt. Es wird angenommen, dass sich die Fahrleistung von leichten Nutzfahrzeugen um ca. 1 % (TREND) bzw. 3,7 % (AKTIV) verlagern lässt. Dabei werden 75 % der Fahrleistung auf Lastenräder (mit elektrischer Unterstützung) verlagert (Renewability III und Last-Mile-Logistics Hamburg).

6.5.2.4. 3.Stufe

Effizienzgewinne

In der dritten Stufe werden zunächst Effizienzmaßnahmen unterstellt. Diese werden zum Teil durch Verringerung des Verbrauchs durch u.a. Gewichtseinsparungen und Wirkungsgraderhöhungen durch u.a. Verbesserungen des Antriebstrangs erzielt. Dabei liegen im Pkw Segment die Szenarien der Studie „Konventionelle und alternative Fahrzeugtechnologien bei Pkw und schweren Nutzfahrzeugen – Potenziale zur Minderung des Energieverbrauchs bis 2050“ zugrunde. Im Betrachtungszeitraum können so knapp 15 % (TREND) bis 24 % (AKTIV) bei konventionellen Pkw eingespart werden.

Die alternativen Antriebe spielen in den Szenarien eine große Rolle. Es wird davon ausgegangen, dass sich die Elektromobilität noch stark entwickeln wird und dass in 2030 zwischen rund 9.500 und 24.000 Elektroautos (BEV, PHEV) in Krefeld angemeldet sein werden (angelehnt an Renewability III).

Ebenfalls wird die Effizienz bei den konventionellen Bussen, analog zum Pkw steigen. Hier werden ebenfalls Unterschiede in den Szenarien angenommen. Bei den Straßenbahnen wird aufgrund der langen Lebenszeit der Fahrzeuge keine Effizienzsteigerung angenommen. Daher wird mit einem spezifischen Verbrauchswert, berechnet aus den Daten der SWK Mobil, in 2030 gerechnet.

Im Bereich des Personen-Schienenverkehrs werden folgende Effizienzsteigerungen als Potenzial angenommen: 5 % bei Dieselfahrzeugen und 10 % bei Elektrofahrzeugen. Dies basiert auf den angepassten Werten aus Renewability III. Die Werte aus der Studie werden

für die Szenarien nicht angepasst, da davon ausgegangen wird, dass die Flottenerneuerung stabiler verläuft als in anderen Bereichen.

Elektromobilität

Die Pkw Flotte wird unter anderem durch Anreizprogramme und verschärfte Abgasvorschriften einen wachsenden Teil an Elektromobilität aufweisen. Hier werden nur batterieelektrische Autos (BEV) und Plug-In Hybride (PHEV) betrachtet. Andere alternative Antriebe, wie Gas-Hybride, Brennstoffzellenautos und andere Entwicklungen werden vernachlässigt. Im TREND-Szenario wird die Verteilung der Antriebsarten des Basis-Szenarios aus Renewbility III angenommen. Im AKTIV-Szenario wird die Verteilung der Antriebsarten des Effizienz-Plus Szenario aus Renewbility III angenommen. Durch den Status Krefelds als Großstadt in einem dichtbesiedelten Raum wird in beiden Szenarien davon ausgegangen, dass dort der Anteil an Elektromobilität höher ist als im Bundesdurchschnitt.

Es wird angenommen, dass im Jahr 2030 auch die Linienbusse zu einem großen Anteil elektrifiziert sein werden. Im TREND-Szenario werden 32 % der Linienbusse rein elektrisch betrieben. Im AKTIV-Szenario werden 40 % der Linienbusse elektrifiziert und damit der entsprechende Anteil der Fahrtleistung rein elektrisch erbracht. Diese Entwicklung wird durch die „Clean Vehicles Directive“ der EU gefordert, sodass hier eine hohe Umsetzungswahrscheinlichkeit angenommen werden kann.

Im Bereich des Straßen-Güterverkehrs werden durch die unterschiedlichen Anwendungen von Lkw und LNF zwei elektrische Antriebe angenommen. Im Bereich der Lkw werden neben Oberleitungs-Lkws (hier nicht berücksichtigt) auch Hybrid-Lkws eingesetzt. Im TREND-Szenario wird angenommen, dass keine Hybrid-Lkws in Deutschland und damit auch in Krefeld unterwegs sind (angelehnt an Renewbility III). Im AKTIV-Szenario werden 10 % der Lkw Fahrtleistung durch Hybride erbracht. Diese fahren 20 % der Strecke elektrisch, das entspricht in etwa der innerstädtischen Fahrtleistung (emissionsfreie Innenstadt).

Im Bereich der leichten Nutzfahrzeuge werden neben konventionellen Dieselfahrzeugen vorrangig rein elektrische Fahrzeuge eingesetzt, da diese in den Innenstädten eingesetzt werden können. Im TREND-Szenario wird genau wie bei den Lkws davon ausgegangen, dass in 2030 noch keine nennenswerte Anzahl an elektrisch betriebenen LNFs betrieben wird. Im AKTIV-Szenario steigt der Anteil der elektrischen Fahrzeuge im LNF-Segment auf 50 %. Es wird angenommen, dass alle Fahrzeuge die gleiche Fahrtleistung erbringen, sodass 50 % der LNF Fahrtleistung im AKTIV-Szenario rein elektrisch erbracht werden. Diese Entwicklung ist an Renewbility III angelehnt und wird durch die Etablierung von City-Hubs gefördert.

6.5.3 Zusammenfassung: Potenzialanalyse im Handlungsfeld Mobilität

Es wurden zwei Szenarien entwickelt: Ein AKTIV-Szenario, bei dem die Stadt für den Klimaschutz aktiv wird und alle ihr zur Verfügung stehenden Maßnahmen ausschöpft, sowie ein TREND-Szenario, bei dem die Stadt Krefeld keine zusätzliche Maßnahmen unternimmt. In beiden Szenarien werden deutschlandweite Trends und Entwicklungen, die in den verwendeten Studien respektive deren Szenarien angenommen werden, berücksichtigt.

Tabelle 7: Veränderungen im TREND-Szenario

	Fahrtleistung [Mio. Km]	Energiever- brauch [MWh]	Emissionen [t CO₂]
MIV	-4%	-21%	-19%
Bus & Straßenbahn	21%	-2%	-16%
Fuß	2%	-	-
Rad	6%	-	-
Schienen Personenverkehr	-	-9%	-49%
Straßen Güterverkehr	24%	13%	13%
Schienen Güterverkehr	-	-7%	-21%

Wie in Tabelle 7 zu sehen ist verändert sich die Fahrtleistung der unterschiedlichen Verkehrsmittel in den beiden Szenarien unterschiedlich stark. Die relativen Veränderungen erscheinen gering im Vergleich zu den ehrgeizig gesteckten Zielen, in absoluten Zahlen werden im TREND-Szenario im Bereich MIV rund 35 Millionen Fahrzeug Kilometer eingespart. Das entspricht ca. 96.000 Kilometern am Tag. Mit einer durchschnittlichen Wegelänge von 11 km (angelehnt an die Mobilitätsbefragung) werden dadurch mehr als 8.500 Wege pro Tag nicht mit dem Kfz zurückgelegt. Einige dieser Wege werden stattdessen mit Bus und Straßenbahn, mit dem Fahrrad oder zu Fuß zurückgelegt.

Der Energieverbrauch sinkt im Bereich des MIV durch die verringerte Fahrtleistung, aber auch durch Effizienzgewinne und die Verwendung von effizienter Elektromobilität. Effizienzgewinne sorgen auch im Bereich ÖPNV und Schienenverkehr für sinkende Energieverbräuche. Die Effizienzgewinne im LKW Segment werden durch die stark gestiegene Fahrtleistung zunichte gemacht.

Die sinkenden CO₂ Emissionen im Bereich des MIV sind durch drei Faktoren zu erklären: verringerte Fahrtleistung, Effizienzgewinne und Elektromobilität. Die direkten CO₂ Emissionen von Elektrofahrzeugen hängt vom verwendeten Strom ab. Der CO₂-Faktor für den bundesweiten Strommix wird weiter sinken, wovon die Elektromobilität profitiert.

Tabelle 8: Veränderungen im AKTIV-Szenario

	Fahrtleistung [Mio. Km]	Energiever- brauch [MWh]	Emissionen [t CO₂]
MIV	-6%	-32%	-29%
Bus & Straßenbahn	33%	1%	-13%
Fuß	3%	-	-
Rad	11%	-	-
Schienen Personenverkehr	-	-8%	-53%
Straßen Güterverkehr	15%	-11%	-10%
Schienen Güterverkehr	-	-7%	-21%

Wie in Tabelle 8 zu sehen ist, verändert sich die Fahrtleistung der unterschiedlichen Verkehrsmittel in den beiden Szenarien unterschiedlich stark. Die relativen Veränderungen erscheinen gering im Vergleich zu den ehrgeizig gesteckten Zielen, in absoluten Zahlen werden im AKTIV-Szenario im Bereich MIV rund 71 Millionen Fahrzeug Kilometer eingespart. Das entspricht ca. 194.000 Kilometern am Tag. Mit einer durchschnittlichen Wegelänge von 11 km (angelehnt an die Mobilitätsbefragung) werden dadurch mehr als 17.000 Wege pro Tag nicht mit dem Kfz zurückgelegt. Im Vergleich zum TREND-Szenario werden somit auch mehr Wege mit dem Umweltverbund zurückgelegt. Da mehr Anstrengungen für den Klimaschutz in der Stadt Krefeld unternommen werden, steigt auch die Fahrtleistung des Straßen-Güterverkehrs weniger stark an.

Im Vergleich zum TREND-Szenario sind die Effizienzgewinne und die Elektrofahrzeugquote höher, womit sich im MIV Bereich der deutlich geringere Energieverbrauch erklärt. In allen Bereichen wird durch diese Entwicklungen der Energieverbrauch reduziert. Außer im ÖPNV Bereich, dort steigt durch die starke Nachfrage der Energieverbrauch.

Wie bereits im TREND-Szenario sinken die Emissionen. Im AKTIV-Szenario wird mit einem höheren erneuerbarem Anteil im Strommix gerechnet, womit sich die Halbierung der Emissionen des Schienen Personenverkehrs erklärt.

Auf den Veränderungen der Fahrtleistung aufbauend, verändert sich auch der Modal-Split in der Stadt Krefeld. Erwartungsgemäß sinkt der Anteil des MIVs an der Verkehrsleistung. Durch die Verlagerung des Verkehrs wächst der ÖPNV besonders stark, da angenommen wird, dass 70 % der MIV Fahrtleistung darauf verlagert wird. Im Gegensatz dazu sind die Veränderungen im Bereich der Nahmobilität geringfügig, trotz der gestiegenen Fahrtleistung. Dies liegt im geringen Anteil der Nahmobilität am Modal-Split.

Tabelle 9: relative Veränderung des Modal-Splits der Verkehrsleistung

	2030 TREND	2030 AKTIV
MIV	-3%	-6%
Bus & Straßenbahn	22%	33%
Fuß	2%	3%
Rad	7%	11%

Die Ergebnisse im Bereich Energie und CO₂ Emissionen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst und werden danach genauer betrachtet.

Tabelle 10: Potenziale zur Reduktion des Energieverbrauchs im Mobilitätsbereich

	2017 Ist	2030 TREND	2030 AKTIV
Energieverbrauch [GWh]	897	813	687
Veränderung ggü. 2017 in %	-	-9 %	-23 %
CO₂-Emissionen [t CO₂ eq.] ca.	292.935	262.485	223.675
Veränderung ggü. 2017 in %	-	-10%	-24 %

In der Abbildung 24 wird die Entwicklung der Energieträger dargestellt. Durch die Verbreitung von Elektrofahrzeugen steigt, der Stromverbrauch auf mehr als das Doppelte an. Die Einsparungen an (fossilen) Kraftstoffen sind jedoch deutlich größer.

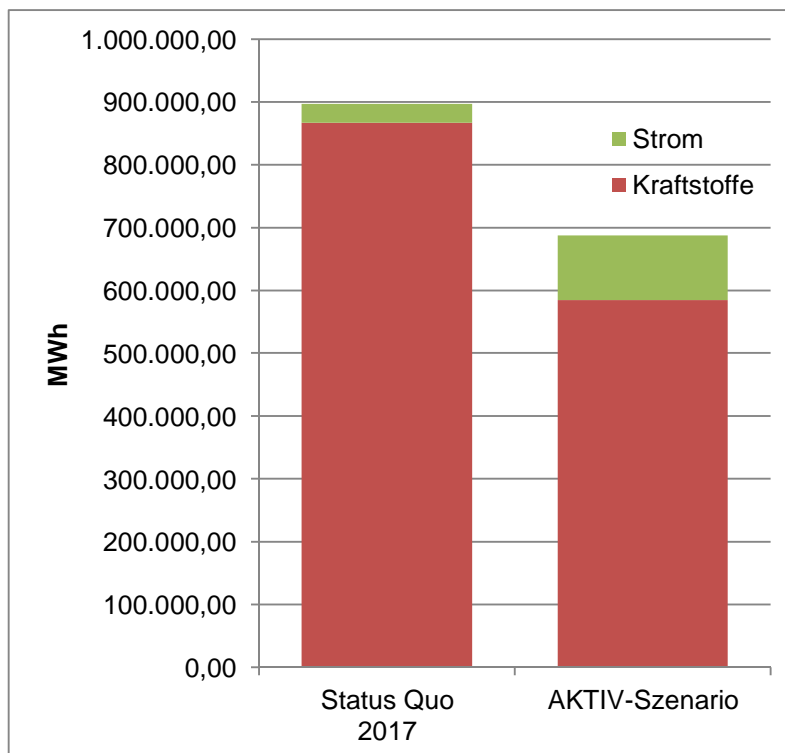


Abbildung 24: Energieverbrauch des Verkehrs in Krefeld nach Energieträgern

Durch den sich verändernden Kraftstoffmix wird auch ein Einfluss auf die Emissionen erkennbar.

Tabelle 11: Gegenüberstellung der CO₂ Emissionen der Szenarien

<table border="1"> <thead> <tr> <th>Szenario</th> <th>CO₂ Emissionen (t CO₂ eq.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Status Quo</td> <td>~290.000</td> </tr> <tr> <td>Stufe 0: allgemeine Entwicklungen</td> <td>~315.000</td> </tr> <tr> <td>Stufe 1 & 2: Vermeidung &...</td> <td>~310.000</td> </tr> <tr> <td>Stufe 3: Effizienz & Elektromobilität</td> <td>~260.000</td> </tr> </tbody> </table>	Szenario	CO ₂ Emissionen (t CO ₂ eq.)	Status Quo	~290.000	Stufe 0: allgemeine Entwicklungen	~315.000	Stufe 1 & 2: Vermeidung &...	~310.000	Stufe 3: Effizienz & Elektromobilität	~260.000	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Szenario</th> <th>CO₂ Emissionen (t CO₂ eq.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Status Quo</td> <td>~290.000</td> </tr> <tr> <td>Stufe 0: allgemeine Entwicklungen</td> <td>~315.000</td> </tr> <tr> <td>Stufe 1 & 2: Vermeidung &...</td> <td>~300.000</td> </tr> <tr> <td>Stufe 3: Effizienz & Elektromobilität</td> <td>~225.000</td> </tr> </tbody> </table>	Szenario	CO ₂ Emissionen (t CO ₂ eq.)	Status Quo	~290.000	Stufe 0: allgemeine Entwicklungen	~315.000	Stufe 1 & 2: Vermeidung &...	~300.000	Stufe 3: Effizienz & Elektromobilität	~225.000
Szenario	CO ₂ Emissionen (t CO ₂ eq.)																				
Status Quo	~290.000																				
Stufe 0: allgemeine Entwicklungen	~315.000																				
Stufe 1 & 2: Vermeidung &...	~310.000																				
Stufe 3: Effizienz & Elektromobilität	~260.000																				
Szenario	CO ₂ Emissionen (t CO ₂ eq.)																				
Status Quo	~290.000																				
Stufe 0: allgemeine Entwicklungen	~315.000																				
Stufe 1 & 2: Vermeidung &...	~300.000																				
Stufe 3: Effizienz & Elektromobilität	~225.000																				
<p>Entwicklung der CO₂ Emissionen im TREND-Szenario der Stadt Krefeld</p>	<p>Entwicklung der CO₂ Emissionen im AKTIV-Szenario der Stadt Krefeld</p>																				

Die meisten Einsparungen werden durch die Effizienzgewinne und die Elektrifizierung des Verkehrs (Stufe 3) erreicht.

7 Potenzialanalyse: Handlungsfeld Energieeinsparung Strom und Wärme

Die Vermeidung von energiebedingten CO₂-Emissionen lässt sich am effektivsten dadurch realisieren, dass der Energieverbrauch gesenkt wird. Insofern sollten zuerst die Einspar- und Effizienzpotenziale gehoben werden. Der dann noch verbleibende Energieverbrauch sollte dann mit möglichst emissionsarmen Energieträgern gedeckt werden (Grundsatz: „no-emission“ vor „low-emission“).

7.1. Private Haushalte

7.1.1 Einsparpotenziale Strom

Die Umwandlungsverluste von Primär- zu Endenergie machen auf absehbare Zeit Maßnahmen zur Einsparung von Strom besonders wirkungsvoll bei der Reduktion des CO₂-Ausstoßes. In Deutschland werden derzeit pro Kilowattstunde Strom etwa 2,0 kWh Primärenergie aufgewandt (AGEB 2019).

Steigende Energie- und insbesondere Strompreise der letzten Jahre, sowie regulatorische Rahmensetzungen, haben zu einer innovativen Weiterentwicklung von Stromspartechnologien geführt. Darüber hinaus ist das Bewusstsein der Verbraucher gestiegen. Wesentliche Möglichkeiten zur Stromeinsparung sind:

- Verhaltensänderungen,
- Der effizientere Einsatz von Strom und
- Der Ersatz (Substitution) von Strom durch andere Energieträger mit geringerer oder ohne (fossile) Primärenergienutzung

Gleichzeitig ist zu beobachten, dass den Einsparpotenzialen beim Stromverbrauch eine wachsende Anzahl und Intensität von Anwendungen gegenübersteht. So steigt beispielsweise seit Jahren die Anzahl von elektrischen Geräten im Haushaltsbereich. Teilweise werden durch diese neuen „Stromanwendungen“ zwar fossile Energieträger ersetzt (z.B. elektrisch betriebene Wärmepumpen statt Öl-Heizungen), teilweise entsteht aber auch eine zusätzliche Nachfrage (z.B. wachsende Ausstattungsraten in Haushalten).

Im Haushaltsbereich bestehen erhebliche Einsparpotenziale durch die Nutzung effizienter Elektrogeräte. In Tabelle 12 sind die Annahmen für die technisch-wirtschaftlichen Einsparpotenziale beim Stromverbrauch privater Haushalte bezogen auf die jeweiligen Einsparzwecke dargestellt. Zusätzlich zum Einsparpotenzial bei den einzelnen Anwendungsbereichen wird das Einsparpotenzial durch Verhaltensänderung insgesamt abgeschätzt. Die Werte basieren auf Literaturangaben und eigenen Annahmen (u.a. EA NRW 2010; dena 2017, ÖEA 2012).

Tabelle 12: Einsparpotenzial Stromverbrauch private Haushalte

Anwendungsbereich	Annahmen zum Einsparpotenzial bezogen auf den jeweiligen Anwendungsbereich
Warmwasser	10 %
Prozesswärme (Kochen, Backen, Waschen)	10 %
Klimatisierung	30 %
Prozesskälte (Kühlen, Gefrieren)	30 %
mechanische Energie (z.B. Staubsauger)	30 %
Bürogeräte und Unterhaltungselektronik	15 %
Beleuchtung	50 %
Einsparpotenzial durch Verhaltensänderung (bezogen auf Gesamtstromverbrauch)	10 %

Im Bereich der Beleuchtung ergeben sich durch neue Lampen und Leuchtmittel z.T. erhebliche Effizienzsteigerungen. Nicht zuletzt aufgrund des EU-weiten „Glühbirnenverbots“ kommen neben den klassischen Energiesparlampen immer häufiger LED-Leuchtmittel zum Einsatz. Diese sind energieeffizient und bringen auch in der Anwendung Vorteile. Sie benötigen keine Aufwärmzeit, sind sehr langlebig und beinhalten kein Quecksilber, welches in klassischen Energiesparlampen enthalten ist. Neben dem Tausch der Leuchtmittel bieten auch intelligente Steuerungssysteme Möglichkeiten der Stromeinsparung bei Beleuchtungsanwendungen.

Bei Kühl- und Gefrierschränken, die mit elektrisch betriebenen Kompressoren Kälte „erzeugen“, lassen sich bei gleicher Nutzleistung durch technische Verbesserungen, die sich in wenigen Jahren amortisieren, wirtschaftliche Einsparungen von durchschnittlich etwa 20 bis 30 % erreichen (dena 2017). Hierbei hilft das Effizienzlabel als Orientierung.

Auch im Bereich der Bürogeräte und (Unterhaltungs-)Elektronik bestehen erhebliche Potenziale durch Nutzung effizienter Geräte. Es sind Einsparungen von 30 % bis zu 50 % durch eine geeignete Auswahl von Geräten möglich (siehe z.B. dena 2017 oder ÖEA 2012). Allerdings ist davon auszugehen, dass durch weiter steigende Ausstattungsraten mit elektrischen Geräten im Haushaltsbereich das Einsparpotenzial zum Teil aufgewogen wird. Daher wird von einem maximalen Einsparpotenzial von lediglich 15 % ausgegangen.

Der Ersatz von Strom durch andere Energieträger bietet sich teilweise bei der Wärmeerzeugung für Prozesswärme und Raumheizung an, da hier andere Energieträger (z.B. Erdgas) bei einer Primärenergiebetrachtung aus Effizienzgründen in vielen Fällen vorzuziehen sind.

In der Summe können bei den privaten Haushalten in Krefeld bis zu 49.300 MWh Stromverbrauch durch technische Effizienzpotenziale eingespart werden, was einer Reduktion um knapp 20 % zum Status Quo entspricht.

Eine wichtige Rolle nehmen zudem Einsparungsmöglichkeiten durch Verhaltensänderungen ein. Es lassen sich – oft ohne Komfortverzicht – Einsparungen erreichen, die in der Regel ohne bzw. mit geringen Kosten verbunden sind. Durch Verhaltensänderungen, wie das Ausschalten von Geräten mit Stand-By-Betrieb oder die gezielte Regelung von Klimaanlageanlagen, können ohne Komfortverzicht bzw. Leistungseinschränkungen zwischen 5 % und 15 % des Stroms eingespart werden (dena 2017). In privaten Haushalten entspricht alleine der Verbrauch durch Stand-By-Betrieb bis 10 % des Stromverbrauchs (dena 2012).

Insbesondere das Thema Elektromobilität könnte sich zukünftig stark auf den Stromverbrauch auswirken. Momentan ist noch nicht absehbar, wie schnell sich der Markt für Elektrofahrzeuge entwickeln wird, aber wenn man von einer spürbaren Marktdurchdringung in den nächsten 10 bis 15 Jahren ausgeht, wird sich dies auch im Stromverbrauch niederschlagen. Nach Berechnungen des Öko-Instituts wird sich bis 2030 der Stromverbrauch für Mobilitätsw Zwecke in Deutschland gegenüber dem Jahr 2010 mehr als verdoppeln (Öko-Institut 2014), wenn die Ziele der Bundesregierung zur Marktdurchdringung von E-Fahrzeugen erreicht werden.

Geht man davon aus, dass bis 2020 etwa 200.000 bis 500.000 Elektroautos bundesweit auf den Straßen sind und sich diese Zahlen bis 2030 auf 3 bis 6 Mio. erhöhen (Öko-Institut et al. 2016), würde das bezogen auf die Stadt Krefeld im Jahr 2030 einem Mehrverbrauch von etwa 21.000 MWh bis 48.000 MWh entsprechen, also ca. 2 bis zu ca. 4 % des aktuellen Gesamtstromverbrauchs.

7.1.2 Einsparpotenziale Wärme

In privaten Haushalten gibt es bei der Wärmeversorgung erhebliche Potenziale zur Energieeinsparung und zur effizienten Energieerzeugung. Dabei konzentrieren sich die Einsparpotenziale besonders auf den Bereich der Gebäudehülle und die Effizienzpotenziale vor allem auf den Bereich der Wärmeerzeugung und -verteilung.

In Abbildung 25 ist exemplarisch am Beispiel eines freistehenden Einfamilienhauses, Baujahr 1970, aufgezeigt, welche Effizienzpotenziale durch den Einsatz aktueller Heiztechnik vorhanden sind. Die Umstellung alter Konstant-Temperaturkessel auf Niedertemperaturkessel führt zu einer Energieeinsparung von 25 %. Mit moderner Brennwerttechnik sind im Vergleich zu Niedertemperaturtechnik bis zu 11 % weitere Einsparungen zu erzielen.

Den Rest tragen bei:

- Moderne Pumpentechnik,
- Zeitgemäße Dämmung des Verteilsystems,
- Hydraulischer Abgleich sowie
- Modernisierung der Heizkörper und der Einsatz von Thermostatventilen

Im konkreten Fall wird eine Primärenergieeinsparung von fast 40 % bereits ohne den Einsatz von Solartechnik errechnet. Beim Einsatz einer solarthermischen Anlage zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung sind weitere 18 % Primärenergieeinsparung möglich.

Als Alternative zur klassischen Heizung (mit oder ohne solarthermische Unterstützung) kann auch der Einsatz von KWK-Anlagen zu Primärenergieeinsparungen führen. In Ein- und Zweifamilienhäusern sind KWK-Anlagen jedoch nur bedingt sinnvoll einsetzbar, da sie wärmegeführt nur geringe Vollbenutzungsstunden erreichen (und daher aktuell noch wenig wirtschaftlich betrieben werden können) und stromgeführt die Energieeinsparung nicht wie erwünscht zum Tragen kommt (wenn die Anlage im Sommer läuft um Strom zu produzieren, obwohl keine entsprechende Wärmenachfrage vorhanden ist).

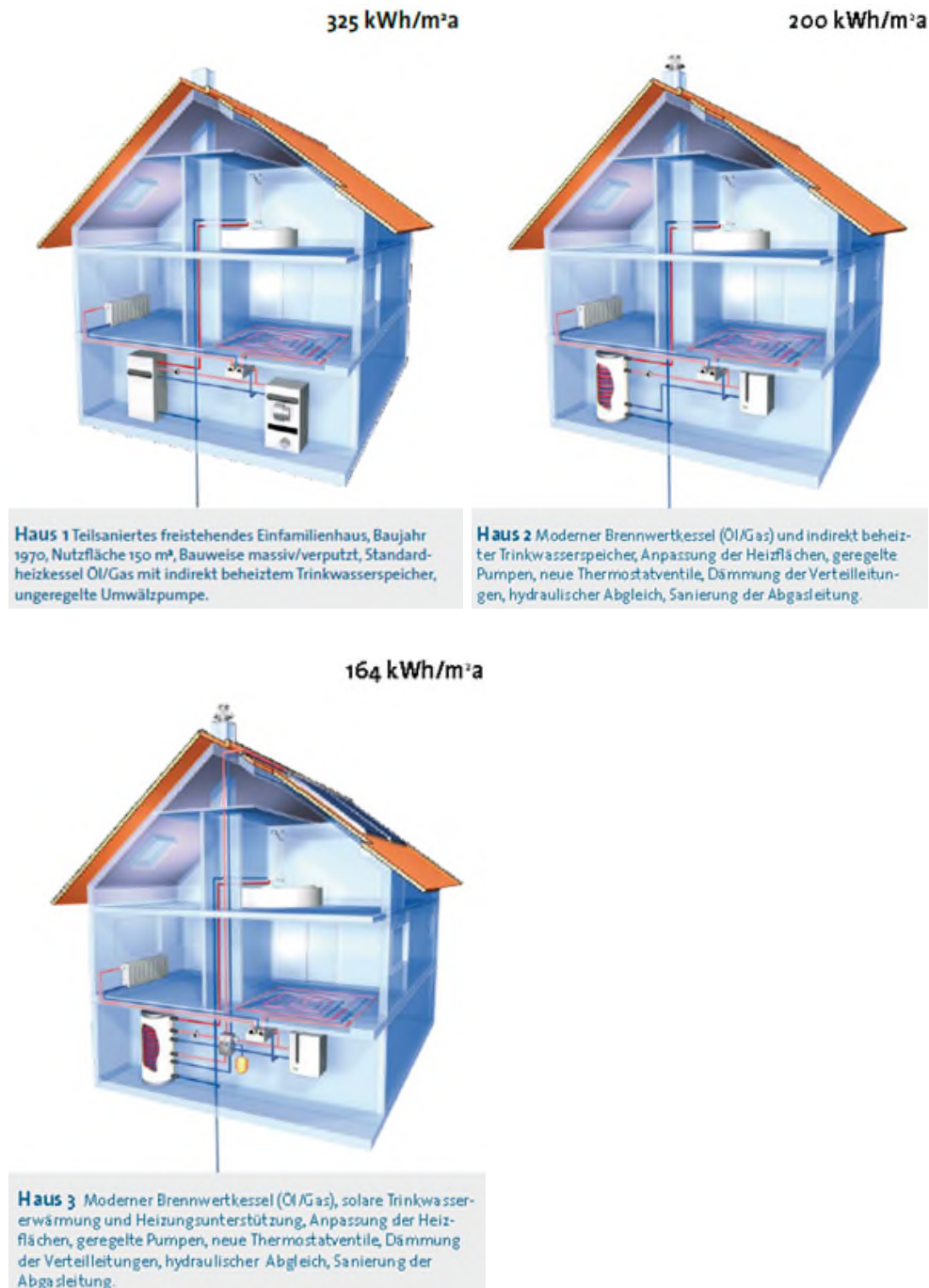


Abbildung 25: Einsparpotenziale durch Nutzung effizienter Heiztechnik
(BDH 2011)

Abbildung 25 zeigt exemplarisch die weiteren Effizienzpotenziale, die bei der Kombination von Maßnahmen an der Heiztechnik und an der Gebäudehülle entstehen. Im konkreten Fall ergibt sich also im vollständig sanierten Zustand (Gebäudehülle und Heiztechnik) ein Primärenergiebedarf, der lediglich noch ca. 19 % des Ausgangswertes beträgt.

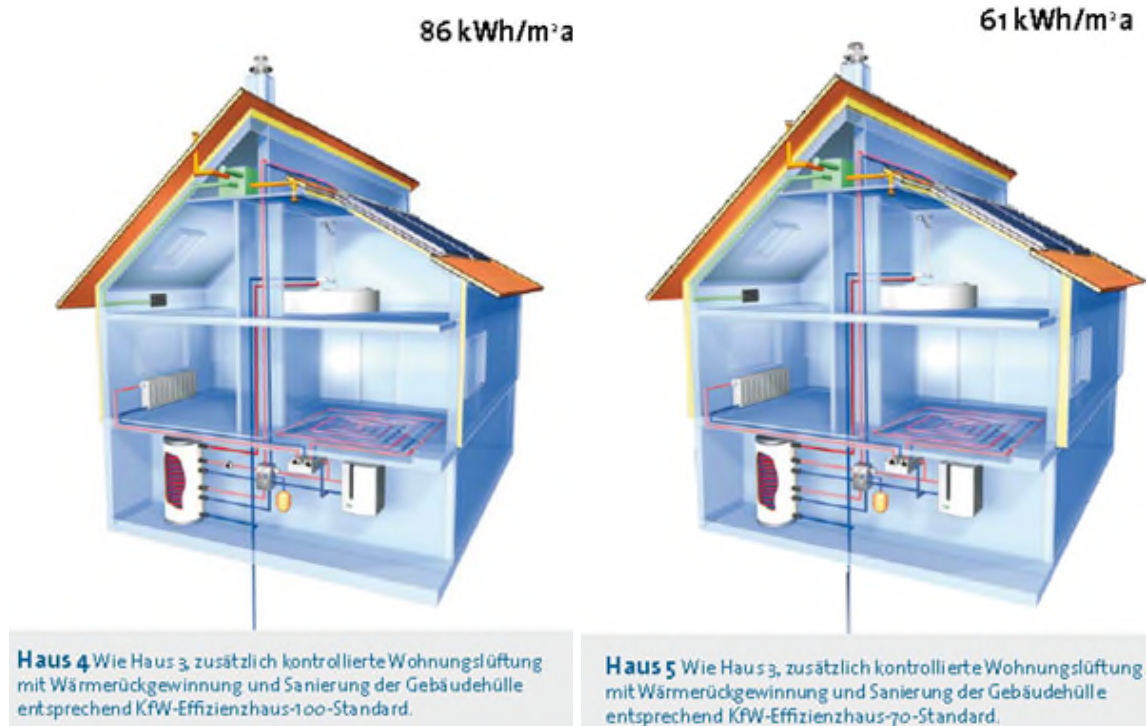


Abbildung 26: Einsparpotenziale durch Kombination effizienter Anlagentechnik und energetischer Sanierung der Gebäudehülle
(BDH 2011)

In Abbildung 27 ist am Beispiel von freistehenden Einfamilienhäusern und von Mehrfamilienhäusern dargestellt, welche Einsparpotenziale sich durch eine energetische Sanierung der Gebäudehülle für die unterschiedlichen Gebäudealtersklassen ergeben (IWU 2007).

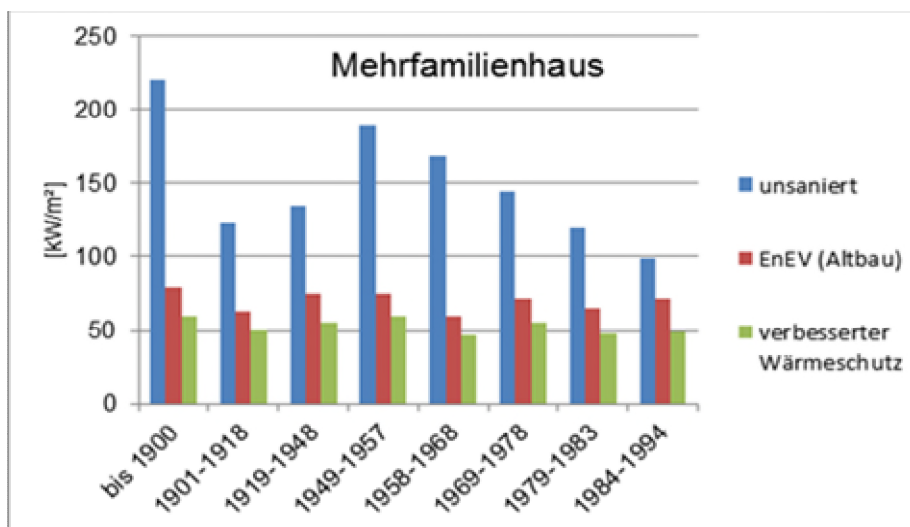
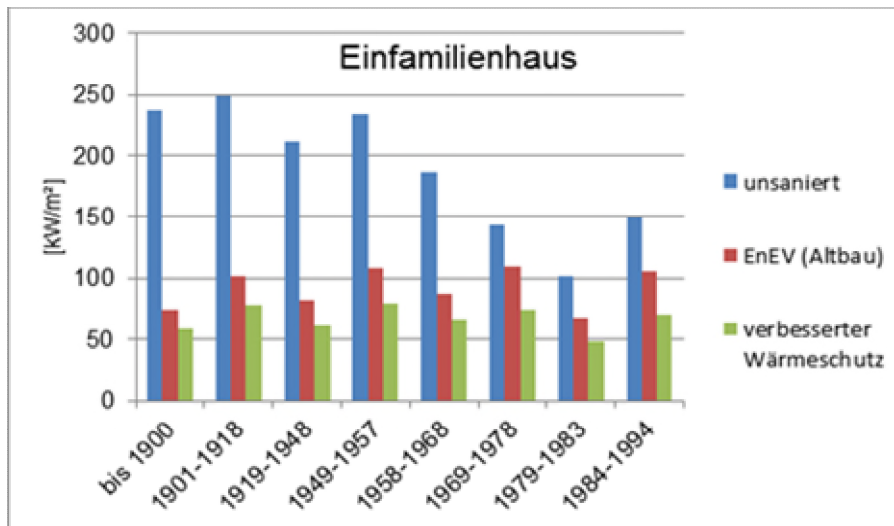


Abbildung 27: Einsparpotenzial Heizwärmebedarf durch energetische Sanierung von Gebäuden unterschiedlicher Baualtersklassen
(IWU 2007)

Betrachtet man die relevanten Gruppen der Gebäude bis 1980, so ergeben sich bei einer Sanierung auf EnEV-Niveau Einsparpotenziale, die im Bereich von ca. 40 % bis zu 70 % liegen.

In der Abbildung 28 sind die maximalen Einsparpotenziale bei Sanierung aller bisher nicht oder nur teilweise sanierten Gebäude in der Stadt Krefeld gemäß EnEV-Standard (ca. 80 kWh/m²) dargestellt. Die Grafik zeigt den aktuellen Wärmeverbrauch der Haushalte, verglichen mit dem (theoretischen) Verbrauch bei Sanierung aller Gebäude. Das Einsparpotenzial liegt in der Größenordnung von ca. 45 – 50 %. Dies entspricht in der Summe für Krefeld einer Reduktion von aktuell rund 1.445.800 MWh/a auf etwa 815.800 MWh/a im sanierten Zustand.

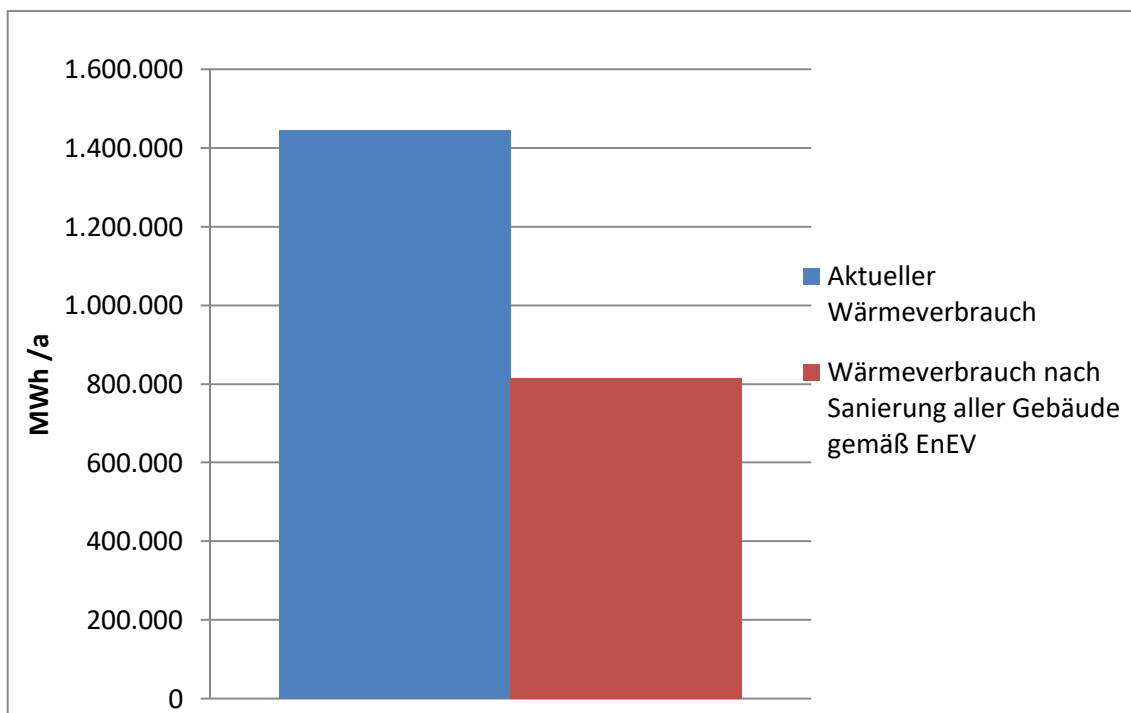


Abbildung 28: Wärmeverbrauch der Haushalte – aktueller Stand im Vergleich zum Verbrauch nach Sanierung aller unsanierten Gebäude gemäß EnEV

Dieses technische Einsparpotenzial wird in der Praxis aus unterschiedlichen Gründen nicht komplett gehoben werden können (vgl. Vorbemerkungen zur Potenzialanalyse in Abschnitt 5). Daher wird in den Szenarien in Kapitel 9 von unterschiedlichen Sanierungsraten und einer angepassten Sanierungseffizienz ausgegangen.

7.2. Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie

7.2.1 Einsparpotenziale Strom

In der Privatwirtschaft werden die Kosten für Energie und insbesondere Strom vermehrt als wichtiger wirtschaftlicher Faktor wahrgenommen. Dadurch sind erhebliche Potenziale zur Stromeinsparung entstanden und teilweise auch bereits genutzt worden. Während im industriellen Bereich der Hauptanteil des Stromverbrauchs für den Betrieb von Maschinen

und Anlagen genutzt wird, ist im Bereich Handel die Beleuchtung der wichtigste Anwendungszweck und im Dienstleistungssektor spielen die Verbräuche von Bürogeräten eine zunehmend wichtige Rolle (AGEB 2013).

Im Bereich der elektrisch betriebenen Maschinen und Anlagen lassen sich laut Deutscher Energieagentur (dena 2017) bei gleicher Nutzleistung durch technische Verbesserungen, die sich in wenigen Jahren amortisieren, wirtschaftliche Einsparungen von durchschnittlich etwa 20 bis 30 Prozent erreichen.

Bei der Beleuchtung ergeben sich durch neue Lampen und Leuchtmittel z.T. erhebliche Effizienzsteigerungen. Dabei kommen neben den klassischen Energiesparlampen immer häufiger LED-Leuchtmittel zum Einsatz. Neben dem Tausch der Leuchtmittel bieten auch intelligente Steuerungssysteme Möglichkeiten der Stromeinsparung bei Beleuchtungsanwendungen. Durch den Ersatz alter Leuchtmittel können ca. 50 bis 80 % des Stromverbrauchs für Beleuchtung eingespart werden (EA NRW 2010; dena 2017).

Im Bereich der Bürogeräte bestehen Einsparpotenziale von 30 bis zu 50 Prozent durch eine geeignete Auswahl von effizienten Geräten (siehe z.B. dena 2017 oder ÖEA 2012). Allerdings ist davon auszugehen, dass durch weiter steigende Ausstattungsraten mit elektrischen Geräten das Einsparpotenzial zum Teil aufgewogen wird.

Der Stromverbrauch in den Sektoren Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) sowie Industrie beträgt in Krefeld ca. 790.500 MWh pro Jahr (Daten des Netzbetreibers aus dem Jahr 2017).

Mit den zuvor genannten Einsparpotenzialen in den einzelnen Bereichen ergeben sich die in der folgenden Tabelle dargestellten Ausgangswerte und Reduktionspotenziale.

Tabelle 13: Reduktionspotenziale beim Stromverbrauch im Bereich Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung

Sektor	Ist-Verbrauch in MWh/a	Reduktionspotenzial In MWh/a
GHD	217.600	78.800
Industrie	573.100	166.100
Summe	790.700	244.900

Insgesamt liegt das Reduktionspotenzial beim Stromverbrauch für die Sektoren GHD und Industrie bei etwa 244.900 MWh pro Jahr.

Auch im gewerblichen Bereich wird zukünftig das Thema Elektromobilität eine wichtigere Rolle spielen. Es ist davon auszugehen, dass ein großer Teil der zukünftig zugelassenen Elektrofahrzeuge im gewerblichen Bereich genutzt wird. Der im Abschnitt 7.1.1 genannten Mehrverbrauch von etwa 21.000 MWh bis 48.000 MWh für Elektromobilität würden sich also zum Teil auch im gewerblichen Sektor niederschlagen.

7.2.2 Einsparpotenziale Wärme

Im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) machen Wärmeanwendungen durchschnittlich etwa 63 % des Endenergieverbrauchs aus, wobei der größte Anteil davon auf die Bereitstellung von Raumwärme entfällt. Im industriellen Bereich dominiert hingegen die Prozesswärme den Endenergieverbrauch mit durchschnittlich knapp 64 % Anteil am Endenergieverbrauch (AGEB 2014).

Im Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 des Bundesumweltministeriums werden für den Sektor Industrie zusätzliche Minderungspotenziale gesehen, obgleich hier in der Vergangenheit bereits erhebliche Fortschritte erzielt worden sind. Im Sektor GHD liegen die Potenziale vor allem im Gebäudebereich. Es werden in dem Programm jeweils keine konkreten Ziele genannt. Im Folgenden werden deshalb für den Gebäudebereich die Potenzialziele übernommen, wie sie auch für andere Gebäude verwendet werden. Die Potenziale für Prozesswärme und sonstige Anwendungen sind dagegen an Effizienzentwicklungen orientiert (s. u.).

Für die Bereitstellung von Raumwärme wird angenommen, dass im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie grundsätzlich vergleichbare Einsparpotenziale bestehen wie im Haushaltssektor. Vor allem im Gewerbe- / Dienstleistungs-Bereich, der einen hohen Raumwärmeanteil am Endenergieverbrauch hat, sind die Voraussetzungen betreffend Dämmstandards und Heizanlagentechnik oft ähnlich wie in Wohngebäuden. Allerdings sind die Sanierungszyklen bei gewerblich genutzten Gebäuden i.d.R. höher als bei privaten Wohngebäuden. Daher wird hier von einer schnelleren Umsetzung des Einsparpotenzials ausgegangen.

Prozesswärme wird im verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor für verschiedenste Arbeiten genutzt. Spezifische Daten dazu existieren für Krefeld allerdings nicht. Die Bestimmung von Effizienz- und Einsparpotenzialen ist im Rahmen des Integrierten Klimaschutzkonzepts daher nur auf übergeordneter Ebene anhand von durchschnittlichen Werten umsetzbar.

Für Prozesswärme und sonstige Anwendungen sind daher folgende Pauschalannahmen zur Potenzialanalyse getroffen worden: Die jährliche Steigerung der Energieproduktivität wird von derzeit 1,5 % p.a. (Durchschnittswert seit 1990) auf 2,1 % p.a. gesteigert (Ziel

der Bundesregierung zur Erfüllung der Europäischen Energieeffizienzrichtlinie). Das ergibt ein Reduktionspotenzial von ca. 13 % bis zum Jahr 2030 und 30 % bis zum Jahr 2050 (wird als Maximalpotenzial angenommen) bei einem unterstellten jährlichen Wirtschaftswachstum von 1,1 %.

Das gesamte Reduktionspotenzial beim Wärmeverbrauch im Bereich Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung ist in Tabelle 14 dargestellt. Insgesamt ist eine Senkung des Wärmeverbrauchs in diesem Bereich um 1.618.500 MWh möglich, dies entspricht einer Reduktion um ca. 30 % im Vergleich zum aktuellen Verbrauch.

Tabelle 14: Reduktionspotenzial beim Wärmeverbrauch im Bereich Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung

Anwendung	Ist-Verbrauch in MWh/a (ohne Heizstrom)	Reduktionspotenzial In MWh/a (ohne Heizstrom)
Raumwärme	1.323.400	746.700
Prozesswärme	1.236.700	871.800
Summe	2.516.100	1.618.500

7.3. Kommunale Energieverbraucher

Bei der Datenerhebung für das Integrierte Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzept der Stadt Krefeld wurden die Energieverbräuche der kommunalen Liegenschaften und Einrichtungen bereitgestellt. Dabei wurde unterschieden in den Energieverbrauch der Gebäude, der Kläranlagen und der Straßenbeleuchtung. Im Rahmen des Konzepts erfolgte eine Auswertung der Energieverbräuche der kommunalen Liegenschaften auf der Ebene der Nutzungsarten.

7.3.1 Kommunale Liegenschaften

Insgesamt unterhält die Stadt Krefeld 270 Liegenschaften, wobei die Nutzungsarten von Verwaltung, Schulen und Kitas bis hin zu Feuerwehren und Sportgebäuden sehr unterschiedlich sind. Auf Grundlage der Energieverbrauchsanalyse lassen sich Energieeinsparpotenziale für diese Nutzungsarten abschätzen.

Grundlage für diese Abschätzung sind neben den Referenzwerten der Energieeinsparverordnung (EnEV) die Einstufung in Energieeffizienzklassen auf der Basis der Verbrauchsdaten einer Vielzahl vergleichbarer Gebäude in Deutschland (Quelle: Datensammlung des Deutschen Städtetags). So wird ein Gebäude je nach Art seiner Nutzung und seinem Verbrauch in die Effizienzklassen A bis G eingeteilt, wobei A den besten Wert

darstellt und G dem schlechtesten entspricht. Die Verbrauchswerte werden in kWh pro Jahr und m² angegeben und mit den entsprechenden Referenzwerten verglichen.

Die folgende Abbildung gibt eine Übersicht über die Ergebnisse der Verbrauchsanalyse „Strom“. Insgesamt wurden in den ausgewerteten Liegenschaften im Jahr 2018 ca. 17.800 MWh Strom verbraucht.

Nutzungsart	IEMB Bauwerkszuordnung	Strom			Energieeffizienzklassen							NGF (aus BGF berechnet)	Strom- verbrauch (Ø 2018)
		Stromverbrauch	Über-/ Unterschreitung Referenzwert EnEV	Referenzwert EnEV	Datenquelle: Datensammlung des Deutschen Städtetages Stand: 02.05.2016								
		$\frac{kWh}{(m^2 * a)}$	%	$\frac{kWh}{(m^2 * a)}$	A	B	C	D	E	F	G		
Verwaltung	Verwaltungsgeb. m. höh. techn. Ausst.	42	4%	40				D				56.101	2.343.640
Schulen	Allgemeinbildende Schulen	25	147%	10							G	314.049	7.756.321
KITA	Kindertagesstätten	17	-14%	20		B						41.478	715.348
Veranstaltungen/ Museen	Veranstaltungsgebäude	37	-6%	40			C					47.442	1.775.446
Sportgebäude	Sportbauten	51	71%	30						F		69.037	3.538.512
Wohngebäude/ Asyl	Wohnheime	12	-61%	30	A							30.793	357.818
Gewerbe/ Lagerflächen	Lagergebäude	8	-88%	65			C					15.607	126.489
Feuerwehr/ RW	Feuerwehren	27	33%	20				D				26.718	712.060
Friedhofsgebäude	Friedhofsanlagen	71	76%	40					E			4.382	309.089
Jugend/Soziales	Jugendhäuser/Jugendzentren	21	3%	20		B						7.021	144.436

Abbildung 29: Benchmark Strom der kommunalen Liegenschaften der Stadt Krefeld

Es wird deutlich, dass die Liegenschaften der Nutzungsart Wohngebäude, Kitas und Jugend / Soziales am besten bewertet werden. Im mittleren Bereich liegen Verwaltungsgebäude, Veranstaltungen / Museen, Gewerbe, Feuerwehren und Friedhofsgebäude. Sportgebäude und Schulen weisen nach dem Benchmark das größte Einsparpotenzial im Strombereich auf.

In der Tabelle sind auch die Referenzwerte für den Verbrauch gem. Energieeinsparverordnung (EnEV) dargestellt. Geht man davon aus, dass die Liegenschaften, die über diesem Referenzwert liegen durch Einsparmaßnahmen den Referenzwert einhalten, könnten ca. 6.500 MWh Strom eingespart werden. Das entspricht einer Einsparung von etwa 37 % gegenüber dem Status Quo.

Die folgende Abbildung gibt eine Übersicht über die Ergebnisse der Verbrauchsanalyse „Wärme“. Insgesamt wurden in den ausgewerteten Liegenschaften witterungsbereinigt im Jahr 2018 ca. 93.400 MWh Wärme verbraucht. Etwa 55 % der Liegenschaften werden dabei mit Erdgas versorgt, etwa 44 % mit Fernwärme und nur rund 1 % mit Öl.

Stand: 04.02.2020

Nutzungsart	IEMB Bauwerkszuordnung	Heizenergie			Energieeffizienzklassen							NGF (aus BGF berechnet)	Heizenergie- verbrauch (2018 klimabereinigt)
		spez. Heizenergie- verbrauch (klimabereinigt)	Über-/ Unterschreitung Referenzwert EnEV	Referenzwert EnEV	Datenquelle: Datensammlung des Deutschen Städtetages Stand: 02.05.2016								
		$\frac{kWh}{(m^2 \cdot a)}$	%	$\frac{kWh}{(m^2 \cdot a)}$	A	B	C	D	E	F	G	m ²	kWh/a
Verwaltung	Verwaltungsgeb. m. höh. techn. Ausst.	143	68%	85						F		56.101	8.030.214
Schulen	Allgemeinbildende Schulen	202	92%	105							G	314.049	63.288.096
KITA	Kindertagesstätten	84	-24%	110		B						41.478	3.468.215
Veranstaltungen/ Museen	Veranstaltungsgebäude	81	-26%	110		B						47.442	3.838.195
Sportgebäude	Sportbauten	126	5%	120			C					69.037	8.665.172
Wohngebäude/ Asyl	Wohnheime	29	-73%	105	A							30.793	878.093
Gewerbe/ Lagerflächen	Lagergebäude	10	-91%	110	A							15.607	157.780
Feuerwehr/ RW	Feuerwehren	138	38%	100			C					26.718	3.686.701
Friedhofsgebäude	Friedhofsanlagen	117	-31%	170		B						4.382	514.875
Jugend/Soziales	Jugendhäuser/Jugendzentren	130	24%	105				D				7.021	915.567

Abbildung 30: Benchmark Wärme der kommunalen Liegenschaften der Stadt Krefeld

In der Tabelle sind auch die Referenzwerte für den Verbrauch gem. Energieeinsparverordnung (EnEV) dargestellt. Geht man davon aus, dass die Liegenschaften, die über diesem Referenzwert liegen durch Einsparmaßnahmen den Referenzwert einhalten, könnten ca. 52.800 MWh Endenergie für Wärme eingespart werden. Das entspricht einer Einsparung von 56 % gegenüber dem Status Quo.

7.3.2 Straßenbeleuchtung

In der Abbildung 31 ist der Energieverbrauch der Straßenbeleuchtung in den Jahren 1997 bis 2019 (kalkuliert) in der Stadt Krefeld dargestellt. Seit 1998 werden bereits Energie-sparmaßnahmen durchgeführt. Seit 2015 wird nur noch LED-Technik bei der Erneuerung der Straßenbeleuchtung verwendet. In 2022 soll der Technikwechsel abgeschlossen sein. Unabhängig davon werden Maßnahmen bei korrodierten Tragsystemen (Sicherheitsrisiko) durchgeführt.

Es wird deutlich, dass der Stromverbrauch für Straßenbeleuchtung in den vergangenen Jahren deutlich zurückgegangen ist. Die Umrüstung auf effiziente Leuchten seit 2011 zeigt eine große Wirkung, die Fokussierung auf LED seit 2015 setzt den Trend fort. Insgesamt konnte in den betrachteten Jahren (1998 bis 2018) eine Reduktion um ca. 47,5 % erreicht werden. Das entspricht ungefähr einer Einsparung von 7.100 MWh Strom.

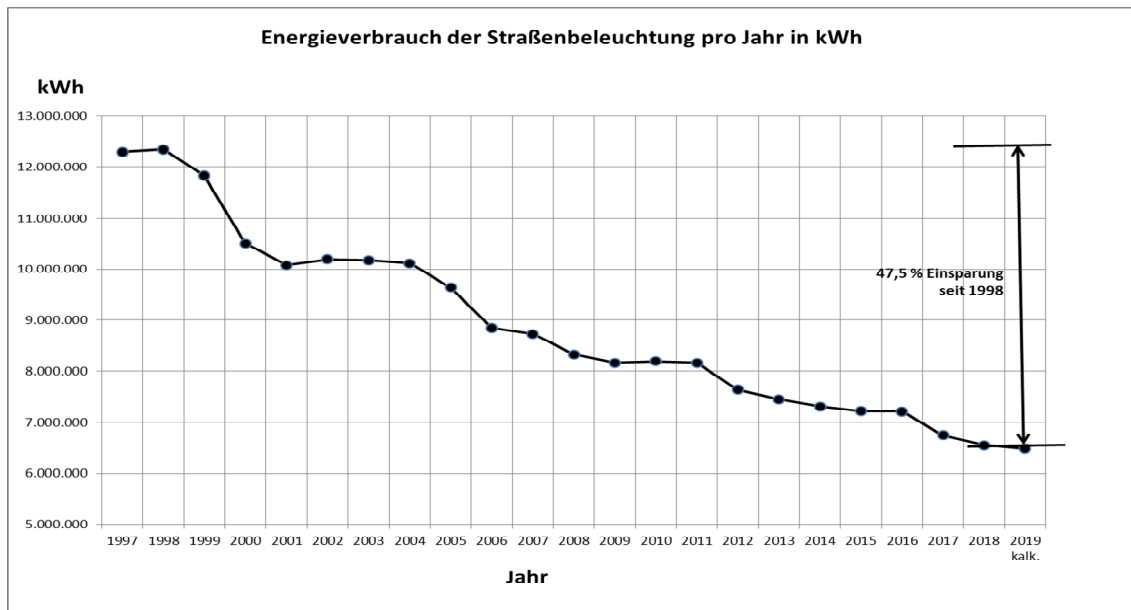


Abbildung 31: Entwicklung des Stromverbrauchs zur Straßenbeleuchtung in der Stadt Krefeld (KBK 2019)

Die Umstellung auf LED-Beleuchtungstechnik wird bei den geeigneten Leuchtpunkten fortgesetzt (z.B. Austausch wirtschaftlich, Lebenszeit des Tragesystems hinreichend lang, etc.). Von den 28.800 installierten Leuchten im Stadtgebiet Krefeld (Stand September 2019) sind bereits 3.100 auf LED-Beleuchtung umgerüstet. Weitere 13.500 Leuchtpunkte können mit LED-Technik ausgestattet werden.

Dabei geht der Kommunalbetrieb Krefeld, AöR von einer Einsparung von je 20 Watt pro Leuchtpunkt aus. Für die 13.500 Leuchtpunkte die noch umgerüstet werden können, ergibt sich so eine Einsparung von 1.135 MWh pro Jahr.

7.3.3 Zusammenfassung des kommunalen Energieverbrauchs

Die Liegenschaften der Stadt umfassen die unterschiedlichsten Gebäude- und Nutzungstypen, wie Verwaltungsgebäude, Bauhof, Feuerwehreinrichtungen, Kindertagesstätten, Sporthallen, Bibliotheken usw. Abbildung 32 zeigt die Entwicklung des Wärmeverbrauchs und des Stromverbrauchs der Stadt Krefeld in den letzten Jahren. Der Stromverbrauch schließt die kommunalen Liegenschaften, die Straßenbeleuchtung und die Kläranlagen mit ein. Es sind gewisse Schwankungen von Jahr zu Jahr erkennbar, ein eindeutiger Trend lässt sich aus den Daten aber nicht ableiten.

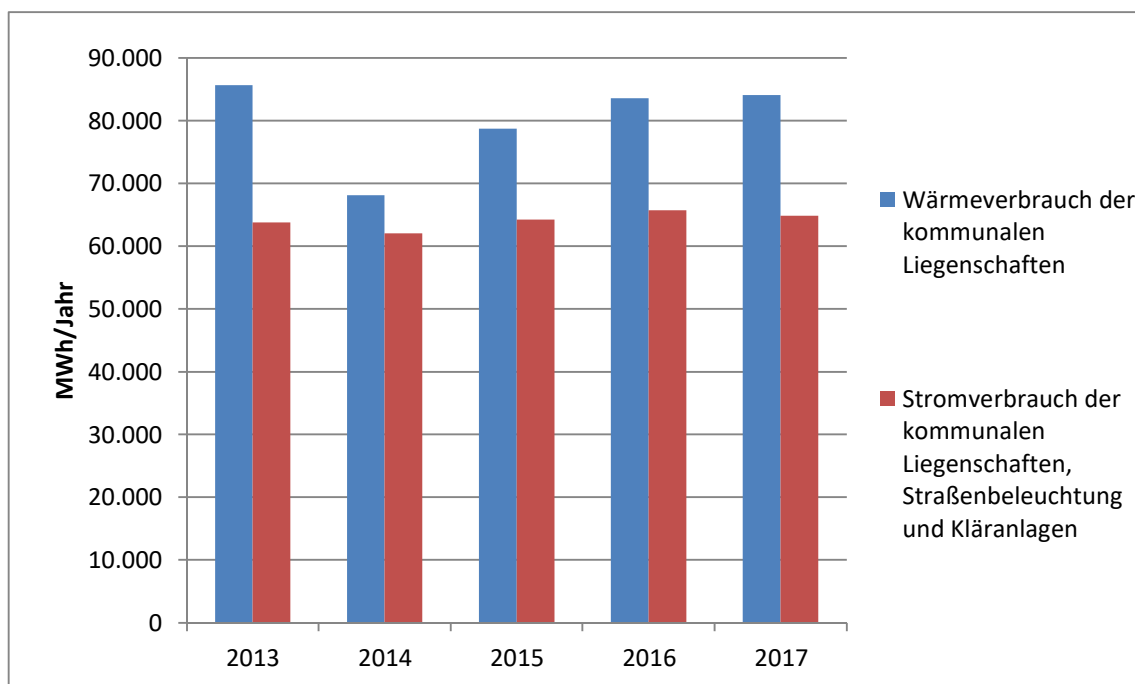


Abbildung 32: Entwicklung des kommunalen Energieverbrauchs der Stadt Krefeld

8 Potenzialanalyse: Handlungsfeld klimaschonende Energiebereitstellung

Nicht nur Maßnahmen zur Energieeinsparung und -effizienz können einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten, sondern auch der verstärkte Einsatz von erneuerbaren Energieträgern. Die Potenzialanalyse zur klimaschonenden Energiebereitstellung greift auf einen umfangreichen Datensatz aus verschiedenen Quellen zurück. Eine wesentliche Grundlage sind dabei die Potenzialstudien des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV). Bei der Solarenergie wurden die aktuellsten Daten des Solarkatasters des LANUV genutzt. Damit ist gewährleistet, dass die im vorliegenden Klimaschutzkonzept erhobenen Potenziale in Einklang mit den übergeordneten Untersuchungen stehen. Wo dies sinnvoll war, wurden im Rahmen des Konzepts vertiefte Analysen durchgeführt. Im Folgenden wird erläutert, mit welchen Grundlagen und Annahmen im vorliegenden Konzept gearbeitet wurde.

Zusätzlich zu den Potenzialen erneuerbarer Energien, die in den o.g. Studien detailliert untersucht wurden, erfolgt im vorliegenden Klimaschutzkonzept für die Stadt Krefeld eine Abschätzung der Potenziale zur Strom- und Wärmeerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung. Dabei konnte auf die Arbeiten im Rahmen des Projektes „KWK-Modellkommune 2012-2017“ aufgebaut werden.

8.1. Wasserkraft

Für die Nutzung von Wasserkraft liegen keine Potenzialuntersuchungen vor. Es werden auch seitens der Stadt keine nennenswerten Möglichkeiten zur Nutzung der Wasserkraft gesehen, daher wird von einer weiteren Betrachtung abgesehen und es werden keine Potenziale angenommen.

8.2. Windkraft

Das technische Potenzial der Windkraft in Krefeld leitet sich aus der Potenzialstudie Windenergie des LANUV ab (LANUV 2013a). Im Szenario „NRW Leitszenario“ dieser Studie wird für die Stadt Krefeld ein Maximalpotenzial von 33 MW installierbarer Leistung mit einem Stromertrag von 82.000 MWh pro Jahr angenommen. Um dieses maximale Potenzial auszuschöpfen ist eine Fläche von rund 109 ha nötig.

Aktuell sind in Krefeld fünf Windenergieanlagen errichtet mit einer installierten Leistung von rund 3,7 MW, die im Jahr 2017 rund 4.800 MWh Strom erzeugt haben. Aktuell werden weder regionalplanerisch noch im FNP Zuwachswachflächen bzw. Windkonzentrationszonen ausgewiesen. Insofern ist nicht von einem Zubau von Anlagen auszugehen.

Die Windenergieanlagen wurden im Dezember 2001 in Betrieb genommen. Für die bestehenden Anlagen läuft die EEG-Förderung nach 20 Jahren, also im Betrachtungszeit-

raum des Klimaschutzkonzeptes, aus. Für die Potenzialbetrachtung wird angenommen, dass es zu einem Weiterbetrieb oder zu einem Repowering (Ersatz von Bestandsanlagen durch modernere Neubauten) bei Beibehaltung der vorhandenen Leistung kommt und insofern die bisherige Jahresarbeit konstant gehalten werden kann.

Neben den großen Windkraftanlagen, die nach dem BImSchG genehmigt werden und für die die o.g. regional- bzw. bauleitplanerischen Grundlagen vorhanden sein müssen, ist grundsätzlich auch der Einsatz von Kleinwindkraftanlagen denkbar, die nach Baurecht genehmigt werden. Diese können z.B. auf Firmengrundstücken oder auf Gebäuden installiert werden. Aktuell stellt sich die Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen aber schwierig dar. Eine grundlegende Änderung der Rahmenbedingungen ist für den Betrachtungszeitraum nicht absehbar. Auf eine Quantifizierung des Potenzials für Kleinwindanlagen in Krefeld wird im Rahmen des vorliegenden Konzeptes aufgrund dieser Unwägbarkeiten verzichtet. Es ist aber davon auszugehen, dass im Betrachtungszeitraum nur geringe Potenziale zur Nutzung dieser Technik vorhanden sind.

8.3. Photovoltaik

Dachflächenanlagen

Im Bereich Photovoltaik bietet im städtischen Raum vor allem die Installation von PV-Anlagen auf Dachflächen ein großes, und weitgehend noch ungenutztes Potenzial.

Für das Land Nordrhein-Westfalen hat das LANUV ein flächendeckendes Solarkataster erstellt, um das Dachflächenpotenzial für Solarenergie zu identifizieren (LANUV 2018a). Mit Hilfe eines flächendeckenden digitalen Oberflächenmodells und den Strahlungsdaten des Deutschen Wetterdienstes wird unter Berücksichtigung von Verschattung und ungeeigneten kleinteiligen Flächen die potenzielle Eignung für die Installation von PV-Anlagen errechnet. Für die Stadt Krefeld ergeben die Berechnungen des Solarkatasters eine Potenzialfläche von rund 5.027.000 m² mit einer maximal installierbaren Spitzenleistung von 850 MW_{peak}. Das technische Erzeugungspotenzial der Dachflächen in Krefeld liegt damit bei 720.000 MWh Strom pro Jahr. Aktuell sind in der Stadt Krefeld PV-Anlagen mit nur 24,6 MW_{peak} Leistung installiert, die im Jahr 2017 rund 19.200 MWh Solarstrom erzeugt haben. Damit wird das technische Potenzial aktuell nur zu etwa 3 % ausgenutzt.

Freiflächenanlagen

Nach dem LANUV-Fachbericht 40 „Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW Teil 2 – Solarenergie“ (LANUV 2013b) gibt es in der Stadt Krefeld Potenzial für rund 1,88 km² Modulfläche, welche rund 302 GWh/a Strom erzeugen könnte. Das entspricht einer installierten Spitzenleistung von rund 338 MW_{peak}.

In der Potenzialstudie wurden zuerst Typen potenzieller Freiflächenpotenziale festgelegt, dies erfolgte unter Berücksichtigung der damaligen Förderlandschaft. Danach erfolgte eine Flächendetektion aufgrund von Datenquellen, wie z.B. ATKIS-Datenbestand des Landes NRW, oder auch Strahlungsdaten des Deutschen Wetterdienstes. In einem mehrstufigen Prozess wurden dann unter Ausschluss von Ausschlussflächen wie Gewässer, Wald, Schutzgebiete, etc. und einer spezifischen Mindestflächengröße nach Typ die Potenzialfläche ermittelt. Mithilfe der Geländedaten (Hangneigung, welche den Flächenkorrekturfaktor beeinflusst, der eine gegenseitige Verschattung der aufgeständerten Module verhindern soll) wurden dann Aussagen zur Modulfläche getroffen. Dieser Schritt ist für Solarcarports auf Parkplatzflächen nicht relevant, bei Lärmschutzwänden und Brücken ebenso wenig. Abschließend wurde mithilfe der Solarstrahlungsdaten des DWD eine Aussage zum potenziellen Stromertrag getroffen.

Für die Stadt Krefeld werden vom LANUV Potenziale zwischen 100 -150 GWh/a entlang von Autobahnen und Schienenwegen („Randstreifen“) ausgewiesen. Laut der Studie gibt es kein Potenzial auf Freiflächen auf Halden und Deponien, auch gibt es kein Potenzial von militärischen Konversionsflächen. Die Deponie Inrather Berg wurde von der Stadt Krefeld bereits als Möglichkeit betrachtet, ist aber verworfen worden. Die Studie sieht einen potenziellen Stromertrag von 50-100 GWh/a auf Brachflächen von Industrie und Gewerbeflächen, sowie zwischen 80 und 150 GWh/a von Solarcarports auf Parkplätzen (LANUV 2013b). Insgesamt werden 302 GWh/a ausgewiesen.

Nach Angaben der Stadt sind auf planerischer Ebene die Flächen längs von Autobahnen oder Schienenwegen für Photovoltaik-Freiflächenanlagen überwiegend nicht verfügbar (LANUV 2013b). Die meisten Flächen würden für die weitere Stadtentwicklung genutzt werden. Andere Flächen entlang von Autobahnen oder Schienenwegen sind, durch weitere Restriktionen (z.B. Verschattung, Waldflächen, Naturgebiete) für die Aufständigung von Photovoltaikanlagen nicht geeignet. Den Aufbau von Solarcarports könnte von der Stadt bzw. den Städtischen Unternehmen direkt vorangetrieben werden.

Für das AKTIV-Szenario wird von einem Zubau von 10 MW_{peak} ausgegangen, die sich auf die verschiedenen Möglichkeiten („Randstreifen“, Industrie- und Gewerbeflächen, sowie Parkplätze) verteilen. Das entspräche rund 10.000 MWh.

In der folgenden Abbildung wird die installierte PV-Leistung pro Einwohner (Stand 2017, unterteilt nach Leistungsklassen) für ausgewählte Großstädte mit vergleichbarer Einwohnerzahl in Nordrhein-Westfalen und im Bundesgebiet dargestellt.

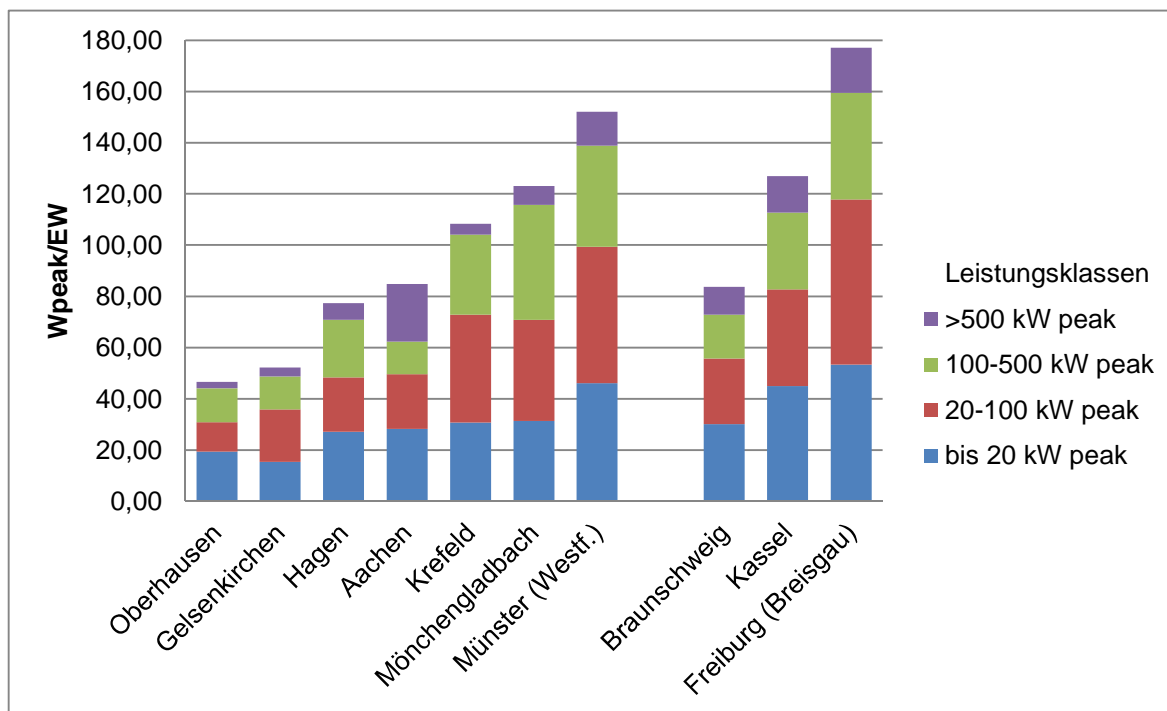


Abbildung 33: PV-Benchmark, Kumulierte Installierte PV-Spitzenleistung pro Einwohner nach Leistungsklassen für ausgewählte Großstädte und NRW

Aus der Abbildung ist erkennbar, dass die Stadt Krefeld sich hier insgesamt im (oberen) Mittelfeld bewegt. Es wird aber auch deutlich, dass sowohl bei den kleineren Anlagen bis 20 kW_{peak} (typisch für Anlagen auf Wohngebäuden) als auch bei den beiden nächsten Größenklassen (typisch für Dachflächenanlagen auf gewerblich genutzten Gebäuden / Hallen) im Vergleich zu den Spitzenreitern noch Nachholbedarf besteht.

8.4. Solarthermie

Analog zu den PV-Potenzialen liefert das Solarkataster NRW auch Daten zum Dachflächenpotenzial für Solarthermienutzung (LANUV 2018a). Dabei wird ausschließlich eine Nutzung für die Trinkwassererwärmung unterstellt. Insgesamt beziffert das LANUV für die Stadt Krefeld ein technisches Potenzial von 2.800.000 MWh pro Jahr. Für die Trinkwassererwärmung ist davon laut LANUV eine Wärmemenge von ca. 50.000 MWh pro Jahr nutzbar.

Geht man weitergehend von einer Heizungsunterstützung durch die solarthermischen Anlagen aus, würde das die nutzbare Wärmemenge um weitere 115.000 MWh pro Jahr erhöhen.

Im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes wurde darüber hinaus auch das Potenzial für solare Prozesswärme abgeschätzt. Industrie und Gewerbe benötigen in erheblichem Umfang Prozesswärme. Davon liegt je nach Produktion wiederum ein mehr oder weniger großer Anteil im Niedertemperaturbereich (<100°C). Durch Solarthermie kann ein Teil dieses Bedarfs gedeckt werden. Abschätzungen gehen davon aus, dass in Deutschland das Potenzial für den Einsatz von Solarenergie im Durchschnitt bei 3 bis 4 % des industriellen Wärmebedarfs (BINE 2017) liegt. Bezogen auf Krefeld bedeutet das ein Potenzial von ca. 80.000 MWh pro Jahr für die Erzeugung solarer Prozesswärme.

8.5. Biomasse

8.5.1 Feste Biomasse

Grundlage für die Potenzialabschätzung ist die Biomassepotenzialstudie des LANUV (LANUV 2014a). Als technisches Dargebots-Potenzial⁹ wird für den Bereich Forstwirtschaft das „Maximalpotenzial“ und für den Bereich Landwirtschaft das Potenzial für das Szenario „ambitionierter Naturschutz“ der Potenzialstudie Biomasse des LANUV (LANUV 2014a). Daraus ergibt sich für die Stadt Krefeld ein Wärme-Erzeugungspotenzial von ca. 4.580 MWh.

Die Analysen zur Energie- und CO₂-Bilanz haben gezeigt, dass schon heute (bilanziell) das vorhandene Dargebots-Potenzial für feste Biomasse in der Stadt Krefeld zur Wärmebereitstellung nahezu vollständig genutzt wird.

Allerdings ist man bei der Nutzung von fester Biomasse (insbesondere Scheitholz oder Holzpellets) nicht auf die vor Ort verfügbaren Potenziale beschränkt, da sich diese gut transportieren lässt und es dafür einen funktionierenden Markt gibt. Dieses Potenzial wird als sogenanntes „Nutzungspotenzial“ im vorliegenden Klimaschutzkonzept ebenfalls berücksichtigt.

Es wird angenommen, dass vor allem Ölheizungen durch Holz(pellet)heizungen ersetzt werden können, da hier die technischen und räumlichen Voraussetzungen (z.B. Brennstofflagerung) sehr ähnlich sind. Als zusätzliches Potenzial aus Nutzungssicht wurde angenommen, dass maximal 20 % Ölheizungen durch Holz(pellet)heizungen ersetzt werden könnten. Aus Nutzungssicht könnten im AKTIV-Szenario rund 147.000 MWh Wärme aus Holzpellet-Heizungen erzeugt werden. Dabei wurde unterstellt, dass durch flankierende Maßnahmen zur Energieeinsparung (energetische Sanierung der Gebäudehülle), der Heizwärmebedarf der betroffenen Gebäude um 20 % abgesenkt wird.

⁹ Das Dargebots-Potenzial umfasst ausschließlich das innerhalb der Grenzen der Stadt Krefeld vorhandene Potenzial.

8.5.2 Biomasse (Landwirtschaft, insbesondere Anbau-Biomasse)

Grundlage für die Potenzialabschätzung ist ebenfalls die Biomassepotenzialstudie des LANUV (LANUV 2014a). Als technisches Potenzial wurde das Potenzial für das Szenario „ambitionierter Naturschutz“ der Potenzialstudie Biomasse¹⁰ des LANUV (LANUV 2014a) angesetzt. Für Krefeld beträgt das landwirtschaftliche Biomasse-Potenzial gem. LANUV bis zu 6.100 MWh Strom- und bis zu 6.860 MWh Wärmeerzeugung.

Davon werden aktuell bereits ca. 50% (3.000 MWh Strom und 3.370 MWh Wärme (Biogas)) genutzt. Eine landwirtschaftliche Biogasanlage mit 250 kW_{el} wurde 2001 in Betrieb genommen. Ein Bio-Erdgas-BHKW, welches in einem gemischtem Wohngebiet steht (mit 100 kW_{el}) wurde 2009 in Betrieb genommen. Diese beiden Anlagen fallen während des Betrachtungszeitraums aus der EEG-Vergütung. Für das Klimaschutzkonzept wird aber davon ausgegangen, dass im Betrachtungszeitraum bis 2030 die Erzeugung regenerativer Energien aus diesen Anlagen aufrechterhalten wird. Eine Umsetzung der darüber hinaus verbleibenden technischen Potenziale ist aber für die Stadt Krefeld bis 2030 - nicht zuletzt aufgrund der vorhandenen und absehbaren förderrechtlichen Bedingungen für Biogasanlagen - nicht in Sicht.

8.5.3 Biomasse (biogener Abfall und Klärschlamm, sowie Faulgas)

Fernwärme / MKVA

Gemäß Potenzialstudie Biomasse des LANUV¹¹ (LANUV 2014a) wird das technische Erzeugungs-Potenzial der Abfallwirtschaft mit 57.000 MWh Strom und rund 119.850 MWh Wärme beziffert. Dabei wird also davon ausgegangen, dass ca. 1/3 der erzeugten Energie Strom ist und ca. 2/3 Wärme. Diese Annahmen lassen sich nur bedingt auf Krefeld übertragen, da das Erzeugungsverhältnis von Strom und Wärme in der MKVA einen größeren Stromanteil ausweist.

Im Jahr 2017 hat die Müll- und Klärschlammverbrennungsanlage (MKVA) 103.649 MWh Strom eingespeist. Der biogene Anteil an der Stromproduktion ($\hat{=}$ eingespeiste Strommenge) beträgt ca. 51,24 % (SWK 2017). Damit beträgt die erzeugte Strommenge aus Biomasse in der Stadt Krefeld rund 53.100 MWh. Dabei wird davon ausgegangen, dass der verbrannte Hausmüll zu rund 50% als biogen und der verbrannte Klärschlamm zu 100% als biogen angerechnet werden kann.

Im Jahr 2017 betrug die eingespeiste Wärmemenge des MKVA rund 192.628 MWh. Nach Abzug von Netzverlusten wurden 159.000 MWh Fernwärme von Endkunden genutzt (En-

¹⁰ a.a.O.

¹¹ a.a.O.

denergie). Davon sind (entsprechend dem biogenen Anteil von 51,24 %) rund 98.700 MWh (Einspeisung) bzw. ca. 81.500 MWh (an Endkunden abgegebene Endenergie) „regenerativ“ erzeugte Wärme.

Aktuell werden also die vom LANUV ausgewiesenen Potenziale bereits zu über 85% ausgenutzt. Eine weitere Steigerung der Nutzung erneuerbarer Energien über die Fernwärme erscheint gleichwohl durch

- Kontinuierliche Fortsetzung von Effizienzmaßnahmen an den Erzeugungsanlagen
- Absenkung der Netztemperaturen und damit
 - Verringerung der Netzverluste
 - Nutzung der Möglichkeiten zur Einbindung von Abwärme und / oder regenerativ erzeugter Wärme (z.B. Solarthermie)

möglich. Bereits eingesetzt wird eine optimierte Steuerung der Wärmeerzeuger (mit Einspeisevorrang für die in der MKVA erzeugten Wärmemengen). Darüber hinaus plant die SWK kontinuierlich weitere Optimierungsmaßnahmen sowohl zur automatisierten Optimierung der Anlagensteuerung als auch zur Reduzierung von Netzverlusten.

Einen weiteren wesentlichen Beitrag könnte ein Wärmeverbund mit dem CHEMPARK Krefeld-Uerdingen (Currenta) leisten. Überschüssiger Dampf, der weder für den Eigenbedarf der EGK noch für die Fernwärmeversorgung benötigt wird, wird bisher in Strom umgewandelt und ins Netz eingespeist. Durch die Auskopplung von Wärme anstelle von Strom könnten Umwandlungsverluste bei der EGK reduziert und die Gesamtenergieeffizienz der MKVA gesteigert werden. Zu dem Vorhaben wird derzeit ein Plangenehmigungsverfahren durchgeführt, die finale Realisierungsentscheidung steht noch aus.

Insofern wird das in der LANUV-Studie ausgewiesene Potenzial als „technisches Potenzial“ in diesem Bereich angesetzt.

Sonstige biogene Abfälle

In 2011 wurden in der Stadt Krefeld ca. 12.500 Tonnen Bioabfall gesammelt (AWK 2016). Dies geschieht auf freiwilliger Basis. Aktuell wird der gesammelte Bioabfall kompostiert. Für das Jahr 2025 werden in den unterschiedlichen Szenarien des Abfallwirtschaftskonzepts (AWK-2016) ca. 17.100 Tonnen bzw. ca. 21.400 Tonnen Bioabfall gesammelt.

Überlegungen dazu, diesen Abfall im Rahmen einer Vergärung auch energetisch zu verwerten, wurden im Abfallwirtschaftskonzept geprüft, aber unter Hinweis auf die damit verbundenen Kosten zurückgestellt.

8.6. Geothermie und sonstige Umweltwärme

Auch für das Potenzial für oberflächennahe Geothermie hat das LANUV eine „Potenzialstudie Geothermie“ (LANUV 2015) erarbeitet.

Grundsätzlich sind die Voraussetzungen zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie in Krefeld günstig. Die folgende Abbildung zeigt die geothermisch Ergiebigkeit in 40 m Tiefe.

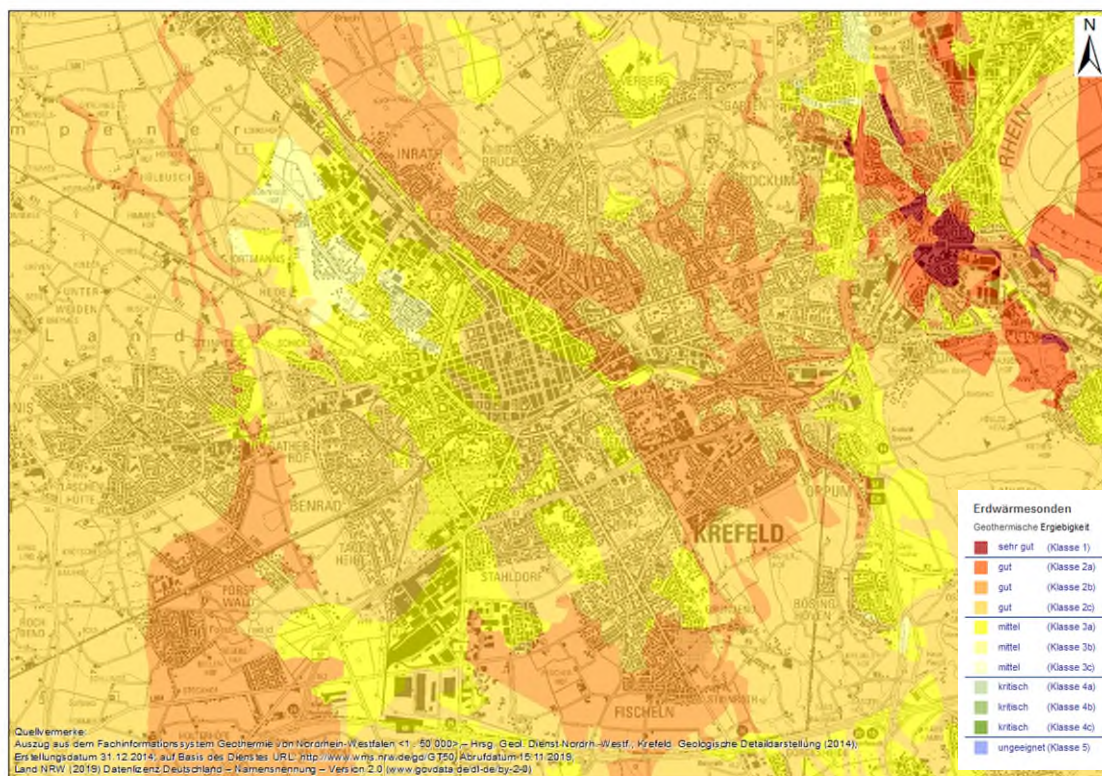


Abbildung 34: geothermische Ergiebigkeit in 40 m Tiefe

Allerdings sind die Nutzungsmöglichkeiten aufgrund der konkurrierenden Belange des Trinkwasserschutzes in Krefeld nicht unerheblich eingeschränkt, wie der folgenden Abbildung 35 zu entnehmen ist.

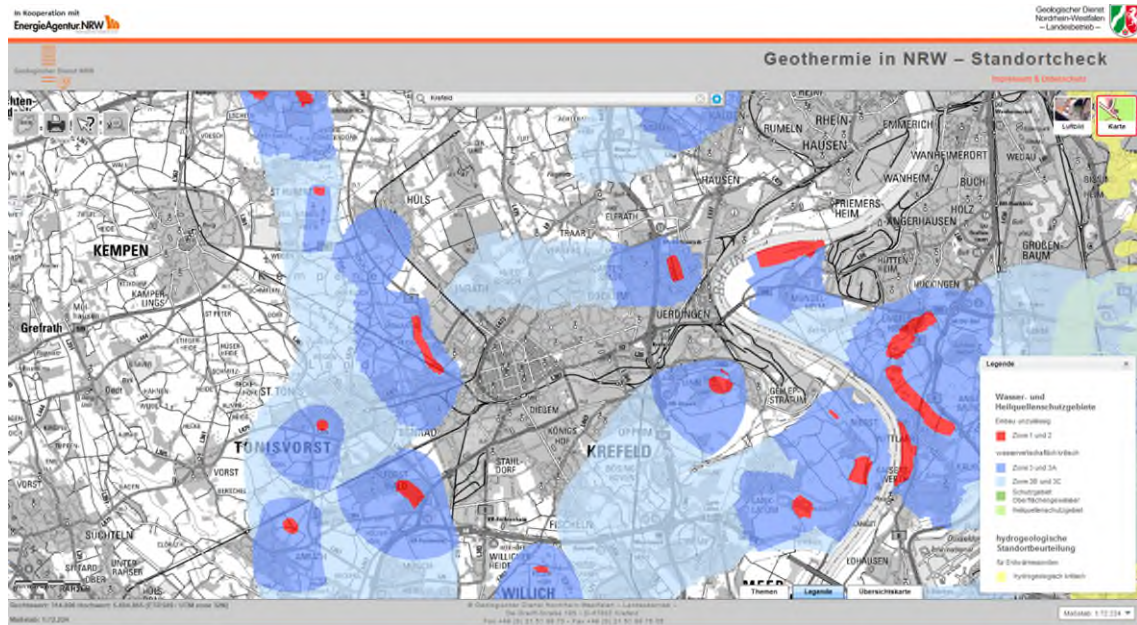


Abbildung 35: Geothermie Einbauschnittzonen um die Stadt Krefeld (NRW 2019)

Die LANUV Studie betrachtet das Potenzial v.a. aus der Dargebotssicht, also der Frage, wie viel Erdwärme vorhanden ist. Ohne Berücksichtigung der Wasserschutz zonen wird ein Potenzial von 1.490.000 MWh angegeben. Unter Einbeziehung des Schutzstatus der WSG / HQSG III Zonen werden 1.090.000 MWh angegeben.

Mitteltiefe Geothermie (> 100 m bis ca. 1.500 m) stellt eine ergänzende Möglichkeit zur Nutzung der Erdwärme dar. Die Vorteile der mitteltiefen Geothermie gegenüber der oberflächennahen Geothermie bestehen insbesondere in höheren Temperaturen am Sondenkopf und damit ein geringerer Energieeinsatz für die nachgeschalteten Wärmepumpen sowie in einem vergleichsweise geringen Flächen- / Platzbedarf. Allerdings sind je nach den örtlichen Verhältnissen auch Bohrtiefen von ca. 600 bis ca. 1.500 m erforderlich (bis ca. 800 m kann mit herkömmlichen Verfahren einigermaßen kostengünstig gebohrt werden; darüber hinaus wird es deutlich aufwändiger) und die Genehmigungsverfahren sind deutlich aufwändiger (Bergrecht!). Aus diesem Grund ist diese Form der Geothermie bisher auch wenig verbreitet. Aufgrund des zu betreibenden Aufwandes ist die Technik vor allem für Nahwärmenetze oder die Versorgung größerer Einzelobjekte sinnvoll.

Insgesamt ist die Nutzungssicht beim Einsatz von Geothermie i.d.R. der beschränkende Faktor, da für einen effizienten Betrieb von Wärmepumpen niedrige Vorlauftemperaturen benötigt werden und dies i.d.R. nur mit Flächenheizsystemen (z.B. Fußbodenheizung) realisierbar ist. Insbesondere im älteren Gebäudebestand sind diese Voraussetzungen aber nicht vorhanden. Eine Nachrüstung bedeutet hier einen enormen Aufwand und ist technisch praktisch i.d.R. nur im Zusammenhang mit einer Komplettsanierung (Kernsanie-

rung) umsetzbar. Daher ist das Potenzial zum Einsatz von Geothermie (und Wärmepumpen) aus Nutzungssicht stark eingeschränkt. Auf Grundlage entsprechender Studien (BWP 2013), kann davon ausgegangen werden, dass nur ca. 5 % der Wohngebäude geeignet sind, über eine Luft-, oder Sole-Wärmepumpe den Wärmebedarf zu decken.

Für das Potenzial aus Nutzungssicht wird daher das Potenzial über einen gebäudespezifischen Ansatz abgeschätzt (Nutzungssicht), der auch die Belange des Wasserschutzes berücksichtigt (Anzahl geeigneter Gebäude, Ausschluss von Wasserschutzzonen; Abschätzung des Wärmeverbrauchs) und sich im Rahmen der Branchenprognose des Bundesverbandes Wärmepumpen bewegt (BWP 2013).

Für die Stadt Krefeld wird auf dieser Grundlage ein Potenzial für die Wärmeerzeugung über Wärmepumpen (überwiegend gespeist aus Geothermie) von bis zu 80.400 MWh Wärme pro Jahr abgeschätzt.

8.7. Industrielle Abwärme

Die Potenzialstudie „Industrielle Abwärme“ (LANUV 2019a) vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, erschienen im September 2019, behandelt die Potenziale zur Nutzung industrieller Abwärme, die als Nebenprodukt der Prozesswärmebereitstellung anfällt. Die Studie basiert auf einer Unternehmensbefragung und der Auswertung der Emissionserklärungen nach 11. BImSchV. In einer „Hot-Spot-Analyse“ wurden 10 Gebiete stellvertretend für das Land NRW vertiefend untersucht (Verschneidung mit Wärmesenken vor Ort). Auf den gewonnen Erkenntnissen erfolgte eine Hochrechnung auf ganz NRW.

Die Potenzialstudie über industrielle Abwärme des Landes NRW hat die Stadt Krefeld leider nicht im Rahmen einer Hot-Spot-Analyse“ im Detail behandelt. Von daher liegen für Krefeld keine detaillierten Abschätzungen zum nutzbaren Potenzial für industrielle Abwärme vor.

Nachfolgende Abbildung zeigt die Standorte und Unternehmen im Bereich der Stadt Krefeld, bei denen gemäß LANUV-Studie industrielle Abwärme anfällt (Quelle: Energieatlas NRW).

Stand: 04.02.2020

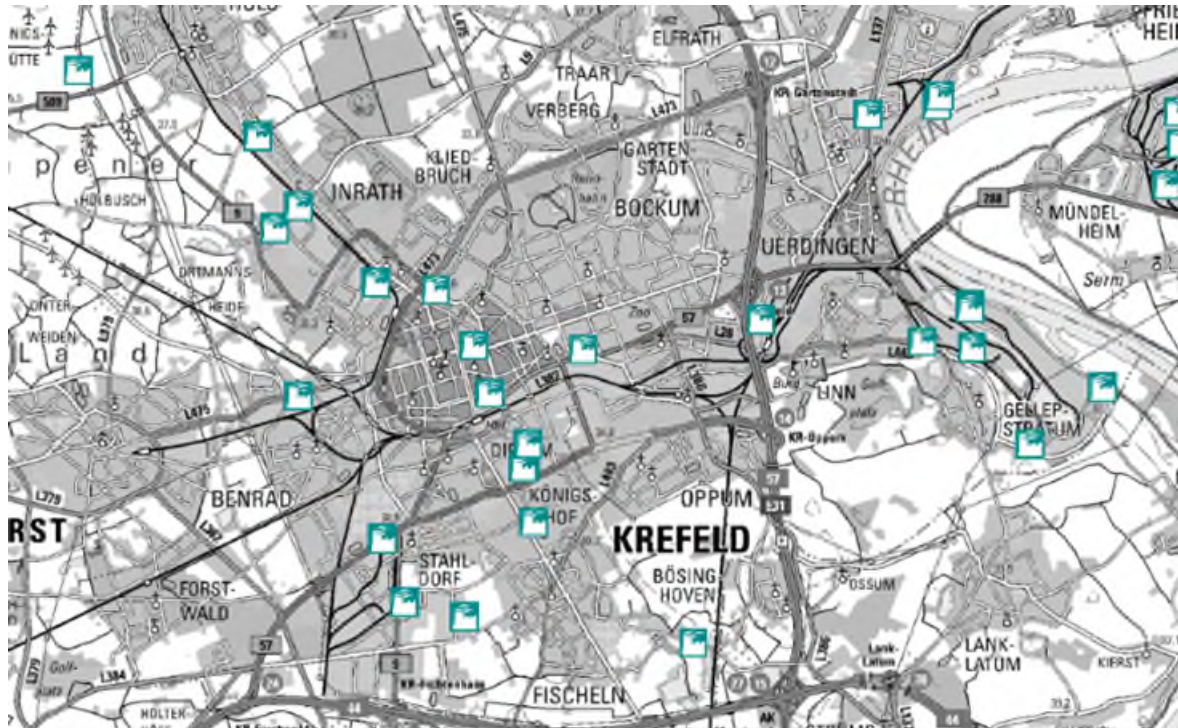


Abbildung 36: Ausschnitt des EnergieatlasNRW.de, Planungskarte Wärme, mit Standorten Industrieller Abwärme

Die Informationen zu den einzelnen Standorten in der LANUV-Studie sind dabei für Krefeld teilweise sehr unscharf. Als Beispiel für die weite Spannweite der Daten soll die nachfolgende Abbildung dienen.

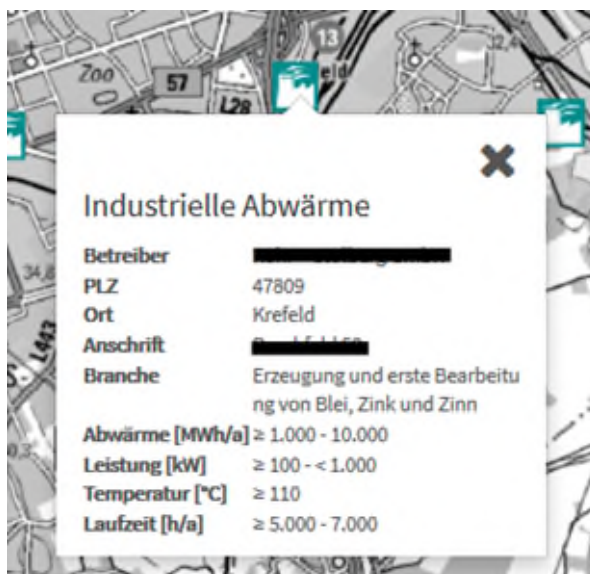


Abbildung 37: Beispiele für die Datengenauigkeit der Industriellen Abwärmennutzung im EnergieatlasNRW

Durch die Bildung von Größenklassen, kann keine zuverlässige Aussage zur vorhandenen Abwärmemenge getroffen werden.

Entscheidender für die Nutzung von Abwärme und damit für die Abschätzung des Potenzials ist aber, dass für die Abwärme auch Abnehmer (Wärmesenken) im Umfeld vorhanden sein müssen bzw. die Möglichkeit zur Einspeisung in das Fernwärmenetz geben sein müsste.

Nach Einschätzung der SWK ist das für Krefeld in der LANUV-Studie ausgewiesene hohe Potenzial v.a. im Bereich des Krefelder Hafens anzusiedeln (bedingt durch die Einschätzung der Firma Cargill-Cerestar). Hier besteht allerdings bisher keine Leitungsanbindung. Kurzfristig (bis 2025) sieht die SWK daher praktisch keine Möglichkeiten, dieses Potenzial zu heben.

Restriktiv wirken sich nach Aussage der SWK aktuell auch noch die hohen Vorlauftemperaturen im Fernwärmenetz aus. Die SWK arbeitet aktuell daran, das Temperaturniveau im Fernwärmenetz der Stadt Krefeld abzusenken. Nach der Senkung der Vorlauftemperatur wäre nach Aussage der SWK die Einbindung weiterer Erzeuger ins Netz deutlich einfacher. Langfristig (2030-2050) ergeben sich daraus aus Sicht der SWK auch Handlungsmöglichkeiten zur Hebung der Potenziale. Aktuell ist aber eine belastbare Abschätzung der (längerfristig erschließbaren) Potenziale zur Nutzung industrieller Abwärme aus Sicht der SWK nicht möglich.

8.8. Kraft-Wärme-Kopplung

Die effiziente, gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme (Kraft-Wärme-Kopplung - KWK) ist eine weitere Technologie zur Einsparung von Primärenergie und zur Reduktion der CO₂-Emissionen. Auch wenn die KWK-Anlagen in der Regel mit fossilen Brennstoffen (meist Erdgas) befeuert werden, ist der Gesamtwirkungsgrad von KWK-Anlagen deutlich günstiger als bei getrennter Erzeugung von Strom und Wärme aus fossilen Brennstoffen. Wenn, wie für das Jahr 2050 geplant, zukünftig der Strom in Deutschland zu nahezu 100% aus regenerativen Quellen stammt, wird (fossile) KWK aus Sicht des Klimaschutzes anders zu bewerten sein. Für den im Rahmen des IKSK für die Stadt Krefeld gewählten Betrachtungszeitraums für die Potenzialstudie bis 2030, kann KWK als Brückentechnologie aber noch einen sinnvollen Beitrag leisten. Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit, KWK-Anlagen mit Bio(erd)gas oder auch mit flüssigen Biokraftstoffen zu betreiben.

Die Stadt Krefeld ist „KWK Modellkommune“. Insbesondere durch die SWK wurden bereits einige Maßnahmen umgesetzt. Durch das Feinkonzept der Stadtwerke Krefeld (SWK) für das Projekt „KWK Modellkommune“ ist auch bereits ein Konzept für eine Bedarfsanalyse vorhanden, das im IKSK zur Potenzialabschätzung aufgegriffen wird.

Wohngebäude

Die Annahmen der „Bedarfsanalyse“ wurden als Berechnungsgrundlage übernommen. Demnach sind für die Nutzung von KWK-Anlagen im Wohnbereich Mehrparteienhäuser mit Zentralheizung mit mehr als sieben Wohneinheiten und mit Anbindung an das Erdgasnetz geeignet.

In der Stadt Krefeld sind ca. 3.600 Wohngebäude mit mehr als sieben Wohneinheiten vorhanden (STA 2011 und IT.NRW 2019b). Es wurde angenommen, dass davon ca. $\frac{3}{4}$ der Gebäude im oben genannten Sinn „geeignet“ sind¹². Anhand von Gebäudealter und Gebäudetypus abhängigen spezifischen Heizwärmebedarf wurde der theoretische Heizwärmebedarf der als „geeignet“ eingestuften Wohngebäude als „Potenziale für die Erzeugung von Strom und Wärme“ im Bereich der Gebäude abgeschätzt.

Jährlich wird von diesen Gebäuden rechnerisch rund 204.000 MWh Wärme benötigt. Durch die gekoppelte Stromerzeugung könnten bei einer wärmegeführten Auslegung der Anlagen ca. 102.000 MWh KWK-Strom im Wohngebäudebereich erzeugt werden.

Industrie und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

Für die Abschätzung des Potenzials zum potenziellen Einsatz von KWK im Bereich von Industrie und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen liegen nur wenig belastbare Grundlagen und keine aktuelle Potenzialstudie des LANUV vor. Daher wurde für eine Grobabschätzung der Erdgasverbrauch der wärmeintensiveren Wirtschaftszweige anhand der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (BA 2018) und der insgesamt in I/GHD verbrauchten Gasmenge (SWK 2019) zugrunde gelegt: Dieser betrug 2017 rund 967.000 MWh Gas.

Als technisches Potenzial wird angenommen, dass 30 % der Wärmemenge durch KWK erzeugt werden können. Das würde 290.000 MWh_{th} entsprechen. Durch die gekoppelte Erzeugung könnten dabei mehr als 257.000 MWh KWK-Strom erzeugt werden.

¹² Abschätzung Verbreitung Zentralheizung, Gasnutzung / Gasanschluss; siehe dazu BDEW 2015, DENA 2016, SWK 2019

8.9. Zusammenfassung der Potenziale erneuerbare Energien und KWK

In den nachfolgenden Abbildungen sind die Potenziale erneuerbarer Energien und Kraft-Wärme-Kopplung zusammengefasst. Abbildung 38 zeigt das technische Potenzial zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK im Vergleich zum aktuellen gesamten Stromverbrauch und dem Stromverbrauch der Haushalte und der Stadt Krefeld. Die dunklen Anteile der Balken bei den Potenzialen zeigen auf, welcher Teil des Potenzials aktuell schon genutzt wird. Weiterhin sind beim Stromverbrauch als schraffierter Bereich der Balken die technischen Einsparpotenziale bis zum Jahr 2030 dargestellt.

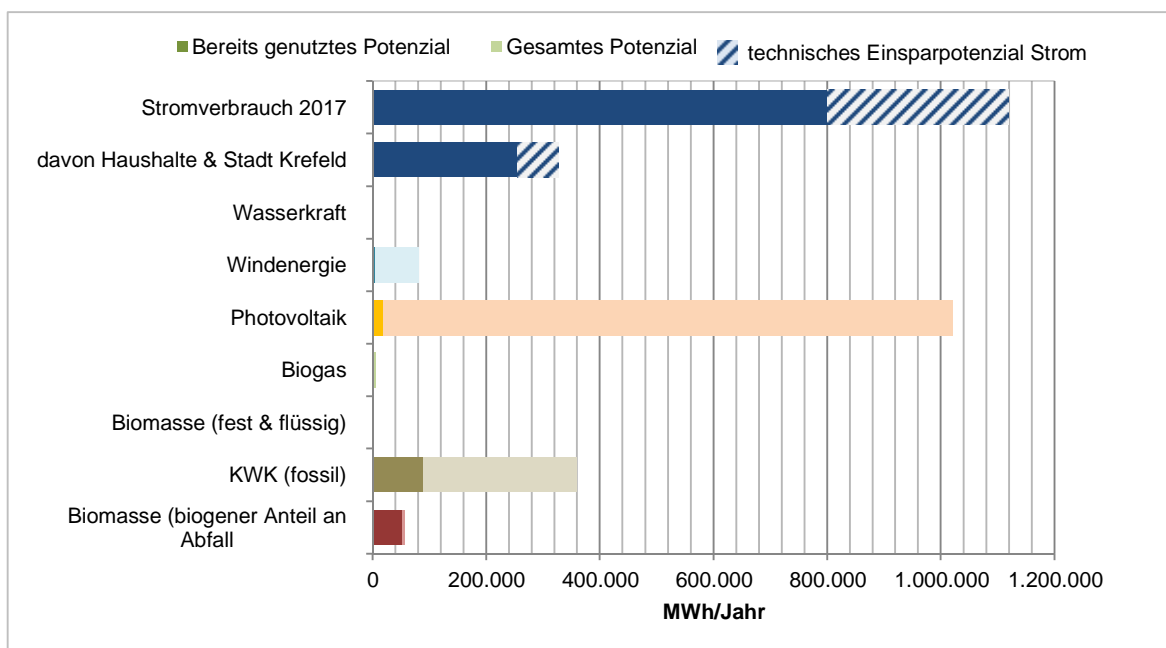


Abbildung 38: Technisches Potenzial zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK in der Stadt Krefeld

Die Abbildung 38 verdeutlicht, dass es vor allem im Bereich Photovoltaik und KWK noch wesentliche technische Potenziale zur Stromerzeugung gibt (hell schraffierte Bereiche). Hier sind die Potenziale Photovoltaik zusammengefasst (vgl. Kapitel 8.3). Biogas spielt keine Rolle. Die Effizienzsteigerungen in der MKVA sind eher geringfügig.

Abbildung 39 zeigt eine entsprechende Darstellung für den Wärmeverbrauch. Es wird deutlich, dass die Potenziale zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK zwar absolut gesehen in einer ähnlichen Größenordnung liegen, wie die Potenziale zur Stromerzeugung, im Verhältnis zum Wärmeverbrauch sind die Potenziale aber deutlich geringer. Von heute ca. 6 % (inkl. KWK) könnte der Deckungsbeitrag auf max. 49 % gesteigert werden bei gleichzeitiger Realisierung der verfügbaren Einsparpotenziale im Wärmebereich.

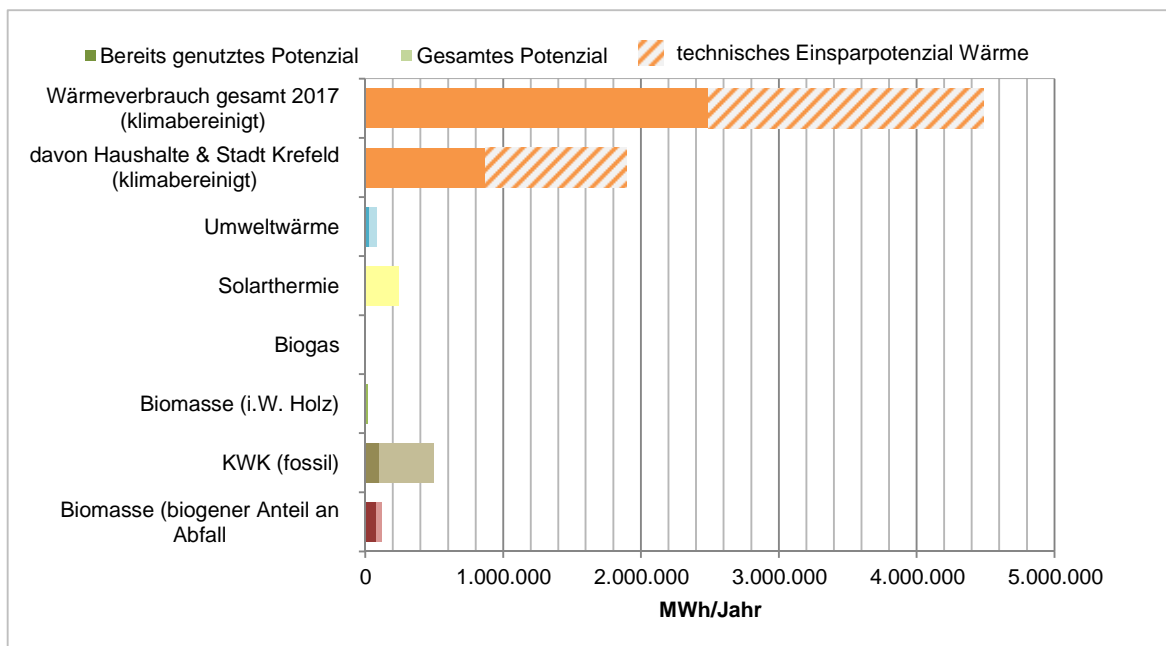


Abbildung 39: Technisches Potenzial zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK in der Stadt Krefeld

In der folgenden Tabelle sind die Potenziale zur Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK zusammengefasst und der bilanzielle Deckungsbeitrag wird dargestellt (hier wird der biogene Anteil des Abfalls den erneuerbaren Energien zugeordnet). Von heute etwas mehr als 15 % könnte der bilanzielle Deckungsbeitrag auf über 190 % gesteigert werden, wenn alle technisch verfügbaren Potenziale genutzt würden und gleichzeitig die Einsparpotenziale beim Stromverbrauch komplett realisiert würden.

Tabelle 15: Technisches Potenzial zur Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK

Stromerzeugung	Ist-Zustand	Technisches Potenzial	
Erneuerbare Energien Strom	80.100	1.167.000	[MWh]
Bilanzielle Deckungsquote EE-Strom	7 %	146 %	
Summe EE & KWK Strom	169.600	1.527.600	[MWh]
Bilanzielle Deckungsquote EE und KWK Strom	15 %	191 %	
Wärmeerzeugung	Ist-Zustand	Technisches Potenzial	
Summe erneuerbare Energien Wärme	122.200	474.600	[MWh]
Bilanzielle Deckungsquote EE-Wärme	3 %	24 %	
Summe EE & KWK & Reststoffe Wärme	222.900	968.900	[MWh]
Bilanzielle Deckungsquote EE und KWK Wärme	6 %	49 %	

In der Szenarienanalyse (Kapitel 9) wird dargestellt, welcher Teil des Potenzials bis zum Jahr 2030 realisiert werden könnte, wenn unterschiedliche Entwicklungspfade unterstellt werden.

TEIL D: SZENARIEN UND ZIELE

9 Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs und dessen Deckung in der Stadt Krefeld

9.1. Annahmen zu den Szenarien

Die wichtigsten Annahmen zu den Szenarien werden nachfolgend stichpunktartig dargestellt. Die Annahmen stützen sich im Wesentlichen auf bundesweite bzw. landesweite Zielsetzungen und Szenarien und wurden auf die Situation in Krefeld angepasst.

Annahmen zur Entwicklung des Energieverbrauchs	
TREND-Szenario	AKTIV-Szenario
Die Sanierungsrate bei Wohngebäuden bleibt bei unter 1 % p.a. (Trendfortschreibung)	Die Sanierungsrate bei Wohngebäuden wird verdreifacht (ca. 2,5 % p.a., Ziel der Bundesregierung)
Etwa 1/3 der vorhandenen Stromeinsparpotenziale werden genutzt (Haushalte)	Etwa 2/3 der vorhandenen Stromeinsparpotenziale werden genutzt (Haushalte; entspricht etwa den bundesweiten Zielsetzungen)
Steigerung Energieproduktivität in der Wirtschaft: 1,5 % p.a. (bundesweiter Durchschnitt der letzten Jahre)	Steigerung Energieproduktivität in der Wirtschaft: 2,1 % p.a. (Ziel Bundesregierung); zusätzlich Umsetzung von ausgewählten Einzelmaßnahmen bei Großunternehmen
Deutliche Reduktion des Kraftstoffbedarfs durch Effizienztechniken und alternative Verkehrsträger / -modelle	Deutliche Reduktion des Kraftstoffbedarfs durch Effizienztechniken und alternative Verkehrsträger / -modelle, zusätzlich Maßnahmen der Stadt zur Umgestaltung des Verkehrs

Annahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien und KWK - Wärme	
TREND-Szenario	AKTIV-Szenario
Holzpellets ersetzen einen kleinen Teil der Öl-Feuerungen. Jedoch sinkt der Energieverbrauch durch energetische Sanierung	Holzpellets ersetzen einen Teil des Heizölverbrauchs. Jedoch sinkt der Energieverbrauch durch mehr energetische Sanierung
Solarthermie: entsprechend Business-As-Usual („BAU“) Szenario des Bundesverband Solarwirtschaft (BSW) wird ca. eine Verdopplung der Wärmeerzeugung bis 2030 erzielt	Solarthermie: entsprechend Szenario „forcierte Expansion“ des Bundesverband Solarwirtschaft (BSW, ca. Vervierfachung der Wärmeerzeugung bis 2030)
Oberflächennahe Geothermie und Umweltwärme: ca. Verdopplung der Nutzung (insb. im Neubau)	Oberflächennahe Geothermie und Umweltwärme: deutliche Nutzungssteigerung, $\frac{3}{4}$ des Potenzials werden umgesetzt (Steigerung um Faktor 3, insb. im Neubau und bei Komplettsanierungen)
KWK: ca. 10 % des Potenzials wird genutzt	KWK: ca. 40 % des Potenzials wird genutzt, auch Großanlagen im Bereich Industrie / Gewerbe
Biogas: kein Zubau	Biogas: kein Zubau
Biomasse (biogener Abfall...): kein Ausbau	Biomasse (biogener Abfall...): 100 % des technischen Potenzials

Annahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien und KWK - Strom	
TREND-Szenario	AKTIV-Szenario
Photovoltaik Dach: Zubau bis 2020 entsprechend BMU Leitstudie, nach 2020 Zubau von 4 % pro Jahr	Photovoltaik Dach: im Vergleich zum AKTIV-Szenario etwa 25 % höherer Zubau
Photovoltaik Freiflächen: kein Zubau	Photovoltaik Freiflächen: 3% des Potenzials werden umgesetzt
Biogas : Kein Zubau	Biogas : kein Zubau
Windenergie : kein Zubau	Windenergie : kein Zubau
KWK : ca. 10 % des Potenzials wird genutzt	KWK : ca. 40 % des Potenzials wird genutzt, auch Großanlagen im Bereich Industrie / Gewerbe
Biomasse (biogener Abfall...): kein Ausbau	Biomasse (biogener Abfall...): 100 % des technischen Potenzials

9.2. Entwicklung des Energieverbrauchs

In den folgenden Abbildungen ist die Entwicklung des Endenergieverbrauchs in den beiden Szenarien nach Verbrauchssektoren und Verbrauchszecken dargestellt. Ausgangspunkt sind die witterungsbereinigten Verbräuche für das Jahr 2017.

Im TREND-Szenario reduziert sich der Endenergieverbrauch bis zum Jahr 2030 lediglich um 6 % gegenüber dem Basisjahr 2017. Deutlich stärker wird der Energieverbrauch im AKTIV-Szenario reduziert. Hier ist ein Rückgang um insgesamt 14 % gegenüber dem Jahr 2017 zu verzeichnen.

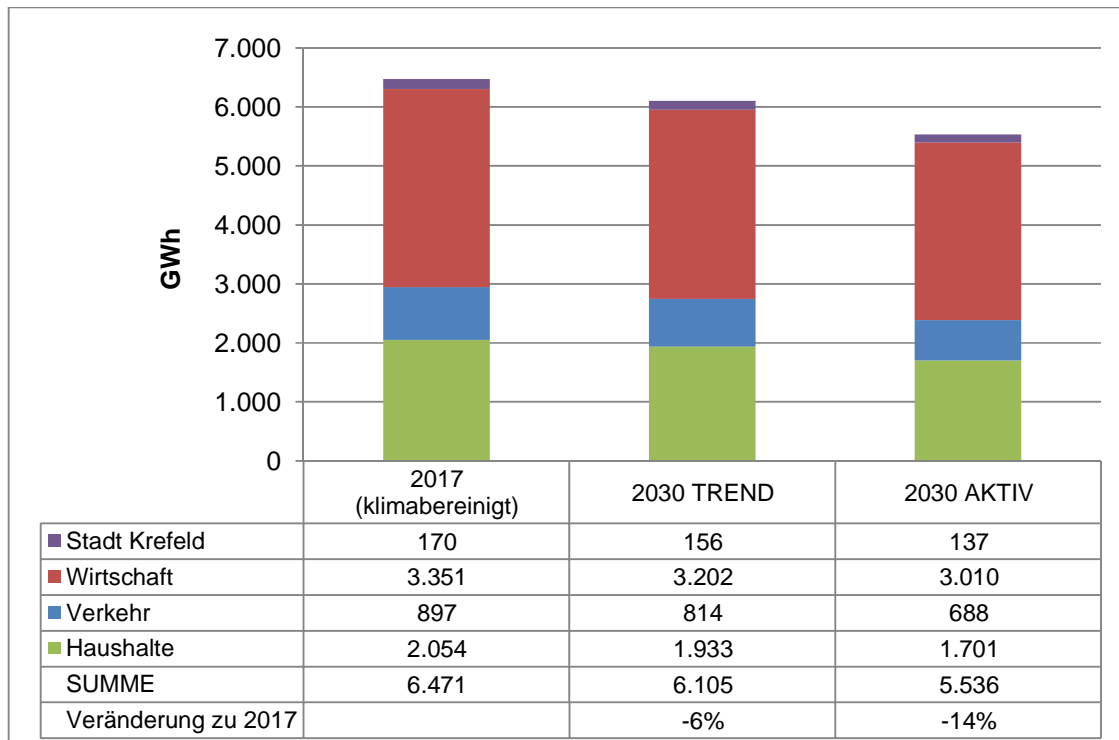


Abbildung 40: Szenarien zur Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verbrauchssektoren

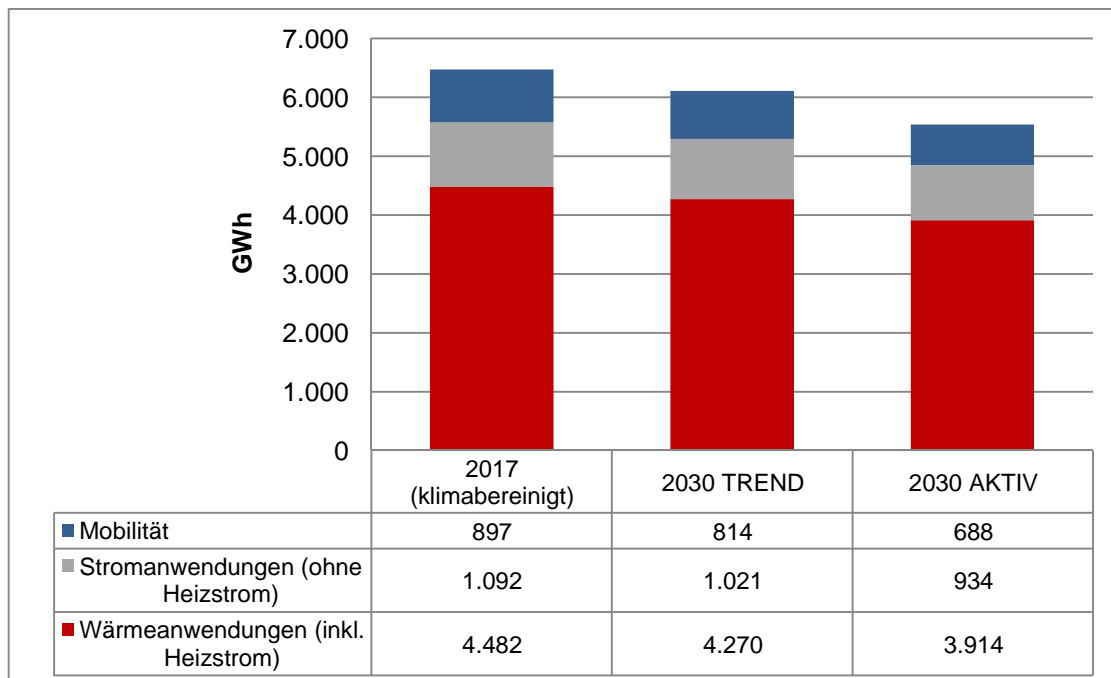


Abbildung 41: Szenarien zur Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verbrauchszecken

Bezogen auf die Verbrauchsektoren werden im AKTIV-Szenario der Endenergieverbrauch zur Wärmeerzeugung um 13 % (incl. Strom für Heizzwecke), der Verbrauch bei Stroman-

wendungen (ohne Heizstrom) um 14 % und der Endenergieverbrauch im Mobilitätssektor (incl. Strom für E-Mobilität) um 23 % reduziert. Dies spiegelt die zuvor dargestellten verschieden großen Einsparpotenziale wieder und beinhaltet bei der Mobilität auch den zusätzlichen Verbrauch, der durch Elektrofahrzeuge entsteht.

9.3. Entwicklung der klimaschonenden Strom- und Wärmeerzeugung

Die Entwicklung der Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und effizienter Kraft-Wärme-Kopplung in den beiden Szenarien ist in den folgenden beiden Abbildungen dargestellt.

Stromerzeugung

In beiden Szenarien erfolgt eine deutliche Steigerung der Stromerzeugung aus Photovoltaik und Kraft-Wärme-Kopplung. Bei Wind und Biogas wird keine Steigerung erzielt.

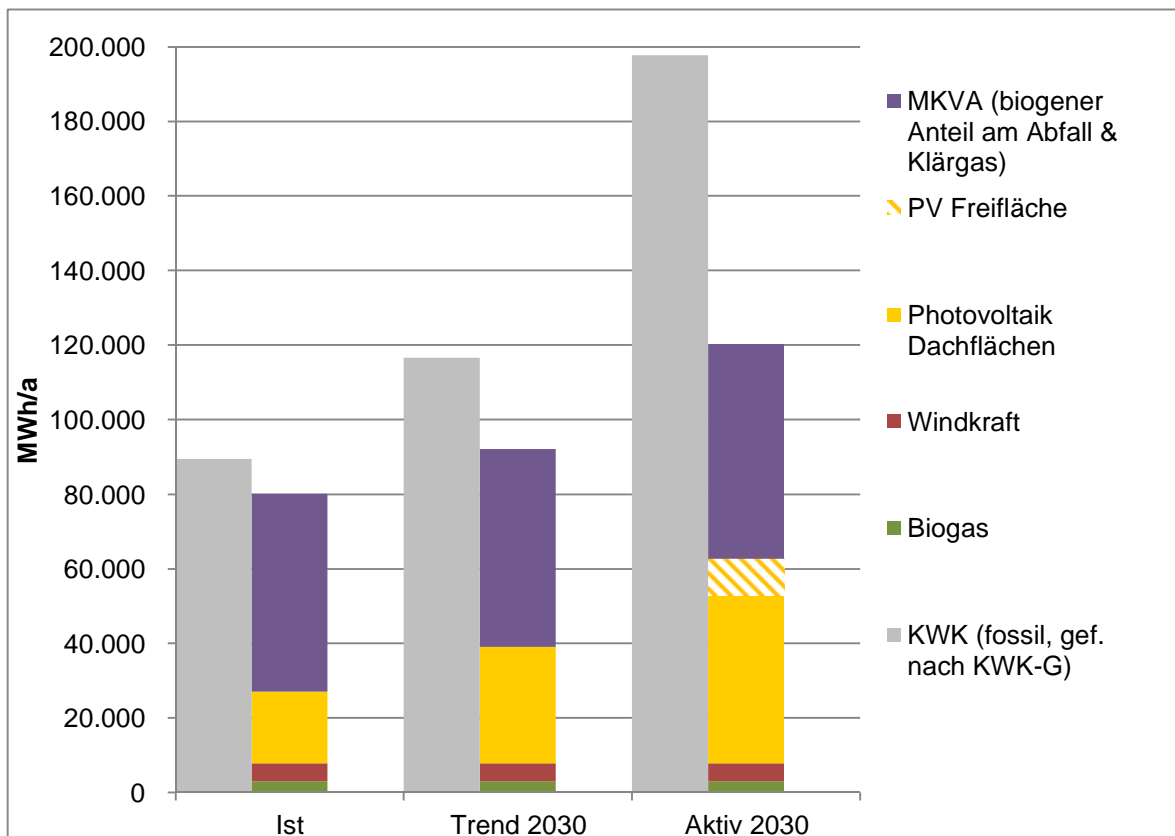


Abbildung 42: Szenarien zur Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung

Im TREND-Szenario kann der bilanzieller Deckungsbeitrag der erneuerbaren Energien von derzeit ca. 7 % bis 2023 nur geringfügig auf knapp 9 %¹³ gesteigert werden. Rechnet man als Übergangstechnologie die Stromerzeugung aus KWK dazu, wird insgesamt ein Deckungsgrad von rund 20 % erreicht werden (2017: a. 15 %).

Im AKTIV-Szenario wird davon ausgegangen, dass der Ausbau der Photovoltaik und der Kraft-Wärme-Kopplung deutlich stärker vorangetrieben wird. Damit könnte der bilanzielle Deckungsbeitrag auf ca. 12,5 % (nur erneuerbare) und incl. KWK auf ca. 33 % gesteigert werden. Bezogen auf 2017 entspricht das einer Verdoppelung.

Wärmeerzeugung

Im Wärmebereich sieht die Entwicklung der erneuerbaren Energien und KWK entsprechend der Potenzialanalyse relativ ähnlich aus.

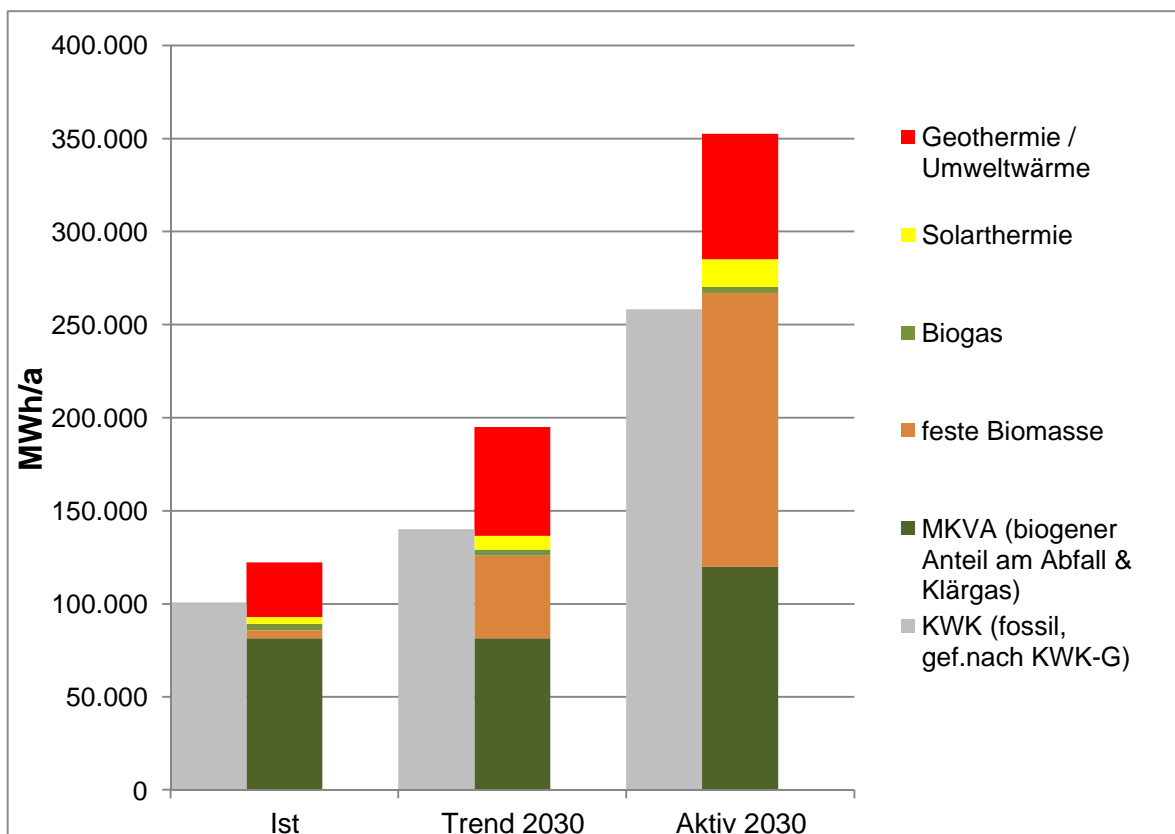


Abbildung 43: Szenarien zur Entwicklung der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung

¹³ Hinweis: alle in diesem Kapitel für die Szenarien dargestellten bilanziellen Deckungsgrade beziehen sich auf die Verbräuche nach Realisierung der im vorherigen Kapitel dargestellten Energieeinsparungen.

Im TREND-Szenario erfolgt eine mäßige Steigerung, die insbesondere aus den Bereichen Solarthermie, Umweltwärme und KWK resultiert. Der angenommene Austausch von Ölheizungen gegen Pelletheizungen zeigt eine deutliche Steigerung im Bereich der festen Biomasse. Insgesamt steigt der Deckungsbeitrag von heute ca. 6 % auf rund 10 % im Jahr 2030 (davon 6 % aus erneuerbaren Energien).

Im AKTIV-Szenario wird – bis auf Biogas - von einem stärkeren Wachstum ausgegangen. Bei der Wärmenutzung des MKVA wird eine bessere Wärmeausnutzung angenommen, insbesondere für den Sommer, durch den in diesem Szenario unterstellten Wärmeverbund mit dem ChemieParks Uerdingen. Im AKTIV-Szenario könnte ein Deckungsbeitrag von ungefähr 20 % erreicht werden (davon erneuerbare: 11 %). Gemessen am Stand 2017 wäre das mehr als eine Verdreifachung.

9.4. Entwicklung des Energieverbrauchs nach Energieträgern

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Im TREND-Szenario bleibt der Energiemix nahezu unverändert. Allerdings nimmt die Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien im Gegensatz zu den anderen Energieträgern leicht zu, der Anteil erhöht sich dadurch um einige Prozentpunkte.

Im AKTIV-Szenario ist eine deutliche Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien am Gesamtverbrauch erkennbar. Gleichzeitig gehen der Heizöl- und der Erdgasverbrauch stärker zurück als im TREND-Szenario. Durch den zusätzlichen Bedarf im Bereich Elektromobilität (PKW, LKW, LNF, Busse) wird der Rückgang beim Stromverbrauch der in der Potenzialanalyse im Handlungsfeld „Energieeinsparung“ dargestellt wurde, teilweise kompensiert. Durch den Zusatzverbrauch der Elektromobilität ergibt sich im AKTIV-Szenario eine Stromeinsparung von nur ca. 8 %.

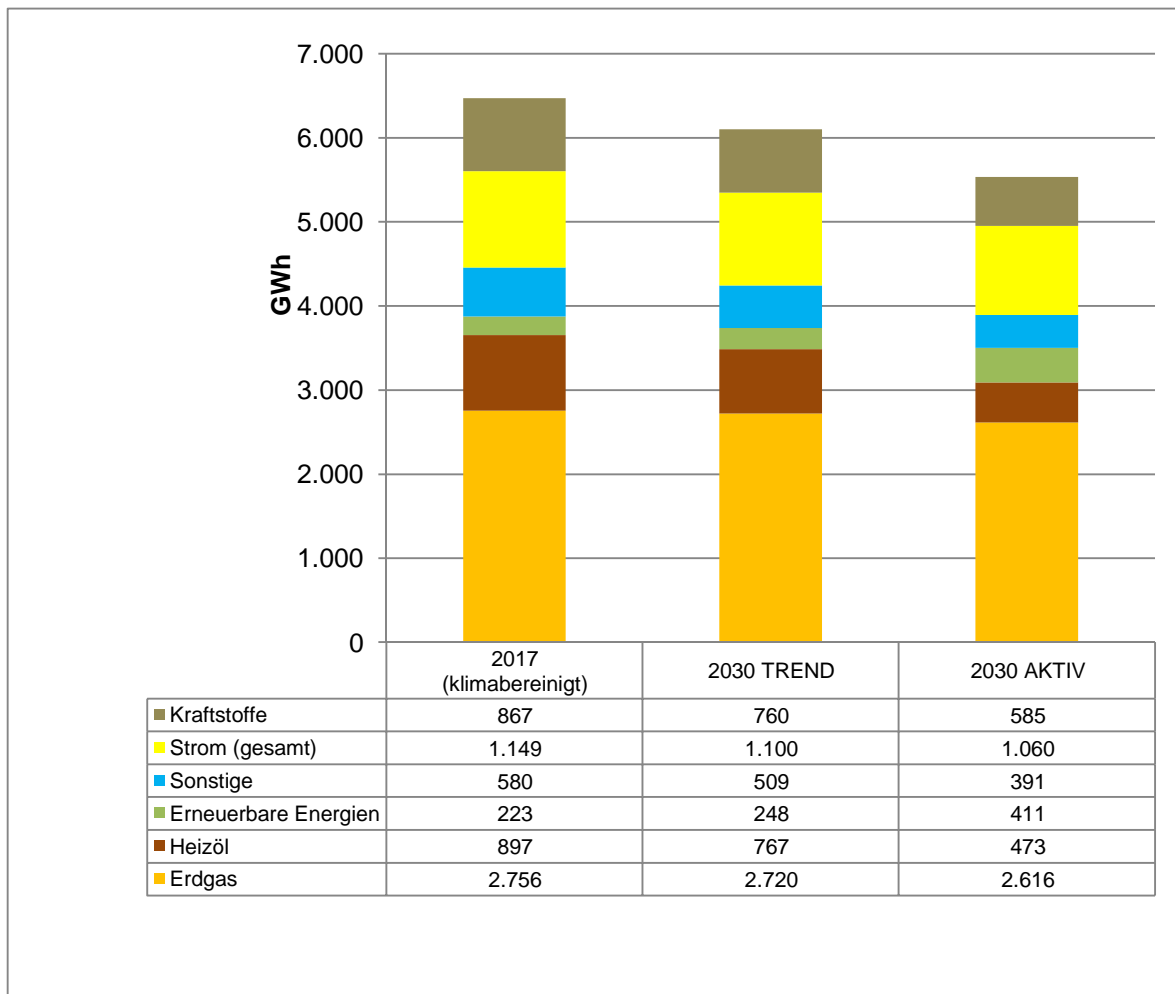


Abbildung 44: Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs nach Energieträger

9.5. Entwicklung der CO₂-Emissionen

Aus der zuvor dargestellten Entwicklung des Energieverbrauchs und der Energiebereitstellung in den Szenarien können die CO₂-Emissionen berechnet werden. Anhand eines Stufenmodells werden die Emissionen nachfolgend den verschiedenen Energieanwendungen Wärme, Strom und Mobilität zugeordnet. Das hier angewendete Bilanzierungsverfahren erfolgt nach den Empfehlungen des Klimabündnisses, in dem für den Stromverbrauch der bundesweite Strommix angesetzt wird (siehe auch Erläuterung bei der CO₂-Bilanz, Kap. 4). Dabei wird auch auf Bundesebene von unterschiedlichen Entwicklungen im TREND- bzw. AKTIV-Szenario ausgegangen. Um gleichzeitig darzustellen, welche Beiträge die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien vor Ort zur Emissionsminderung leistet, wird in Kap. 9.6 dargestellt, wie hoch die CO₂-Vermeidung durch die Erzeugung vor Ort ist.

Die Stufendiagramme in den folgenden Abbildungen veranschaulichen, dass die Entwicklung in den Szenarien sehr unterschiedlich ist. Die Betrachtungen beziehen sich auf den Startwert im Jahr 2017 (witterungsbereinigte Werte). Im Bereich Verkehr werden allgemeine Entwicklungen, wie z.B. die erwartete Zunahme des Straßengüterverkehrs im ersten Schritt auf den Status-Quo zugerechnet. Erst danach erfolgt die Verringerung durch Vermeidung & Verlagerung. Diese beiden Effekte wirken gegeneinander und lassen sich schwer trennen. Als letztes werden die Reduktionen der dritten Stufe des Verkehrs betrachtet.

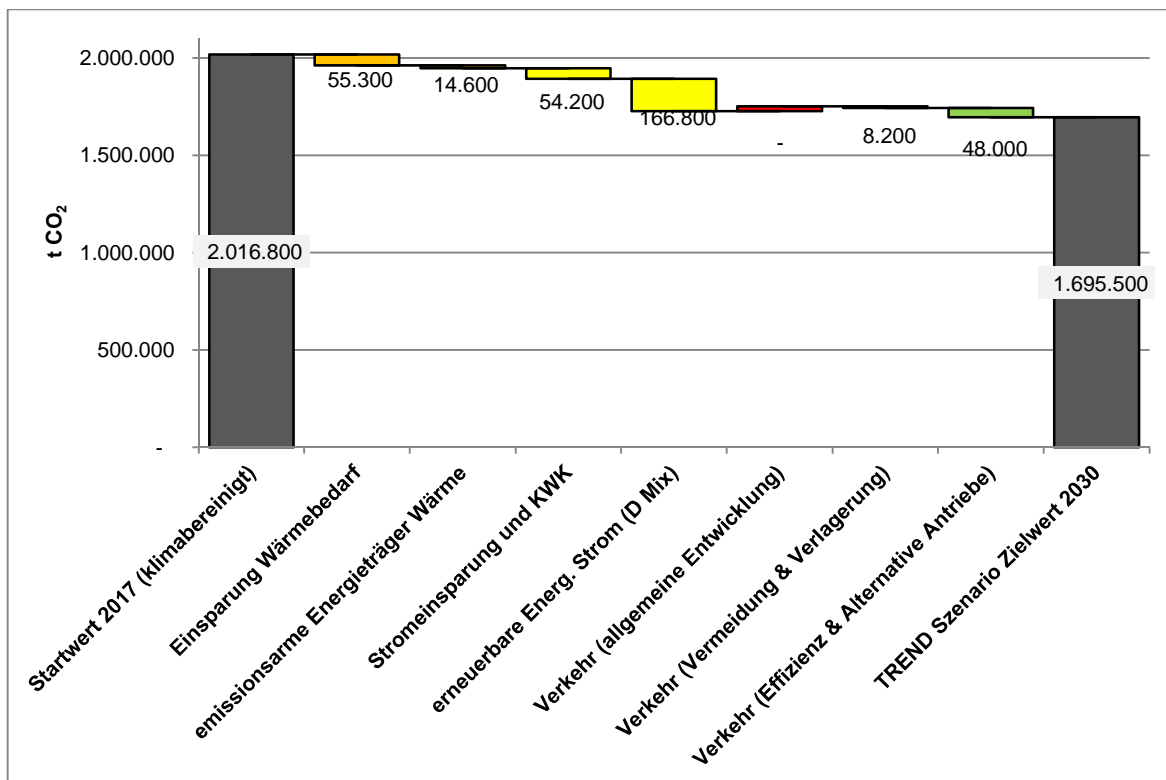


Abbildung 45: Szenarien zur Entwicklung der CO₂-Emissionen im Szenario TREND

Im TREND-Szenario sinkt der CO₂-Ausstoß bis zum Jahr 2030 auf ca. 1.695.500 t CO₂ was einer Reduktion um ca. 16 % gegenüber 2017 entspricht. Der größte Beitrag erfolgt durch die bundesweite Minderung der CO₂-Emissionen aus der Stromerzeugung, von der auch die Stadt Krefeld profitiert. Die Pro-Kopf-Emissionen für die Stadt Krefeld lagen im Jahr 2017 bei 8,6 t CO₂ pro Einwohner (witterungsbereinigte Werte). Im TREND-Szenario ist eine Reduktion auf 7,3 t CO₂/EW im Jahr 2030 möglich. Dieser Wert liegt deutlich über den bundesweiten Zielen des Leitszenarios 2011 A der Leitstudie des Bundesumweltministeriums von 4,6 t CO₂/EW (BMU 2012, S. 99).

Im AKTIV-Szenario können die CO₂-Emissionen deutlich stärker reduziert werden. Dies zieht sich durch alle Energieanwendungen: Der Wärmeverbrauch wird durch die verstärkten Sanierungstätigkeiten und eine höhere Effizienz im Wirtschaftssektor deutlich gesenkt, gleichzeitig kommen verstärkt erneuerbare Energien und die effiziente KWK zum Einsatz. Der Stromverbrauch wird durch Einspar- und Effizienzmaßnahmen (die KWK wird auf der Stromseite gutgeschrieben) nochmals deutlich stärker reduziert als im TREND-Szenario. Zudem wird im Verkehrssektor auf allen Entscheidungsebenen (EU, Bund, Länder) eine forcierte Klimaschutzstrategie unterstellt, so dass auch hier eine deutliche Senkung der CO₂-Emissionen ermöglicht wird.

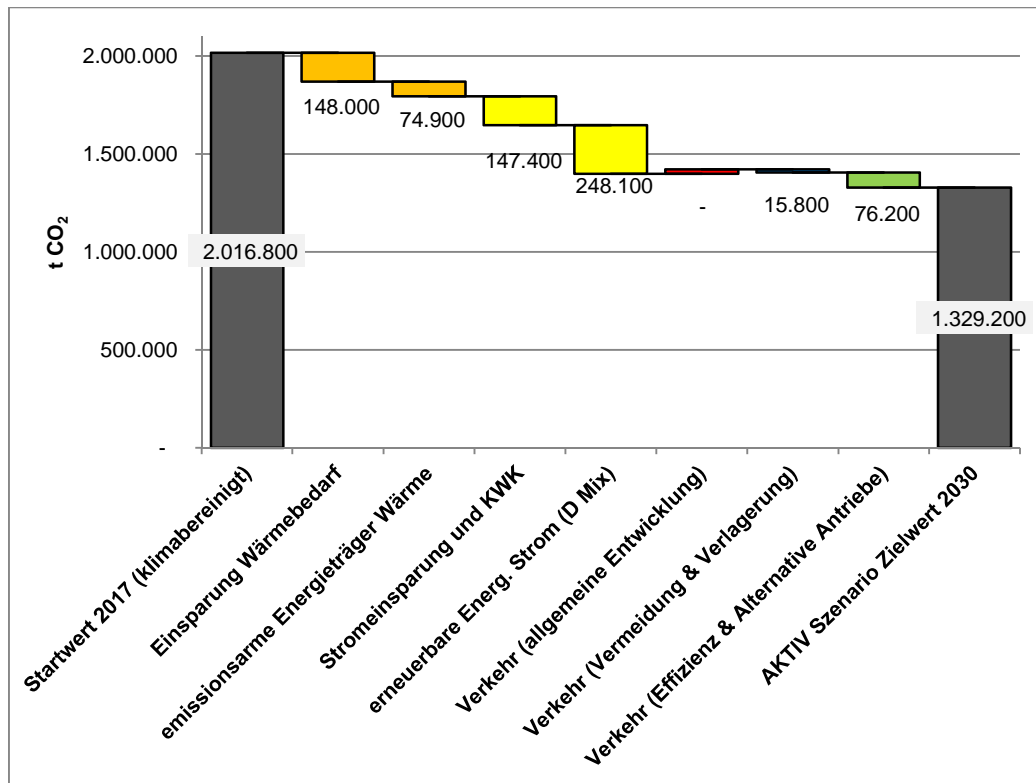


Abbildung 46: Szenarien zur Entwicklung der CO₂-Emissionen im Szenario AKTIV

Insgesamt werden die CO₂-Emissionen im AKTIV-Szenario bis zum Jahr 2030 auf 1.329.000 t CO₂ reduziert. Das entspricht einer Reduktion um rund 34 % gegenüber 2017. Die Pro-Kopf-Emissionen werden im AKTIV- Szenario von aktuell 8,6 t CO₂ je Einwohner auf 5,7 t CO₂/EW reduziert, was immer noch über der Größenordnung des o.g. bundesweiten Szenarios liegt. Im Vergleich zum Jahr 1990 beträgt die Reduktion im AKTIV-Szenario etwa 58 % und entspricht damit den Zielen der Bundesregierung.

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der CO₂-Emissionen in den beiden Szenarien aufgeteilt nach Verbrauchssektoren. Es wird deutlich, dass eine Reduktion in allen Sektoren stattfindet, am deutlichsten fällt diese im Bereich der Stadt Krefeld aus. Die Wirtschaft und die privaten Haushalte haben (relativ gesehen) eine ähnliche Reduktion. Der Verkehr hat (relativ gesehen) eine geringere Reduktion. Neben der Energieeinsparung und der Energieeffizienz leisten hier die erneuerbaren Energien sowohl im Wärme- als auch im Strombereich einen wichtigen Beitrag. Im Verkehrsbereich werden insbesondere durch Effizienzgewinne Einsparungen erzielt.

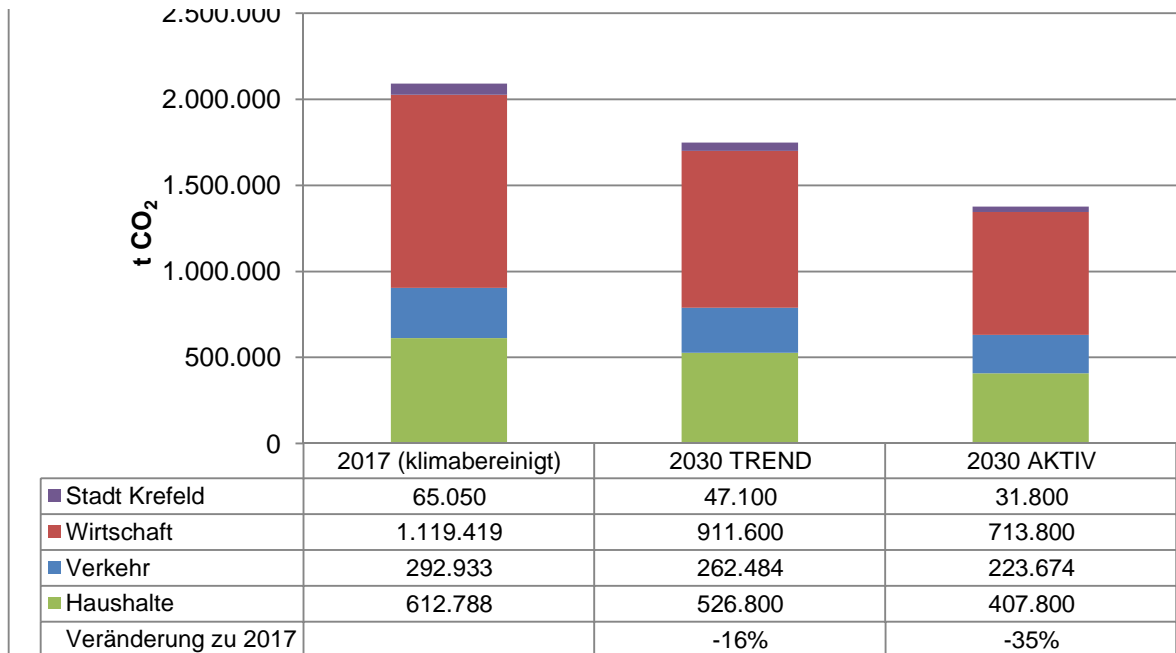


Abbildung 47: Szenarien zur Entwicklung der CO₂-Emissionen nach Verbrauchssektoren in der Stadt Krefeld

9.6. Beitrag der lokalen Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zur Minderung der CO₂-Emissionen

Wie zuvor erläutert, erfolgt die CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs gemäß den Regeln des Klima-Bündnisses auf Basis des bundesweiten Strommixes, da der Großteil der Erneuerbaren-Energien-Anlagen ins Netz einspeist und nicht festgestellt werden kann, welcher Anteil davon tatsächlich vor Ort verbraucht wird.

Dennoch ist die CO₂-Vermeidung der Stromerzeugung vor Ort eine wichtige Kenngröße bei der Bewertung von Klimaschutzaktivitäten. Daher wird in diesem Absatz dargestellt, welchen Beitrag die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der Stadt Krefeld zur CO₂-Reduktion leistet. Als Vermeidungsfaktor wird hierfür vereinfachend der aktuelle bundesweite Strommix angesetzt. Die Ergebnisse finden sich in Abbildung 48.

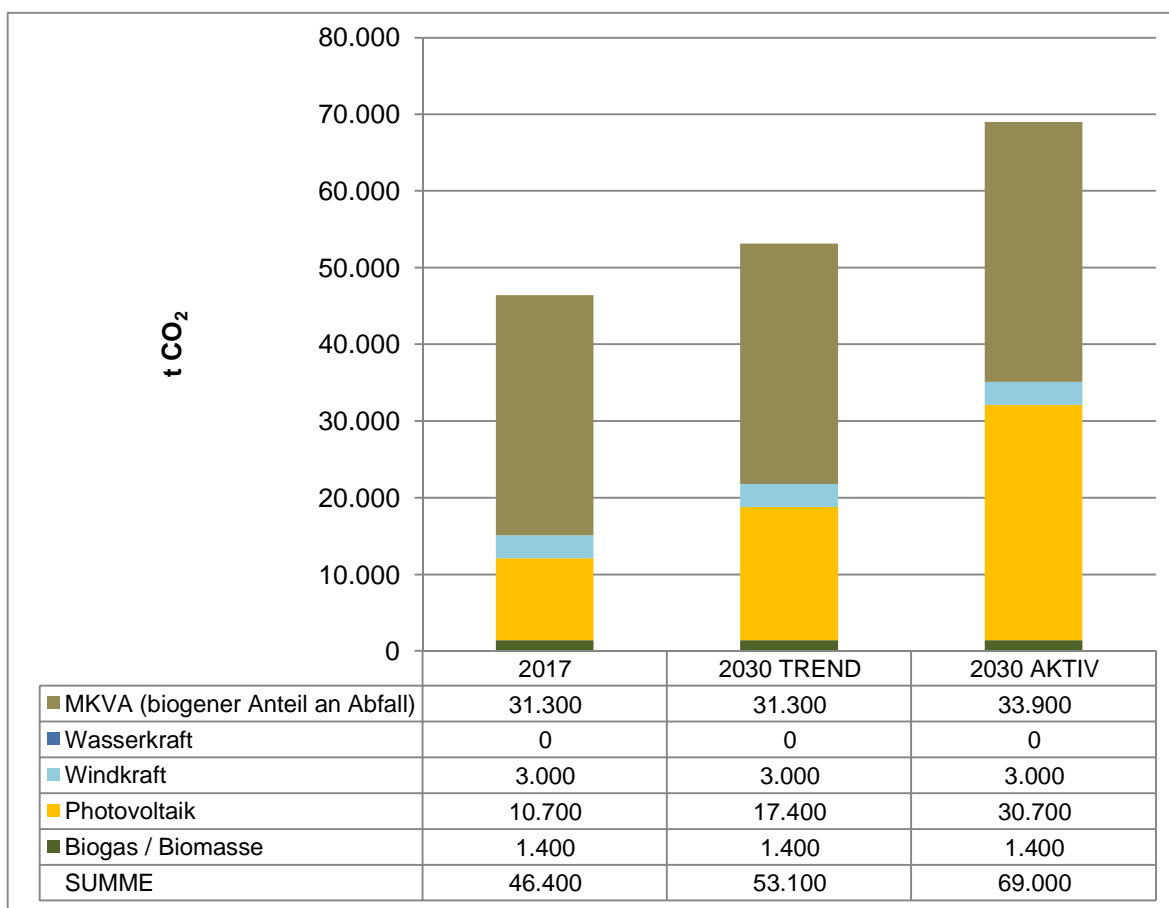


Abbildung 48: Szenarien zur CO₂-Vermeidung durch die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der Stadt Krefeld

Im TREND-Szenario kann die CO₂-Vermeidung auf 53.100 t CO₂ gesteigert werden, wohingegen im AKTIV-Szenario bis zum Jahr 2030 eine Steigerung auf 69.000 t CO₂ möglich ist.

9.7. Wertschöpfungseffekte

Die Reduktion von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen leistet nicht nur einen Beitrag zum Klimaschutz, sondern generiert auch regionale Wertschöpfung. Dafür sind vor allem zwei Effekte maßgeblich:

- Durch die Investition in Klimaschutzmaßnahmen, beispielsweise Sanierung von Wohngebäuden, profitiert die regionale Wirtschaft. Ein großer Teil der Investitionen verbleibt in der Region.
- Die Reduktion des Energieverbrauchs führt zu einer Senkung der Ausgaben für den Energiebezug. Damit stehen Mittel für andere Ausgaben bereit, die zumindest teilweise in der Region getätigt werden.

Die Investitionen in Klimaschutzmaßnahmen bewirken mehrere regionale Wertschöpfungsbestandteile:

- Netto-Einkommen der in den beteiligten Unternehmen Beschäftigten,
- Netto-Gewinne der ausführenden / beteiligten Unternehmen, sowie
- Kommunaler Anteil der Steuern, die auf die beiden erstgenannten Größen gezahlt werden.

Diese monetären Größen lassen sich auch nach den Akteuren aufschlüsseln, denen sie zufließen. Mit den Beschäftigten-Einkommen sind zugleich Arbeitsplätze verbunden, die ebenfalls in der Modellrechnung ermittelt werden.

Für eine grobe Abschätzung dieses Effekts wurde der Wertschöpfungsrechner des IÖW – Institut für ökologische Wirtschaftsforschung genutzt (IÖW 2017). Die folgenden Ergebnisse sind eine Berechnung auf Basis der Gebäude- und Wohnungszählung für die Stadt Krefeld und der im Wertschöpfungsrechner hinterlegten Daten und Kenngrößen. Die Ergebnisse bieten eine Orientierung für die Höhe der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch die energetische Gebäudesanierung von Wohngebäuden im Untersuchungsgebiet. Nichtwohngebäude wurden hierbei nicht berücksichtigt.

Als Annahme wurde unterstellt, dass die jährliche Sanierungsrate des Gebäudebestandes auf 2,5 % erhöht werden kann (AKTIV-Szenario). Vereinfachend wurde darüber hinaus die Annahme getroffen, dass alle entstehenden Sanierungsarbeiten von in der Region ansässigen Unternehmen durchgeführt werden. Vor diesem Hintergrund sind die Ergebnisse als optimistische Abschätzung am oberen Rand anzusehen.

Die möglichen Wertschöpfungseffekte aus den Wohngebäudesanierungsaktivitäten in Krefeld betragen entsprechend des IÖW Wertschöpfungsrechners bis zu ca. 3,9 Mio. Euro im Jahr im AKTIV-Szenario. Mit den Sanierungsaktivitäten sind außerdem ca. 120 Vollzeitarbeitsplätze verbunden. Die Wertschöpfungseffekte verteilen sich weiterhin mit ca. 3,5 Mio. Euro auf Dämm-Maßnahmen und mit ca. 0,4 Mio. Euro auf den Austausch und Betrieb von Heizungsanlagen. Hauptbestandteile der Wertschöpfung sind die Einkommen der Beschäftigten (ca. 2,6 Mio. Euro), die Gewinne der Lokalen Unternehmen (ca. 1,0 Mio. Euro), aber auch zu einem kleineren Anteil die kommunalen Steuereinnahmen in Höhe von ca. 0,3 Mio. Euro.

Die potenziellen Einsparungen beim Energiebezug sind in Abbildung 49 grob beziffert. Die Darstellung zeigt die Entwicklung der jährlichen Energiekosten in den beiden Szenarien im Vergleich zu heute. Vereinfachend wurde hierbei von den aktuellen Energiepreisen ausgegangen.

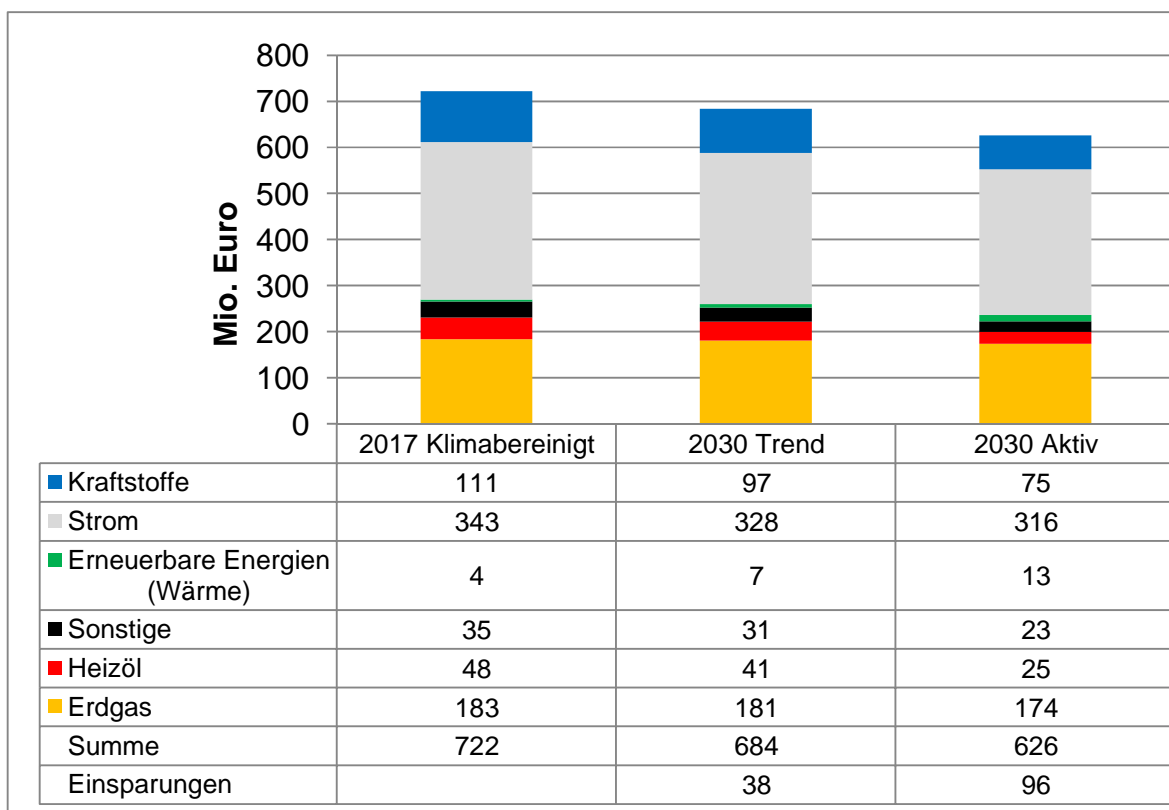


Abbildung 49: Entwicklung der jährlichen Energiekosten in den Szenarien für die Stadt Krefeld (bei aktuellen Preisen)

Aktuell werden in Krefeld jährlich rund 106 Mio. Euro für Energie ausgegeben (inkl. Steuern und Abgaben), ein Großteil davon für Kraftstoffe und Strom. Im TREND-Szenario ist für das Jahr 2030 eine Reduktion um insgesamt ca. 9 Mio. Euro jährlicher Energiekosten

möglich. Im AKTIV-Szenario beträgt die Einsparung bis zu 19 Mio. Euro. Bei steigenden Energiekosten sind die Einsparungen selbstverständlich noch höher.

Damit diese Einsparungen realisiert werden können, muss vor Ort in Klimaschutzmaßnahmen investiert werden, wovon wiederum die regionale Wirtschaft profitiert (s.o.).

10 Energie- und klimapolitische Ziele

10.1. Ziele auf Ebene des Bundes und des Landes

Bundesrepublik Deutschland – Energiekonzept

Die Bundesregierung hat in ihrem Energiekonzept¹⁴ sowie in den darauf aufbauenden Gesetzen, Verordnungen und Aktionsprogrammen die folgenden energie- und klimapolitischen Zielsetzungen des Bundes formuliert. Die Tabelle zeigt auf, dass das globale Ziel der Erreichung der Klimaneutralität bis 2050 durch die beiden Handlungsstränge **Energieeffizienz** und **erneuerbare Energien** erreicht werden soll.

Tabelle 16: Energie- und klimapolitische Ziele der Bundesregierung

	2020	2030	2040	2050
Treibhausgase				
Minderung der Treibhausgas-Emissionen (bezogen auf das Jahr 1990)	-40%	-55%	-70%	-80 bis 95%
Energieeffizienz (bezogen auf 2008)				
Steigerung der Energieproduktivität (Verhältnis von Wirtschaftsleistung zu Endenergieverbrauch) auf 2,1% p. a.				
Verringerung des Primärenergieverbrauchs (PEV)	-20%			-50%
Minderung des Stromverbrauchs (Endenergie)	-10%			-25%
Reduzierung des Wärmebedarfs von Gebäuden ¹⁾	-20%			-80%
Minderung des Endenergieverbrauchs Verkehr ²⁾	-10%			-40%
Erneuerbare Energien				
Anteil der erneuerbaren Energien am Brutto-Stromverbrauch	35%	50%	65%	80%
Anteil der erneuerbaren Energien am Brutto-Endenergieverbrauch	18%	30%	45%	60%
Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte	14% ³⁾	ca. 30% ⁴⁾		ca. 55% ⁴⁾
1) Steigerung der energetischen Sanierungsrate von 1% auf 2% pro Jahr ; Zielwert 2050: Primärenergiebedarf 2) bezogen auf 2005 3) EEWärmeG 4) BMU Leitstudie 2012; Szenario 2011A				

Das Zielsystem der Bundesregierung ist sowohl zeitlich als auch bezogen auf Verbrauchszwecke teilweise sehr differenziert. Bezogen auf den Handlungsstrang „erneuerbare Energien“ soll im Jahr 2030 der Anteil der erneuerbaren Energien am Brutto-

¹⁴ Energiekonzept der Bundesregierung: BMWi (2010)

Stromverbrauch 50% und der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte ca. 30% betragen¹⁵.

Bundesrepublik Deutschland – Klimaschutzplan

Im Koalitionsvertrag für die 18. Legislaturperiode der Bundesregierung wurde vereinbart, einen Klimaschutzplan 2050 vorzulegen, der das bestehende deutsche Klimaschutzziel 2050 und die vereinbarten Zwischenziele im Lichte der Ergebnisse der Klimaschutzkonferenz von Paris konkretisiert und mit Maßnahmen unterlegt. Das Bundeskabinett hat den Klimaschutzplan 2050 am 14.11.2016 verabschiedet. (BMUB 2017)

Neben Leitbildern und transformativen Pfaden als Orientierung für alle Handlungsfelder bis 2050 gibt der Klimaschutzplan konkrete Meilensteine und Ziele für alle Sektoren bis zum Jahr 2030 vor. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 17: Emissionen der in die Zieldefinition einbezogenen Handlungsfelder des Klimaschutzplans der Bundesregierung (BMUB 2016)

Handlungsfeld	1990 (in Mio. t CO ₂ -Äq.)	2014 (in Mio. t CO ₂ -Äq.)	2030 (in Mio. t CO ₂ -Äq.)	2030 (Minderung in % ggü. 1990)
Energiewirtschaft	466	358	175 – 183	62 – 61 %
Gebäude	209	119	70 – 72	67 – 66 %
Verkehr	163	160	95 – 98	42 – 40 %
Industrie	283	181	140 – 143	51 – 49 %
Landwirtschaft	88	72	58 – 61	34 – 31 %
Teilsumme	1209	890	538 – 557	56 – 54 %
Sonstige	39	12	5	87%
Gesamtsumme	1248	902	543 – 562	56 – 55 %

Es wird deutlich, dass die größten Minderungen im Bereich der Gebäude und der Energiewirtschaft erfolgen sollen („Sonstige“ ausgeklammert). Darauf folgen die Bereiche Industrie und Verkehr, die Minderungsziele in der Landwirtschaft sind am geringsten.

¹⁵ eigene Berechnungen auf Grundlage der Studie „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland ...“ BMU FKZ 03MAP146 vom 29. März 2012 (Kurztitel: BMU Leitstudie)

Land Nordrhein-Westfalen

Die energie- und klimapolitischen Zielsetzungen des Landes Nordrhein-Westfalen orientieren sich im Wesentlichen an den Zielsetzungen des Bundes. Das Klimaschutzstartprogramm wurde 2011 verabschiedet und beinhaltete mehrere Millionen Euro Fördergelder in erster Linie zur energetischen Gebäudesanierung und einem Impuls-Programm zur Kraft-Wärme-Kopplung. Zudem wurde der Klimaschutz in Kommunen vorangetrieben und eine Stromsparinitiative für einkommensschwache Haushalte angestoßen (MKULNV 2015a).

Der Landtag Nordrhein-Westfalen hat am 23.01.2013 im Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes folgende Ziele definiert (Landtag NRW 2013):

- Senkung der Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Jahr 1990 bis 2020 um mindestens 25 % und bis zum Jahr 2050 um mindestens 80 %.
- Steigerung des Ressourcenschutzes, der Ressourcen- und Energieeffizienz, der Energieeinsparung und dem Ausbau erneuerbarer Energien.
- Sektorspezifische und auf die Region abgestimmte Anpassungsmaßnahmen zur Begrenzung der negativen Auswirkungen des Klimawandels.

Im Dezember 2015 wurde der „Klimaschutzplans für NRW“ verabschiedet. Er enthält Strategien und 220 Maßnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen in den jeweiligen Sektoren und zur Anpassung an den Klimawandel. Die zentralen Strategien und Ziele sind als Folgende dargestellt (MKULNV 2015b):

- Ambitionierter Ausbau der erneuerbaren Energien auf 30 % an der Stromproduktion bis 2025
- Steigerung der Endenergieproduktivität bis 2050 auf 1,5 – 1,8 % pro Jahr sowie Förderung der Energieeffizienzforschung in NRW
- Senkung des Primärenergieverbrauchs von 2010 bis 2020 um 12 – 18 % und bis 2050 um mindestens 45 %
- Steigerung des KWK-Anteils an der Gesamtstromerzeugung auf mindestens 25 % bis zum Jahr 2020
- Forschung und Entwicklung im Bereich Klimaschutztechnologien, Flexibilitäts- und Speichertechnologien
- Langfristig weitgehend klimaneutraler Gebäudebestand
- Stärkung der Mobilität zu Fuß und mit dem Rad
- Steigerung eines klimabewussten Konsums und Nutzungsverhalten
- Zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels Umsetzen von umfangreichen Maßnahmen sowie Sensibilisierung und Information von Bürgern.

10.2. Vorschlag für Klimaschutzziele der Stadt Krefeld

Ein Kernpunkt des Integrierten Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepts ist die Festlegung von konkreten und messbaren Zielen. Diese sind einerseits als Maßgabe für Entscheidungen von Politik und Verwaltung wichtig. Andererseits bieten sie eine wesentliche Grundlage für eine Erfolgskontrolle in der Umsetzungsphase des Konzeptes.

Dabei ist es wichtig, dass für die Stadt Krefeld spezifische Zielsetzungen formuliert werden, die die Rahmenbedingungen und Möglichkeiten der Stadt Krefeld reflektieren. Das betrifft insbesondere das Thema erneuerbare Energien. Die Potenzialanalyse hat gezeigt, dass die Voraussetzungen für die Nutzung erneuerbarer Energien in Krefeld sehr eingeschränkt sind. Umso wichtiger sind daher Einspar- und Effizienzmaßnahmen, um den Energieverbrauch zukünftig zu senken.

In der folgenden Abbildung ist die historische Entwicklung der CO₂-Emissionen ab 1990 (Schätzung auf Grundlage der Startbilanz, siehe Kap. 4) sowie deren Entwicklung ab 2017 für die beiden Szenarien „TREND“ und „AKTIV“ dargestellt. Die Entwicklungen ab 2030 werden vereinfacht als lineare Fortschreibung der Entwicklungen zwischen 2017 und 2030 angenommen. Aus der Abbildung wird deutlich, dass bei einem „weiter so, wie bisher“ (TREND-Szenario) ab 2030 enorme Anstrengungen unternommen werden müssten, weil bis dahin nur geringe Einsparerefolge erzielt werden.

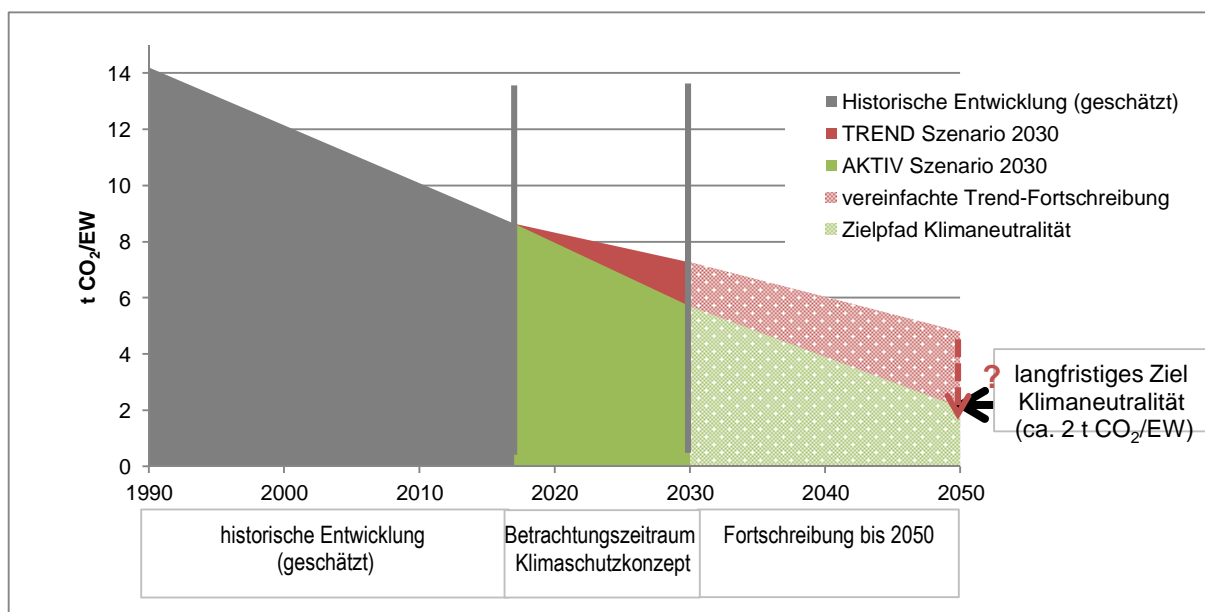


Abbildung 50: Krefeld auf dem Weg zur Klimaneutralität

Insofern kann aus gutachterlicher Sicht nur vorgeschlagen werden, sich bei den energie- und klimapolitischen Zielen für Krefeld am AKTIV-Szenario zu orientieren.

Vor dem Hintergrund der Potenzialanalysen und aufbauend auf den Annahmen des AKTIV-Szenarios werden die folgenden energie- und klimapolitischen Ziele für die Stadt Krefeld vorgeschlagen:

1. **Bis zum Jahr 2050** strebt die Stadt Krefeld die **Klimaneutralität** an und setzt damit das übergeordnete bundespolitische Klimaschutzziel auf kommunaler Ebene um. Ziel ist eine Reduktion der CO₂-Emissionen pro Einwohner auf ein auch langfristig verträgliches Maß von maximal 2,0 t CO₂ je Einwohner und Jahr.
2. Um diesen langfristigen Weg zu konkretisieren, werden **bis zum Jahr 2030** folgende **Zwischenziele** gesetzt, die sich aus dem AKTIV-Szenario ableiten
 - Reduktion der CO₂-Emissionen um mindestens 35 % gegenüber 2017 durch
 - Senkung des Endenergieverbrauchs (jeweils witterungsbereinigt im Vergleich zum Jahr 2017) für
 - Wärme um 13 %
 - Strom um 14 % (ohne Berücksichtigung des zusätzlichen Stromverbrauchs für Elektromobilität)
 - Mobilität um 23 % (inkl. des zusätzlichen Stromverbrauchs für Elektromobilität)
 - Ziel für die bilanzielle Deckung des Stromverbrauchs durch erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung im Jahr 2030: 33 %
 - Ziel für die Deckung des Wärmeverbrauchs durch erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung: 20 %
 - Ersatz von Ölheizungen durch Erdgas und Biomasse, sowie andere erneuerbare Energien (Reduktion des Heizölverbrauchs für Wärmeanwendungen bis zum Jahr 2030 um über 45 % gegenüber 2017)

Werden die o.g. Ziele entsprechend dem AKTIV-Szenario durch entsprechende Maßnahmen umgesetzt, befindet sich die Stadt Krefeld auf den Zielpfad hin zur „Klimaneutralität“. Damit würde die Stadt Krefeld - entsprechend ihrer strukturellen und natürlichen Voraussetzungen - einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz in Deutschland leisten.

TEIL E: ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL – GROBE RISIKOANALYSE

11 Vorgehen

Im Rahmen des Integrierten Klimaschutzkonzeptes wurde eine grobe Risikoanalyse mit folgenden Schritten für die Stadt Krefeld durchgeführt (vgl. Abbildung 51):

- 1) Zusammenstellen der Aussagen der regionalen Klimaprojektionen für Nordrhein-Westfalen
- 2) Überschlägige Prüfung klimasensibler Bereiche (Verletzlichkeiten der Bereiche) in der Stadt Krefeld: Zusammenstellen der bisherigen Erfahrungen und Auswirkungen vor Ort
- 3) Nicht abschließende Schlussfolgerungen zu den Klimawandel-bezogenen Betroffenheiten

Die Schlussfolgerungen beruhen auf der Auswertung vorhandener Gutachten und Studien (z.B. Hochwasserrisikomanagementplan, Stadtklimaanalyse), relevanter Projekte und Presseartikel, einer Onlinebefragung von Experten sowie insbesondere den Ergebnissen der Akteursbeteiligung (z.B. aus den zwei Akteursworkshops und dem öffentlichen Veranstaltungen „Dialog KrefeldKlima 2030“). Aufbauend auf der groben Risikoanalyse wurden zusammen mit den städtischen Akteuren über bereits laufende Aktivitäten hinaus einige konkrete Maßnahmen entwickelt (s. Kapitel 16) Die Erarbeitung einer Anpassungsstrategie mit umfassendem Handlungskatalog ist nicht Zielsetzung der überschlägigen Prüfung im Rahmen des integrierten Konzepts.

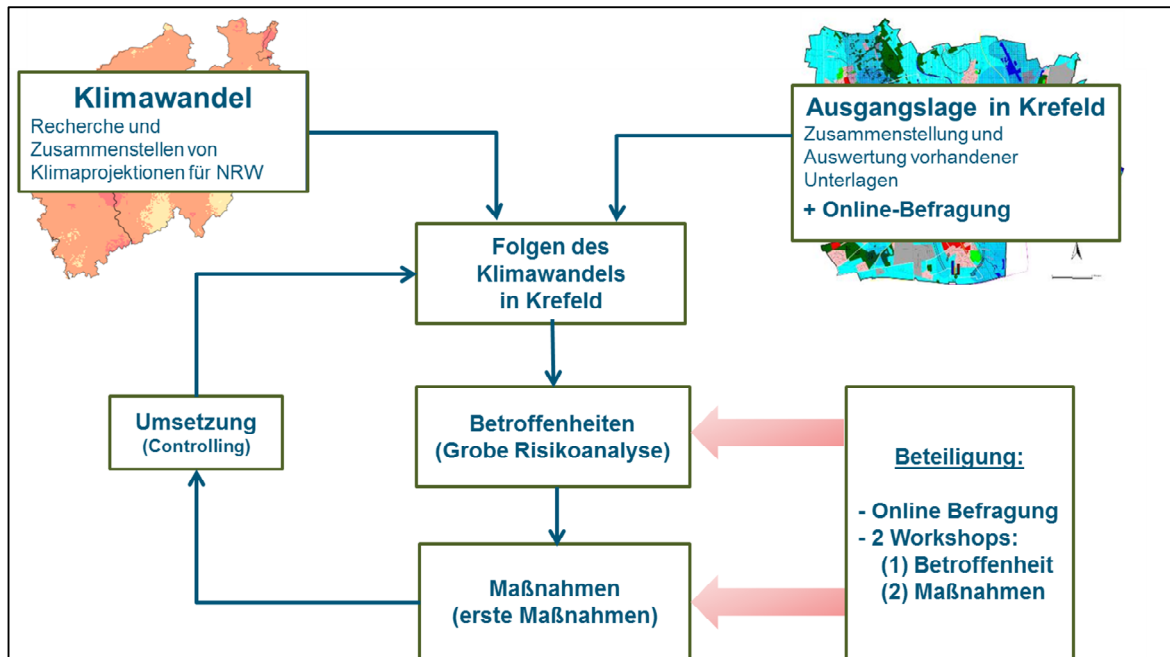


Abbildung 51: Vorgehen für die Erstellung einer groben Risikoanalyse

12 Klimawandel in Nordrhein-Westfalen und der Stadt Krefeld

12.1. Regionale Klimaprojektionen für Nordrhein-Westfalen

Die Klimaprojektionen für Nordrhein-Westfalen zeigen mögliche klimatische Veränderungen in der Zukunft auf. Diese Projektionen beziehen sich auf Szenarien, welche von verschiedenen Entwicklungen der weltweiten Wirtschaft und Gesellschaft und somit von unterschiedlichen Treibhausgasemissionen / -konzentrationen ausgehen. Durch die fortlaufende Weiterentwicklung und Präzisierung der Szenarien existiert inzwischen eine Reihe von Generationen. Das jüngste Set bilden die RCP-Szenarien, die im Nachgang der SRES-Szenarien entwickelt wurden.

Für Nordrhein-Westfalen liegen für die Szenarien „SRES-A1B“, „RCP 4.5“ und „RCP 8.5“ jeweils regionale Klimaprojektionen vor. Das SRES-Szenario geht beispielhaft von einem weltweiten Wirtschaftswachstum, einer zur Mitte des 21. Jahrhunderts kulminierenden und anschließend rückläufigen Weltbevölkerung, einer raschen Einführung neuer und effizienterer Technologien sowie der ausgewogenen Nutzung aller Energiequellen aus (LANUV 2014b).

Betrachtet man diese drei Szenarien vergleichend, dann steht RCP 8.5 für eine Entwicklung nach dem Motto „weiter-wie-bisher“ mit rund 1370 ppm CO₂-Äquivalenten im Jahr 2100 für eine starke Erhöhung der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre. Das RCP 4.5 Szenario geht von einem „moderaten“ Rückgang der Emissionen aus; sie erreichen im Jahr 2100 ihren Peak bei 650 ppm CO₂-Äquivalenten. Im SRES-A1B-Szenario liegt die Treibhausgasemission im Jahr 2100 bei 850 ppm CO₂-Äquivalenten.

Die Abschätzung der weltweiten Entwicklung und der zukünftigen Treibhausgasemissionen / -konzentrationen ist mit einer Reihe von Unsicherheiten behaftet. Daher werden zur Ermittlung der Klimaprojektionen die Ergebnisse von möglichst vielen verschiedenen globalen und regionalen Klimamodellen verwendet. Ausgehend von dem gleichen Szenario werden sogenannte Ensemble von Modellen ausgewertet. Dabei werden die Veränderungen des zukünftigen Klimas ausgehend vom Referenzzeitraum 1971-2000 für zwei jeweils 30-jährige Zeiträume, bezeichnet als „nahe Zukunft“ (2021-2050) und „ferne Zukunft“ (2071-2100), simuliert.

Verschiedene Klimamodelle führen zu unterschiedlichen Resultaten, daher erfolgt eine statistische Auswertung aller Ergebnisse, um aufzeigen zu können, welche klimatischen Veränderungen in Nordrhein-Westfalen bei Annahme des SRES-Szenarios A1B wahrscheinlich eintreten werden. Dargestellt werden dafür jeweils das 15., 50. und 85. Perzentil der Klimaprojektionen. Das 50. Perzentil markiert die Stelle, an welcher jeweils die Hälfte der Modellberechnungen höhere bzw. niedrigere Änderungen anzeigen. Das 15. Perzentil gibt den Wert an, für den 15 % der Modellergebnisse niedrigere Änderungen

zeigen oder diesen Wert genau erreichen und das 85. Perzentil repräsentiert den Wert, für den nur noch 15 % der Simulationen höhere Änderungen anzeigen oder diesen Wert genau erreichen. Demnach werden 70 % aller Modellergebnisse im Bereich zwischen dem 15. und dem 85. Perzentil erfasst. Durch diese Methode kann eine gewisse Bandbreite verschiedener Modellergebnisse betrachtet werden, ohne dabei alle aufgetretenen Extremwerte miteinzubeziehen.

Aufgrund der bereits erwähnten Unsicherheiten geben die Zahlenwerte einen Überblick über die tendenziell zu erwartenden Klimaveränderungen. **Entscheidend ist die generelle Richtung der Veränderungen, d.h. der Trend, der sich aus den Ergebnissen der unterschiedlichen Modelle ablesen lässt.**

Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) stellt die Ergebnisse der Klimamodellberechnungen im Klimaatlas Nordrhein-Westfalen (LANUV 2019) der Öffentlichkeit zur Verfügung. Um Angaben über die bereits eingetretenen Klimaänderungen zu machen und Aussagen über die zukünftigen erwarteten Klimaänderungen zu treffen, wurde NRW in acht klimatischen „Großlandschaften“ eingeteilt. Die Stadt Krefeld ist Teil der Großlandschaft „Niederrheinisches Tiefland“, das im Vergleich zum Landeschnitt tendenziell mildere Winter und heißere Sommer aufweist (LANUV 2019). Die folgenden Daten und Aussagen beruhen auf den dort zur Verfügung gestellten Ergebnissen.

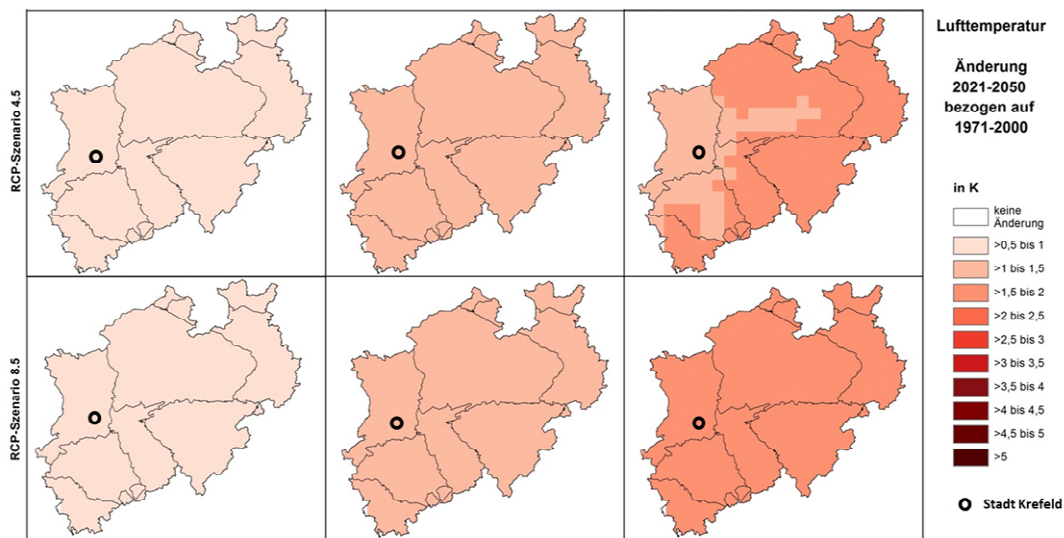


Abbildung 52: Veränderung der Lufttemperatur in 2021-2050 in Bezug auf 1971-2000, als Perzentile dargestellt
(LANUV 2019, Datengrundlage DWD)

Stand: 04.02.2020

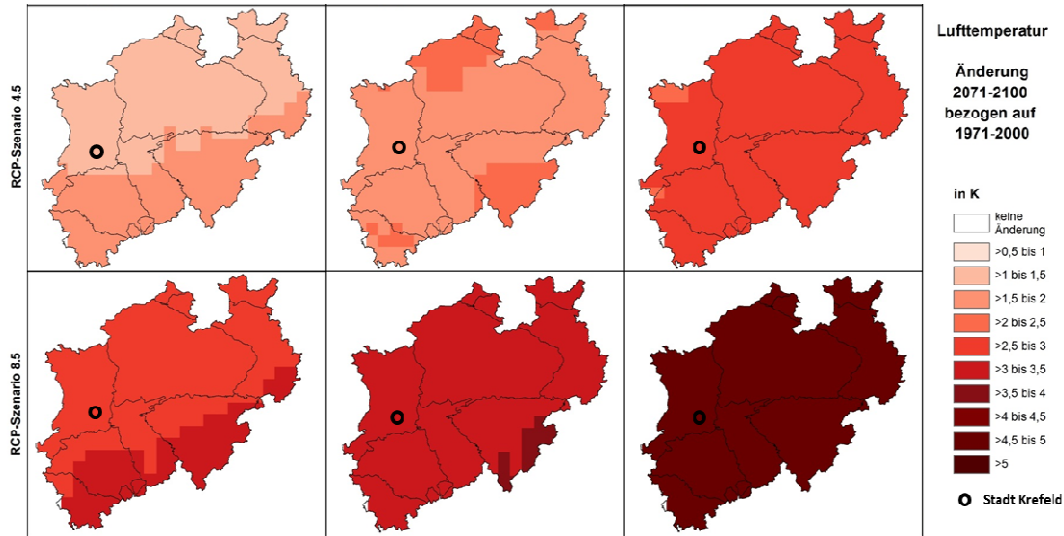


Abbildung 53: Veränderung der Lufttemperatur in 2071-2100 in Bezug auf 1971-2000, als Perzentile dargestellt (LANUV 2019, Datengrundlage DWD)

12.2. Temperaturänderungen

Auswertungen von Klimaaufzeichnungen seit 1881 zeigen, dass im Niederrheinischen Tiefland die mittlere Lufttemperatur im Zeitraum 1981-2010 in Bezug auf den Referenzzeitraum 1881-1910 bereits um **1,2 °C** angestiegen ist. Bereits eingetretene Klimaänderungen lassen sich zudem anschaulich an der Änderung sogenannter „klimatologischer Kenntage“ über die Zeit hinweg festmachen. Während die mittlere Anzahl an Eis- und Frosttagen seit den 50er Jahren zurückging, stieg die mittlere Anzahl an heißen Tagen und Sommertagen an (siehe Abbildung 54).

Mittlere Anzahl Eistage $T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ pro Jahr		
1951-1980	1981-2010	1951-2017
10	-2	Max: 44 (1963) Mittel: 8 (1951-2017) Min: 0 (mehrfach)

Mittlere Anzahl Frosttage $T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$ pro Jahr		
1951-1980	1981-2010	1951-2017
55	-5	Max: 91 (1963) Mittel: 51 (1951-2017) Min: 20 (1974, 2014)

Mittlere Anzahl Sommertage $T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$ pro Jahr		
1951-1980	1981-2010	1951-2017
27	+10	Max: 60 (2006) Mittel: 33 (1951-2017) Min: 12 (1962)

Mittlere Anzahl heiße Tage $T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$ pro Jahr		
1951-1980	1981-2010	1951-2017
5	+3	Max: 19 (1976, 2006) Mittel: 7 (1951-2017) Min: 0 (1965)

Abbildung 54: Mittlere jährliche Anzahl der Temperaturkennstage im Zeitraum 1951-1980, Änderung im Zeitraum 1981-2010 bezogen auf 1951-1980 sowie Minimum, Mittel und Maximum des Gesamtzeitraumes 1951-2017 (LANUV 2018b)

Für die Beschreibung der zukünftigen Klimaänderungen in der Stadt Krefeld lassen sich detaillierte Klimaprojektionen zur mittleren Lufttemperatur und ihre saisonale Schwankungen heranziehen, die für das Niederrheinische Tiefland vorliegen (siehe Abbildung 55). Die mittlere Jahrestemperatur im Rheinischen Tiefland betrug zum Referenzzeitraum (1971-2000) 10,3 °C (LANUV 2018b). In der nahen Zukunft (2021-2050) ist für den Fall des moderaten Klimaszenario (RCP 4.5) ein Anstieg der mittleren Lufttemperatur um **0,8 bis 1,5 °C** zu erwarten. Das „weiter-wie-bisher“ Szenario (RCP 8.5) hat insbesondere einen signifikanten Anstieg in der fernen Zukunft (2071-2100) zum Resultat, bei dem sich die mittlere Lufttemperatur um **2,9 bis 4,3 °C** in Bezug auf den Referenzzeitraum erhöht. Die Spannweite ergibt sich dadurch, dass die Temperaturzunahme je nach betrachtetem Perzentil mehr oder weniger stark ausgeprägt ist.

Entscheidungsrelevant ist dabei der ansteigende Trend der mittleren Lufttemperatur, der in allen Projektionen deutlich zu erkennen ist.

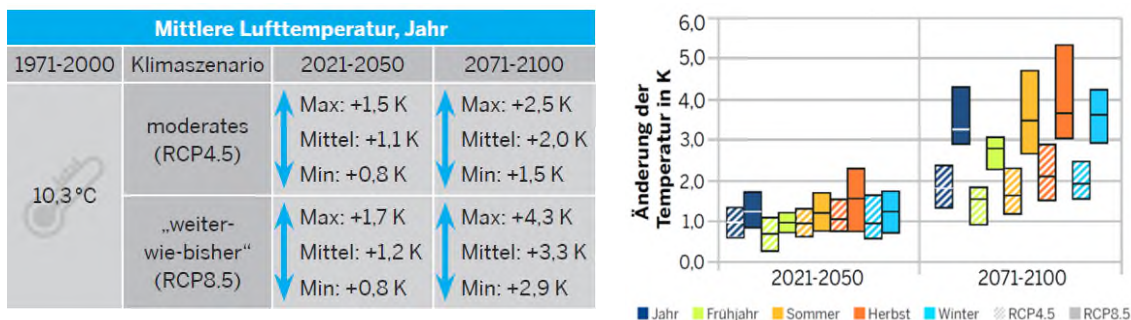


Abbildung 55: Mittlere jährliche beobachtete Lufttemperatur (Rheinisches Tiefland) im Zeitraum 1971-2000 sowie Änderungen 2071-2100 bezogen auf 1971-2000 für das moderate Klimaszenario (RCP 4.5) und das "weiter-wie-bisher- Szenario" (RCP 4.5) (links); saisonale Änderung der zukünftigen mittleren Lufttemperatur verschiedener Klimanormal-perioden bezogen auf 1971-2000 (rechts) (LANUV 2018b)

12.3. Niederschlagsänderungen

Auswertungen von Klimaaufzeichnungen seit 1881 zeigen, dass im Niederrheinischen Tiefland der mittlere Niederschlag im Zeitraum 1981-2010 in Bezug auf den Referenzzeitraum 1881-1910 bereits um 12 % (auf 791 mm) angestiegen ist. Zur Veranschaulichung der Klimaänderungen lassen sich auch hier wieder „klimatologische Kenntage“ heranziehen. So hat sich die Anzahl der Starkregenniederschlagstage seit den 50er Jahren leicht erhöht (LANUV 2018b).

Klimaprojektionen erlauben auch Aussagen über die zukünftige Änderung des mittleren Niederschlages im Rheinischen Tiefland (siehe Abbildung 56). Bei dem moderaten Klimaszenario (RCP 4.5) ist mit einer Zunahme des mittleren Niederschlages in der nahen

Zukunft (2021-2050) um bis zu 12 % und in der fernen Zukunft (2071-2100) um bis zu 15 % auszugehen. Während sich für die zukünftige Änderung Temperatur relativ sichere Aussagen erzielen lassen, sind Aussagen über die Änderung des Niederschlages in der Zukunft schwieriger zu treffen, was sich auch in der Bandbreite der Projektionen zu dem zukünftigen mittleren Niederschlag zwischen den Szenarien widerspiegelt.

Dennoch sind die Ergebnisse von Entscheidungsrelevanz, denn sie weisen auf eine erhöhte Klimavariabilität in der Zukunft hin.

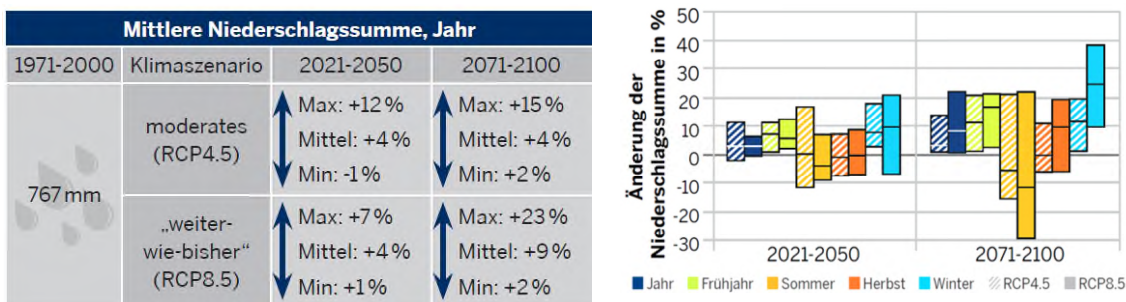


Abbildung 56: Mittlere jährliche beobachtete Niederschlagssumme (Rheinisches Tiefland) im Zeitraum 1971-2000 sowie Änderungen 2071-2100 bezogen auf 1971-2000 für das moderate Klimaszenario (RCP 4.5) und das "weiter-wie-bisher-Szenario" (RCP 8.5) (links); saisonale Änderung des zukünftigen mittleren Niederschlages verschiedener Klimanormalperioden bezogen auf 1971-2000 (rechts)]
(LANUV 2018b)

12.4. Extremwetterereignisse und schleichende Veränderungen

Zunehmende Starkregen- und Hochwasserereignisse, eine erhöhte Intensität von Sturmereignissen sowie Hitzewellen und anhaltende Trockenperioden gehören zu den Wetterextremen, die durch den Klimawandel in der Zukunft möglicherweise verstärkt werden.

Für das Niederrheinische Tiefland existieren Projektionen zu Spannbreiten, innerhalb derer Starkregenniederschlagstage in der Zukunft voraussichtlich auftreten werden (siehe Abbildung 57) (LANUV 2018b).

Den Projektionen ist gemeinsam, dass zukünftig mit einen vermehrten Auftreten von Starkregenereignissen zu rechnen ist.

Mittlere Anzahl Starkniederschlagstage >10 mm pro Jahr				Mittlere Anzahl Starkniederschlagstage >20 mm pro Jahr			
1971-2000	Klimaszenario	2021-2050	2071-2100	1971-2000	Klimaszenario	2021-2050	2071-2100
19	moderates (RCP4.5)	↑ Max: +4 Mittel: +2 ↓ Min: 0	↑ Max: +5 Mittel: +3 ↓ Min: +2	4	moderates (RCP4.5)	↑ Max: +1 Mittel: +1 ↓ Min: 0	↑ Max: +2 Mittel: +1 ↓ Min: 0
	„weiter-wie-bisher“ (RCP8.5)	↑ Max: +3 Mittel: +2 ↓ Min: +1	↑ Max: +9 Mittel: +5 ↓ Min: +2		„weiter-wie-bisher“ (RCP8.5)	↑ Max: +1 Mittel: +1 ↓ Min: 0	↑ Max: +3 Mittel: +2 ↓ Min: +1

Abbildung 57: Mittlere jährliche Anzahl der beobachteten Niederschlagskenntage (Rheinisches Tiefland) im Zeitraum 1971-2000 sowie Änderungen 2021-2050 (links) und 2071-2100 (rechts) bezogen auf 1971-2000 für das moderate Klimaszenario (RCP 4.5) und das "weiter-wie-bisher-Szenario" (RCP 8.5) (links) (LANUV 2018b)

Hitze

Für NRW existieren Projektionen zu Spannbreiten, innerhalb derer sich sogenannte „Temperaturkenntage“ in der Zukunft voraussichtlich verändern werden. Daten liegen u.a. zu den heißen Tagen (d.h. Tage mit maximaler Temperatur über 30 °C) vor (LANUV 2019).

Bei dem moderaten Klimaszenario (RCP 4.5) wird in der nahen Zukunft (2021-2050) die Anzahl an heißen Tagen in NRW um **4 Tage** (+ 1 Tag bis + 8 Tage) und in der fernen Zukunft (2071-2100) um **7 Tage** (+ 2 Tage bis 13 Tage) zunehmen. Bei dem „weiter-wie-bisher-Szenario“ (RCP 8.5) steigt die Anzahl an heißen Tagen ebenfalls um **4 Tage** (+1 Tag bis +8 Tage) an, während sie sich in der fernen Zukunft (2071-2100) auf **15 Tage** (+7 bis + 28 Tage) erhöht.

Den Projektionen ist gemeinsam, dass Hitzetage in Zukunft häufiger auftreten werden.

13 Zusammenstellung der bisherigen Erfahrungen und Auswirkungen vor Ort

In der Expertenumfrage waren die lokalen Akteure aufgefordert, ihre Erfahrungen zu klimabedingten Auswirkungen entlang einer unvollständigen Chronologie an Extremwetterereignisse zur Verfügung zu stellen. Die Ergebnisse sind im Folgenden zusammengestellt.

- 23.10.2018: Sturmereignis
Baum- und Astbruch ruft Schäden an Dächern, Oberleitungen und Schulgelände hervor; erhöhter Arbeitsaufwand nach dem Ereignis (z.B. Beseitigung von Kehricht)
- Sommer 2018: Hitze und Trockenheit
Diverse Schäden an der Vegetation; Stadtbäume erleiden Hitzestress; Feuchtbiotope fallen trocken; deutlicher Anstieg der Bewässerungsmengen (z.B. Gartenbau, Landwirtschaft); Überhitzung von Büroräumlichkeiten mindert die Konzentrations- und Leistungsfähigkeit der Arbeitnehmenden; erschwerte Bedingungen für die Arbeit im Freien; Bereitstellung von Kühlgeräten und Wasser erforderlich; Ausfall von Klimaanlage führt zu enormen Temperaturanstieg im Mediotheksgebäude; Niedrigwasserspiegel schränkt Schifffahrt ein und führt bei einer Reihe von Unternehmen zu Lieferengpässen
- Juni 2018: Unwetterserie
Überflutung mehrerer Verkehrsflächen; Wassereintritt in Gebäude (z.B. Keller); Schäden verursachen Kosten
- Mai 2018: Unwetterserie
Überflutung einiger Straßen; feuchte Kelle
- Januar 2018: Hochwasserereignis (Stadtteil Uerdingen)
Überflutung der „unteren Werft“; Unterstützung bei der Reinigung des Rheindeiches erforderlich; Einschränkung der Schifffahrt auf dem Rhein
- 18.01.2018: Sturmtief "Friederike" (orkanartige Sturmböen)
Massive Schäden an Bäumen, Grünflächen und Gebäuden; Einstellung des Fahrbetriebs des ÖPNVs infolge umgestürzter Bäume; Lkw auf Venloer Straße umgekippt; Statistiken verzeichnen in dieser Zeit ca. 400 Einsätze; vorgehaltene Ressourcen für den Umgang mit der Situation reichen kaum aus, was die Unterstützung durch andere Gebietskörperschaften erfordert; Schäden an der Stromversorgung
- Juni 2017: Sommerhoch
Feuchtbiotope fallen trocken; Absenkung des Grundwasserspiegels; Verringerung des Wasserspiegels führt zu Einschränkungen der Schifffahrt; vermehrte Beschwerden aufgrund Staubabwehungen von Anlagen und Baustellen; Temperaturen in Büros steigen stark an, was die Konzentrationsfähigkeit mindert und die Arbeitseffektivität verlangsamt; Park erleidet hitze- und trockenbedingt Dürreschäden, die Anzahl an Besucher verringert sich; Ausfall einer Klimaanlage eines Serverraums
- Sommer 2015: Sommerhoch „Annelie“
Dürrefolgen; Überhitzung von Büroräumen und Arbeitsplätzen; Verminderung der Leistungsfähigkeit der Arbeitnehmenden

- 29.02.2008: *Sturmtief „Emma“*
Oberleitungsschäden durch herabfallende Äste und umgestürzte Bäume
- 18.01.2007: *Sturmtief „Kyrill“*
Windbruch und Baumschäden; Erfordernis von Verkehrssicherungsmaßnahmen
- Sommer 2003: *Sommerhoch „Michaela“*
Einschränkung des Schifffahrtsbetriebs; Trockenfallen von Feuchtbiotopen; Erhöhung der erforderlichen Bewässerungsmengen in Landwirtschaft und Gartenbau; Anstieg der Innentemperatur in Büroräumen; aufgrund fehlenden Hitzeschutz können Mitarbeiter im geringeren Maß eingesetzt werden

14 Klimawandel-bezogene Betroffenheiten im Stadtgebiet

Im Laufe des Erarbeitungsprozesses erfolgte eine überschlägige Analyse aller potentiell klimasensiblen städtischen Strukturen und Systeme. Die Zusammenstellung der Betroffenheiten beruht auf der Auswertung vorhandener Gutachten und Studien, relevanter Projekte und Presseartikel, einer Onlinebefragung von Experten sowie insbesondere den Ergebnissen der Akteursbeteiligung.

14.1. Stadtgesellschaft

Angesichts der Klimaveränderungen ist ein Wandel von Verhaltensmustern in der Bevölkerung zu erwarten, der ggf. problematische Effekte zur Folge hat.

- Hitzeempfindliche Bevölkerungsgruppen, z.B. ältere Menschen oder Eltern mit Babys / Kleinkinder verbringen aufgrund der Sonneneinstrahlung weniger Zeit im Freien.
- Das häufigere Auftreten von warmen Sommerabenden kann das Ausgehverhalten von Menschen z.B. dahingehenden Verändern, dass sie sich vermehrt im Freien aufhalten, was wiederum Ruhstörungen oder vermehrtes Müllaufkommen bedeuten kann.

14.2. Öffentliche Gesundheit und empfindliche Gruppen

Die Gesundheit der Bevölkerung für vulnerable Bevölkerungsgruppen ist wesentlich durch ansteigende Hitzebelastungen betroffen.

- Hitze und Trockenheit
 - Die klimawandelbedingte Zunahme an Hitzeperioden und -wellen wirkt sich im gesamten Stadtgebiet in vielschichtiger Hinsicht belastend auf die Gesundheit der Menschen aus. Sogenannte „empfindliche Gruppen“, z.B. ältere Menschen, Säuglinge und Kleinkinder, alleinlebende Menschen, sind dabei besonders betroffen. Die Betroffenheit in Stadtgebieten mit ungünstiger und sehr ungünstiger thermischer Situation ist besonders hoch. Damit sind insbesondere die hochverdichteten und versiegelten Innenstadtgebiete gemeint, was laut Klimaanalyse den überwiegenden Teil des Stadtgebietes betrifft. Die Gesundheitsbeeinträchtigungen reichen von einem erhöhten Maß an Herz-Kreislaufkrankungen über Atemwegserkrankungen bis hin zu einem latent gesteigerten Aggressivitätsverhalten. Sie gehen mit einer allgemein höheren Krankheitsrate einher und können zu einem Anstieg von Sterbefällen führen. Die durch die demographische Entwicklung bedingte Zunahme an älteren Menschen verschärft zukünftig diesen Effekt
 - Eine stärkere Ausbreitung von Krankheitsüberträgern (z.B. Tigermücke) und allergisierende Stoffe sind zu erwarten.
 - Hygienestandards, z.B. bei dem Einhalten von Kühlketten (Catering, Kantinen, Schulessen, Pflegeheime etc.), werden nur unter erhöhtem Aufwand eingehalten werden können.

14.3. Soziale Infrastruktur

Durch den Klimawandel bedingte Temperaturzunahmen und die Erhöhung der Hitzetage, aber auch aufgrund von Sturm-, Starkregen- und Hochwasser, kommt es zu Störungen von Funktionsweisen wichtiger sozialen Infrastrukturen, wie z. B. Krankenhäuser, Kindertagesstätten oder Spiel-, Sport- und Freizeitflächen. Besonders plötzlich eintretende Extremwetterereignisse können einen Katastrophenfall auslösen und stellen neue Anforderungen an das Notfallmanagement von Einrichtungen sowie der Stadt im Allgemeinen.

- Hitze und Trockenheit
 - Während Hitze- und Trockenperioden erhöht sich der Versorgungsaufwand für sogenannte empfindliche Bevölkerungsgruppen (z.B. ältere Menschen, Kinder). Ein Anstieg der Patientenzahlen sowie eine höhere Auslastung der Krankenhäuser sind somit zu erwarten. Im Juni 2018 verzeichnete der Rettungsdienst aufgrund von hitzebedingter Einsätze eine deutlich erhöhte Frequenz an Fahrten (BN 2018).
 - Mit ansteigenden Temperaturen erhöht sich auch die gesundheitliche Belastung in Gemeinschafts- und Pflegeeinrichtungen. So ist es zum Beispiel erforderlich, dass etwaige Personen ausreichendes Trinkwasser zu sich nehmen.
 - Mit der Zunahme an heißen Tagen steigt in der Bevölkerung auch die Nachfrage nach entsprechenden Erfrischungs- und Abkühlungsmöglichkeiten, wie zum Beispiel Schwimmbäder, sowie geeignete ausgestattete Sportanlage.
- Starkregen, Hochwasser und Sturm
 - Extremwetterereignisse können den Betrieb von Einrichtungen einschränken und Schäden verursachen. In der Vergangenheit kam es bereits zur Schließung einer Kindertagesstätte im Stadtgebiet aufgrund eines Sturmereignisses sowie zu Schäden an Schulgebäuden.

14.4. Verkehrswesen und Luftqualität

Im Zusammenhang mit der Anpassung an die Folgen des Klimawandels ergeben sich vor allem Herausforderungen für die Mobilität: Durch Schäden an der Verkehrsinfrastruktur werden Pendlerströme beeinträchtigt. Insbesondere für die Warenlogistik werden außerdem massive Einbußen erwartet (Niedrigwasser und steigende Preise für Schienen und Lkw Verkehr).

- Hitze und Trockenheit
 - Hitzebedingt nimmt das Auftreten von Asphaltbruch oder Aufwölbungen von insbesondere Betonfahrbahnen. Auch Gleisanlagen von Zügen oder Straßenbahnen können sich bei großer Hitze verformen, was ein gefahrloses Befahren nicht mehr möglich macht. Damit sind neue Anforderungen an Verkehrssicherungsmaßnahmen verbunden.
 - Niedrigwasser schränkt die Schifffahrt zum Teil massiv ein und führt gegebenenfalls zu einem erhöhten Verkehrsaufkommen auf alternativen Transportwegen.

- Starkregen, Hochwasser und Sturm
 - Starkregenereignisse können Verkehrsflächen überfluten und im Zuge dessen zu Verkehrseinschränkungen führen. Im Stadtgebiet kam es bereits zu überfluteten Unterführungen und Überstauereignissen.
 - Aufgrund Starkregen- und Hochwasserereignissen ist zu erwarten, dass Instandhaltungs- und Reinigungskosten der Verkehrsinfrastruktur ansteigen. Beispielsweise kam es in der Vergangenheit im Nachgang von Hochwasserereignissen zu Rückständen am Rheindeich, was die Kapazitäten der Straßenreinigung überstieg, die somit auf Unterstützung angewiesen war. Zum Teil ist ein großer Aufwand für die Bergung von Astbruch erforderlich.
 - Sturmereignisse treten oft in Kombination mit Starkregen auf und führen zu Windbruch, die Verkehrseinschränkungen bzw. -behinderungen nach sich ziehen können. Herabfallende Äste und umgefallene Bäume riefen im Stadtgebiet Schäden an Oberleitung hervor, sodass der Öffentliche Personennahverkehr teilweise eingestellt werden musste. Im Jahr 2018 kam es im Zuge von Friederike zu einer Zerstörung von 30 Bäumen im Straßenbereich und Einschränkungen des Straßenbahnbetriebes (BN 2018). Damit einher gehen neue Anforderungen an Verkehrssicherungsmaßnahmen

14.5. Wasserversorgung und Entwässerung

Steigende Temperaturen infolge des Klimawandels können den Wasserbedarf ansteigen lassen und das Grundwasserdargebot beeinträchtigen. Häufiger auftretende Extremwetterereignisse erhöhen zudem die Anforderungen an die Versorgungssicherheit von Wasserversorgungssystemen. Insbesondere der wahrscheinlich häufiger werdenden Wechsel von extremen Trockenphasen und Starkregenereignissen ist insbesondere das Kanalsystem anfällig für Schäden und Beeinträchtigungen (z.B. Geruchsbelästigungen).

- Starkregen, Hochwasser und Sturm
 - Hochwasser- und überflutungsinduzierter Eintrag von Schadstoffen in das Versorgungssystem kann die Wasserqualität beeinträchtigen und gesundheitliche Probleme verursachen.
 - Durch die Zunahme an Starkregenereignissen in Bezug auf Intensität und wird sich die Überflutungsgefahr in Zukunft erhöhen. Das öffentliche Kanalnetz kann aus technischer und wirtschaftlicher Sicht nicht darauf ausgelegt werden, die anfallenden Wassermengen aufzunehmen (Quelle: Leitfaden Starkregen, Bundesamt für Bauwesen). Zur Gefährdungsabschätzung wird eine Starkregengefahrenkarte erstellt, die sich für das Stadtgebiet Krefeld derzeit in Bearbeitung befindet.

14.6. Gebäude und Baumaterialien

Die Gebäude und Baumaterialien sind unterschiedlich. Die Hitzeentwicklung in Gebäude, aber auch der Wassereintritt mit ihren Folgeschäden ist dabei problematisch.

- Hitze und Trockenheit
 - Die klimawandelbedingte Zunahme von extremeren Witterungsverhältnissen führt zu Schäden im Baubestand (z.B. beschleunigte Ermüdungserscheinungen von Baumaterialien durch Hitze) und stellt neue Anforderungen an die zukünftige Bauweise von Gebäuden (z.B. Anpassung der Materialauswahl) (KLARO 2016).
 - Aufgrund des Anstiegs der Hitzebelastung erhöht sich die Temperatur in Gebäuden mit der Folge, dass die Aufenthaltsqualität deutlich herabgesetzt wird. Dies macht einen erhöhten Kühlungsbedarf erforderlich. In der Vergangenheit ereignete sich beispielsweise im Mediotheksgebäude mangels ausreichender Verschattungs- und Kühlmöglichkeiten ein hohes Temperaturniveau, unter dem Personal und Kundschaft während ihrer Anwesenheit litten.
- Starkregen, Hochwasser und Sturm
 - Ausgelöst durch Starkregenereignisse und einen hohen Grundwasserspiegel kam es in der Vergangenheit an verschiedenen Orten der Stadt zum Wassereintritt in die Gebäudehülle, was u.a. zu überfluteten Kellern führte. Dabei gilt generell: Ein hoher Versiegelungsgrad verringert die Versickerungskapazität des Bodens und verschärft das Überflutungsrisiko.
 - Etwa 19.000 Menschen leben in einem Gebiet, das gegenüber den Risiken und Folgen eines extremen Hochwasserereignisses hochsensibel ist und sich überwiegend im Stadtteil Uerdingen befindet (BR-D 2013).
 - Mit dem Klimawandel verbinden sich veränderte Niederschlagsmuster und Trockenperioden, was sich auf den Wasserhaushalt und das Grundwasserspiegelniveau auswirkt. Dies kann die gegenwärtige und zukünftige Problematik der „hohen“ Grundwasserstände im Dykgebiet mit den daran geknüpften Überflutungsrisiken sowohl verschärfen (Niederschlagszunahme, Starkregen) als auch entschärfen (Trockenheit) (KREFELD 2018).
 - Sturmereignisse führten in der Vergangenheit bereits mehrfach zu Schäden an Dacheindeckungen von Gebäuden und beeinträchtigten den Betrieb von Sporthallen und -plätzen. Schäden, die im Zuge von Extremwetterereignissen auftreten, sind zum Teil unvollständig von Versicherungen abgedeckt.

14.7. Industrie und Gewerbe, Einzelhandel

Industriebetriebe sind oftmals durch die Einschränkungen in der Wasserverfügbarkeit und Wassertemperatur durch Klimaänderungen betroffen. Auch Belastungen der Arbeitnehmer durch extreme Hitze wirken sich auf die Produktivität aus. Ein verändertes Konsumverhalten zwingt auch Gewerbe und Einzelhandel zur Anpassung an den Klimawandel.

- Hitze und Trockenheit

- Aufgrund der erhöhten Hitze kommt es zu erschwerten Arbeitsbedingungen und gesundheitlichen Belastungen, z.B. Absenkung der Konzentrationsfähigkeit. Damit verbunden sind höhere Krankheitsraten, Einschränkung der Arbeitsfähigkeit bis zur Arbeitsunfähigkeit. Insbesondere betroffen sind Mitarbeitende, welche sich im Freien aufhalten müssen. Während eines Hitzeereignisses wurden bereits in der Vergangenheit die Öffnungszeiten der Stadtverwaltungen angepasst.
- Infolge von langanhaltender Trockenheit kann der Rheinwasserspiegel auf ein Niveau absinken, bei dem die Schiffbarkeit verringert ist und Transporteinschränkungen entstehen. Ansässige Industrie, Gewerbe und Einzelhandel sind aufgrund potentiell eingeschränkter Versorgung mit produktionsrelevanten Gütern besonders betroffen. Im Jahr 2018 senkte der niedrige Rheinpegel die Beladekapazität von Frachtschiffen auf ein Fünftel herab, was finanzielle Einbußen für Chempark-Unternehmen verursachte (RP 2019, WD 2019).
- Im Laufe von Hitzeereignissen kam es bereits in der Vergangenheit zum Ausfall von kritischen Systemen (wie z.B. von Serverräumen), da sich das hierfür notwendige Klima nicht aufrechterhalten ließe. Darüber hinaus erhöhen sich die Anforderungen an den Schutz bei der Lagerung und Produktion von Gefahrgütern.
- Starkregen, Hochwasser, Hagel und Sturm
 - Im Zuge von Sturm-, Starkregen- und Hochwasserereignissen kann es zu Einschränkungen von Arbeitsabläufen kommen. Beispielsweise waren einige Aufträge des vermessungstechnischen Dienstes aufgrund der Gefahrenlage nicht ausführbar.
 - Extremwetterereignisse können groß- und kleinskalige Schäden hervorrufen, wie zum Beispiel die Zerstörung einer Gärtnerei im Campus Fichtenhain mit späterer Insolvenz und Zwangsversteigerung aufgrund von Hagelschäden im Mai 2008.

14.8. Tourismus

Der Tourismussektor in Krefeld ist vor allem durch den klimawandelbedingten Anstieg der Hitzebelastung und anhaltenden Trockenperioden, aber auch Hochwasser betroffen:

- Andauernde Trockenheit kann zu einer derart massiven Absenkung des Rheinwasserspiegels führen, die die Einschränkung bzw. Einstellung der Flusskreuzfahrt zur Folge haben kann. Zudem ist bei Hochwasser der Rheinanleger nicht benutzbar.
- Die Zahl an Besucher von Sehenswürdigkeiten kann während Hitzeperioden zurückgehen. Dies betrifft sowohl Einrichtungen in Gebäuden, die nicht hitzesensibel gestaltet werden, aber auch freiliegende Ziele, wie beispielsweise der Krefelder Zoo, wenn nicht ausreichend Verschattungsmaßnahmen vorhanden sind. Darüber hinaus wirkt sich der Klimawandel insgesamt belastend auf den Zoo aus.

14.9. Forst- und Landwirtschaft

Forst- und landwirtschaftliche Flächen haben bei Betrachtung der Klimafolgen eine erhöhte Betroffenheit gegenüber Extremereignissen und schleichenden Veränderungen. Hieraus ergeben sich grundsätzlich nicht nur Schadenspotenziale und Einbußen sondern auch Chancen (z.B. längere Vegetationsperioden).

- Hitze- und Trockenperioden
 - Die Zunahme an Hitze- und Trockenperioden führt zu Pflanzen- und Baumsterben und macht zur Ertragssicherung Maßnahmen zur Bewässerung erforderlich. In diesen Zeiträumen erhöht sich für Akteure in der Land- und Forstwirtschaft der Bewässerungsaufwand und die hierfür aufzuwendenden finanziellen Mittel. Der Anstieg der Wasserentnahme wirkt sich auch auf die Verfügbarkeit von Wasserressourcen aus.
 - Aufgrund des Klimawandels ist auch mit einem Anstieg der Brandgefahr zu rechnen. Im Hitzesommer 2018 ereigneten sich auf mehreren landwirtschaftlichen Flächen Feldbrände. Zur Verringerung des Risikos verhängte die Stadt Krefeld im gesamten Waldgebiet des Forstamtsbezirks Niederrhein in diesem Jahr zeitweilig ein Grill- und Waldbetretungsverbot (BN 2018).
- Starkregen, Hochwasser und Sturm
 - Künftig ist auch mit vermehrten Schäden und Einbußen auf land- und forstwirtschaftlichen Flächen zu rechnen. Häufigere Sturm- und Starkregenereignisse verursachen Windbruch, Bodenerosion, Unterspülungen sowie anhaltende Nässe. Im Nachgang vergangener extremer Wetterlagen traten in den Wäldern Krefelds bereits Schäden an Bäumen auf, sodass Fällungen eingeleitet wurden.

14.10. Wasserressourcen und –qualität

Der Klimawandel wirkt sich grundsätzlich verändernd auf den Wasserkreislauf aus. Die Betroffenheit der Wasserressourcen der Stadt Krefeld, insbesondere die Verfügbarkeit von Grundwasserbeständen, wird aktuell jedoch als gering eingestuft. Bereits jetzt auftretende Phänomene, wie z.B. die Austrocknung der Niepkuhlen, stehen u.a. mit Veränderungen im Wasserhaushalt in enger Verbindung und können durch den Klimawandel verstärkt werden (siehe Handlungsfeld Biodiversität und Ökosysteme).

- Hitze und Trockenheit
 - Durch höhere Entnahmeraten für Bewässerungszwecke ist eine stärkere Absenkung des Grundwasserstandes zu erwarten. Klimawandelbedingt häufiger auftretende Trockenperioden verstärken die Absenkung.

14.11. Grünflächen

Die städtischen Grünstrukturen der Stadt Krefeld sind aufgrund des klimawandelbedingten Anstiegs der Trocken- und Hitzeperioden, aber auch aufgrund von Sturmereignissen, betroffen und in ihren vielfältigen Funktionen herabgesetzt. Dies betrifft Erholung, Verschattung, Aufenthaltsqualität, aber auch die damit verbundenen diversen Kühlungseffekte.

- Hitze und Trockenheit
 - Hitzestress an Stadtbäumen und Grünstrukturen wird klimawandelbedingt zukünftig noch häufiger und verstärkt auftreten. Die Auswirkungen der Hitze und Trockenheit waren in den letzten Jahren bereits deutlich spürbar. Dürreartige klimatische Bedingungen erforderten eine Erhöhung der Bewässerungsmenge, insbesondere bei neuangelegten Pflanzungen. Mit den hitze- und trockenbedingten Dürreschäden im Krefelder Stadtpark ging auch die Zahl der Besucher zurück.
 - Die Bewässerung von Stadtgrün im Sommer 2018 wurde von dem dafür zuständigen KBK ausgeführt und die Sicherstellung organisiert. Aufgrund von Hitzestress waren regelmäßige Bewässerungsmaßnahmen erforderlich. Dabei leistete die Feuerwehr, die freiwilligen Feuerwehren, das THW Krefeld sowie private Anlieger wichtige Unterstützung.
 - Der Anstieg des Bewässerungsbedarfs während Hitze- und Trockenperioden und der damit verbundene erhöhte Arbeitsaufwand im Nachgang einer Dürreperiode (z.B. Neupflanzungen) führt langfristig zu einem Anstieg der Personal- und Sachkosten und damit zu einem finanziellen Mehraufwand für die Stadt Krefeld.
- Starkregen und Sturm
 - Durch Starkregen- und Sturm verursachter Windbruch dezimiert nicht nur den Anteil wertvoller Grünstrukturen in der Stadt, sondern stellt auch eine Gefahr für die Bevölkerung dar.

14.12. Biodiversität und Ökosysteme

Durch schleichende Veränderungen der Temperaturen und des Wasserhaushalts ändern sich auch die Artenzusammensetzung und Lebensräume. Für Krefeld sind folgende Auswirkungen identifiziert worden:

Hitze und Trockenheit

- Aufgrund des Klimawandels kann sich die Austrocknung der Niepkuhlen verstärken und sich dabei potentiell schädlich auf die dort lebende Flora und Fauna auswirken.
- Die Wahrscheinlichkeit einer Absenkung des Wasserspiegels von Gewässern ist aufgrund von häufiger auftretender Trockenperioden erhöht. Dazu beschleunigen die erhöhten Temperaturen das Umkippen von Gewässern. Die Trockenperiode im August 2018 erforderte eine Bewässerung bzw. Anhebung des Wasserstandes im Burggraben zum Schutz von dort ansässigen Lebewesen (BN 2018a).

15 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse und Schlussfolgerungen zu den Klimawandel-bezogenen Betroffenheiten in Krefeld zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 18: Zusammenfassende Schlussfolgerungen zu den Klimawandel-bezogenen Betroffenheiten in Krefeld

Handlungsfeld	Hitze und Trockenheit	Starkregen, Hochwasser, Sturm
Stadtgesellschaft	○	
Öffentliche Gesundheit / empfindliche Gruppen	●	○ / ●
Soziale Infrastruktur	○ / ●	○ / ●
Verkehrswesen und Luftqualität	○ / ●	○ / ●
Energieversorgung	○	○
Wasserversorgung	○	
Abwasserreinigung und -ableitung	○	○ / ●
Gebäude und Baumaterialien	●	●
Industrie, Gewerbe und Handwerk, Einzelhandel	○ / ●	○ / ●
Tourismus	○	
Forst- und Landwirtschaft	○	○
Grünflächen	●	○
Wasserressourcen und -qualität	●	○ / ●
Biodiversität / Ökosystem	○ / ●	

● hoch
○ mittel
leer: gering

TEIL F: AKTEURSBETEILIGUNG

16 Akteursbeteiligung / Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen der Erstellung des IKSK

Im Rahmen der Erstellung des IKSK der Stadt Krefeld wurden folgende relevante Zielgruppen identifiziert:

- Stadtverwaltung und kommunale Betriebe
- Stadtgesellschaft, Öffentlichkeit
- Bildungsträger und Bildungseinrichtungen
- Jugendvertretungen
- Handwerk, Industrie und Gewerbe
- Vereine und Verbände
- Politik

Hiernach erfolgte die zielgruppenspezifische Akteursbeteiligung sowohl in Workshops als auch in öffentlichen Veranstaltungen.

Workshops und öffentliche Veranstaltungen

Bei der Erstellung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes der Stadt Krefeld wurden zu folgenden Themen die identifizierten Zielgruppen eingebunden:

- Klimafolgenanpassung - Betroffenheitsanalyse / Handlungsbedarfe
- Klimaschutz in Bildungseinrichtungen
- Netzwerk Bildungsträger
- Kommunale Wirtschaft, Stadtentwicklung und Wohnen
- Stadtverwaltung
- Industrie & Gewerbe
- Stadt- und Verkehrsentwicklung sowie Mobilität
- Kommunale Verwaltung
- Politik
- Öffentlichkeitsarbeit und Sensibilisierung

Teilnehmer waren neben Vertretern der betroffenen Fachbereiche u.a. Fachbereich Jugend, Stadtmarketing Krefeld sowie zentrales Gebäudemanagement auch lokale Akteure wie bspw. Industrie- und Handelskammer Mittlerer Niederrhein, die Handwerkskammer Düsseldorf, die Verbraucherzentrale Krefeld, die Volkshochschule Krefeld, der Kommunalbetrieb Krefeld, AöR u.v.m.. Darüber hinaus wurde die Bewegung „fridays for future“ sowohl bei den Workshops als auch bei der öffentlichen Veranstaltung am 01.07.2019 eingebunden.

Die erste Zielgruppe „Stadtverwaltung und kommunale Betriebe“ wurde während der Projektlaufzeit (2019) in folgenden Projektgruppensitzungen, Fachgesprächen und Workshops eingebunden:

- Auftaktgespräch mit Verwaltung, 12.12.2019
- Fachgespräch mit Geschäftsbereich IV, 09.01.2019
- Projektgruppe KrefeldKlima, 1. Sitzung, 16.01.2019
- Vortrag in Geschäftsbereichskonferenz IV, 05.02.2019
- Vortrag in gemeinsamer Geschäftsbereichskonferenz V+VI, 12.02.2019
- Fachgespräch mit Fachbereich 60, 21.02.2019
- Fachgespräch mit Stadtwerke Krefeld, 21.02.2019
- Online-Experten-Befragung „Anpassung an den Klimawandel“ vom 01.03.2019 bis 29.04.2019
- Fachgespräch mit der Industrie- und Handelskammer, 28.03.2019
- Projektgruppe KrefeldKlima, 2. Sitzung, 04.04.2019
- Fachgespräch mit Fachbereich 61, 04.04.2019
- Fachgespräch mit dem Jugendbeirat Krefeld, 25.04.2019
- Workshop Klimafolgenanpassung - Betroffenheitsanalyse / Handlungsbedarfe, 14.05.2019
- Projektgruppe KrefeldKlima, 3. Sitzung, 22.05.2019
- Workshop Kommunale Wirtschaft, Stadtentwicklung und Wohnen, 25.06.2019
- Workshop Klimafolgenanpassung - Maßnahmen / Umsetzung, 10.07.2019
- Fachworkshop Stadtverwaltung, 11.07.2019
- Fachgespräch Verkehrsentwicklung & Mobilitätskonzept, 09.09.2019
- Fachgespräch GBK IV, 10.09.2019
- Projektgruppe KrefeldKlima, 4. Sitzung, 18.09.2019
- Projektgruppe KrefeldKlima, 5. Sitzung, 13.11.2019

Die Information und Einbindung der zweiten Zielgruppe „Stadtgesellschaft, Öffentlichkeit“ erfolgte durch die Online-Bürgerbefragung (im Zeitraum vom 09.04.2019 bis 15.07.2019) und zwei öffentliche Veranstaltungen.

Die öffentlichen Veranstaltungen fanden unter der Dachmarke „Dialog KrefeldKlima“ zu den Themen Klimaschutz (am 01.07.2019) und Klimawandel (am 28.08.2019) statt und waren für alle Bürger frei zugänglich. Unterstützt wurden die öffentlichen Veranstaltungen durch Informationsstände der lokalen Partner (Volkshochschule Krefeld, Verbraucherzentrale Krefeld, EnergieAgentur.NRW, Fridays for future, etc.).

Die dritte Zielgruppe „Bildungsträger und Bildungseinrichtungen“ wurde in 2019 wie folgt eingebunden:

- Fachgespräch mit Volkshochschule Krefeld, 27.02.2019
- Fachgespräch mit der Verbraucherzentrale Krefeld, 16.04. 2019
- Workshop Schulen und Kitas, 06.06.2019
- Arbeitstag mit Bildungsträgern, 12.06.2019

Die vierte Zielgruppe „Handwerk, Industrie und Gewerbe“ bekam die Möglichkeit sich bei der Erstellung des IKSK, während des Workshops „Kommunale Wirtschaft, Stadtentwicklung und Wohnen“ am 25.06.2019, zu beteiligen.

Die fünfte Zielgruppe „Vereine und Verbände“ wurde in dem Workshop „Öffentlichkeitsarbeit und Sensibilisierung“ am 17.10.2019 eingebunden.

Die sechste Zielgruppe „Politik“ wurde in 2019 wie folgt eingebunden:

- Vortrag im gemeinsamen Ausschuss Bau, Planung und Umwelt zum Stand der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes, 02.07.2019
- Workshop Potenziale und Maßnahmen, 18.09.2019
- Vortrag im gemeinsamen Ausschuss Bau, Planung und Umwelt zum Stand der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes, 05.11.2019

Durch die Fachgespräche, Workshop-Reihe und öffentlichen Veranstaltungen gab die Stadt Krefeld den Akteuren die Möglichkeit sich bei der Erstellung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes einzubringen. Es wurden in großen Runden Ideen erarbeitet und erste Schritte zur Umsetzung eingeleitet. Daraus resultierten Maßnahmen die in das Klimaschutzkonzept aufgenommen wurden. Alle Ergebnisse der zielgruppenspezifischen Workshops sind in Anhang 3 aufgeführt.

Öffentlichkeitsarbeit

Die Erstellung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes der Stadt Krefeld wurde mit Hilfe von Pressemitteilungen und Pressekonferenzen in die breite Öffentlichkeit getragen.

- Pressekonferenz zum Projektauftritt, 22.03.2019
- Pressekonferenz zur Veranstaltung „ Dialog KrefeldKlima: Klimaschutz“, 24.06.2019
- Pressekonferenz zur Veranstaltung „ Dialog KrefeldKlima: Klimafolgenanpassung“, 26.08.2019
- Presseartikel:
 - Startschuss für das Krefelder Klimaschutzkonzept ist gefallen, 14.02.2019
 - Krefelder sollen mitreden – denn Klimaschutz geht uns Alle was an!, 09.04.2019
 - Erste Ergebnisse der Online-Bürgerbefragung, 23.05.2019

- Dialog KrefeldKlima 2030: Klimaneutrale Veranstaltung durch CO₂-Vermeidung, Reduzierung und Kompensation, 08.07.2019
- KrefeldKlima 2030 – Stadt lädt Unternehmen zum Fachworkshop „Klimaschutz und Klimafolgenanpassung in Industrie & Gewerbe“ ein, 07.08.2019

Unterstützend hierzu wurden mehrere Marketing-Instrumente eingesetzt:

- Flyer KrefeldKlima 2030 → Auflage 1.000 Stk., Auslage in Bürgerbüros, VBZ, VHS, SWK und anderen Orten, auch online abrufbar über Homepage
- Presseschild KrefeldKlima 2030 → 1 Stk. (1,5x1m), zwecks Wiedererkennungswertes auf Pressebildern
- Homepage www.krefeldklima.de → laufende Aktualisierung der Unterseite der Stadt-Homepage zu aktuellen Themen, Veranstaltungen und Ergebnissen
- Newsletter KrefeldKlima 2030 → online abrufbar über Homepage, insgesamt 8 Ausgaben, Informationen zum Projektstand, Klimaschutz-News aus der Region, Tipps für den Klimaschutz zu Hause u.v.m.
- Öffentliche Online-Befragung KrefeldKlima 2030 → über 700 Teilnehmer

Wir empfehlen die Weiterführung der bisher eingesetzten Marketing-Instrumente. Durch die enge Zusammenarbeit mit dem Stadtmarketing Krefeld sollten darüber hinaus Optimierungen an dem Internetauftritt vorgenommen werden.

Internetauftritt www.krefeldklima.de

Der Internetauftritt soll das Projekt „KrefeldKlima 2030“ mit seinen Zielen, Inhalten, Abläufen und Ansprechpartnern informieren.

Bei der Umsetzung der Maßnahme, sollten folgende Ansätze verfolgt werden:

- Verbesserung der Auffindbarkeit des Internetauftritts
- Aufbau einer Landingpage als zentrale Plattform für alle Klimaschutzaktivitäten der Stadt Krefeld (in Absprache mit dem zuständigen Fachbereich)
- Mischung aus Information und Aktion (Veranstaltungskalender)
- Breite Themenvielfalt zum Klimaschutz und Klimawandel
- Ansätze zum konkreten Handeln und Denkanstöße

17 Ergebnisse der Online-Befragung

Im Rahmen der Bearbeitung des Klimaschutzkonzeptes wurden die in Krefeld lebenden und / oder arbeitenden Bürger hinsichtlich der Themen Mobilität, Klimaschutz und Klimaanpassung befragt. Insgesamt wurden in einem Zeitraum von 14 Wochen 720 vollständige und auswertbare Fragebögen ausgefüllt. Die Befragung wurde auf verschiedenen Plattformen der Stadt beworben, was wiederum Auswirkungen auf den Verlauf Umfrageteilnehmer hatte. Die Ergebnisse aus dieser Online-Umfrage wurden bei der Erstellung der Klimaschutzteilkonzepte berücksichtigt.

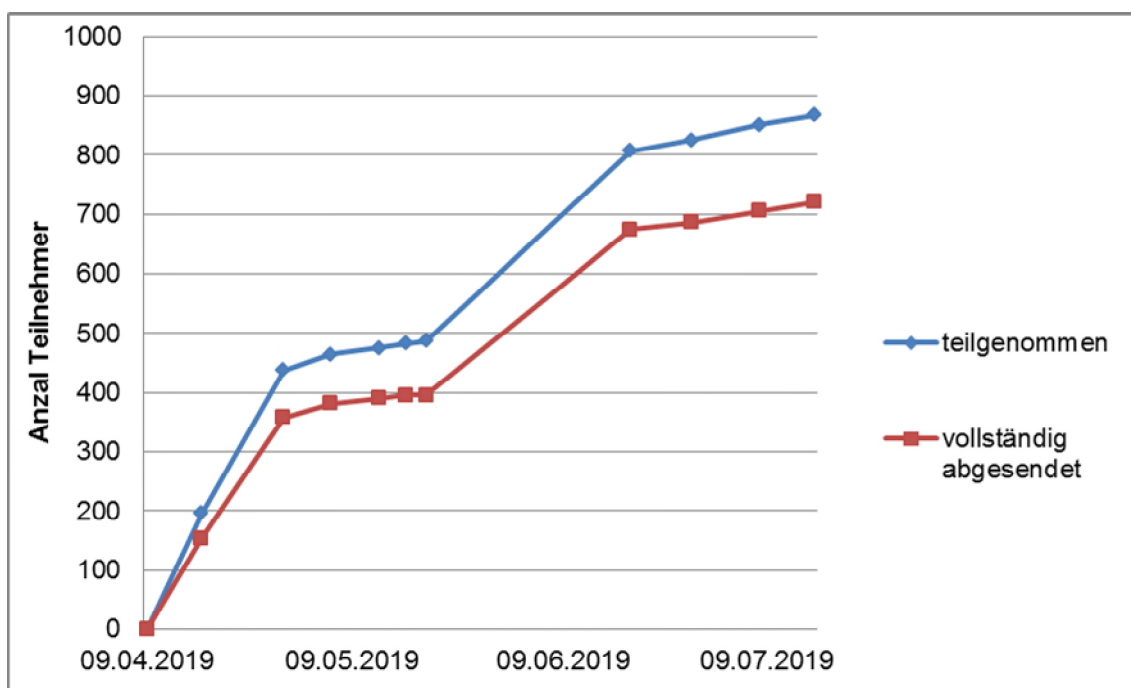


Abbildung 58: Entwicklung der Teilnehmer der Online-Befragung

Die größte Resonanz (34%) aus dem Teilnehmerfeld kommt aus der Altersklasse zwischen 50 und 65 Jahren. Die 18- bis 35-jährigen machen mit 28 % die zweitgrößte Gruppe der Befragten aus. Unter 50 und über 35 Jahre waren 26 %, jünger als 18 Jahre 4 % und älter als 65 Jahre 8 %. Zudem hat sich ergeben, dass mit 87 % fast die gesamte Teilnehmermenge aus Krefeld-Stadtmitte oder den dazugehörigen Stadtteilen kommt. Von den 720 Befragten arbeiten 421 Personen, und damit ebenfalls der Großteil, in Krefeld selbst. Dabei sind die Wohnverhältnisse relativ ausgeglichen, 41 % der Umfrageteilnehmer wohnen zur Miete, 10 % in ihrer eigenen Wohnung und 49 % in ihrem eigenem Haus.

Die Umfrage hat gezeigt, dass die laufenden Projekte wie der Newsletter „Krefeld-Klima 2030“ sowie der Flyer „Krefeld Klima 2030“ kaum wahrgenommen werden. Nur ca. 5 % der Teilnehmer haben sich ausführlich mit den aufgeführten Klimaschutzaktivitäten beschäftigt.

Ebenfalls wurden die Bürger*innen befragt, welche Beratungsangebote der Stadt sie in Bezug auf Klimaschutz und Klimaanpassung kennen bzw. nutzen. Dabei ist zu erkennen, dass grundsätzlich nur ein geringer Anteil eines der aufgeführten Angebote nutzt. Lediglich die Internetseite der Stadt wurde mit ca. 20 % öfters in Anspruch genommen. Die Beratung von Banken sowie die Bauberatung der Stadt kennen mehr als die Hälfte nicht. Am Bekanntesten ist hingegen die Energieberatung der Verbraucherzentrale sowie der Stadtwerke. Knapp 60 % gaben an, dass sie bereits von den beiden Angeboten gehört haben. Ansonsten haben weniger als 50 % etwas von den anderen angegebenen Beratungsmöglichkeiten gehört.

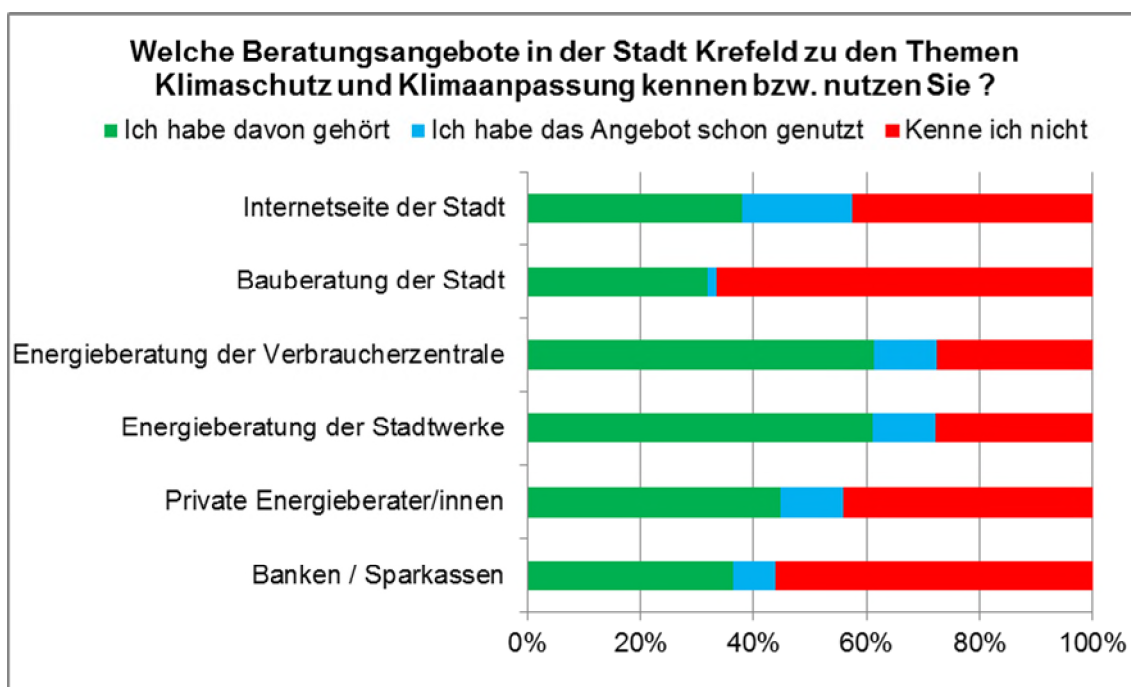


Abbildung 59: Welche Beratungsangebote in der Stadt Krefeld zu den Themen Klimaschutz und Klimaanpassung kennen bzw. nutzen Sie?

Des Weiteren wurden die Teilnehmer gefragt, welche Maßnahme sie in Krefeld für besonders wichtig halten. **Als Ergebnis sehen die meisten den Um- und Ausbau einer klimafreundlichen Mobilität als dringendsten Handlungsbedarf. Auch für wichtig empfanden die Teilnehmer den Ausbau und die Nutzung der erneuerbaren Energien.**

Die Klimaanpassung vor Extremwetterereignissen, wie beispielsweise Hitze, Starkregen oder Sturm, und auch die Energieeinsparung und Energieeffizienz wurden im Vergleich als weniger dringend bewertet.

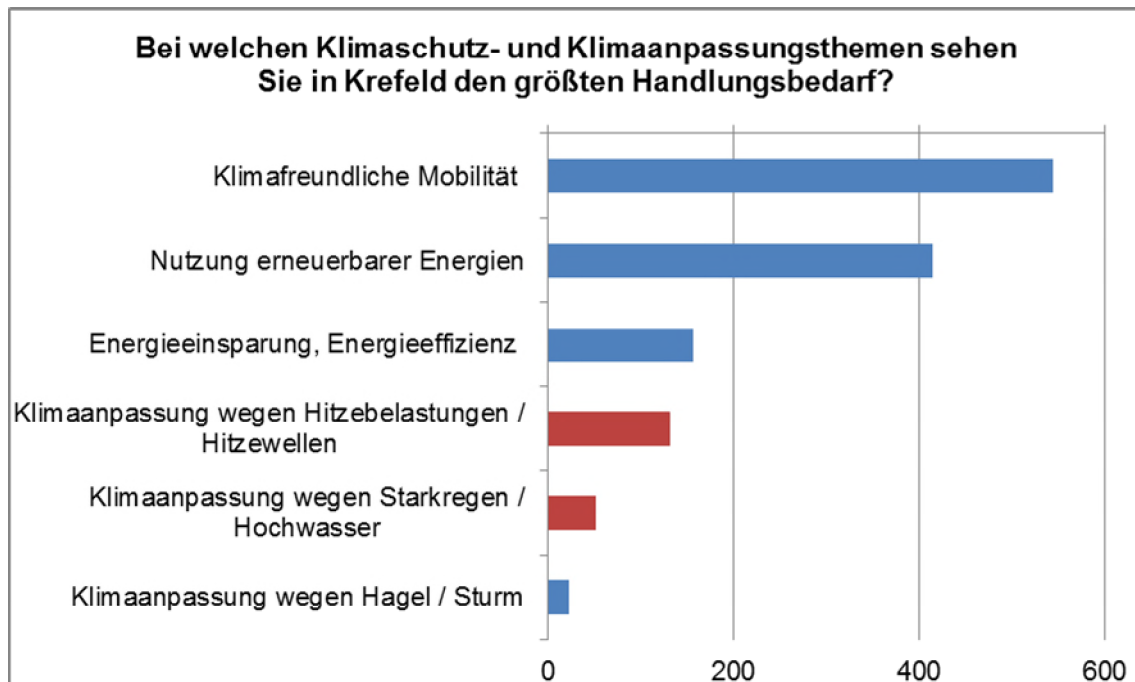


Abbildung 60: Bei welchen Klimaschutz- und Klimaanpassungsthemen sehen Sie in Krefeld den größten Handlungsbedarf?

Auch bezogen auf die Maßnahmen, die durch die Stadtverwaltung umgesetzt werden sollen, haben mit über 70 % der Teilnehmer den Ausbau der klimafreundlichen Mobilität als sehr wichtig eingestuft. Auch die Klimavorsorge durch die Stadt- und Grünflächenplanung wurde mit über 67 % als sehr relevant eingeschätzt. Den Ausbau der Öffentlichkeitsarbeit, die Gesundheitsvorsorge und Maßnahmen zum Schutz gegen Hitze, Trockenheit und anderen extremen Wetterereignissen sowie die Umsetzung von Maßnahmen an städtischen Gebäuden unterstützt etwa die Hälfte. Einen zentralen Ansprechpartner für alle Themen rund um den Klimaschutz wünschen sich ca. 35 %. Als weiteres Ergebnis dieser Frage zeigt sich, dass der weit überwiegende Anteil der Teilnehmer die vorgeschlagenen Klimaschutzaktivitäten durch die Stadt befürwortet.



Abbildung 61: Wie wichtig ist es für Sie, dass die Stadtverwaltung Krefeld die folgenden Aktivitäten zu Klimaschutz und Klimaanpassung voranbringt?

In der Online-Umfrage hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, bereits selbst durchgeführte Maßnahmen im Bereich Klimaschutz und Klimaanpassung zu nennen. Rund um Haus / Wohnung wurden dabei folgende Maßnahmen bereits durchgeführt: Es werden besonders oft energiesparende Leuchtmittel oder energieeffiziente Haushaltsgeräte verwendet und bei Gebäudehüllen wurden beispielsweise Fenstersanierungen und Wärmedämmungen vorgenommen. Im Bereich erneuerbarer Energien wurden im Vergleich weniger Maßnahmen von den Befragten durchgeführt. Nur knapp jeweils 7% gaben an, dass sie eine Solarthermische Anlage bzw. Photovoltaik-Anlage installierten. Die gering-intensive Maßnahme der Heizungsoptimierung führten hingegen ca. 40 % durch. Auch änderte ein Großteil der Befragten das Konsumverhalten sowie die Ernährung. Im Bereich der Mobilität stiegen viele auf das Fahrrad und die ÖPNVs um oder gehen zu Fuß. Weitere von den Befragten durchgeführte Maßnahmen sind die Nutzung von Fahrgemeinschaften und Carsharing-Angebote, und sogar alternative Antriebe (Elektro oder Erdgas) wurden angeschafft.

Im Bereich der Klimaanpassung passten über 320 von 720 Teilnehmern ihr Verhalten während der Extremereignisse an. An den Häusern wurden Verschattungselemente angebracht, Vorsorge gegen eindringendes Wasser in Form von Rückstauklappen und Tauchpumpen betrieben und die Gestaltung der Fassade durch hellere Farben wurden mehrmalig genannt. Der Einbau von Klimaanlage oder die Begrünung der Fassade oder des Daches hingegen wurde bei weniger als 8% durchgeführt.

Abschließenden wurde noch gefragt, ob die Teilnehmer sich vorstellen könnten, ihre umgesetzten Maßnahmen zu präsentieren. Dies verneinte jedoch mehr als 85 %. Nur knapp 10 % könnten sich vorstellen, ihre umgesetzte Maßnahme bei einer passenden Veranstaltung vorzustellen.

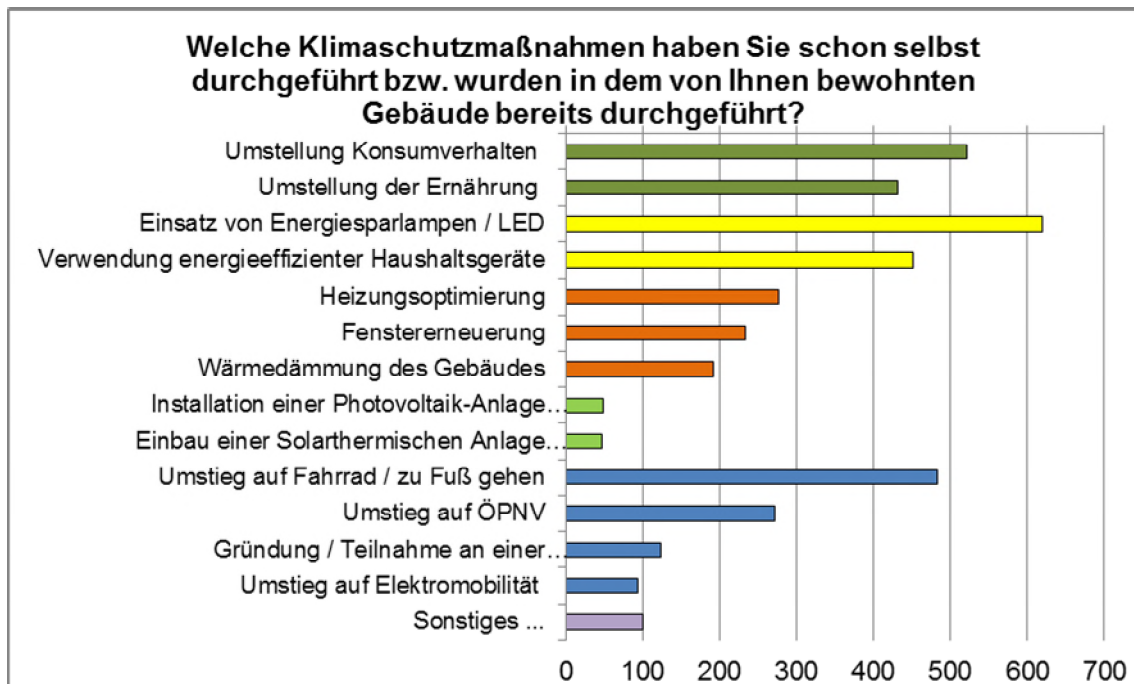


Abbildung 62: Welche Klimaschutzmaßnahmen haben Sie schon selbst durchgeführt bzw. wurden in dem von Ihnen bewohnten Gebäude bereits durchgeführt?

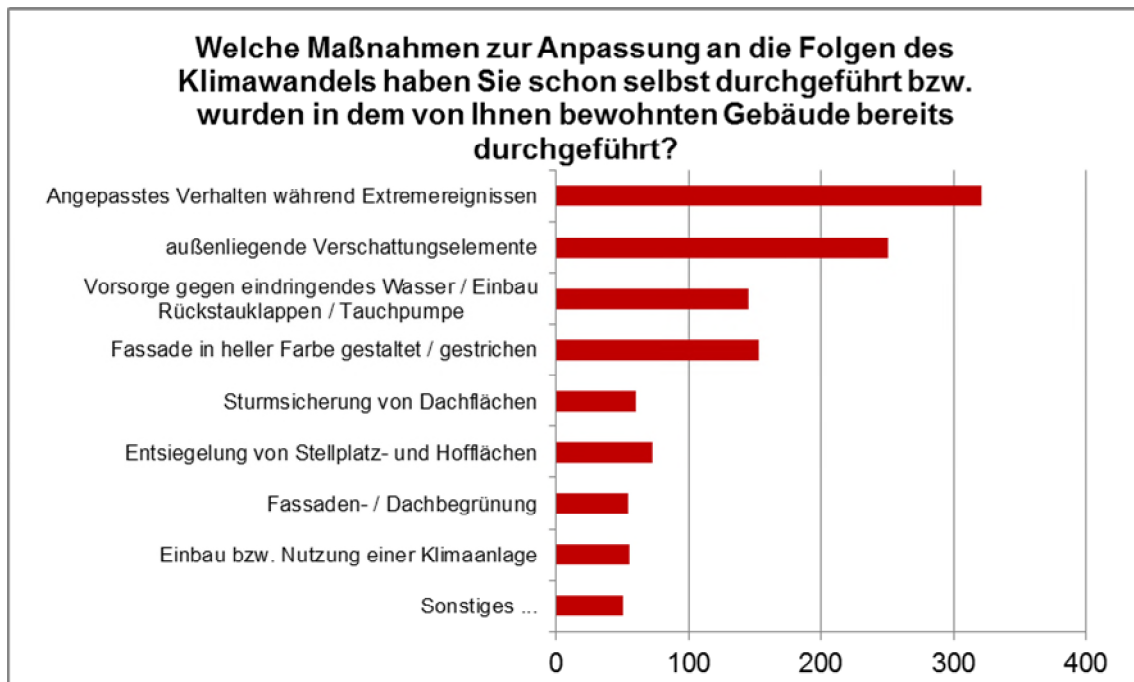


Abbildung 63: Welche Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels haben Sie schon selbst durchgeführt bzw. wurden in dem von Ihnen bewohnten Gebäude bereits durchgeführt?

Ein wichtiger Teil der Befragung war die Frage nach den Hemmnissen, die die Bürger*innen in Krefeld von Klimaschutzmaßnahmen abhalten. Hier wurde am häufigsten der finanzielle Aspekt genannt, da sich Maßnahmen in der Umsetzung oftmals wirtschaftlich nicht rechnen. Weitere Hemmnisse sind, dass zu wenig Informationen existieren und die Themen zu kompliziert sind. Ein sehr geringer Teil sieht andere Themen als wichtiger oder sagt, dass für den Klimaschutz bereits genug getan wird.

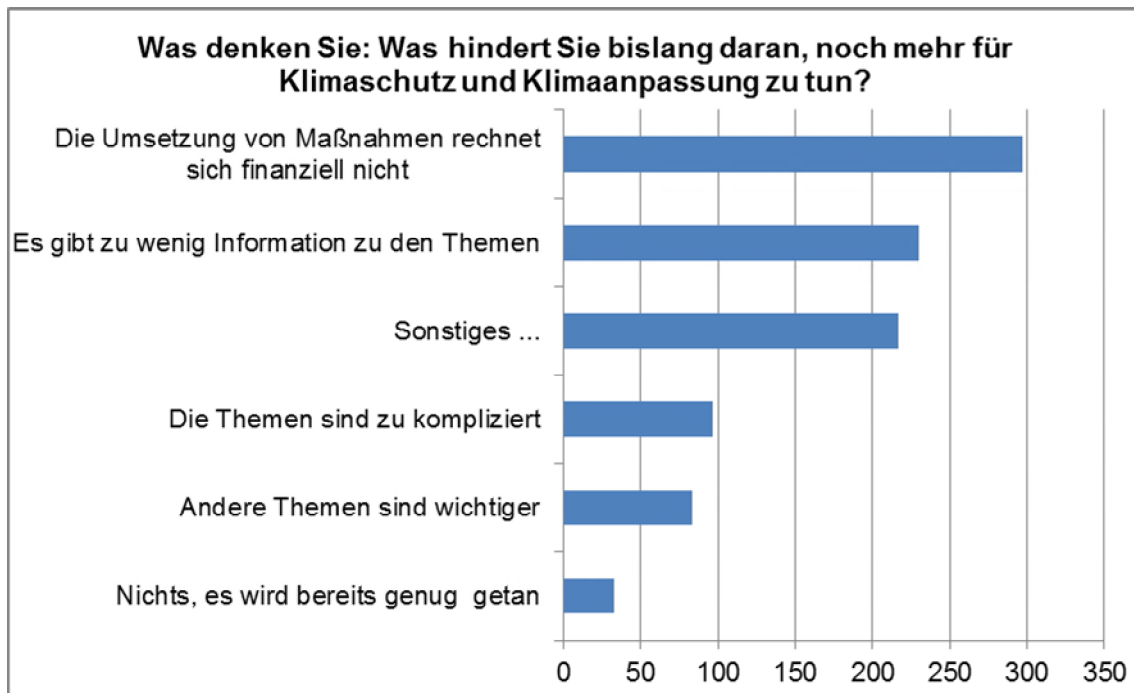


Abbildung 64: Was denken Sie: Was hindert Sie bislang daran, noch mehr für Klimaschutz und Klimaanpassung zu tun?

TEIL G: MAßNAHMENKATALOG

18 Methodische Vorbemerkungen

Die Stadt Krefeld steht bei den Themen „Energie / Klimaschutz und Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ nicht am Anfang und hat in den vergangenen Jahren und Monaten wichtige Aktivitäten umgesetzt, begonnen oder initiiert. Mit dem Ratsbeschluss vom 04.07.2019 hat die Stadt Krefeld außerdem den Klimanotfall ausgerufen und unter anderem 20 Punkte beschlossen, die es für den Klimaschutz und die Anpassung an die Folgen des Klimawandels umzusetzen gilt (Stadt Krefeld 2019a). Dieser Ratsbeschluss bildet, neben der umfangreichen Potenzialanalyse im Rahmen des Integrierten Klimaschutzkonzeptes, die Grundlage für den Maßnahmenkatalog.

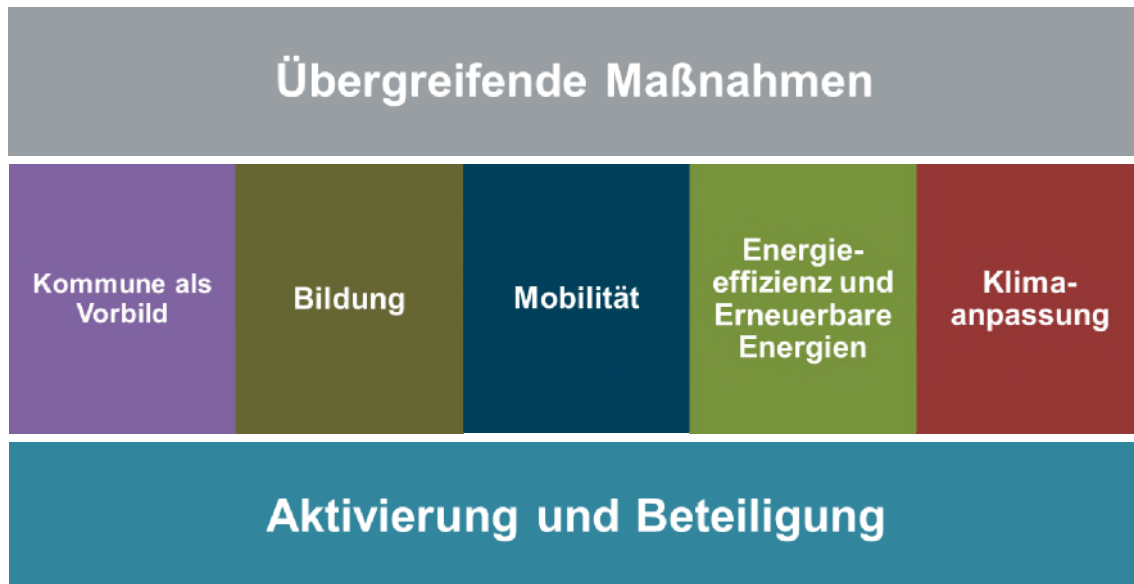
Die Klimaschutzziele können aber nur dann erreicht werden, wenn aktiv auf allen Handlungsebenen dafür weiter gearbeitet wird. Der Politik und der Verwaltung kommt dabei eine wichtige Rolle zu, ihr direkter Einfluss auf die Emissionen ist aber relativ gering. Entscheidend für die Zielerreichung ist es daher, dass es gelingt, möglichst viele Bürger*innen ebenso wie private Unternehmen dazu zu motivieren, Maßnahmen im Sinne des Klimaschutzes umzusetzen. Dabei können und müssen die städtischen Gesellschaften und Betriebe eine maßgebliche Rolle als Partner und Dienstleister für den Klimaschutz und die Anpassung an die Folgen des Klimawandels einnehmen. Nur gemeinsam mit allen Beteiligten kann der Ausstoß der CO₂-Emissionen wirksam gesenkt und die Folgen des Klimawandels gemindert werden.

Daher wurde für das Integrierte Klimaschutzkonzept ein umfangreicher Maßnahmenkatalog unter Berücksichtigung unterschiedlicher Zielgruppen und Handlungsfelder erarbeitet. Als Grundlage dienten die Ergebnisse der Energie- und CO₂-Bilanz sowie der Potenzialanalysen, da diese aufzeigen, wo Handlungsbedarf besteht.

Eine weitere wesentliche Quelle für den Maßnahmenkatalog war eine umfangreiche Beteiligung der relevanten Akteure und der allgemeinen Öffentlichkeit (siehe Teil F „Akteursbeteiligung“). Zu den verschiedenen Themen wurden Workshops und vertiefende Gespräche mit den relevanten Akteuren der Stadt Krefeld geführt und die Politik und sachkundige Bürger wurden in die Erarbeitung des Maßnahmenkatalogs eingebunden. Darüber hinaus konnten die Bürger der Stadt im Rahmen einer Online-Befragung ihre Ideen und Vorschläge einbringen und ihre Meinung zu den notwendigen Handlungsschwerpunkten äußern.

Eine intensive Abstimmung gab es im Handlungsfeld „Mobilität“ mit dem FB 61 und den Bearbeitern des „Mobilitätskonzeptes“. Ziel war es, die parallel laufenden Arbeitsprozesse inhaltlich soweit als möglich zu synchronisieren und zu verzahnen.

Der Maßnahmenkatalog ist in sieben Handlungsfelder gegliedert, die im Folgenden erläutert werden.



Die Ziele und Herausforderungen jedes Handlungsfeldes werden in den folgenden Kapiteln beschrieben und die Gliederung in Maßnahmengruppen erläutert.

Alle der beschriebenen Maßnahmen sind wichtig für die Erreichung der Klimaschutzziele in der Stad Krefeld. Es können jedoch nicht alle Projekte gleichzeitig angegangen werden, einige sind zudem augenscheinlich dringender als andere. Daher wurde eine Bewertung und Priorisierung in Anlehnung an den Ratsbeschluss vom 04.07.2019 zum Klimanotfall für die einzelnen Maßnahmen unter Berücksichtigung folgender Bewertungskriterien bzw. Fragen angewandt:

Wirksamkeit für den Klimaschutz in Krefeld

- Ist die Maßnahme eine notwendige Voraussetzung für andere Maßnahmen?
- Zeigt die Maßnahme schnelle Ergebnisse?
- Übt die Maßnahme eine erkennbare Signalwirkung aus oder werden mit der Maßnahme Multiplikatoren erreicht?
- Ermöglicht die Maßnahme die effiziente Erschließung von Reduktionspotenzialen?

Umsetzbarkeit der Maßnahmen

- Ist die Maßnahme nicht komplex, da bspw. nur wenige Akteure beteiligt sind?
- Sind keine politischen / administrativen Barrieren oder Widerstände wichtiger Akteursgruppen zu erwarten?
- Ist der logistische / finanzielle Aufwand gering?

- Gibt es bereits erkennbare Aktivitäten / Akteure für die Umsetzung?

19 Übersicht über vorgeschlagenen Maßnahmen und die Handlungsfelder

Im Folgenden findet sich eine Übersicht aller vorgeschlagenen Maßnahmen des Integrierten Klimaschutzkonzeptes. Neben der Beschreibung der Handlungsfelder und der spezifischen Strategie bzw. des Handlungsansatzes wird zunächst eine Kurzübersicht über alle erarbeiteten Maßnahmen gegeben. Diese Übersicht enthält neben Maßnahmentitel und Maßnahmennummer die Ergebnisse der Priorisierung. Darüber hinaus wird – soweit einschlägig - jeweils auf die beschlossenen Maßnahmen des Ratsbeschlusses vom 04.07.2019 zum Klimanotfall verwiesen (Punkt, Absatz, Maßnahme).

Zusätzlich werden die relevanten Rollen bei der Umsetzung und die zuständigen Akteure dargestellt. Dabei wird unterschieden in:

- **Initiierung:** der genannte FB / die genannte Organisation hat die Maßnahme im Blick und initiiert die Umsetzung
- **Federführung / Umsetzung:** der genannte FB / die genannte Organisation hat die Gesamtverantwortung für die Maßnahmen (incl. Initiierung) oder ist für die Umsetzung federführend verantwortlich
- **Mitwirkung:** der genannte FB / die genannte Organisation wirkt in Abstimmung mit der federführenden Organisation an der Umsetzung der Maßnahme mit

Hieraus ergibt sich folgende Legende:

	Feld in Tabelle
Priorität	P1 P2
Ratsbeschluss vom 04.07.2019	Punkt ..., Absatz..., Maßnahme... (siehe Anhang Ratsbeschluss mit entsprechenden Kürzeln)
Initiierung	der genannte FB / die genannte Organisation hat die Maßnahme im Blick und initiiert die Umsetzung
Federführung / Umsetzung	der genannte FB / die genannte Organisation hat die Gesamtverantwortung für die Maßnahmen (inkl. Initiierung soweit in der Spalte „Initiierung“ kein Fachbereiche / keine Organisationseinheit genannt ist) oder ist für die Umsetzung federführend verantwortlich
Mitwirkung	der genannte FB / die genannte Organisation wirkt in Abstimmung mit der federführenden Organisation an der Umsetzung der Maßnahme mit

Insgesamt werden 108 Maßnahmen vorgeschlagen, von denen 64 als prioritäre Maßnahmen eingestuft sind. Eine Kurzübersicht aller Maßnahmen findet sich auf den folgenden Seiten. Detaillierte Darstellungen finden sich in den Anhängen:

- Anhang 2.1: Maßnahmensammlung
- Anhang 2.2: Steckbriefe der prioritären Maßnahmen

- Anhang 2.3: Ratsbeschluss vom 04.07.2019 (Klimanotfall) mit entsprechenden Kürzeln

Tabelle 19: Übersicht aller vorgeschlagenen Maßnahmen in den Handlungsfeldern

	Nr.	Bezeichnung der Maßnahme	Priorität	Initiierung:	Federführung / Umsetzung:	Mitwirkung:
Übergreifende Maßnahmen	ÜM-1	Energie- und klimapolitische Leitsätze mit messbaren Zielen auf Grundlage des Ratsbeschlusses vom 4.7.19 konkretisieren und beschließen sowie periodisch fortentwickeln	P1	FB 39	Rat	
	ÜM-2	Einrichtung eines Klimabudgets/Haushaltsposten zur Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen (Sachmittel, Aufträge, Initiativen o.ä.)	P1	FB 39	Rat	FB 20
	ÜM-2a	Bereithaltung von Plänen und Maßnahmen für schnelle Förderanträge	P1	FB 39	KSM	KSM; alle FB
	ÜM-3	Durchführung eines Modellprojekts in einem FB: "Umsetzung Beschluss Klimanotstand im Verwaltungsprozess"	P1	Verwaltungs- vorstand	FB 39	KSM; FB 10; FB 20, Modellfach- bereich
	ÜM-4	Aufbau und dauerhafte Verankerung des "Klimaschutzmanagements" (inkl. finanzielle Ausstattung und entsprechenden Befugnissen) in der Verwaltung	P1	FB 39	Rat	FB 10; FB 20
	ÜM-5	Einführung eines Klimaschutzcontrollings durch das Klimaschutzmanagement (inkl. Berichterstattung in politischen Gremien und Fortentwicklung des Maßnahmenkatalogs)	P1	FB 39	KSM	alle betroffenen FB; Ausschüsse
	ÜM-6	Etablierung einer verwaltungsinternen Steuerungsgruppe KrefeldKlima zur Begleitung der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes	P1	FB 39; Verwaltungs- vorstand	KSM	alle betroffenen FB
	ÜM-7	Koordinierungsrunde KrefeldKlima (intern/extern) als Fortführung der projektbegleitenden „Projektgruppe KrefeldKlima“ zum Klimaschutzkonzept	P1	FB 39	KSM	alle betroffenen FB; GSAK; KBK; SWK; WFG; Wohnstätte
	ÜM-8	Verankerung der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes in den politischen Gremien (gemeinsame Sitzungen, eigener Ausschuss "Energie/Klima") im Jahr 2020	P1	Rat	Ausschüsse	KSM
	ÜM-9	Jugend-Klima-Beirat etablieren	P1	KSM	Jugendbeirat der Stadt Krefeld	Fridays For Future
	ÜM-10	Verankerung von Klimaschutz, nachhaltiger Mobilität und Klimaanpassung in der Bauleitplanung: verbindliche Leitlinien, Grundsätze, fachliche Standards und Prozesse	P1	FB 39; FB 61	FB 61	KSM; FB 39; KBK; FB 10
	ÜM-11	Möglichkeiten vorhabenbezogener Bebauungspläne und städtebaulicher Verträge zur Umsetzung der Belange „Klimaschutz / Anpassung / Energie“ nutzen	P2		FB 61	FB 21; KSM; FB 39
	ÜM-12	Städtebauliche Prozesse und konkrete Projekte zur Umsetzung der Belange "Klimaschutz / Anpassung / Energie" nutzen	P2	FB 62	FB 61	KSM; FB 39
	ÜM-12a	Erarbeitung von Konzepten zur integrierten, energie- und klimaeffizienten Quartiersversorgung (Wärme/Kälte, Strom, Mobilität)	P1		FB 62	FB 61; FB 39
	ÜM-13	Stadtwerke / städtische Unternehmen als Partner & Dienstleister für den Klimaschutz	P1	FB 39	Rat; SWK; KBK; Wohnstätte	KSM; FB 20
	ÜM-14	Fortführung "Vernetzung und Austausch" (u.A. Nachhaltigkeitskonferenz in Krefeld)	P2	FB 39	FB 39, KSM	Abt. 012 (Region und Europa), FB 05
ÜM-15	Fortführung "Dialog mit dem Handwerk" (Masterplan)	P1		KSM	FB 39, HWK, Kreishandwerke rschaft Niederrhein	
ÜM-16	Beitritt zu externen Netzwerken (Klimabündnis, Konvent der Bürgermeister)	P1	FB 39	KSM	FB 39	

	Nr.	Bezeichnung der Maßnahme	Priorität	Initiierung:	Federführung / Umsetzung:	Mitwirkung:
Kommune als Vorbild	KO-1a	Fortentwicklung des Energiemanagements und Einführung eines Energiemanagementsystems (EnMS) nach bzw. in Anlehnung an ISO 50001 für alle städtischen Liegenschaften (Verbrauchscontrolling, Betriebsoptimierung, geringinvestive Maßnahmen, Nutzerschulungen)	P1	FB 60 (Eigenbetrieb)	FB 60 (Eigenbetrieb)	FB 10
	KO-1b	Einführung eines Energiemanagementsystems (EnMS) nach bzw. in Anlehnung an ISO 50001 für den Kommunalbetrieb Krefeld (Verbrauchscontrolling, Betriebsoptimierung, geringinvestive Maßnahmen, Nutzerschulungen)	P1	KBK	KBK	KSM (Kenntnisnahme)
	KO-2	Beschluss von messbaren Zielen zur Sanierung und Einsatz von Erneuerbaren Energien / KWK der kommunalen Gebäude	P1		FB 60 (Eigenbetrieb)	KSM; FB 39
	KO-3	Aufstellung eines mittel- bis längerfristigen Sanierungsfahrplans. Der förmliche Beschluss eines derartigen Programms gibt den Belangen des Energie- und Klimaschutzes in den Haushaltsberatungen ein besonderes Gewicht und eine notwendige Kontinuität.	P1		FB 60 (Eigenbetrieb)	FB 20
	KO-4	Vollständige LED-Umstellung bei Straßenbeleuchtung (und Liegenschaften)	P1	FB 61	SWK; KBK	
	KO-5	Verbindliche Richtlinien zur klimaschützenden Bewirtschaftung, Neubau und Sanierung von kommunalen Gebäuden (Energetische Standards, Einsatz Erneuerbarer Energien, Anpassung an die Folgen des Klimawandels ...)	P1		FB 60 (Eigenbetrieb)	KSM
	KO-6	Nachhaltige Finanzierung von Energieeinsparmaßnahmen prüfen um eine stetige Sanierungstätigkeit sicherzustellen	P2		FB 60 (Eigenbetrieb); FB 20	Alle betroffenen FB; KSM; FB 20; FB 10; FB 60
	KO-7	Emissionsarmer kommunaler Fuhrpark: Mehr Fahrräder, Pedelecs und Lastenräder, E-Fahrzeuge	P2	FB 39	alle Fachbereiche	alle betroffenen FB; KSM; FB 20; FB 10; KO 60
	KO-8	Kommunales Mobilitätsmanagement etablieren und intensivieren. Beinhaltet u.a. Anpassung der Dienstleisterichtlinien zur Förderung klimafreundlicher Mobilität (Radverkehr, ÖPNV, Carsharing)	P1	FB 61	FB 61; FB 10; KBK; SWK; GSAK; Wohnstätte	KSK
	KO-9	Fahrrad-Abstell- & Lademöglichkeiten in der Stadtverwaltung schaffen / ausbauen	P1	FB 61	FB 60 (Eigenbetrieb); FB 10	
	KO-10	Bereitstellung von Duschen und Umkleieräumen für Radfahrer	P2		FB 60 (Eigenbetrieb)	
	KO-11	Job-Ticket	P2	FB 61 (Mobilitätsm.)	FB 10; KBK; SWK; GSAK; Wohnstätte	FB 20
	KO-12	Verankerung von Klimaschutz und Klimaanpassung bei Beschaffung und in Vergabeverfahren (Leistungsbeschreibung, Zuschlagskriterien, Bedingungen für die Ausführung des Auftrags)	P1	FB 39; KSM	FB 10; FB 30; KBK; SWK; GSAK; Wohnstätte	FB 20
	KO-13	Umstellung auf klimafreundliche Druckerzeugnisse und Reduzierung des Papierverbrauchs innerhalb der Verwaltung (Fortführung)	P2	FB 10	FB 10; KBK; SWK; GSAK; Wohnstätte	
	KO-14	Einführung klimafreundlicher Ernährung in städtischen Einrichtungen (Kitas und Schulen, Stadtverwaltung)	P2	FB 40	FB 40 FB 10	
KO-15	Alle städtischen Veranstaltungen werden klimaneutral ausgerichtet	P2	KSM	alle veranstaltenden GB und städtischen Gesellschaften	FB 10; FB 20; 05	
Bildung	BI-1	Etablierung einer umweltpädagogischen Stelle in der Kommune zur Koordination der Umweltbildungsarbeit	P1	KSM	Dezernat IV	FB 51; FB 40; FB 39
	BI-2	Abfalltrennung an Schulen und Kitas	P2	FB 40	FB 60 (Eigenbetrieb)	Schulen und Kitas, FB 39, KSM
	BI-3	Trinkwasserspender an Schulen	P2	FB 40	FB 60 (Eigenbetrieb)	Schulen und Kitas, FB 39, KSM
	BI-4	Themenabende Klimaschutz in Bildungseinrichtungen	P2	KSM	FB 40	
	BI-5	Umsetzung der Prinzipien " Bildung für nachhaltige Entwicklung" sowie Beitritt zum kommunalen BNE-Netzwerk	P2		FB 40	KSM
	BI-6	Unterstützung von Schulen und Kitas bei der Verankerung des Klima- und Ressourcenschutzes in den Schul- und Kita-Alltag	P2	KSM	FB 40, KSM	

	Nr.	Bezeichnung der Maßnahme	Priorität	Initiierung:	Federführung / Umsetzung:	Mitwirkung:
Mobilität	MO-1	Erarbeitung und Umsetzung eines Geschwindigkeitskonzeptes	P2		FB 61	
	MO-2	Erarbeitung und Umsetzung eines innovativen Logistikkonzeptes zur verkehrlichen Entlastung der Krefelder Innenstadt	P2		FB 61	
	MO-3	Machbarkeitsuntersuchung: Infrastruktur für klimafreundlichere Binnenschifffahrt im Krefelder Hafen	P2		Hafen Krefeld	
	MO-4	Parkraumkonzept unter Berücksichtigung der Belange des Klimaschutzes weiterentwickeln	P1		FB 61	
	MO-5	Maßnahmen zur Erhöhung der Pünktlichkeit und Verkehrssicherheit des ÖPNV	P2		FB 61	
	MO-6	Prüfung des ÖPNV Netzausbaus und einer Takterhöhung	P1	FB 61	SWK Mobil	FB 61
	MO-7	Prüfung: Synergien: Barrierefreier Umbau und Attraktivitätssteigerung der Haltestellen	P2	FB 61	SWK Mobil	FB 61
	MO-8	Umsetzung Ratsbeschluss: Erarbeitung eines Konzeptes incl. Grundlagenplanung für die „Krefelder Fahrradoffensive“	P1		FB 61	
	MO-9	Umsetzung Ratsbeschluss: Erarbeitung einer Pilotmaßnahme für die Umsetzung kurzfristig realisierbaren Maßnahmen zur Verbesserung der Situation für den Fahrradverkehr	P1		FB 61	
	MO-10	Erarbeitung eines Fahrradparkkonzeptes und Bedarfsgerechter Ausbau der Parkmöglichkeiten für Fahrräder	P2		FB 61	
	MO-11	Schaffung planerischer Grundlagen zur Förderung der Nahmobilität	P1		FB 61	
	MO-12	Fortführung: ausreichende und barrierefreie Fußwege bedarfsgerecht herstellen und sichern	P2		FB 61	
	MO-13	Erarbeitung eines Konzeptes zur Intermodalen Verknüpfung / Aufbau von Mobilitätsstationen	P1		FB 61	SWK Mobil
	MO-14	Konzept für Fahrrad-Verleih-Angebote (incl. Lastenradverleih)	P1		FB 61	
	MO-15	Car-Sharing Angebot evaluieren und ausbauen	P2		SWK	
	MO-16	Ausbau der Ladeinfrastruktur für E-Mobilität	P1	FB 61 (Mobilitätsm.)	SWK	KSM; 012
	MO-17	Initiative „Erdgas-Mobilität“	P2		SWK	
	MO-18	Möglichkeiten der Wasserstoffmobilität prüfen	P1		KSM	SWK Mobil / SWK / 012
	MO-19	Fahrzeugflotte der SWK Mobil auf klimafreundliche Fahrzeugtechnik umstellen	P1		SWK Mobil	
	MO-20	Umstellung betrieblicher Fuhrparke bewerben	P2		WFG	
	MO-21	Initiative „betriebliches Mobilitätsmanagement“	P1		FB 61 (Mobilitätsm.)	WFG
	MO-22	Mobilitätsmanagement und Mobilitätsmarketing für Neubürgerinnen und Neubürger anbieten	P1		FB 61 (Mobilitätsm.)	
	MO-23	Berufspendler: Fahrgemeinschaften und Mitfahrgelegenheiten fördern	P1		FB 61 (Mobilitätsm.)	
	MO-24	Mobilitätsberatung für Bauherren / Ansiedlungswillige anbieten	P1		FB 61 (Mobilitätsm.)	WFG
	MO-25	Fortführung Schulisches Mobilitätsmanagement	P1		FB 61 (Mobilitätsm.)	FB 40, Dez. IV
	MO-26	Umweltverbands-Mobilitätskarte entwickeln	P2		SWK Mobil	
Energieeffizienz und Erneuerbare Energien	EE-1	Bewerbung Solarkataster	P2		KSM	SWK; WFG
	EE-2	Initiative "PV im Mietwohnungsbau und bei Wohnungseigentum"	P1	KSM	KSM; Wohnstätte	SWK; HWK
	EE-2a	Vorgabe zur Installation von EE-Anlagen für alle geeigneten Gebäude	P2	KSM	FB 21	KSM; FB 39; FB 61
	EE-3	Effizientere Ausnutzung des Wärmepotenzials der MKVA durch Wärmeverbund prüfen	P1	EGK	SWK; EGK	WFG; KSM
	EE-3a	Aufbau von Areal-, und Nahwärmenetzen mit regenerativen Wärmequellen / Abwärmenutzung	P2		SWK	KSM
	EE-4a	Möglichkeiten der Windenergienutzung prüfen	P2		FB 39	WFG; KSM; SWK
	EE-4	Aktivierung größerer gewerblich genutzter Dachflächen für die Fotovoltaik-Nutzung	P1	KSM	SWK	WFG
	EE-5	Unterstützungsangebote für KMU durch die aktive Partnerschaft mit den Stadtwerken (z.B. für KWK, solare Prozesswärme etc.)	P1	KSM	SWK	WFG
	EE-6	KWK-Initiative (objektbezogen)	P1	KSM	SWK	WFG
EE-7	gemeinsame Initiative mit dem Handwerk: "Solarthermie in Wohngebäuden"	P2	KSM	KSM; HWK	SWK	
EE-8	Gemeinsame Initiative mit dem Handwerk: "weg vom Öl"	P1	KSM	KSM; HWK	SWK	
EE-9	Umsetzung eines Energiesparmodells an Schulen und Kitas (z.B. 50:50 , aktiv fürs klima)	P1	KSM	FB 40	FB 20, FB 60 (Eigenbetrieb)	

Stand: 04.02.2020

	Nr.	Bezeichnung der Maßnahme	Priorität	Initiierung:	Federführung / Umsetzung:	Mitwirkung:
Klimaanpassung	KA-1	Erstellung eines Hitzeaktionsplans bzw. eines Hitzewarnsystems; einschließlich Maßnahmenkonzept zur Anpassung an anhaltende und häufigere Hitzewellen und Notfallmaßnahmen für das Stadtgebiet	P2	KSM	FB 53	FB 50, FB 40, FB 52
	KA-2	Identifikation und Schaffung von Orten / Anlaufstellen im öffentlichen Raum zur Erholung bzw. Versorgung mit Trinkwasser, z.B. Kältestuben, kühle Pocket-Parks mit Trinkwasserspender sowie Kommunikation über eine "Hitzekarte" mit Hinweisen zu Abkühlungsmöglichkeiten	P1		KSM	FB 50, KBK, FB 39, FB 61, FB 62
	KA-3	Verschattung in klimatisch hochbelasteten Stadtgebieten: Ermittlung des Bedarfs (ggf. in Form eines Katasters), Erhalt von bestehenden Räumen und Schaffung von neuen, z.B. durch Laubbäume oder mobile Verschattungselemente an frequentierten Fußwegeverbindungen in der Innenstadt	P2	FB 61	FB 61, FB 39	FB 53
	KA-4	Sensibilisierung der Bevölkerung über Gesundheitsamt und Krankenhäuser zu gesundheitlichen Folgen von Extremwetterereignissen, z.B. durch den Aufbau eines Beratungsangebotes	P2		FB 53	FB 50, FB 40
	KA-5	Klimaangepasste Gestaltung von sozialen und öffentlichen Einrichtungen (z.B. Museen, Pflegeeinrichtungen, Sport- und Freizeitanlagen) zur Bewältigung von Hitze- und Trockenperioden, z.B. über Verschattungsmaßnahmen	P2	FB 53	FB 60 (Eigenbetrieb)	FB 50, FB 53
	KA-6	Weiterentwicklung des kommunalen Katastrophenmanagements mit Blick auf die Anforderungen des Klimawandels; auch Unterstützung der Erarbeitung bzw. Weiterentwicklung eines internen Notfallmanagements für soziale und öffentliche Einrichtungen (z.B. Museen, Pflegeeinrichtungen, Sportanlagen)	P2		FB 37	FB 32, FB 40, FB 41, FB 50, FB 52, FB 60 (Eigenbetrieb)
	KA-7	Aktualisierung der gesamtstädtischen Klimaanalyse unter Berücksichtigung des Klimawandels und bisheriger Extremereignisse als Grundlage für die Ableitung von Planungshinweisen (auch in Hinblick auf Starkregeneignisse und Auswirkungen auf das Grundwasser sowie mit Prüfung der Verknüpfungsmöglichkeiten mit mikroklimatischen Simulationsmodellen)	P1	FB 39	FB 39; KBK (Analyse der Auswirkung und Ableitung von Starkregen)	FB 61 KSM
	KA-8	Konsequente Freihaltung von Frischluftschneisen vor Bebauung durch die Identifikation klimasensibler Bereiche in einer aktualisierten Klimaanalyse (KA-7) und anschließende, wirkungsfähige Sicherung	P1	FB 61	FB 61	KSM
	KA-9	Klimaanpassungspotentiale im Rahmen des Flächenrecyclings identifizieren und nutzen, ggf. Ergänzung mit der verstärkten Nutzung von bauleitplanerischer Festsetzungsmöglichkeiten	P2		FB 61	FB 63
	KA-10	Formulierung von fachlichen Standards zur Förderung von klimaangepasstem Bauen, z.B. in Form von Checklisten; beispielhafte Gesichtspunkte: Begrünung, Versickerung von Niederschlagswasser, Baumaterialien - und Prüfung der Möglichkeiten, diese z.B. an die Erteilung einer Baugenehmigung zu knüpfen.	P1	KSM	FB 61	FB 60 (Eigenbetrieb), FB 39, KSM, KBK
	KA-12	Begrünungsgebot der Vorgärten in Ortssatzungen festlegen, z.B. in Form einer Gestaltungssatzung	P2		FB 61	FB 63
	KA-13	Ausweitung der Förderung von dezentralen Entsiegelungsmaßnahmen sowie Dach- oder Fassadenbegrünung auf weitere Stadtgebiete - dabei die Koordination mit weiteren Zielen, wie bspw. Klimaschutz sicherstellen	P2		FB 61	FB 39, KSM
	KA-14	Information und Sensibilisierung zu klimarobustem Bauen für private Akteure durch die Schaffung von Beratungsangeboten unter Einbeziehung von Wohnungsbaugesellschaften	P2	KSM	FB 63	
	KA-15	Entwicklung eines klimaangepassten Entwässerungs- und Starkregenerisikomanagementkonzeptes, d.h. Durchführung einer Gefährdungs- und Risikoanalyse in Bezug auf Starkregen und Verankerung eines Starkregenerisikomanagements im Planungsaltag	P1	KBK	KBK	FB 61; FB 39; KSM
	KA-16	Anpassung der Entwässerungssatzung für einen erhöhten Anreiz zur Schaffung von Entsiegelungs- und Retentionsmaßnahmen	P2		KBK	FB 61; FB 39
	KA-17	Umsetzung der wassersensiblen Stadtgestaltung und der Anwendung des Regenwassermanagements durch die Schaffung von Retentions- und Speicherräumen, Entsiegelung öffentlicher Flächen und multifunktionalen Flächennutzungen	P2		KBK	FB 61; FB 40
	KA-18	Aufbau einer Informations- und Handlungsgrundlage zur Bewertung der Grundwassersituation im Hinblick auf die Auswirkungen der zu erwartenden Klima- und Nutzungsänderungen	P1	FB 39	FB 39	SWK, KBK, UWB
	KA-19	Aufwertung des Grünflächenunterhalts zur Gewährleistung / Verbesserung der personellen und materiellen Ausstattung sowie Weiterbildung zur klimaangepassten Pflege von Grünflächen; Aufstockung der Finanzmittel im städtischen Haushalt für Neupflanzungen von (klimarobusten) Straßenbäumen (siehe Ratsbeschluss vom 04.07.19) a) Bestandsaufnahme und Detail - Maßnahmenplanung b) Umsetzung der identifizierten Detail- Maßnahmen	P1	FB 39	KBK	FB 39; FB 61
	KA-20	Fortschreibung der Grünflächen- und Freiraumplanung sowie der Forsteinrichtung unter besonderer Berücksichtigung der Anforderungen des Klimawandels, d.h. Erhalt bestehender Grün- und Freiflächen sowie Entwicklung von Entsiegelungs- und Gestaltungskonzepten für Freiräume zur Umwandlung in Grünflächen, Parks und Pocketparks - dabei Biotopverbund und klimarobuste Artenzusammensetzung mitdenken	P1	FB 39	FB39 (bis LPH 2) KBK (ab L>PH 3)	FB 61
	KA-21	Initiierung, Förderung und Unterstützung von nachhaltigen Projekten und Initiativen (z.B. „Essbare Stadt“, „Urban Gardening“, Baumpatenschaften) zur Erhöhung der Biodiversität in der Stadt und Sensibilisierung der Bevölkerung	P2		FB 39	KBK; FB 39; FB 61
	KA-22	Biodiversitätfördernde Umgestaltung hierfür geeigneter städtischer Flächen (u.a. Grünflächen, Verkehrsinseln, Bushaltestellen), z.B. durch die Anlegung von Blühstreifen und Wildblumenwiesen - dabei positive Effekte für Mikroklima, Luft- und Aufenthaltsqualität ausnutzen / kommunizieren	P2	FB 39	KBK	FB 39; FB 61

	Nr.	Bezeichnung der Maßnahme	Priorität	Initiierung:	Federführung / Umsetzung:	Mitwirkung:
Aktivierung und Beteiligung	AB-1	Konkretisierung und Umsetzung einer Kommunikationsstrategie für die Umsetzung der Klimaschutzaktivitäten in der Stadt Krefeld	P1		KSM	FB 05, FB 13, VHS, VZ, Umweltzentrum und andere Beteiligte
	AB-2	Durchführung von Kampagnen	P1	KSM	KSM, FB 05, FB 13, VHS, VZ, Vereine und Verbände	weitere FB der Stadt, Energieagentur NRW, HWK, IHK, WFG, sonstige Partner
	AB-3	Beratungsangebote: Bündelung und Bewerben der Energie-Erstberatung, zielgerichtete Beratungsangebote und Dienstleistungen für Hausverwalter und Eigentümergemeinschaften, Energieeffizienz für KMU, Beratungsangeboten für Kirchen und Vereine (Energie- / Klimacheck)	P1	KSM	KSM, VHS, VZ, Vereine und Verbände, FB 60 (Eigenbetrieb)	weitere FB der Stadt, Energieagentur NRW, IHK, WFG, sonstige Partner
	AB-4	Fortführung: Organisation von Fachvorträgen und Informationsveranstaltungen zu Energie- und Klimaschutzthemen	P1	KSM	KSM, VHS, VZ, Vereine und Verbände	weitere FB der Stadt, Energieagentur NRW, HWK, IHK, WFG, sonstige Partner
	AB-5	Durchführung von Events/ Nutzung von Events	P1	KSM	KSM, FB 05	weitere FB der Stadt, Energieagentur NRW, HWK, IHK, WFG, Vereine, Verbände, Unternehmen, sonstige Partner
	AB-6	Anreize für Klimaschutz-Aktivitäten schaffen	P1		KSM	FB 20, FB 39
	AB-7	Homepage als zentrale Informationsplattform für Klimaschutz in Krefeld	P1	KSM	KSM, FB 10	FB 05, FB 13
	AB-8	Durchgeführte Maßnahmen sichtbar / erlebbar machen	P1	KSM	KSM	FB 10, FB 60, FB 05, FB 39
	AB-9	Einführung des betrieblichen Umweltmanagementprogramms ÖKOPROFIT	P1		KSM	IHK, WFG, HWK, FB 39, Energieagentur NRW, Effizienzagentur NRW
	AB-10	Initiative "mein Verein verpflichtet sich" (freiwillige Selbstverpflichtung)	P2	KSM	KSM, Vereine	

19.1. Handlungsfeld: Übergreifende Maßnahmen

Ziel dieses Handlungsfeldes ist es, einen Orientierungsrahmen für das städtische Handeln zu schaffen und stellt auch die Grundlage für die Umsetzung weiterer Maßnahmen dar. Es sollen die Strukturen und Voraussetzungen geschaffen werden, die notwendig für die erfolgreiche Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes und die Verstetigung in der Verwaltung sind. Stadtplanungs- und Entwicklungsprozesse sollen als Chance für den Klimaschutz und Klimaanpassung genutzt werden und Synergien erzeugt werden. Die Bereitstellung ausreichender finanzieller und personeller Ressourcen ist für die erfolgreiche Maßnahmenumsetzung erforderlich.

Das Handlungsfeld ist in die folgenden vier Maßnahmengruppen gegliedert:

- Grundlagen
- Verstetigung und Controlling
- Stadtplanung und Stadtentwicklung / Konzepte
- Partner und Netzwerke

19.2. Handlungsfeld: Kommune als Vorbild

Ziel des Handlungsfeldes ist es, durch die Umsetzung von verwaltungsinternen Maßnahmen die Vorbildwirkung der Stadt Krefeld im Klimaschutz zu stärken. Durch den Blick auf die eigenen Liegenschaften durch ein systematisches Energiemanagement kann die Verwaltung durch Sanierung, Energieeffizienz und den Ausbau der erneuerbaren Energien ihren Beitrag in der Stadt Krefeld leisten. Das kommunale Mobilitätsmanagement leistet bei der Umstellung auf einen emissionsarmen Fuhrpark und die Schaffung von Anreizen beim Umstieg auf das Rad einen wichtigen Beitrag. Eine systematische klimafreundliche Beschaffung und die Durchführung von klimaneutralen Veranstaltungen haben zudem eine positive Außenwirkung und motivieren die Bürger, selbst aktiv zu werden.

Das Handlungsfeld ist in die folgenden vier Maßnahmengruppen gegliedert:

- Kommunales Energiemanagement
- Energieeffiziente Kommune
- Kommunales Mobilitätsmanagement
- Vergabe / Beschaffung / Sonstiges

19.3. Handlungsfeld Bildung

Ziel des Handlungsfeldes ist es, die diversen Akteure im Bildungsbereich zu vernetzen und die Bildungsangebote zum Thema Klimaschutz und Klimafolgenanpassung zu stärken – vom Kindergarten über Umweltvereine bis hin zur Hochschule. Zielgruppe sind sowohl schulische als auch außerschulische Bildungsakteure wie Bildungsträger und Bil-

derungseinrichtungen. Anhand von praktischen Beispielen der Ressourcenschonung soll das Verständnis insbesondere von Kindern und Jugendlichen zum verantwortungsbewussten Umgang mit Energie, Wasser, Abfall, Lebensmittel und anderen Ressourcen gestärkt werden. Die Fortführung von praktischen Ansätzen besteht in dem Ausbau von pädagogischen Ansätzen in Lehrplänen und der konkreten Umsetzung der Prinzipien „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ im eigenen Umfeld. Um die Entwicklung einer Umwelt- und Nachhaltigkeitskultur in der Krefelder Gesellschaft zu stärken, ist die Umsetzung der Prinzipien der Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Bildungs- und Jugendarbeit von entscheidender Bedeutung. Die Stadt Krefeld sollte hier Verantwortung übernehmen und Maßnahmenumsetzungen unterstützen.

Das Handlungsfeld ist in die folgenden drei Maßnahmengruppen gegliedert:

- Organisatorische Regelung
- Ressourcenschonung
- Pädagogischer Ansatz / Netzwerke

19.4. Handlungsfeld Mobilität

Um die aufgezeigten Emissionsreduktionen zu erreichen, sind Klimaschutzmaßnahmen auf unterschiedlichen Handlungsebenen notwendig. Die Instrumente mit den größten Einsparpotenzialen (ökonomische Maßnahmen sowie gesetzgeberische Maßnahmen zur Verbesserung der Fahrzeugeffizienz und zum Einsatz erneuerbarer Energien) sind Bund bzw. EU vorbehalten. Die Stadt Krefeld kann insbesondere im Bereich Verkehrsvermeidung und –verlagerung sowohl durch Angebotsplanung aber auch durch Restriktionen selber aktiv werden. Darüber hinaus kann die Stadt Krefeld bei der kommunalen Flotte und den Flotten der städtischen Unternehmen – insbesondere auch bei Bussen und Bahnen - auf eine hohe Effizienz bzw. Umweltverträglichkeit achten.

Insbesondere die SWK als städtischer Energieversorger kann ihren Anteil zur Verbreitung der Elektromobilität leisten, indem sie ihr Engagement als Betreiber oder B2B Partner von öffentlichen / halböffentlichen Ladestationen weiter ausbaut, insbesondere aber als „Dienstleister“ im privaten Bereich, sei es für Haushalte oder Gewerbe. Auch für andere Treibstoffe (CNG / LNG, Wasserstoff) kann die SWK durch den Aufbau von Versorgungsinfrastruktur Anreize für die Nutzung dieser umweltfreundlicheren Antriebsarten schaffen.

Das Handlungsfeld ist in die folgenden zehn Maßnahmengruppen gegliedert:

- Stadtentwicklung und regionale Kooperation / Grundlagen und Prozesse
- Fließender Verkehr
- Wirtschaftsverkehr
- Ruhender Verkehr

- ÖPNV
- Radverkehr
- Fußverkehr / Nahmobilität / Verkehrssicherheit
- Intermodale Angebote / neue Mobilitätsangebote
- Alternative Antriebe
- Mobilitätsmanagement

19.5. Handlungsfeld Energieeffizienz und erneuerbare Energien

Ziel des Handlungsfeldes ist es, die Potenziale im Bereich Ausbau der erneuerbaren Energien und Energieeffizienz durch gezielte Unterstützungsangebote und Initiativen auszunutzen. Zielgruppe sind hier private Eigentümer, Mieter, Schulen und Kitas sowie kleine und mittlere Unternehmen. Die Hauptaufgabe der Stadt Krefeld ist hier gemeinsam mit der Handwerkerschaft Initiativen umzusetzen, um so die vielfältigen Akteure bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen zu unterstützen.

Das Handlungsfeld ist in folgenden vier Maßnahmengruppen gegliedert:

- Erzeugung erneuerbare Energien
- Industrie und GHD
- Handwerk als Motor
- Bildungseinrichtungen

19.6. Handlungsfeld Klimaanpassung

Die Auswirkungen des Klimawandels sind in Krefeld bereits in vielfacher Hinsicht spürbar. Mit einer weiteren Zunahme an Hitze- und Trockenperioden sowie Starkregen- und Hochwasserereignisse ist in Zukunft zu rechnen. Ziel des Handlungsfeldes ist die „klima-robuste“ Gestaltung der Stadt Krefeld mit Blick auf die vielfältigen Folgen des Klimawandels. Dazu zählt, die menschliche Gesundheit trotz steigender Hitzebelastung in den Quartieren zu erhalten und empfindliche Bevölkerungsgruppen (z.B. ältere Menschen) zu schützen. Aufgabe ist zudem die Erhöhung der Resilienz von sozialen und öffentlichen Einrichtungen, insbesondere gegenüber Hitzeperioden, aber auch im Umgang mit Notfallsituationen. Besondere Ansprüche des Klimawandels, etwa die Gewährleistung des Frisch- und Kaltlufttransports in hitzebelastete Stadtquartiere, sind bei der zukünftigen Stadtentwicklung und bei der Errichtung von Gebäuden zu berücksichtigen. Klimawandelbedingten Auswirkungen auf die Wasserressourcen (z.B. Veränderung des Grundwasserangebots) sowie die geänderten Anforderungen an Entwässerung (z.B. infolge von Starkregen) gilt es, auf geeignete Weise zu adressieren. Die städtischen Grünflächen müssen besondere Beachtung finden, da sie zum einen stark von den Klimaänderungen

betroffen sind, zum anderen aber auch wichtiges Potenzial (z.B. durch Beschattung, Belüftung) für Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel darstellen.

Das Handlungsfeld ist in folgenden fünf Maßnahmengruppen gegliedert:

- Menschliche Gesundheit und empfindliche Gruppen
- Soziale und öffentliche Einrichtungen
- Stadtentwicklung, Gebäude und Bauen
- Wasserressourcen und Entwässerung
- Grünflächen und Biodiversität

19.7. Aktivierung und Beteiligung

Grundlage für eine erfolgreiche Umsetzung des Integrierten Klimaschutzkonzepts ist eine durchdachte, konsequente und effiziente Kommunikationsstrategie und Öffentlichkeitsarbeit. Die wesentlichen Aufgaben im Handlungsfeld Aktivierung und Beteiligung bestehen darin, Impulse zu setzen, Informationen bereitzustellen und die richtigen Akteure zusammenzubringen, damit diese aus eigenem Interesse heraus Klimaschutzaktivitäten umsetzen. Die hier entwickelten Maßnahmen adressieren die vier Zielgruppen Verbraucher, Wirtschaft, Kommunen und Bildungsträger gleichermaßen über verschiedene Kanäle.

20 Handlungsprogramm

Im Anhang 2.4 wird eine Übersicht über den Zeitplan und die bezifferbaren Sachkosten (incl. der förderfähigen Personalkosten für das Klimaschutzmanagement bis incl. 2025 für die Umsetzung der prioritären Maßnahmen dargestellt. Dieser Zeitraum ergibt sich unter der Voraussetzung, dass

- Im Jahr 2020 das Konzept KrefeldKlima 2030 im Rat zur Umsetzung beschlossen wird,
- Nach Beschluss ein Antrag zur Förderung des Klimaschutzmanagements gestellt und in 2020 bewilligt wird,
- Ab Januar 2021 die Stellen für das Klimaschutzmanagement besetzt sind,
- Eine Förderung für insgesamt fünf Jahre beantragt und bewilligt wird.

Bei den Sachausgaben sind auch mögliche Förderbeiträge und der nach Abzug von Förderbeträgen verbleibende Eigenanteil der jeweiligen „Kostenverantwortlichen“ dargestellt. Dabei werden nur die Kosten dargestellt, die sich nicht aufgrund gesetzlicher Vorgaben ergeben (z.B. Beschaffung leichter und schwerer Nutzfahrzeuge nach der „clean vehicle Richtlinie“). Für das Klimaschutzmanagement wurde unterstellt, dass ab Anfang 2021 zwei über die Kommunalrichtlinie geförderte Vollzeitstellen besetzt sind, von der allerdings eine Stelle unbefristet ist.

In der folgenden Tabelle ist die Übersicht über die veranschlagten Sachkosten nach „Kostenverantwortlichen“ dargestellt (Detail siehe Anhang 2.4).

Tabelle 20: Übersicht über die Sachkosten sowie förderfähigen Personalkosten für KSM und Personalkosten für die "umweltpädagogische Stelle" zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes bis 2025 (bzw. bis 2029 für die Umstellung der Straßenbeleuchtung auf LED)

	2020	2021	2022	2023	Folgejahre	Gesamt	abzügl. Förderung	verbleibender Eigenanteil
Gesamtergebnis	983.800 €	2.609.400 €	3.613.700 €	3.688.700 €	12.273.200 €	23.168.800 €	-781.075 €	22.387.725 €
davon								
Stadt Krefeld	878.800 €	2.404.400 €	3.598.700 €	3.673.700 €	12.243.200 €	22.798.800 €	-741.075 €	22.057.725 €
Stadt Krefeld, allg.	841.000 €	1.539.300 €	2.622.600 €	2.772.600 €	10.453.000 €	18.228.500 €	-206.375 €	18.022.125 €
Stadt Krefeld, KSM	7.800 €	235.100 €	346.100 €	271.100 €	530.200 €	1.390.300 €	-524.700 €	865.600 €
Stadt Krefeld, FB 60	30.000 €	630.000 €	630.000 €	630.000 €	1.260.000 €	3.180.000 €	-10.000 €	3.170.000 €
städtische Unternehmen	105.000 €	205.000 €	15.000 €	15.000 €	30.000 €	370.000 €	-40.000 €	330.000 €
GSAK								
KBK	75.000 €	40.000 €	15.000 €	15.000 €	30.000 €	175.000 €	-40.000 €	135.000 €
SWK	30.000 €	165.000 €				195.000 €		195.000 €
WFG								
Wohnstätte								

Für die vollständige Umstellung der Straßenbeleuchtung (Maßnahme KO-4) sind abweichend die Gesamtkosten bis 2029 dargestellt. Diese betragen 10,4 Mio € und damit nahezu die Hälfte der bezifferten Sachkosten.

Bei einer Reihe von Maßnahmen sind die konkreten Finanzbedarfe i.R. des Klimaschutzkonzeptes nicht bezifferbar. Dies betrifft z.B. die Maßnahmen ÜM-13, KO-2, KO-3, ggfs. KO-5, KO-7, KO-12, KA-2 und KA-19. Hier entstehen weitere Aufwendungen oder Aus-

zahlungen, die im Rahmen der jeweiligen Haushaltsplanaufstellungen noch benannt und spezifiziert werden müssen.

Neben den förderfähigen Personalkosten für das Klimaschutzmanagement sind zur Umsetzung des Konzeptes weitere personelle Ressourcen in den einzelnen Fachbereichen und in den städtischen Betrieben / Gesellschaften zu schaffen. Der Umfang des zusätzlichen Personalbedarf und Details zu den Sachkosten sind den jeweiligen Steckbriefen zu entnehmen.

TEIL H: KOMMUNIKATIONSSTRATEGIE, CON- TROLLING UND VERSTETIGUNG

21 Kommunikationsstrategie

21.1. Ziele und Aufgaben

Die Umsetzung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes und somit die Erreichung der ambitionierten Ziele wird gemeinsam mit allen Akteuren in der Stadt Krefeld erfolgen müssen. Daher ist es notwendig, die Umsetzung des Konzeptes und die einzelnen Maßnahmen in den einzelnen Handlungsfeldern durch eine effektive Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit zu begleiten.

Primäres Ziel der Kommunikationsstrategie ist die Vermittlung der Zielsetzungen des Integrierten Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzeptes in die Breite der Stadtgesellschaft. Dazu sollte als erste Schritte des Klimaschutzmanagements eine entsprechende Kommunikationsstrategie erarbeitet werden (Maßnahme AB-1) mit folgender Zielrichtung:

- Sensibilisierung, Motivierung und Mobilisierung der kommunalen Akteure und Einwohner für den Klimaschutz
- Schaffung eines Klimaschutzbewusstseins auf breiter Ebene
- Positionierung des Themenfeldes Klimaschutz, Energiewende und Klimaanpassung in der Stadt Krefeld
- Laufende Information zur Projektumsetzung.

Die wesentlichen **Aufgaben** der Kommunikationsstrategie bestehen darin:

- Aufzuklären,
- Impulse zu setzen,
- Informationen bereitzustellen und
- Die richtigen Akteure zusammenzubringen.

Ein weiteres wichtiges Element einer zielgerichteten Kommunikationsstrategie ist die Verknüpfung des Projektes mit Personen. Ein Projekt in diesem Umfang erfordert ein Gesicht, eine Identifikationsfigur und eine klare positiv besetzte Botschaft. Dazu sollte eine eindeutige Positionierung und offensive Aussage der Führungspersönlichkeiten aus Politik, Verwaltung oder lokalen Partnern erfolgen. Je mehr dies gelingt, umso klarer kann das Projekt als gemeinsame Zielsetzung in die Breite der Stadtgesellschaft kommuniziert werden.

21.2. Instrumente und Zielgruppen

Begleitend zur Maßnahmenumsetzung des IKSK ist eine entsprechende Kommunikationsarbeit seitens des Klimaschutzmanagements durchzuführen. Damit soll neben einer allgemeinen Information über die laufenden Aktivitäten im Bereich von Klimaschutz die Grundlage für die Einbettung möglichst breiter Teile der Bevölkerung geschaffen werden. Insofern sollte die Öffentlichkeitsarbeit zum Klimaschutz mit Motivierungs- und Marketingaspekten begleitet werden (s. Maßnahmen im Handlungsfeld Aktivierung und Beteiligung).

Klimaschutz und Anpassung an die Folgen des Klimawandels sind die Angelegenheit vieler Menschen und können nicht alleine durch Fachleute in die Umsetzung gebracht werden. Erfahrungen aus anderen Prozessen zeigen, dass dabei insbesondere die Motivation sowie eine positive Ansprache und Besetzung der Themen die besten Voraussetzungen für eine entsprechende Breitenwirkung und Beteiligung mit sich bringen. Dazu sind entsprechend umfangreiche Kommunikationsstrukturen aufzubauen, die den Umsetzungsprozess deutlich machen mit dem Ziel, möglichst viele Mitstreiter*innen zu gewinnen (Information-Identifikation-Motivation).

Im vorliegenden Klimaschutzkonzept wurde bereits eine Vielzahl von Maßnahmen mit hoher Bedeutung für die Öffentlichkeitsarbeit und ein Klimaschutz-Marketing quer durch alle Handlungsfelder erarbeitet. Zum einen wurden klassische Aktivitäten der Öffentlichkeitsarbeit, Aktivierung und Beteiligung entwickelt. Zum anderen wurden Maßnahmen entwickelt, die sich der übergeordneten Vernetzung und Kommunikation widmen (insbesondere Maßnahmen AB-4 und AB-5) oder auch einen starken thematischen Schwerpunkt aufweisen (Maßnahmen AB-9 und AB-10). Insgesamt werden im Rahmen der genannten Maßnahmen unterschiedliche Kanäle gewählt, um die Zielgruppen ansprechen zu können.

Die Einzelmaßnahmen sind entsprechend öffentlichkeitswirksam darzustellen und offensiv zu „vermarkten“. Die laufenden Aktivitäten und Pressestrategien dazu sind in Form einer jährlichen Programmplanung vorzubereiten und abzustimmen. Dies erfolgt unabhängig von einer laufenden Berichterstattung zum Umsetzungsstatus des Masterplans (z.B. in Form jährlicher Klimakonferenzen, Pressegesprächen u.a.m.).

Im Zuge der konkreten Umsetzung der einzelnen Projekte sind weitere Bausteine einer Öffentlichkeitsarbeit sowie eines Klimaschutz-Marketings auszuarbeiten und umzusetzen.

Eine Grundlage dazu ist der folgenden Übersicht zu entnehmen.



Abbildung 65: Kommunikationsstrategie: Instrumente und Zielgruppen

Wesentliche Elemente der Kommunikationsstrategie sind daher:

- Schaffung eines guten, einfachen und motivierenden Zugangs zu zielgruppenorientierten Informationen rund um energieeffizientes Bauen und Sanieren, Stromsparen im Haushalt, Energieeffizienz in Gewerbe, Handel und Dienstleistung, erneuerbare Energien und (Elektro-)Mobilität,
- Kontinuierliche Pressearbeit mit dem Ziel, Energie und Klimaschutz als wichtige Themen der Kommune in den Köpfen zu verankern,
- Projektbegleitende Öffentlichkeitsarbeit zur Unterstützung bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen,
- Organisation von zielgruppenspezifischen Aktionen und Veranstaltungen
- Angebot zielgruppenspezifischer Beratung

Bereits bestehende Aktivitäten und Institutionen sollten soweit möglich in die Kommunikation einbezogen werden. Auf dem Markt vorhandene Infomaterialien, Werkzeuge für die Öffentlichkeitsarbeit und Webtools, wie sie zum Beispiel der BINE-Informationdienst oder die Deutsche Energieagentur in hoher Qualität anbieten, sollten genutzt und auf die örtlichen Verhältnisse zugeschnitten werden.

22 Controlling- und Monitoringkonzept

Mit dem Controlling- und Monitoringkonzept soll künftig überprüft werden, ob die Ziele des Integrierten Klimaschutzkonzeptes erreicht und in welchem Umfang die Maßnahmen des Konzepts umgesetzt werden. Die zentralen Fragen sind:

- Läuft der übergeordnete Umsetzungs- und Beteiligungsprozess?
- Werden die vereinbarten Einzelmaßnahmen umgesetzt?
- Welche Ergebnisse werden erzielt?

Dazu wird ein praxistaugliches Controllingkonzept benötigt, das mit verhältnismäßig geringem Aufwand integrierbar ist, so dass es regelmäßig durchgeführt werden kann.

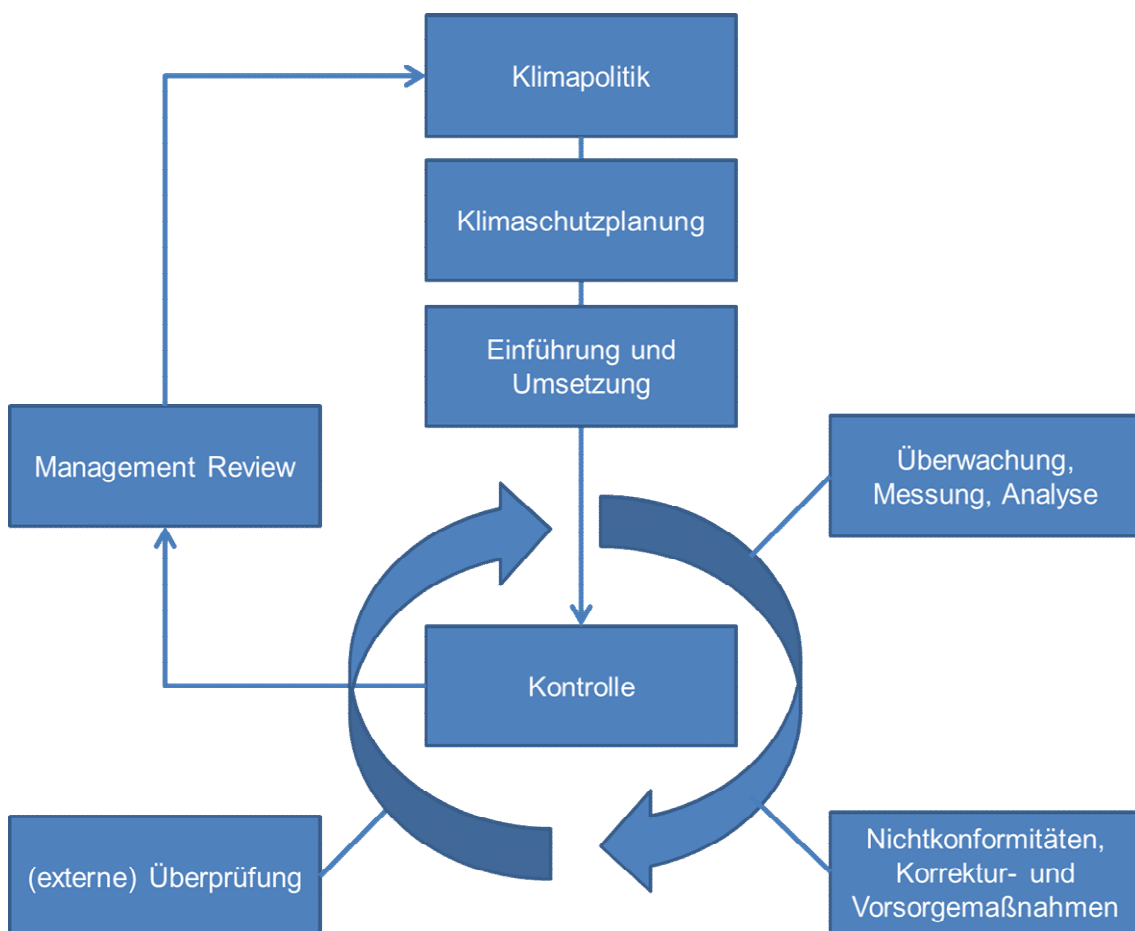


Abbildung 66: Grundzüge zum Controlling und zur Evaluierung in Anlehnung an ISO 50001 / 14001 (kontinuierlicher Verbesserungsprozess)

Das Controlling und die Evaluierung der Klimaschutzaktivitäten sollte in Anlehnung an die in ISO 50001 (Energiemanagementsysteme) beschriebene Vorgehensweise erfolgen: Es geht dabei nicht nur um einen Soll- / Ist-Vergleich sondern vielmehr um eine Steuerung- und Koordinierung im Rahmen eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses.

Grundlage der Norm ist der PDCA-Zyklus (**plan** / planen -> **do** / einführen und umsetzen -> **check** / überwachen, messen und analysieren -> **act** / korrigieren).

Die Einführung und Betreuung des Systems ist Aufgabe des Klimaschutzmanagements. Dabei ist eine Zusammenarbeit von städtischer Verwaltung und kommunalen Unternehmen nötig: Die Bewertung von Informationen sollte auf Verwaltungsebene mit Unterstützung der kommunalen Unternehmen z.B. in der Datenerfassung und -weitergabe erfolgen. Durch die Kooperation zwischen Verwaltung und kommunalen Unternehmen ergeben sich Synergien in allen der im Folgenden genannten Einzelschritte.

22.1. Überwachung, Messung und Analyse

Für das Controlling des Integrierten Klimaschutzkonzepts werden die folgenden Bestandteile empfohlen:

1. Fortschreibbare Energie- und CO₂-Bilanz
2. Indikatoren-Analyse
3. Maßnahmen-Monitoring

Nachfolgend werden die einzelnen Punkte erläutert.

Fortschreibbare Energie- und CO₂-Bilanz

Mit Hilfe der fortschreibbaren Energie- und CO₂-Bilanz kann auch in Zukunft, nach Fertigstellung des Klimaschutzkonzepts, die Entwicklung der Energieverbräuche, der Energieerzeugung sowie der CO₂-Emissionen analysiert werden. Das ist insbesondere deshalb wichtig, damit regelmäßig ein Gesamtüberblick über die klimarelevanten Faktoren dargestellt und die Erreichung der gesetzten Ziele überprüft werden kann.

Es wird empfohlen, die Energie- und CO₂-Bilanz etwa alle drei bis fünf Jahre zu aktualisieren. Die Ergebnisse der Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanz sollten öffentlichkeitswirksam dargestellt werden, z.B. in Form einer entsprechenden Mitteilung in der lokalen Presse (s.u. Klimaschutzberichterstattung).

Im Kapitel 2 zur Energie- und CO₂-Bilanz sind die Daten, die für eine Fortschreibung der Bilanz benötigt werden, beschrieben. Für die Bilanzierung wurde das Tool „EcoRegion“ genutzt. Dieses Tool sollte auch für die Fortschreibung weitergenutzt werden.

Es wird darüber hinaus empfohlen, dass die Kommune das Energie-Monitoring der kommunalen Gebäude und Liegenschaften intensiviert, um den Kenntnisstand über die Energieverbräuche und die Energieeffizienz zu erhalten und daraus potenzielle Maßnahmen ableiten zu können (siehe Maßnahmenkatalog).

Indikatoren-Analyse

Aufbauend auf der Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanz soll eine Indikatoren-Analyse durchgeführt werden, die aufzeigt, wie die Entwicklung in verschiedenen Bereichen vorangeht. Für die Auswahl geeigneter Indikatoren wird der erste Fortschrittsbericht zur Energiewende des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie herangezogen (BMWi 2015). Dieser führt eine umfangreiche Liste von Indikatoren für das Monitoring der bundesweiten Energiewende auf. Aus dieser Liste wurden diejenigen Indikatoren ausgewählt, die für die Fragestellung relevant sind (siehe Tabelle 21). Ausgehend vom aktuellen Stand kann zukünftig anhand der Indikatoren die Entwicklung in der Stadt Krefeld abgebildet werden.

Tabelle 21: Allgemeine Indikatoren für das Monitoring des Klimaschutzkonzeptes

Nr.	Indikator
1	Einwohnerzahl
2	Erwerbstätigenzahl insgesamt und je Einwohner
3	Flächennutzung
4	Bestand an Fahrzeugen nach Fahrzeugklassen insgesamt und je Einwohner
5	Wohnfläche insgesamt und je Einwohner
Energieeffizienz	
6	Endenergieverbrauch nach Energieträgern
7	Endenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren
8	Endenergieverbrauch nach Anwendungsart
9	Spezifischer Endenergieverbrauch je Einwohner nach Verbrauchssektoren
Erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung	
10	Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung nach Technologien
11	Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung nach Technologien
12	Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch Wärme und Strom gesamt
13	Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch
14	Anteil erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch
15	Anteil Kraft-Wärme-Kopplung am Strom- und Wärmeverbrauch
Treibhausgasemissionen	
16	CO ₂ -Emissionen insgesamt und je Einwohner
17	CO ₂ -Emissionen je Verbrauchssektor
18	Vermiedene CO ₂ -Emissionen durch Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Maßnahmen-Controlling

Das Maßnahmen-Controlling dient dazu, die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen des Integrierten Klimaschutzkonzepts zu überprüfen. Dabei wird jährlich analysiert, welche Maßnahmen bereits umgesetzt wurden oder sich in der Umsetzung befinden und wie erfolgreich diese waren beziehungsweise sind.

Zur Bewertung einzelner Maßnahmen gibt es „harte“ Indikatoren, wie zum Beispiel die eingesparte Energiemenge oder die Anzahl von durchgeführten Informationsveranstaltungen sowie „weiche“ Indikatoren, wie beispielsweise die Resonanz der Teilnehmer oder der Gesamteindruck aus Sicht des Veranstalters. In den Maßnahmensteckbriefen ist - soweit möglich - dargestellt, anhand welcher Indikatoren das Maßnahmen-Controlling erfolgen kann.

Bei der Planung und Umsetzung von Maßnahmen ist frühzeitig darauf zu achten, dass die jeweiligen Verantwortlichen mit dem Controlling vertraut gemacht werden und, dass ihnen diese Aufgabe übertragen wird.

Übergreifend ist für das Maßnahmen-Controlling das Klimaschutzmanagement verantwortlich. Soweit die Verantwortung zur Umsetzung von Maßnahmen außerhalb der Stadtverwaltung liegt, wird und muss das Klimaschutzmanagement bei den Zuständigen die Controlling-Ergebnisse abfragen und in einem Gesamt-Controlling zusammenführen.

22.2. Ziellanpassung / Maßnahmenanpassung

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse können Maßnahmen verbessert und ergänzt werden. Zudem wird bei einer Gesamtschau der umgesetzten Maßnahmen ersichtlich, in welchen Bereichen die Kommune besonders stark ist und wo möglicherweise verstärkter Handlungsbedarf besteht.

Bei Bedarf werden Vorschläge zur Ziellanpassung sowie zur Modifizierung der Strategie erarbeitet, neue Maßnahmenvorschläge entwickelt und / oder Vorschläge zur Überarbeitung der Organisationsstrukturen gemacht.

Auch für die Erarbeitung von Vorschlägen zur Ziellanpassung / Maßnahmenanpassung ist das Klimaschutzmanagement zuständig.

22.3. Klimaschutzberichterstattung

Wesentliches Element des Klimaschutz-Controllings ist ein jährlicher Klimaschutzbericht. Um den Prozess zu verstetigen, wird der Klimaschutzbericht in das Themenraster der Sitzungen der kommunalen Verwaltung und Ausschüsse eingeplant.

Der Klimaschutzbericht soll in knapper und prägnanter Form die Aktivitäten des vergangenen Berichtszeitraums beschreiben, einen Ausblick auf die Maßnahmen der nächsten Periode geben und die Ergebnisse des Maßnahmen-Controllings sowie periodisch die Entwicklung der Energie- und CO₂-Bilanz und der darauf aufbauenden Indikatoren-Analyse darstellen.

Zielgruppe des Berichts sind sowohl Entscheidungsträger der Kommune als auch die Öffentlichkeit.

22.4. Personalbedarf, erforderliche Investitionen

Für das Maßnahmen-Controlling und die Berichterstattung sind pro Jahr etwa 15 bis 20 Personentage zu veranschlagen. Alle drei bis vier Jahre soll die Energie- und CO₂-Bilanz fortgeschrieben, sowie die Indikatoren-Analyse aktualisiert werden. Hierfür sind für das Klimaschutzmanagement zusätzlich 15 bis 20 Tage einzuplanen, ggf. mit Unterstützung externer Dienstleister.

Für die Umsetzung des Controlling-Konzepts sind im ersten Schritt keine weiteren Investitionen erforderlich. Die Berichterstattung kann mit Hilfe der vorhandenen Mittel umgesetzt werden. Für die Aktualisierung der Energie- und CO₂-Bilanz ist die Lizenz für das Bilanzierungstool aufrecht zu halten. Die Kosten hierfür liegen aktuell bei 1.750 Euro pro Jahr.

23 Vorschläge für die Organisation des Umsetzungsprozesses / Verstetigungsstrategie

23.1 Fortentwicklung der vorhandener Strukturen / Integration vorhandener Akteure und Prozesse

Die Stadt Krefeld steht bezogen auf die Themen „Energie / Klimaschutz und Klimafolgenanpassung“ nicht am Anfang.

- Insbesondere die Fachbereiche 39 Umwelt und Verbraucherschutz, 60 Zentrales Gebäudemanagement und 61 Stadt- und Verkehrsplanung sind hier schon intensiv tätig.
- Ebenso setzen die kommunalen Betriebe der Stadt vielfältige Aktivitäten hierzu um.
- Darüber haben sich starke Kooperationen mit stadtweiten Akteuren wie z.B. der Verbraucherzentrale (Beratungsaktivitäten) und der Volkshochschule (Information und Weiterbildung) ergeben.
- Zur Begleitung der Erarbeitung des Klimaschutzkonzeptes wurde eine „Projektgruppe KrefeldKlima“ eingerichtet, welche über das Jahr 2019 fünfmal getagt hat.
- Die politischen Vertreter*innen wurden in einem Workshop mitgenommen.

Dies alles findet in der Verstetigungsstrategie ihren Niederschlag. Zur Umsetzung des IKSK und zur Verstetigung der Aktivitäten sollte, soweit als sinnvoll und möglich, auf den vorhandenen Strukturen aufgebaut werden. Die Vernetzung mit den verschiedenen Akteuren (intern wie extern) ist dabei eine wichtige Aufgabe. Vorgeschlagen werden daher:

1. Etablierung einer Stabsstelle „Klimaschutzmanagement“ in der Stadtverwaltung (siehe nachfolgendes Kapitel)
2. Weiterführung der „Projektgruppe KrefeldKlima“ zur Verwaltungs-internen Steuerung der Umsetzung des IKSK als „Steuerungsgruppe „KrefeldKlima“. In der Steuerungsgruppe sollten *mindestens* folgende Fachabteilungen vertreten sein:
 - Stabsstelle Klimaschutzmanagement (Federführung)
 - FB 10 Verwaltungssteuerung und -service
 - Abteilung 012 Region und Europa
 - FB 20 Finanzsteuerung und Beteiligungsmanagement („Kämmerei“)
 - FB 39 Umwelt und Verbraucherschutz
 - FB 60 Zentrales Gebäudemanagement (insb. Energiemanagement) (bzw. Eigenbetrieb)
 - FB 61 Stadt- und Verkehrsplanung
 - FB 62 Vermessungs- und Katasterwesen
 - Koordinator Umweltbildung (bzw. Vertretung GB IV)
 - Personalrat und Gleichstellungsbeauftragte

Es wird vorgeschlagen, dass die Steuerungsgruppe als Arbeits- und Abstimmungsgremium auch den Umsetzungsprozess des Klimaschutzkonzeptes aktiv koordiniert und fallweise weitere Ämter (z.B. Wirtschaftsförderung, Presseamt,

Stadtmarketing, Amt für Schule und Bildung, Amt für Jugendhilfe u.a.) zur Beratung und Abstimmung hinzuzieht. Die Aufgaben der Steuerungsgruppe sind folgende:

- Ämter-übergreifende Steuerung des Umsetzungsprozesses
- Kommunikation des Umsetzungsfortschritts in die Fachämter
- Monitoring von Zielsetzungen und Wirksamkeit von Maßnahmen
- Ansprechpartner für Klärung fachlicher Fragen, Datenerhebung und -analyse
- Umsetzung von Maßnahmen und Generierung von Maßnahmenideen

Die Steuerungsgruppe sollte mindestens quartalsweise tagen sowie nach Bedarf.

3. Einrichtung einer „Koordinierungsrunde KrefeldKlima“ zur Abstimmung von Maßnahmen und Fortentwicklung des IKSK zusammen mit stadtweiten Akteuren. In der Steuerungsgruppe könnten folgende Fachabteilungen vertreten sein:

- Stabsstelle Klimaschutzmanagement (Federführung)
- Abteilung 012 Region und Europa
- FB 39 Umwelt und Verbraucherschutz
- FB 60 Zentrales Gebäudemanagement
- FB 61 Stadt- und Verkehrsplanung
- Stadtwerke Krefeld
- Kommunalbetriebe Krefeld AöR
- Gesellschaft für Stadtreinigung und Abfallwirtschaft Krefeld
- Wirtschaftsförderung Krefeld
- Wohnstätte Krefeld
- Volkshochschule
- Verbraucherzentrale
- Industrie- und Handelskammer
- Handwerkskammer
- Weitere Akteure wie Vereine, Verbände u.a.

Die Aufgaben der Koordinierungsrunde sind folgende:

- Koordinierung von Maßnahmen zwischen allen Beteiligten
- Netzwerkarbeit, gegenseitigen Information, Nutzung von Synergien
- Förderung der begleitenden Öffentlichkeitsarbeit
- Identifikation gemeinsamer Projekte und Initiativen

Die Koordinierungsrunde sollte mindestens halbjährlich tagen sowie nach Bedarf.

4. Konkretisieren der Energie- und klimapolitischen Leitsätze mit messbaren Zielen zu jedem Handlungsfeld
5. Einrichtung eines Klimabudgets / Haushaltspostens zur Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen (Sachmittel, Aufträge, Initiativen o.ä.)

6. Durchführung eines Modellprojekts "Umsetzung Beschluss Klimanotfall im Verwaltungsprozess" in einem Fachbereich und bei Erfolg Ausweitung auf andere Fachbereiche
7. Einführung eines Klimaschutzcontrollings durch das Klimaschutzmanagement (inkl. Berichterstattung in politischen Gremien und Fortentwicklung des Maßnahmenkatalogs)
8. Fortführung und Ausbau des Energiemanagements für alle städtischen Liegenschaften durch das Gebäudemanagement
9. Beschluss von messbaren Zielen zur Sanierung und Einsatz von erneuerbaren Energien / Kraft-Wärme-Kopplung der kommunalen Gebäude
10. Stadtwerke / städtische Unternehmen als Partner & Dienstleister für den Klimaschutz inkl. Verankerung der Ziele / Leitsätze gewinnen
11. Beitritt zu „Konvent der Bürgermeister“: Die Kommune verpflichtet sich dazu, ihre CO₂-Emissionen um mindestens 40% zu reduzieren, ihre Widerstandsfähigkeit gegen die Auswirkungen des Klimawandels zu erhöhen und bis zum Jahr 2030 einen gesicherten Zugang zu nachhaltiger und bezahlbarer Energie bereitzustellen.
12. Beitritt zu „Klima-Bündnis“: Die Klima-Bündnis-Mitglieder verpflichten sich zu einer kontinuierlichen Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen. Sie wollen ihre CO₂-Emissionen alle fünf Jahre um zehn Prozent verringern. Als Langzeitziel wird angestrebt, die Emissionen auf 2,5 Tonnen CO₂-Äquivalent pro Kopf und Jahr zu reduzieren.
13. Umsetzung des Zukunftskonzeptes innerhalb des RegioNetzWerks (Region der Zukunft)
14. Fortführung von Aktivitäten zu Vernetzung und Austausch, z.B. jährliche Nachhaltigkeitskonferenz
15. Fortführung "Dialog mit dem Handwerk" (Masterplan Klimaschutz)
16. Klimaschutz als Bildungsauftrag innerhalb der Stadtverwaltung dauerhaft verankern (u.a. Umsetzung der Prinzipien „Bildung für nachhaltige Entwicklung“)
17. Verankerung der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes in den politischen Gremien (Bildung eines Ausschusses bzw. Unterausschusses "Klima")

23.2 Etablierung eines „Klimaschutzmanagements“ in der Stadtverwaltung

Die Umsetzung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes kann nur dann erfolgreich sein, wenn alle Akteure in den verschiedenen Handlungsfeldern aktiv daran mitwirken. Die Stadt Krefeld kann dabei in vielen Fällen lediglich initiiierend, informierend und beratend wirken, die Umsetzung der Maßnahmen selbst, muss hingegen oft durch Dritte erfolgen. Daher wird es eine wesentliche Aufgabe der Politik und Verwaltung sein, das Thema „Klimaschutz“ dauerhaft präsent zu halten und die relevanten Akteure zu motivieren, zu beraten und die Aktivitäten zu koordinieren.

Damit dies langfristig gewährleistet werden kann, muss das Thema Klimaschutz sowohl organisatorisch als auch institutionell verankert und mit ausreichend personellen und finanziellen Mitteln ausgestattet werden.

Im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) sind eine oder mehrere Stellen förderfähig (bis zu drei Jahre Grundfinanzierung, ggf. Verlängerung). Voraussetzung hierfür ist insbesondere ein abgeschlossenes Integriertes Klimaschutzkonzept.

Auf der Grundlage eines durch den Rat der Stadt Krefeld beschlossenen Klimaschutzkonzeptes kann einmalig die Förderung einer oder mehrerer Stellen für das Klimaschutzmanagement beantragt werden. Nach erfolgtem Ratsbeschluss sind in Krefeld aktuell die formalen Voraussetzungen für die Förderung von Stellen für das Klimaschutzmanagement gegeben. Der Personalbedarf ist im Wesentlichen vom Umfang des Maßnahmenkatalogs abhängig. Um die erforderliche Kontinuität im Klimaschutzmanagement gewährleisten zu können, ist mit dem Ratsbeschluss zum Klimaschutzkonzept neben der bereits im aktuellen Stellenplan vorgesehenen (mit einem „k.w. Vermerk“ versehenen, d. h. befristeten) Stelle des / der Klimaschutzmanager*in (Stellenplannummer 39-005) eine weitere und zwar unbefristete Stelle für Klimaschutz und Klimafolgenanpassung im Stellenplan der Stadt Krefeld vorzusehen und einzurichten. Beide Stellen können im Rahmen der NKI (Nationalen Klimaschutzinitiative) gefördert werden. Damit wird der Grundstein gebildet, den es zu verstetigen und auszubauen gilt.

Aufgabe des Klimaschutzmanagements ist es, durch Information, Moderation und Management die Umsetzung des Klimaschutzkonzepts zu betreuen und das Konzept fortzuentwickeln. Wesentliches Ziel ist es, Klimaschutzaspekte in die Verwaltungsabläufe verstärkt zu integrieren. Das Klimaschutzmanagement ist gleichzeitig zentraler Ansprechpartner bei der Vorbereitung und Steuerung der Maßnahmen, wie sie im Klimaschutzkonzept entwickelt und durch die Gremien beschlossen worden sind. Die Vernetzung mit den Akteuren ist dabei eine wichtige Voraussetzung, ebenso wie ausreichende Befugnisse und der Zugang zu entsprechenden Daten. Weitere Aufgaben sind die Zusammenarbeit mit allen Beteiligten der Projekte, den Verwaltungen und die Durchführung regelmäßiger Informations-, Weiterbildungs- und Vernetzungstätigkeiten. Das Klimaschutzmanagement sollte auch Anregungen für neue Projekte geben.

Ein wichtiges Ziel ist es, verstärkt Klimaschutzaspekte in die Verwaltungsabläufe zu integrieren. Nicht zuletzt ist die im Ratsbeschluss zum Klimanotfall geforderte Berücksichtigung der Auswirkungen auf das Klima bei Entscheidungen sicherzustellen. Eine weitere Aufgabe des Klimaschutzmanagements wird es auch sein, die Prüfung von Entscheidungen auf die Auswirkungen auf das Klima durchzuführen, da es in besonderer Weise dem Klimaschutz in Krefeld verpflichtet ist. Eine abschließende Entscheidung zur Ansiedlung der Aufgabe kann im Rahmen des Modellprojektes zur Umsetzung der Ausrufung des Klimanotfalls getroffen werden (siehe ÜM-3).

Zusätzlich zu der bereits im Stellenplan eingerichteten und im Rahmen der NKI zu fördernden Stelle ist mit dem Ratsbeschluss zum Klimaschutzkonzept eine unbefristete Stelle für Klimaschutz und Klimafolgenanpassung vorzusehen, um die erforderliche Kontinuität im Klimaschutzmanagement gewährleisten zu können. Diese Stelle kann für einen gewissen Zeitraum ebenfalls durch die NKI, wie ausgeführt, gefördert werden.

Dem Klimaschutzmanagement kommen insbesondere folgende Aufgaben zu:

- Koordinierung der Energie- und Klimaschutzaktivitäten in Krefeld
- Einbindung weiterer Akteure / Netzwerkarbeit / Schnittstellenfunktion zwischen der Stadt und regionalen und überregionalen Akteuren (für die Themen, die sich aus der Umsetzung des IKSK ergeben)
- Fachliche Betreuung der politischen Gremien (für die Themen, die sich aus der Umsetzung des IKSK ergeben)
- Begleitung und Koordination der Aktivitäten Dritter, Förderung von Netzwerken
- Evaluierung, Controlling und Fortentwicklung des Maßnahmenkatalogs
- Eruiierung von Finanzquellen und Akquisition von Fördermitteln
- Zentrale Anlaufstelle für Bürger und Unternehmen im Bereich Energie und Klimaschutz
- Erstberatung der Akteure zu Fördermittelquellen im Bereich Energie und Klimaschutz (in Zusammenarbeit / Abstimmung mit der Verbraucherzentrale)
- Öffentlichkeitsarbeit zum Klimaschutz / Ausgestaltung und Durchführung von Klimaschutzaktionen
- Herausgabe eines jährlichen Energie- und Klimaschutzberichts
- Prüfung von Verwaltungs-Entscheidungen auf die Auswirkungen auf das Klima

Es wird vorgeschlagen, das KSM organisatorisch im Geschäftsbereich VI Umwelt und Verbraucherschutz, Soziales, Senioren, Wohnen und Gesundheit anzusiedeln; dies kann auch in einem diesem Geschäftsbereich zugeordneten Fachbereich, insbesondere im FB 39 Umwelt und Verbraucherschutz geschehen.

Quellenverzeichnis

- AGEB 2013 Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Hrsg.: „Anwendungs-
bilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den
Jahren 2011 und 2012 mit Zeitreihen von 2008 bis 2012“, Berlin,
November 2013
- AGEB 2014 Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Hrsg.: „Auswer-
tungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutsch-
land 1990 bis 2013“, Berlin, September 2014
- AGEB 2019 Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Hrsg.: „Auswer-
tungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutsch-
land 1990 bis 2018“, Berlin, August 2019
- AWK 2016 Abfallwirtschaftskonzept der Stadt Krefeld – Fortschreibung 2015 /
2016
- BA 2018 Bundesagentur für Arbeit- SVB Stadtreport für Krefeld 2018
- BINE 2017 BINE Informationsdienst; Themeninfo II / 2017: Solare Prozess-
wärme; Bonn 2017
- BMU 2012 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
(BMU), Hrsg.: „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau
der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung
der Entwicklung in Europa und global“, Berlin, 2012
- BMUB 2016 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
(BMUB) „Klimaschutzplan 2050 Klimaschutzpolitische
Grundsätze und Ziele der Bundesregierung“, 14.11.2016
- BMUB 2017 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
(BMUB) „Klimaschutzplan 2050“, Webseite des BMUB,
[http://www.bmub.bund.de/themen/klima-energie/klimaschutz-
/klima-klimaschutz-download/artikel/klimaschutzplan-
2050/?tx_ttnews%5BbackPid%5D=3915](http://www.bmub.bund.de/themen/klima-energie/klimaschutz-
/klima-klimaschutz-download/artikel/klimaschutzplan-
2050/?tx_ttnews%5BbackPid%5D=3915), aufgerufen im April 2017
- BMWi 2015 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Hrsg.: „Er-
neuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Ent-
wicklung im Jahr 2014“, Berlin, 2015
- BMWi 2019 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Hrsg.:
„Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in
Deutschland“, Berlin, Stand August 2019

- BN 2018 Fast 400 Einsätze für Krefelder Retter durch Sturm „Friederike“, <https://blaulicht-news-krefeld.de/fast-400-einsaetze-fuer-krefelder-retter-durch-sturm-friederike/>, 29.11.2019.
- BN 2019a Freiwillige Feuerwehr Hüls wässert Burggraben, Blaulicht-News Krefeld, <https://blaulicht-news-krefeld.de/freiwillige-feuerwehr-huels-waessert-burggraben/>, 04.08.2019.
- BN 2019a Waldbrandgefahr Stufe 4! – Waldbetretungsverbot in Krefeld, Blaulicht-News Krefeld, <https://blaulicht-news-krefeld.de/waldbrandgefahr-stufe-4-waldbetretungsverbot-in-krefeld/>, 27.09.2019.
- BNA 2019 Liste der Ladesäulen, Stand 09.06.2019
https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/HandelundVertrieb/Ladesaeulen_karte/Ladesaeulenkarte_node.html
- BR-D Hochwasserrisikokarte Rhein. Rheingraben-Nord, Kartenblatt 66 / 104, Bezirksregierung Düsseldorf.
- Bundesregierung 2015 Die Bundesregierung: Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel, Stand: 16.11.2015
- BWP 2013 Bundesverband Wärmepumpen (BWP): BWP-Branchenstudie 2013
- dena 2012 Deutsche Energie-Agentur (dena): „Stand-by“, Webseite der dena zum Thema Stand-By-Verluste, <http://www.thema-energie.de/strom/stand-by/stand-by.html>, aufgerufen im Oktober 2012
- dena 2017 Deutsche Energieagentur (dena): „Initiative Energieeffizienz“, Internetseite <http://www.initiative-energieeffizienz.de>, aufgerufen im April 2017
- DWD 2018 Deutscher Wetterdienst (DWD) 2018: Deutscher Klimaatlas https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html, aufgerufen im Januar 2018
- EA NRW 2010 EnergieAgentur Nordrhein-Westfalen (EA NRW): „Beleuchtung – Potenziale zur Energieeinsparung“, Broschüre der EA NRW, 2010, zu beziehen unter <http://www.energieagentur.nrw.de>
- EcoRegion 2019 Bilanzierungstool, region.ecospeed.ch, Bezugsjahr 2017

- Future Cities 2013 Lippeverband, Lead-Partner des INTERREG IVB-Projekts: Future Cities Anpassungskompass – Handbuch zur Entwicklung klimatauglicher Stadtregionen, 2013
- HSBA et al. 2017 HSBA Hamburg School of Business Administration et al.: Last-Mile-Logistics Hamburg – Innerstädtische Zustelllogistik; Hamburg, Mai 2017
- ifeu 2014 ifeu - Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg GmbH: „Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland“, Heidelberg, April 2014
- IÖW 2017 Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) zusammen mit dem Deutschen Institut für Urbanistik (difu): „Online-Wertschöpfungsrechner für energetische Gebäudesanierung“, [Webseite](#), April 2017
- IT.NRW 2019a Information und Technik Nordrhein-Westfalen Pendleratlas NRW <https://www.pendleratlas.nrw.de/>
- IT.NRW 2019b Fortschreibung Wohngebäude- u. Wohnungsbestand GWZ 2011
- Kasang, D. 2011 Kasang, D.: Veränderung regionaler Niederschlagsextreme, in Lozan, J.L., H. Graßl, P. Hupfer, L. Menzel, C.-D. Schönwiese: Warnsignal Klima: Genug Wasser für alle? Wissenschaftliche Fakten, Hamburg, 351-357 (Neuaufgabe 2011).
- KBA 2019 Kraftfahrt-Bundesamt; Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken (https://www.kba.de/DE/Statistik/statistik_node.html)
- KBK 2019 Steckbrief „Vollständige LED-Umrüstung der Straßenbeleuchtung“; interne Information vom 16.10.2019
- KLARO 2016 Klimarobust Planen und Bauen. Ein Leitfaden für Gebäude im Bestand, Handwerkskammer Frankfurt-Rhein-Main, 2016
- KREFELD 2018 Grundwasser im Dykgebiet. Erkenntnisse und Handlungsalternativen, Präsentation der AG Grundwasser Dykgebiet.
- Kropp, J. et al. 2009 Kropp, J. et al.: Klimawandel in Nordrhein-Westfalen - Regionale Abschätzung der Anfälligkeit ausgewählter Sektoren. Abschlussbericht des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) für das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (MUNLV). Potsdam. 2009.

- Landtag NRW 2013 Nordrhein-Westfalen, Landesregierung. "Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes in Nordrhein-Westfalen." *Gesetzentwurf, Landtags-Drucksache* 15 (2013): 2953.
- LANUV 2010a Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) : Klima und Klimawandel in Nordrhein-Westfalen Daten und Hintergründe LANUV-Fachbericht 27. Recklinghausen. 2010.
- LANUV 2010b Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV): Extremwertstatistische Untersuchung von Starkniederschlägen in NRW (ExUS) - Veränderungen in Dauer, Intensität und Raum auf Basis beobachteter Ereignisse und Auswirkungen auf die Eintretenswahrscheinlichkeit, Abschlussbericht erstellt für das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW) durch die Arbeitsgemeinschaft aqua_plan GmbH, hydrometeo GmbH & Co. KG und dr.papadakis GmbH. 2010.
- LANUV 2013a Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW; Teil 1: Windenergie; LANUV-Fachbericht 40; (Fassung 2013)
- LANUV 2013b Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW; Teil 2: Solarenergie; LANUV-Fachbericht 40
- LANUV 2014a Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW; Teil 3: Biomasse; LANUV-Fachbericht 40; 2014
- LANUV 2014b Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV): Regionale Klimamodellprojektionen für Nordrhein-Westfalen. 2014:
<http://www.lanuv.nrw.de/klima/klimawandel/klimaprojektionen/klimamodellprojektionen-fuer-nrw/>, Zugriff am 17.02.2017.
- LANUV 2015 Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW; Teil 4: Geothermie; LANUV-Fachbericht 40; 2015
- LANUV 2016
- LANUV 2018a Das landesweite Solarkataster Nordrhein-Westfalen: Ein Instrument zum Ausbau der Solarenergie; LANUV-Info 43
- LANUV 2018b Daten und Fakten zum Klimawandel. Rheinisches Tiefland, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, 2018.
- LANUV 2019 Klimaatlas NRW,
https://www.klimaatlas.nrw.de/Lufttemperatur_Projektionen-Artikel,
24.10.2019.
- LANUV 2019a Potenzialstudie Industrielle Abwärme; LANUV-Fachbericht 96; 2019

MID 2017	Mobilität in Deutschland 2017, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2018
MKULNV 2015a	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen: „Die Klimaschutzpolitik des Landes NRW“, Düsseldorf, 2015.
MKULNV 2015b	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen: „Klimaschutzplan NRW“, Düsseldorf, 2015.
Mobilität 2017	Stadt Krefeld, Modal-Split-Erhebung- Mobilitätsbefragung 2017 zum Werktäglichen Verkehrsverhalten der Bevölkerung in Krefeld
Morcillo 2011	Morcillo, M.; „CO ₂ -Bilanzierung im Klimabündnis“, Frankfurt a.M., November 2011
NVP 2013	Nahverkehrsplan https://www.krefeld.de/C1257CBD001F275F/files/nvp_stadt_krefeld_2013.pdf/\$file/nvp_stadt_krefeld_2013.pdf?OpenElement
ÖEA 2012	Österreichische Energieagentur - Austrian Energy Agency (ÖEA); „Topprodukte“, http://www.topprodukte.at/ ; aufgerufen im Oktober 2012
Öko-Institut 2014	Konventionelle und alternative Fahrzeugtechnologien bei Pkw und schweren Nutzfahrzeugen – Potenziale zur Minderung des Energieverbrauchs bis 2050; Working Paper 3 / 2014 Öko-Institut e.V., August 2014
Öko-Institut et al. 2012	RENEWBILITY II. Szenario für einen anspruchsvollen Klimaschutzbeitrag des Verkehrs. Zentrale Ergebnisse. Berlin / Darmstadt / Freiburg, 2012
Öko-Institut et al. 2014	RENEWBILITY II: Szenarien zum möglichen Beitrag des elektrischen Verkehrs zum langfristigen Klimaschutz“, Berlin, September 2014
Öko-Institut et al. 2016	RENEWBILITY III: OPTIONEN EINER DEKARBONISIERUNG DES VERKEHRSSSEKTORS, Berlin, November 2014
RP 2018	Bitte der Stadt: Bäume auf der Straße gießen, RP Online, https://rp-online.de/nrw/staedte/krefeld/stadt-krefeld-bittet-die-buerger-baeume-an-der-strasse-zu-giessen_aid-23816705 , 05.07.2019.

RP 2019	Currenta: Sorge wegen Niedrigwasser, RP Online, https://rp-online.de/nrw/staedte/krefeld/krefeld-currenta-sorgt-sich-wegen-niedrigwasser-im-rhein_aid-44044291 , 15.07.2019.
RP unklar	https://rp-online.de/nrw/staedte/krefeld/unwetter-in-krefeld-strassen-ueberflutet_bid-13239163#8
STA 2011	Statistisches Bundesamt: Zensus 2011
Stadt Krefeld 2019a	Beschluss des Rates der Stadt Krefeld vom 04.07.2019: Climate Emergency – Ausrufung des Klimanotfall (7355 / 19 E)
Stadt Krefeld 2019b	Beschluss des Rates der Stadt Krefeld vom 04.07.2019: Krefelder Fahrradoffensive-Ausbau des Radwegenetzes (Vorlage Nr. 6882 / 19)
Stadt Krefeld 2019c	Dein Radschloss – Fahrradboxen in Krefeld https://www.krefeld.de/de/inhalt/172-abschliessbare-fahradboxen-stehen-zur-verfuegung/ , 04.04.2019
STADTMOBIL	CarSharing Stadtmobil Rhein-Ruhr GmbH https://rhein-ruhr.stadtmobil.de/privatkunden/
SWK 2017	Herkunftsnachweis für EGK Entsorgungsgesellschaft Krefeld GmbH & Co. KG von GUT Zertifizierungsgesellschaft für Managementsysteme mbh, Berlin
SWK 2019	Leitungsgebundene Energie Verbrauchsdaten (Gas und Strom) der Stadt Krefeld, Stadtwerke Krefeld, 2019
SWK Fahrplan	Fahrplanauskunft Stadtwerke Krefeld https://www.swk.de/privatkunden/bus-bahn/fahrangebot/fahrplanauskunft.html
TUD 2015	TU Dresden, Zertifikat für spezifische CO ₂ Emissionen für Wärmeverbundsystem Krefeld, 2015
UBA 2010	Umweltbundesamt (UBA): „CO ₂ -Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland: Mögliche Maßnahmen und ihre Minderungspotenziale“, http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3773.pdf
UBA 2013	Umweltbundesamt (UBA, Hrsg.): „Potenziale des Radverkehrs für den Klimaschutz“, Ahrens, Becker et al., Dessau-Roßlau, März 2013

- UBA 2016 Treibhausgasneutraler Güterverkehr ist nötig – und möglich. Pres-
seinfo Nr. 24. Online abrufbar unter
<https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/treibhausgasneutraler-gueterverkehr-ist-noetig>
- UBA 2017 Umweltbundesamt (UBA): „Energiebedingte Emissionen“,
<http://www.umweltbundesamt.de/daten/energiebereitstellung-verbrauch/energiebedingte-emissionen>, Mai 2017
- UBA 2019 Umweltbundesamt (UBA): „Entwicklung der spezifischen Kohlen-
dioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 -
2018“, April 2019
- VDI 2015 Verein Deutscher Ingenieure: VDI 3787 Blatt 1, Umweltmeteorolo-
gie: Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen, Kom-
mission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN-Normenausschuss
KRdL; September 2015
- WD 2018 Wie sich die Trockenheit auswirkt, Westdeutsche Zeitung,
13.07.2019.
- WD 2019 Trotz Niedrigwasser Rekordjahr für Rheinhafen, Westdeutsche
Zeitung, 15.01.19.

WertSicht^{GmbH}

Mensch · Organisation · Umwelt

Aachen

Bendstraße 50-52

52066 Aachen

Telefon 0241 541200

Düsseldorf

Kaiser-Wilhelm-Ring 1

40545 Düsseldorf

Telefon 0211 598961-10

Köln

Oskar-Jäger-Str. 160

50825 Köln

Telefon 0221 99989092

E-Mail: info@wertsicht.de

Internet: www.wertsicht.de



INFRASTRUKTUR & UMWELT

Professor Böhm und Partner

Julius-Reiber-Straße 17

D-64293 Darmstadt

Telefon +49 (0) 61 51/81 30-0

Telefax +49 (0) 61 51/81 30-20

Niederlassung Potsdam

Gregor-Mendel-Straße 9

D-14469 Potsdam

Telefon +49 (0) 3 31/5 05 81-0

Telefax +49 (0) 3 31/5 05 81-20

E-Mail: mail@iu-info.de

Internet: www.iu-info.de