



Wasserkonzept für das Versorgungsgebiet des ZWO

Kommunales Wasserkonzept Offenbach am Main



Veröffentlichungsversion:
In diesem Bericht wurden datenschutzrelevante Inhalte sowie Geschäftsgeheimnisse
und Angaben zu kritischer Infrastruktur entfernt.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	6
2	Ausgangssituation der Stadt Offenbach am Main	7
2.1	Geographie	7
2.1.1	Topographie und Flächennutzung	7
2.1.2	Geologie und Hydrogeologie	9
2.1.3	Klima/Witterung	10
2.1.4	Bevölkerung	12
2.1.5	Maßgebliche Strukturdaten	13
2.2	Naturschutz	17
2.2.1	Rechtlicher Rahmen	18
2.2.2	Methodik	19
2.2.3	Naturschutz in Offenbach	20
2.3	Rechtliche Rahmenbedingungen in Offenbach	21
2.4	Organisation der Wasserversorgung	22
3	Strukturen der Wasserversorgung	23
3.1	Struktur der öffentlichen Wasserversorgung	23
3.2	Struktur der Wassernutzung	23
4	Wasserressourcen und Wasserdargebot in den Bilanzräumen	24
4.1	Grundwasser	24
4.2	Oberflächenwasser	25
4.3	Niederschlagswasser	26
4.4	Abwasser	27
4.5	Altlasten	28
5	Bisherige Entwicklung der Wassernutzung/Wasserbedarf	29
5.1	Öffentliche Trinkwasserversorgung	29
5.1.1	Wasserverbrauch und Pro-Kopf-Verbrauch: Entwicklung 1977 bis 2021	29
5.1.2	Industrie und Großgewerbe	32
5.1.3	Großverbraucher	32
5.1.4	Kommunaler Wasserverbrauch	33
5.1.5	Eigenbedarf und Verluste	35
5.2	Nicht-öffentliche Wasserversorgung	36
5.3	Wassersparnachweis	38
6	Wasserbilanz (Ist-Zustand)	40
6.1	Defizitanalyse	40
7	Entwicklung der Rahmenbedingungen bis 2035 und 2050	42
7.1	Demografische Entwicklung	42
7.2	Kommunalentwicklung	45
7.3	Ausblick auf 2050	47
7.4	Ressourcenverfügbarkeit	47

8	Wasserbedarfsprognose 2035/2050	49
8.1	Grundlagen	49
8.2	Wasserspar- und Substitutionspotentiale	50
8.2.1	Klassische Wassersparpotentiale	50
8.2.2	Regenwassernutzung	50
8.2.3	Weiter gehende Spar- und Substitutionskonzepte	51
8.3	Entwicklung des Pro-Kopf-Bedarfs	52
8.4	Wasserbedarfsprognose öffentliche Wasserversorgung	54
8.5	Spitzenwasserbedarf	56
8.6	Wasserbedarfsprognose nicht-öffentliche Wasserversorgung	57
9	Prognose des nutzbaren Wasserdargebots 2035/2050	58
9.1	Mittelfristige Ressourcenverfügbarkeit bis 2035	58
9.2	Langfristige Ressourcenverfügbarkeit bis 2050	58
10	Wasserbilanz bis 2050	60
10.1	Defizitanalyse	60
11	Potentiale und zukünftige Entwicklung der Trinkwassereinsparung und -substitution	61
11.1	Trinkwassersubstitution durch Betriebswasser	61
11.1.1	Identifizierte Substitutionspotentiale	62
11.2	Zusammenfassung der Einspar- und Substitutionspotentiale	63
12	Ökonomische Aspekte	64
13	Maßnahmenkatalog und Empfehlungen	67
13.1	Maßnahmen und Empfehlungen	67
13.2	Maßnahmenpriorisierung und Umsetzungsbedingungen	68
14	Literatur, Quellen	71

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Flächennutzung in Offenbach (Auszug aus dem Regionalen Flächennutzungsplan 2010)	8
Abb. 2	Grundwasserstandsganglinie Messstelle 507135 (Datenquelle: https://gruschu.hessen.de)	10
Abb. 3	Abweichung der Jahresniederschlagssummen vom Mittelwert der Referenzperiode 1991 – 2020 - DWD-Station Frankfurt/Main	11
Abb. 4	Entwicklung der mittleren Jahrestemperatur – DWD-Station Frankfurt/Main	11
Abb. 5	Einwohnerzahl der Stadtteile von Offenbach am Main	14
Abb. 6	Einwohnerzahl der Statistischen Bezirke von Offenbach am Main	14
Abb. 7	Anteil nicht-deutscher Bevölkerung in den Stadtteilen von Offenbach am Main	15
Abb. 8	Altersdurchschnitt in den Stadtteilen von Offenbach am Main	15
Abb. 9	Wasserverbrauch in Offenbach, 1977 bis 2021 (Darstellung a)	30
Abb. 10	Wasserverbrauch in Offenbach, 1977 bis 2021 (Darstellung b)	30
Abb. 11	Pro-Kopf-Verbrauch in Offenbach, 1977 bis 2021 (Darstellung a)	31
Abb. 12	Pro-Kopf-Verbrauch in Offenbach, 1977 bis 2021 (Darstellung b)	31
Abb. 13	Wasserverbrauch von Industrie und Großgewerbe in Offenbach, 1977 bis 2021	32
Abb. 14	Kommunaler Trinkwasserverbrauch in m ³ /a von 2017 - 2021	34
Abb. 15	Eigenbedarf und Verluste in Offenbach, 1977 bis 2021	36
Abb. 16	Fördermengen des Betriebswasserbrunnens der EVO AG	37
Abb. 17	Fördermengen des Betriebswasserbrunnens der ESO Stadtservice GmbH	38
Abb. 18	Bevölkerungsentwicklung in der Stadt Offenbach	42
Abb. 19	Bevölkerungsentwicklung in den Stadtteilen von Offenbach	45
Abb. 20	Wasserbedarfsprognose für Offenbach am Main bis 2035	54
Abb. 21	Spitzenfaktoren nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 410	56

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Einwohnerzahlen der Stadt Offenbach am Main, 2021	12
Tab. 2	Gebäude- und Wohnungsbestand in Offenbach, 2021	16
Tab. 3	Bautätigkeit in Offenbach, 2021	16
Tab. 4	Arbeitsplätze und Pendler (Stand 30.06.2021) sowie Fremdenverkehr 2021 in Offenbach	17

Tab. 5	Landwirtschaft und Viehhaltung in Offenbach, 2020	17
Tab. 6	Menge des Niederschlagsabflusses von versiegelten Flächen und Dachflächen	27
Tab. 7	Kommunaler Trinkwasserverbrauch in m³/a von 2017 - 2021	34
Tab. 8	Geplante Wohngebiete in Offenbach am Main	46
Tab. 9	Varianten der Bevölkerungsentwicklung in Offenbach am Main	47
Tab. 10	Bestandsdaten für den Pro-Kopf-Verbrauch in Offenbach am Main, 2021	53
Tab. 11	Prognose des Pro-Kopf-Bedarfs in Offenbach am Main 2035	53
Tab. 12	Wasserbedarfsprognose für Offenbach am Main 2035	54
Tab. 13	Priorisierung und Umsetzungsbedingungen der empfohlenen Maßnahmen	70

1 Einführung

Der Zweckverband Wasserversorgung Stadt und Kreis Offenbach (nachfolgend ZWO genannt) versorgt als regionaler Wasserversorger ca. 450.000 Einwohnerinnen und Einwohner im östlichen Rhein-Main-Gebiet mit Trinkwasser. Insgesamt sind 14 Städte und Gemeinden an das Verteilungsnetz des ZWO angeschlossen, wovon 10 Kommunen vollbeliefert und 4 (die Städte Dreieich, Langen (mit Egelsbach), Mühlheim am Main sowie Neu-Isenburg) teilbeliefert werden. Die Stadtwerke der teilversorgten Kommunen betreiben Wasserwerke mit eigenen Gewinnungsanlagen, müssen jedoch zur Deckung des Bedarfs zusätzlich Trinkwasser des ZWO beziehen.

In der Stadt Offenbach am Main fungiert der ZWO nicht nur als Zulieferer, sondern auch als Netzbetreiber bis zu den Endkunden.

Die Kommunen stehen durch den deutlichen Bevölkerungsanstieg und die klimatische Situation schon heute vor großen Herausforderungen. In den Trockenjahren seit 2018 erreichte der Wasserbedarf neue Spitzenwerte. Auch in Zukunft ist mit einem weiteren Bevölkerungswachstum und einem daraus resultierenden Trinkwasserbedarf zu rechnen. Der Klimawandel wird zudem zu einer spürbaren intensiveren Nutzung der Wasserressourcen führen. Die Grundwasserressourcen in der Untermainebene werden bereits heute unter teilweise ausgeprägten Nutzungskonkurrenzen intensiv genutzt.

Diesen zukünftig noch wachsenden Herausforderungen will sich der ZWO in Zusammenarbeit mit den Verbandsgemeinden annehmen und ein gemeinsames teilträumliches Wasserkonzept für die langfristige Sicherstellung der Wasserversorgung erstellen. Im Sinne des Integrierten Wasserressourcenmanagements (IWRM) werden das Dargebot und die Nutzungen aller Wässer bilanziert. Neben der Wassergewinnung für die Trinkwasserversorgung soll auch die Grundwassernutzung durch Landwirtschaft, Industrie und Gewerbe analysiert und das Substitutionspotential von Trinkwasser durch Wasser mit geringeren hygienischen Anforderungen abgeschätzt werden.

Das Wasserkonzept des ZWO gliedert sich in ein übergeordnetes teilträumliches Wasserkonzept für das gesamte Versorgungsgebiet des Zweckverbands sowie in die kommunalen Wasserkonzepte der versorgten Städte und Gemeinden. Der hier vorliegende Bericht ist das kommunale Wasserkonzept für die Stadt Offenbach am Main.

2 Ausgangssituation der Stadt Offenbach am Main

Die Stadt Offenbach ist die fünftgrößte Stadt Hessens. Die kreisfreie Stadt grenzt südöstlich an Frankfurt am Main und liegt in zentraler Lage in der Rhein-Main-Region. Die Stadt ist in 21 Stadtteile bzw. 19 Statistische Bezirke gegliedert.

In Offenbach gibt es keine Gewinnungsanlagen für die öffentliche Wasserversorgung – die Stadt wird vollständig aus Wasserbezug vom ZWO versorgt. Anders als bei den anderen versorgten Kommunen ist der ZWO nicht nur für die Belieferung mit Trinkwasser zuständig. Seit 2016 übernimmt der ZWO alle Aufgaben der öffentlichen Trinkwasserversorgung in der Stadt.

2.1 Geographie

Grundlage des Wasserkonzepts bildet die Ausgangssituation der Stadt. Hierfür werden in den folgenden Kapiteln die topographischen, geologischen und klimatischen Randbedingungen der Stadt Offenbach am Main dargestellt.

2.1.1 Topographie und Flächennutzung

Der Main fließt von Osten nach Westen an Offenbach vorbei und bildet gegenüber Maintal und Frankfurt am Main die nördliche Stadtgrenze. Die flache Ebene entlang des Mains steigt nach Süden hin allmählich an. Zwischen den Städten Offenbach und Frankfurt am Main liegt der sogenannte Frankfurt-Sachsenhäuser Mairdurchbruch. Er markiert mit dem Sachsenhausen-Offenbacher Rücken die naturräumliche Untergliederung in die westliche und östliche Untermainebene, die auch Hanau-Seligenstädter Senke genannt wird. Die Untermainebene ist geprägt durch vorwiegend sandige Ebenen im Höhenbereich von 88 bis rund 150 m. Das in der Untermainebene charakteristische weitgehende Fehlen von Löss ist der Grund für überwiegend sandige, relativ nährstoffarme Böden. Außerdem ist ein verhältnismäßig großer Teil bewaldet. Durch die Tieflage herrscht ein günstiges Klima, wodurch neben Ackerbau vor allem auch Obstbau vorzufinden ist (Klausing 1988).

Das Stadtgebiet umfasst insgesamt rund 44,9 km², wovon rund 35,8 % (16,1 km²) Siedlungsfläche sind. Die Landwirtschaft spielt mit rund 6,3 km² (14,1 %) eine eher untergeordnete Rolle. Insgesamt sind 32,8 % (14,7 km²) des Stadtgebiets bewaldet¹.

Offenbach ist Mitglied des Regionalverbandes FrankfurtRheinMain, der damit auch für die Flächennutzungsplanung der Stadt verantwortlich ist. Abb. 1 enthält einen Auszug aus dem Regionalen Flächennutzungsplan 2010 und zeigt die Flächennutzung in Offenbach sowie einen Auszug aus der Legende.

¹ <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online> (Zugriff 25.05.2023)

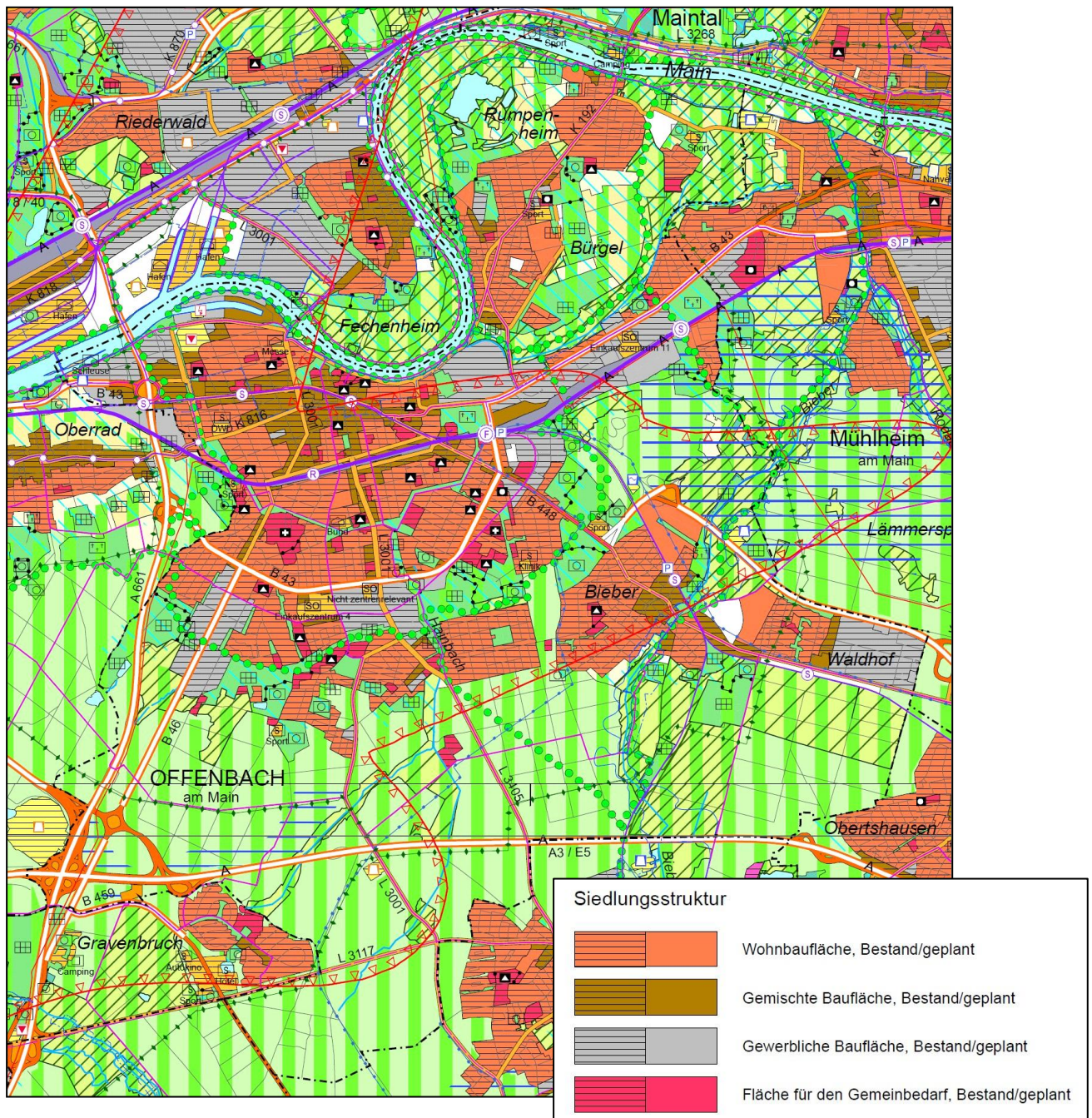


Abb. 1 Flächennutzung in Offenbach (Auszug aus dem Regionalen Flächennutzungsplan 2010)

Im Regionalen Flächennutzungsplan ist Offenbach am Main als Oberzentrum ausgewiesen. Die Oberzentren sollen als Standorte hochwertiger spezialisierter Einrichtungen im wirtschaftlichen, sozialen, kulturellen und wissenschaftlichen Bereich mit z. T. landesweiter, nationaler oder internationaler Bedeutung gesichert werden. Sie sind vorrangige Standorte für eine über die Eigenentwicklung hinausgehende Siedlungstätigkeit sowie für großflächige Einzelhandelsvorhaben.

Offenbach liegt ausgesprochen verkehrsgünstig an der Verkehrsachse Frankfurt – Offenbach – Hanau – Gelnhausen – Schlüchtern – (Fulda) sowie mehreren überörtlichen Nahverkehrs- und

Siedlungsachsen. Mehrere Autobahnen, Bundesstraßen und Bahnlinien kreuzen oder tangieren das Stadtgebiet.

Nach dem Regionalen FNP bestehen in Offenbach bis 2020 Flächenbedarfe von 87 ha für Wohnflächen und 53 ha für Gewerbeflächen – erstere sind in Abb. 1 vor allem in den Stadtteilen Bürgel, Bieber, Rumpenheim und Waldhof zu erkennen (orange, nicht schraffiert), letztere u.a. im Osten und Süden der Stadt erkennbar (grau, nicht schraffiert).

2.1.2 Geologie und Hydrogeologie

Die vom ZWO versorgte Stadt Offenbach liegt im geologischen Strukturraum des Hanauer Beckens. Hydrogeologisch findet hier der Übergang vom hydrogeologischen Teilraum der Hanau-Seligenstädter Senke zum hydrogeologischen Teilraum der Wetterau statt.

Während die Hanau-Seligenstädter-Senke eine Quartärbucht ist, in der quartäre fluviatile Sedimente einen gut durchlässigen Porengrundwasserleiter darstellen, stellt die Wetterau einen tertiären Senkungsraum dar, der von mächtigen tertiären Sedimenten geprägt wird.

Im Waldgebiet zwischen Rosenhöhe und Gravenbruch sowie in unmittelbarer Mainnähe sind pleistozäne Kiese und Sande mit hoher Durchlässigkeit ausgebildet, die einen quartären Grundwasserleiter bilden. Die Grundwasserflurabstände sind vorwiegend kleiner 5 m.

Im restlichen Stadtgebiet stehen die tertiären Sedimente relativ oberflächennah an, darüber ist kein quartärer Grundwasserleiter ausgebildet. In der Offenbacher Kernstadt sowie in den Stadtteilen Bürgel und Rumpenheim handelt es sich um Rupelton, der dem Oligozän zuzuordnen ist. Der Rupelton weist Mächtigkeiten bis zu 100 m auf und ist als Grundwassernichtleiter einzustufen. Im Stadtteil Bieber hingegen stehen miozäne Mergel und Kalksteine unter der geringmächtigen quartären Überdeckung an, die einen Kluftgrundwasserleiter darstellen, der bspw. von den Brunnen des Wasserwerks Mühlheim genutzt werden.

Die Grundwasserfließrichtung im quartären Grundwasserleiter ist nach Norden auf den Main als Hauptvorfluter ausgerichtet. Die Grundwasserhöhen fallen zwischen Gravenbruch und Tempelsee von ca. 125 auf 114 müNN und zwischen der Bundesstraße B43 und dem Main von 105 auf 95 müNN. Die Flurabstände in Mainnähe sind nicht dargestellt, im Waldgebiet westlich von Tempelsee und Gravenbruch variieren die Flurabstände in Abhängigkeit von der Topographie zwischen 1,0 und 7,5 m.

Die langjährige Entwicklung der Grundwasserstände in Offenbach zeigt die Grundwasserstandsganglinie der Messstelle 507135 östlich des Ostbahnhofs (Ganglinie Abb. 2). Die Grundwasserstände zeigen sowohl einen Jahresgang mit Hochständen im Frühjahr und Tiefständen im Herbst als auch einen mehrjährigen Gang, der das Witterungsgeschehen nachzeichnet (bspw. Trockenperiode mit Tiefständen in den 1970er Jahren, Nassjahre 2001 – 2022 mit Hochständen). Die mehrjährige Amplitude beträgt rd. 2 m, die Flurabstände bewegen sich zwischen 1 und 3 m. Die kurzzeitigen Tiefstände in 1992 sind vermutlich auf eine temporäre Wasserhaltungsmaßnahme zurückzuführen.

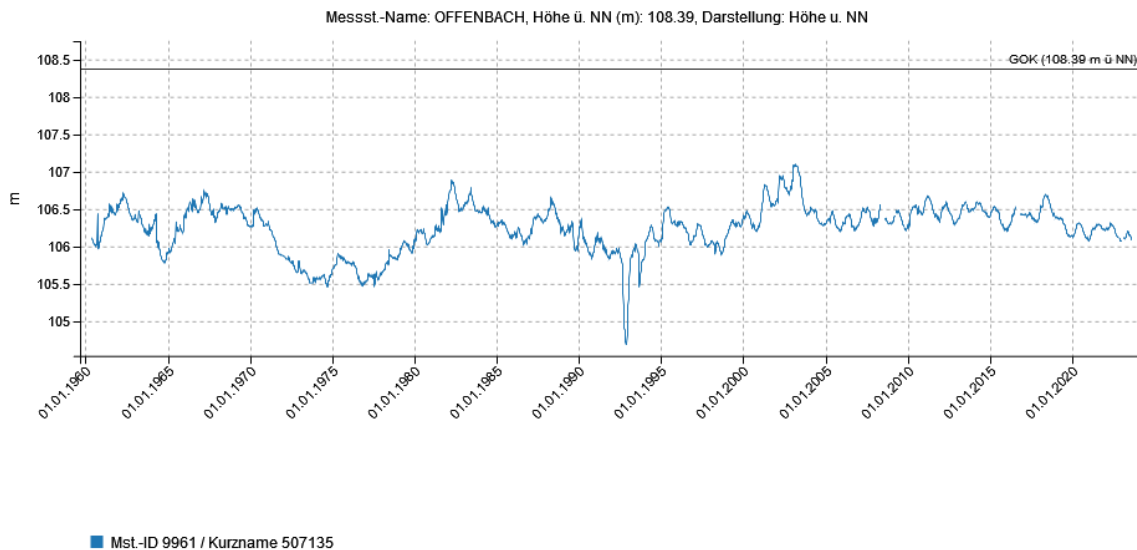


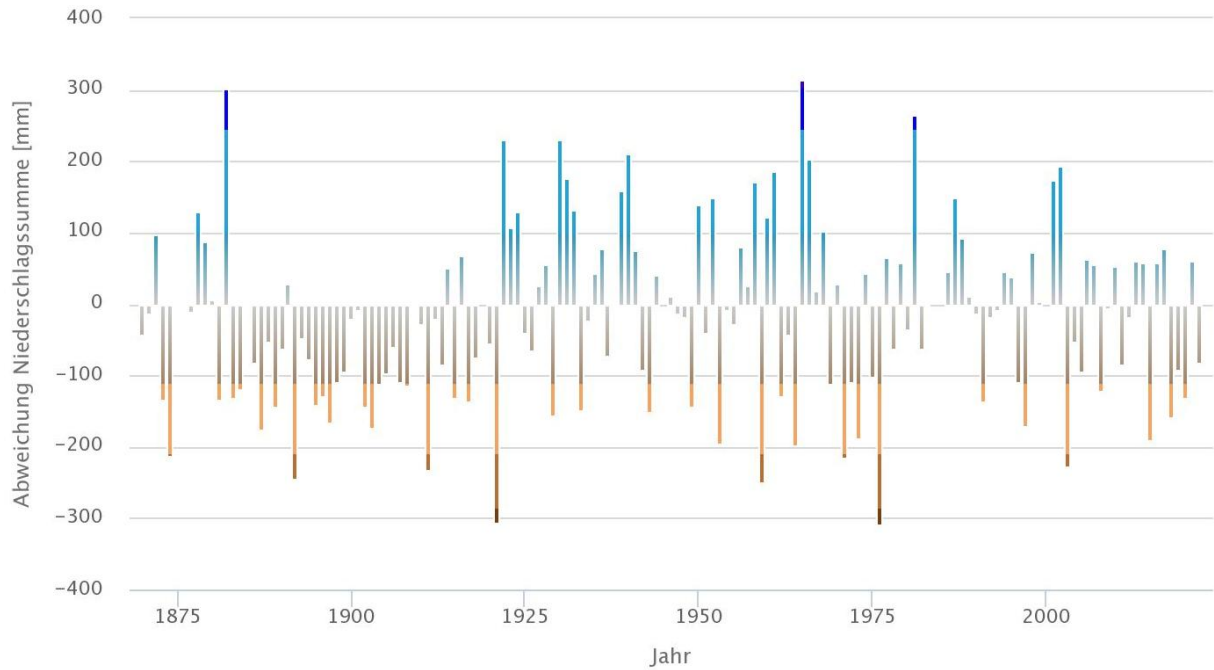
Abb. 2 Grundwasserstandsganglinie Messstelle 507135 (Datenquelle: <https://gruschu.hessen.de>)

2.1.3 Klima/Witterung

Klimatisch ist die Stadt Offenbach dem Klimaraum Südwestdeutschland zuzuordnen. Südwestdeutschland liegt in der kühlgemäßigten Klimazone, im Übergangsbereich zwischen dem Seeklima Westeuropas und dem kontinentalem Klima Osteuropas. Aus der Lage in der Westwindzone der planetarischen Zirkulation resultieren ganzjährig vorherrschend westliche Winde. Mit diesen wird feuchte und unter dem Einfluss des Golfstroms für die Breitenlage verhältnismäßig milde Luft vom Atlantik zugeführt. Dieser ozeanische Einfluss, der von Nordwest nach Südost abnimmt, sorgt einerseits für eine näherungsweise gleichmäßige Verteilung der Niederschläge im hydrologischen Sommer- und Winterhalbjahr und andererseits für milde Winter und nicht übermäßig heiße Sommer.

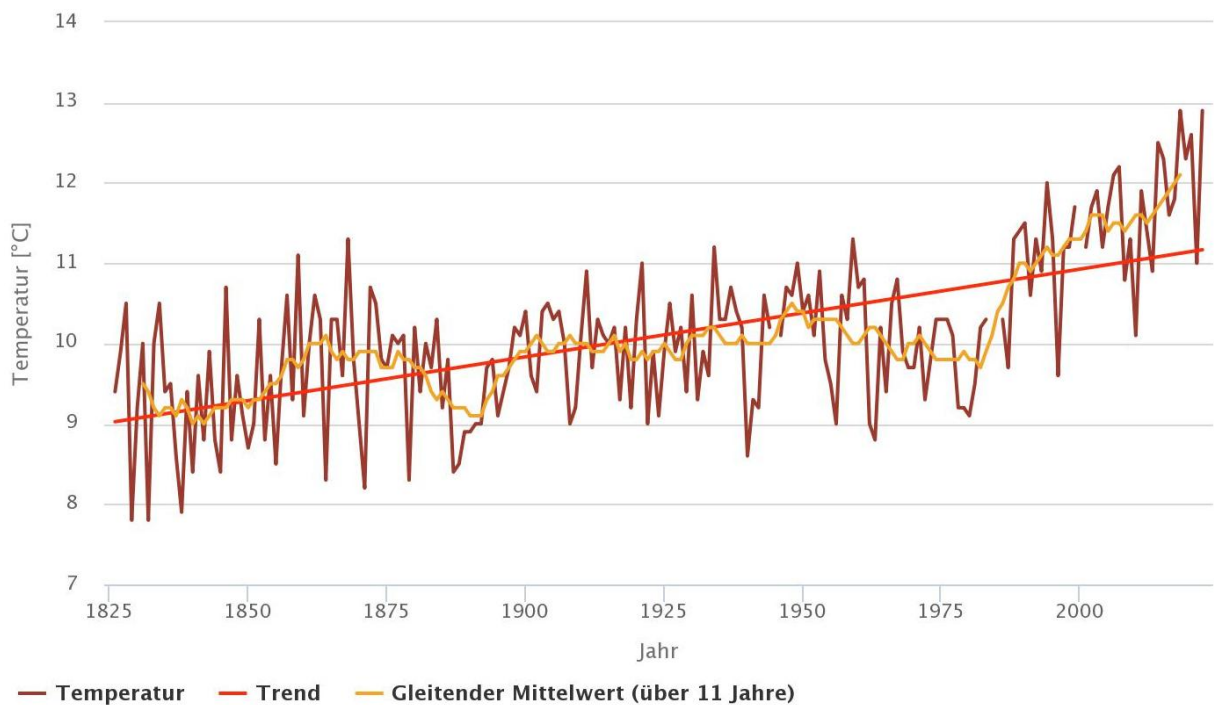
Für die Stadt Offenbach ist die DWD-Niederschlagsstation Frankfurt/Main repräsentativ, die seit 1826 betrieben wird und sich auf einer Höhe von 124 müNN befindet. Die mittlere Jahressumme des Niederschlags der Referenzperiode 1991 – 2020 beträgt 637 mm. Die Abweichung der Jahresniederschlagssummen vom Mittelwert zeigt Abb. 3. In der letzten Dekade waren die Trockenjahre 2015, 2018 – 2020 sowie 2022 prägend. Insgesamt ist die Variabilität groß, ein Trend nicht erkennbar.

Die Entwicklung der mittleren Jahrestemperatur zeigt Abb. 4. Der Verlauf der Jahresmitteltemperatur ist in dunkelrot, das gleitende 11-Jahresmittel in orange dargestellt. Die rote Linie beschreibt den Trend der Temperatur von 1826–2022. Die Zunahme über diese 197-jährige Periode beträgt 0,1°C pro Dekade. Der Trend ist signifikant.



Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, Realisierung: Meteotest, ©HLNUG

Abb. 3 Abweichung der Jahresniederschlagssummen vom Mittelwert der Referenzperiode 1991 – 2020 - DWD-Station Frankfurt/Main



Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, Realisierung: Meteotest, ©HLNUG

Abb. 4 Entwicklung der mittleren Jahrestemperatur – DWD-Station Frankfurt/Main

2.1.4 Bevölkerung

Offenbach hat 21 Stadtteile und ist in 19 Statistische Bezirke eingeteilt. Tab. 1 enthält die aktuellen Einwohnerzahlen von Offenbach². Informationen zur Einwohnerzahl und Bevölkerungsstruktur in den Stadtteilen enthält das folgende Kap. 2.1.5. Informationen zur Bevölkerungsentwicklung und den vorliegenden Prognosen enthält Kap. 7.

Tab. 1 Einwohnerzahlen der Stadt Offenbach am Main, 2021

	Einwohnerzahl am 31.12.2021				
	HSL	Kommunale Statistik			
	Haupt-Wohnsitze	Haupt-wohnsitze	Neben-wohnsitze	Haupt- und Nebenwohnsitze	
Stadt Offenbach	131.295	140.857	k.A.	-	-
Abweichung gegenüber HSL		7,3 %			-

Die Bevölkerungsdichte liegt 2021 mit 131.295 Einwohnern auf 44,88 km² bei 2.925 E/km² bzw. nach der kommunalen Statistik mit 140.857 Einwohnern bei 3.139 E/km².

Um eine einheitliche statistische Grundlage zu gewährleisten, vor allem aber, weil sich alle Bevölkerungsprognosen auf **Hauptwohnsitze nach den Daten des Statistischen Landesamtes** beziehen, sollten generell nur diese Daten verwendet werden.

Die Einwohnerzahlen mit Nebenwohnsitzen – die in Offenbach seit 2017 nicht mehr erfasst werden – sind in der Regel für statistische Betrachtungen ungeeignet, da die Personen mit Nebenwohnsitz doppelt oder sogar mehrfach gezählt werden – diese Zahlenwerte sind insofern „unsauber“. Sie sind deshalb nur für bestimmte Detail-Fragestellungen geeignet (z.B. zur Klärung der Ursachen für einen ungewöhnlich hohen Pro-Kopf-Bedarf in einzelnen Kommunen bzw. Ortsteilen).

Die Gegenüberstellung der unterschiedlichen Datenbestände für identische Sachverhalte verdeutlicht die verfügbare Genauigkeit bereits der Bestandsdaten. Die Bevölkerungsstatistiken haben im Regelfall eine Genauigkeit besser als 1 %. Maßgeblich für die Genauigkeit der Daten zum Wasserbedarf ist die der Wasserzähler von den Gewinnungsanlagen bis zu den Endverbrauchern. Die unvermeidlichen Zählerdifferenzen gehen statistisch in die Verluste ein. Prognosedaten haben eine entsprechend geringere Genauigkeit bzw. ihr Eintreten ist mehr oder weniger wahrscheinlich. Bei der Bewertung und Interpretation der Daten ist daher eine sinnvolle Rundung obligatorisch.

² Seit 2017 erfasst die Stadtverwaltung keine Nebenwohnsitze mehr. Die städtische Statistik bezieht sich seitdem ausschließlich auf Hauptwohnsitze.

2.1.5 Maßgebliche Strukturdaten

Die Abb. 5 und Abb. 6 enthalten die Einwohnerzahlen der 21 Stadtteile und der 19 Statistischen Bezirke. Danach sind Zentrum und Bieber die größten Stadtteile, Bieber auch der größte Bezirk.

Offenbach hat prozentual den höchsten Ausländeranteil aller deutschen Städte³. Der Anteil von Bürgern ohne deutsche Staatsangehörigkeit lag 2015 bei 37 % und 2022 bei 41,4 %. Der Anteil von Bürgern mit Migrationshintergrund lag 2019 bei 63 %. Dabei kamen 2023 die meisten Ausländer aus der Türkei, Rumänien, Bulgarien und Griechenland. Diese besondere Bevölkerungsstruktur zeigt sich auch in den Lebensgewohnheiten der Menschen und wirkt sich – in einer nicht zu bewertenden oder zu beziffernden Weise – vermutlich auch auf das Verbrauchsverhalten beim Trinkwasser aus (vgl. Kap 5).

Abb. 7 enthält den Anteil an ausländischer Bevölkerung in den Stadtteilen, also unabhängig von einem eventuellen Migrationshintergrund den Anteil der Bevölkerung ohne deutsche Staatsangehörigkeit. Danach variiert der Ausländeranteil erheblich und liegt zwischen 60,7 % im Stadtteil Kaiserlei und 16,3 % im Stadtteil Rumpenheim. In den Statistischen Bezirken haben die zentralen Bezirke Wilhelmschule, Mathildenschule und Hochschule für Gestaltung die höchsten Ausländeranteile, die außen liegenden Bezirke Waldheim und Rumpenheim die niedrigsten.

Abb. 8 enthält das Durchschnittsalter der Bevölkerung in den Stadtteilen. Auch dieses variiert erheblich und liegt zwischen 35 Jahren im Stadtteil Hafen und 46 Jahren in Rosenhöhe und Rumpenheim.

³ https://de.wikipedia.org/wiki/Offenbach_am_Main, Zugriff am 30.4.2024.

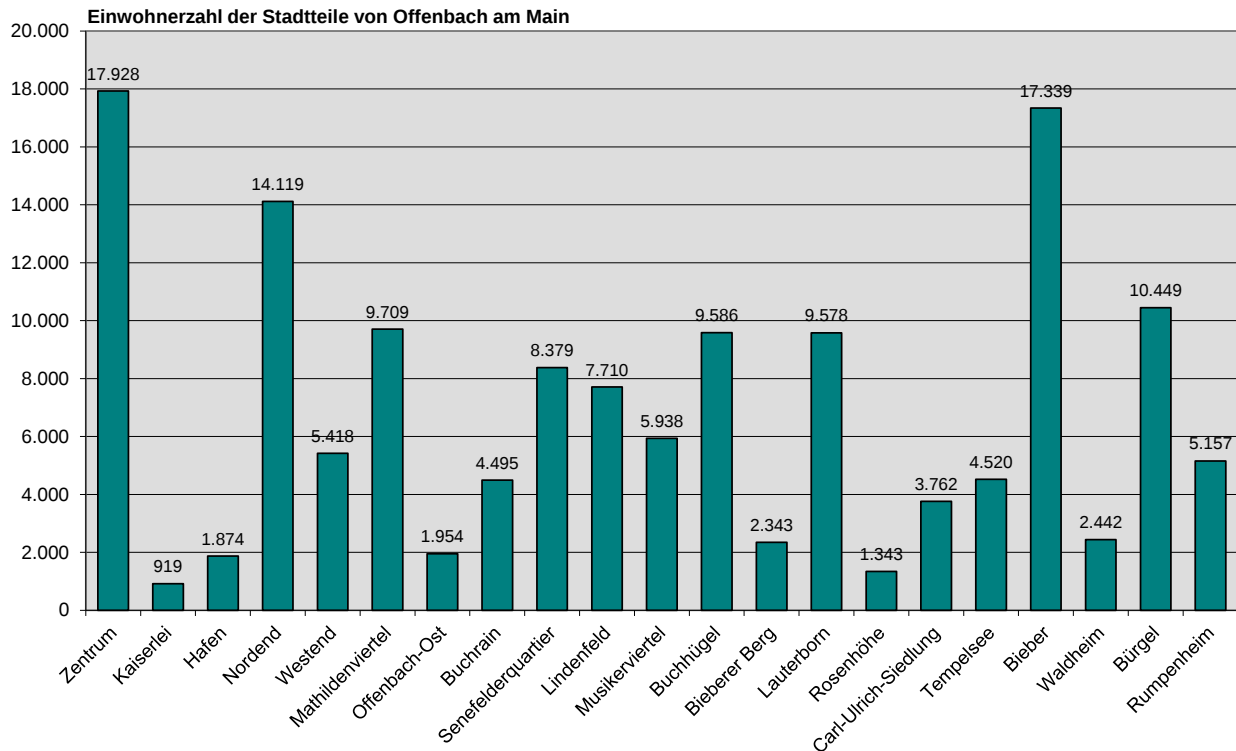


Abb. 5 Einwohnerzahl der Stadtteile von Offenbach am Main

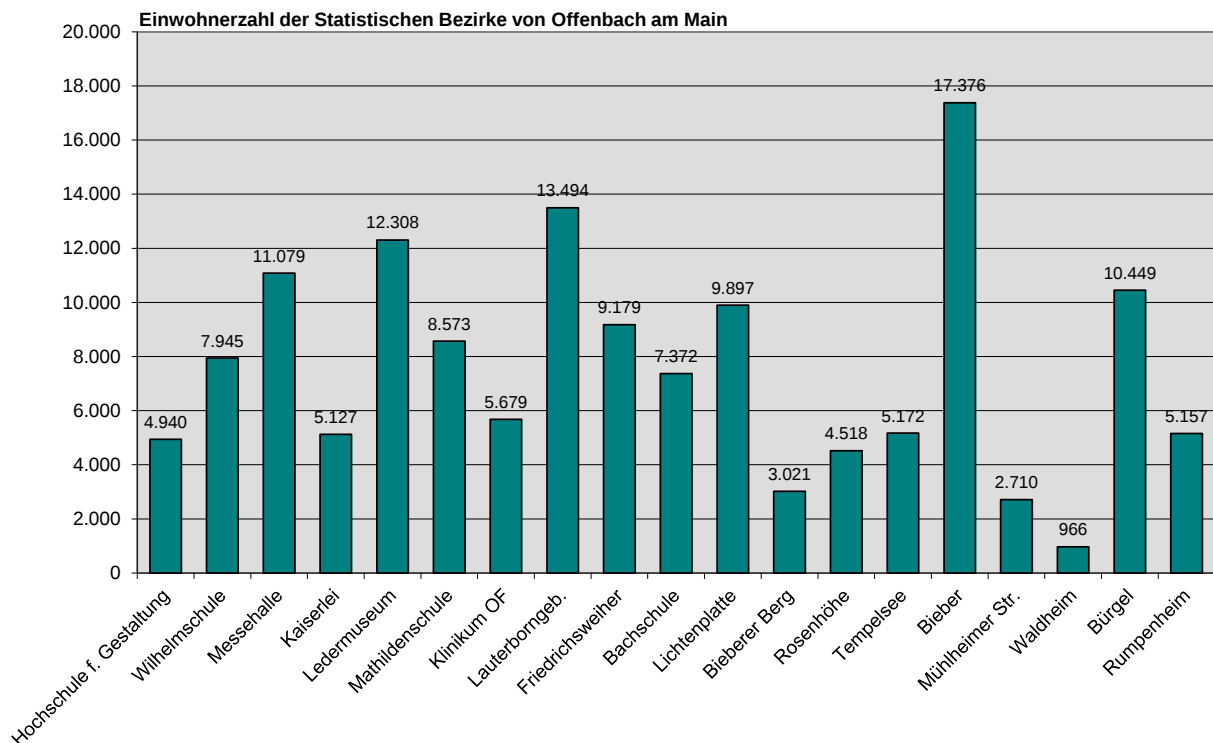


Abb. 6 Einwohnerzahl der Statistischen Bezirke von Offenbach am Main

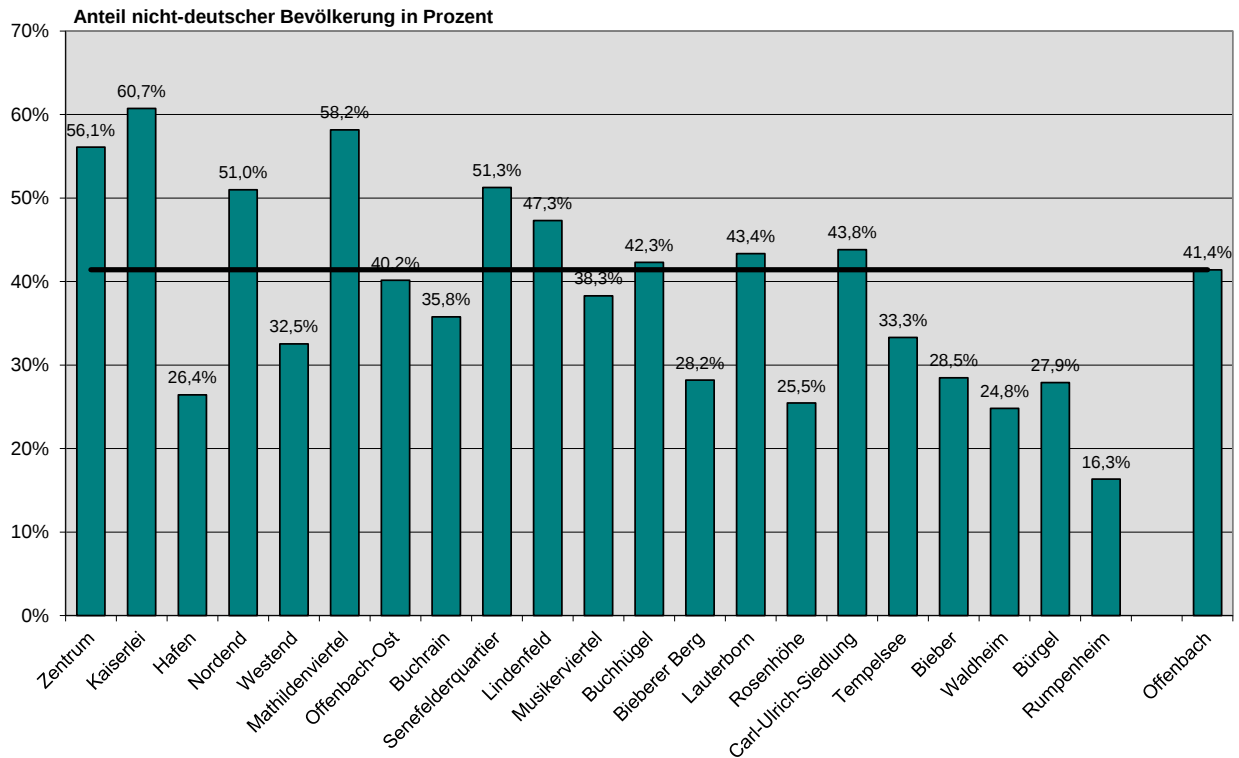


Abb. 7 Anteil nicht-deutscher Bevölkerung in den Stadtteilen von Offenbach am Main

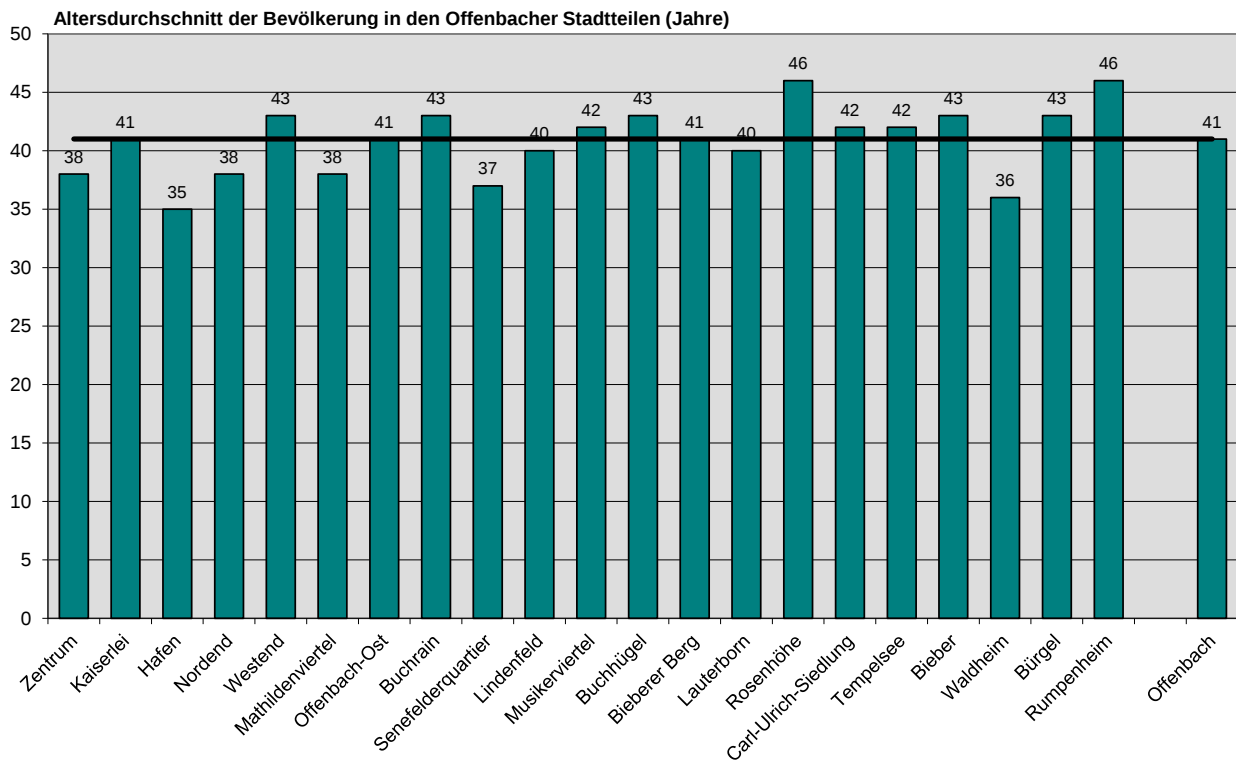


Abb. 8 Altersdurchschnitt in den Stadtteilen von Offenbach am Main

Die für Belange der Wasserversorgung maßgeblichen Daten für Gebäudebestand, Bautätigkeit, Arbeitsplätze, Pendlerbewegungen, Fremdenverkehr und Landwirtschaft sind in Tab. 2 bis Tab. 5 jeweils nach dem letzten verfügbaren Bestand 2021 zusammengestellt⁴.

Tab. 2 Gebäude- und Wohnungsbestand in Offenbach, 2021

	Einwohner 31.12.2021	Bestand an Wohngebäuden und Wohnungen 2021					Mittlere Größe (MFH)	Mittlere Belegung Personen	
	Haupt- wohnsitze	Gebäude	EFH	ZFH	MFH	Whg.	Whg. / MFH	pro Haus	pro Whg.
Offenbach	131.295	14.028	5.911	2.146	5.971	63.524	8,9	9,4	2,1

In Offenbach gibt es vor allem in den außen liegenden Stadtteilen relativ viele Ein- und Zweifamilienhäuser. Der Gebäudebestand wird jedoch von Mehrfamilienhäusern dominiert. Diese sind mit 8,9 Wohnungen pro Haus nur etwas größer als der Durchschnitt des Kreises von 7,3 Wohnungen pro Haus. Sie machen 42,6 % des Gebäude- und 83,5 % des Wohnungsbestandes aus. Die durchschnittliche Belegung der Wohnungen liegt mit 2,1 Personen nahe am Durchschnitt in Deutschland von 2,03 (2022). Dabei gibt es in Offenbach einerseits viele, auch relativ große Familien, andererseits auch viele Einpersonenhaushalte.

Tab. 3 Bautätigkeit in Offenbach, 2021

	Baugenehmigungen 2021			Baufertigstellungen 2021		
	Gebäude	davon EFH / ZFH	Wohnungen	Gebäude	davon EFH / ZFH	Wohnungen
Offenbach	75	29	461	121	77	697

In Offenbach gab es in den letzten Jahren eine relevante Bautätigkeit, die auch Auswirkungen auf die Bevölkerungsentwicklung hat (vgl. Kap. 7). 2021 wurden 121 Gebäude mit insgesamt 697 Wohnungen fertiggestellt, davon immerhin 77 Ein- und Zweifamilienhäuser. Genehmigt wurden 75 Gebäude mit insgesamt 461 Wohnungen, davon 29 Ein- und Zweifamilienhäuser. Der überwiegende Teil der Wohnungen entsteht in Mehrfamilienhäusern.

⁴ Daten: Hessisches Statistisches Landesamt (HSL): Hessische Gemeindestatistik, Ausgabe 2022 (<https://statistik.hessen.de>). Abkürzungen: HWS = Hauptwohnsitze, NWS = Nebenwohnsitze, EFH = Einfamilienhaus, ZFH = Zweifamilienhaus, MFH = Mehrfamilienhaus (3 und mehr Wohnungen), n.b. = nicht bekannt, k.A. = keine Angabe. Belegungszahlen bezogen auf den Wohnungsbestand (ohne Abzug von Leerständen). Daten für Fremdenverkehr ohne Campingplätze, Privatquartiere und Kleinbetriebe mit weniger als 9 Betten. GVE = Großvieheinheiten. Fehlende Angaben unterliegen aus Gründen des Datenschutzes der Geheimhaltung.

Tab. 4 Arbeitsplätze und Pendler (Stand 30.06.2021) sowie Fremdenverkehr 2021 in Offenbach

	Arbeitsplätze	Pendlerstatistik			Fremdenverkehr 2021	
	Zahl der Beschäftigten	Ein-pendler	Aus-pendler	Bilanz	Betten	Über-nachtungen
Offenbach	46.980	32.056	40.882	-8.826	3.296	253.241

Die Wirtschaft in Offenbach war stets sehr breit aufgestellt und nie von einigen wenigen Großunternehmen geprägt. Frühere Industrieunternehmen haben oft aufgrund der guten Lage ihren Verwaltungssitz in Offenbach belassen. Zunehmende Bedeutung haben Betriebe der Dienstleistungsbranchen. Zudem weist Offenbach eine hohe Dichte von Designbüros für Grafik und Industriedesign auf. Bedeutung haben auch Schulen, Behörden – darunter der Deutsche Wetterdienst DWD – und Krankenhäuser – darunter das Sana Klinikum Offenbach, eine Außenstelle der Goethe-Universität Frankfurt. Die Zahl der Arbeitsplätze in Offenbach entspricht rd. 36 % der Einwohnerzahl. Die Pendlerbilanz weist ein Defizit von 8.826 Auspendlern aus – 6,7 % der Einwohnerzahl.

Auch Fremdenverkehr hat in Offenbach eine gewisse Bedeutung. Die Zahl der Übernachtungen entsprach 2021 rd. 694 Personen, die sich zusätzlich in Offenbach aufhielten.

Landwirtschaft (Tab. 5) hat in Offenbach kaum Bedeutung bzw. ist nahezu irrelevant.

Tab. 5 Landwirtschaft und Viehhaltung in Offenbach, 2020

	Anzahl Betriebe	Bewirtschaftete Flächen in ha			Viehhaltung	
		gesamt	Dauer-grünland	Acker-land	Anzahl Betriebe	GVE
Offenbach	5	207	50	-	1	-

2.2 Naturschutz

Höhere oder neue Entnahmen von Grund- oder Oberflächenwasser können sich auf Tier- und Pflanzenarten, deren Lebensräume und für sie ausgewiesene Schutzgebiete auswirken. In Abhängigkeit von der Empfindlichkeit der Arten und Lebensräume und dem Ausmaß der hydrologischen Veränderungen des Wasserhaushaltes können Beeinträchtigungen eher schleichend bzw. gering (z.B. in langlebigen Wäldern), aber auch unmittelbar und gravierend (z.B. Trockenfallen von Bächen und Tümpeln) ausfallen.

Bei Planungen zur Erschließung neuer Wasserressourcen sollten daher Oberflächengewässer und Feuchtbiotope zur Vermeidung oder Reduzierung von Nutzungskonflikten frühzeitig berücksichtigt werden.

2.2.1 Rechtlicher Rahmen

Neben den allgemeinen Schutzvorgaben des Naturschutzrechtes sind für die vorliegende Aufgabenstellung insbesondere folgende Rechtsbereiche von Bedeutung:

Europäisches Schutzgebietssystem Natura 2000

Die größte rechtliche und praktische Wirksamkeit entfaltet aktuell das europäische Schutzgebietssystem „Natura 2000“, das sich aus Vogelschutzgebieten⁵ und Fauna-Flora-Habitatgebieten (FFH-Gebieten⁶) zusammensetzt. Für die jeweiligen Schutzziele der Schutzgebiete (Pflanzen- und Tierarten, Lebensraumtypen bzw. Habitate), besteht ein **generelles Verschlechterungsverbot**, das sich aus § 33 und § 34 Abs. 2 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) und der aktuellen Rechtsprechung ergibt. Soweit Lebensraumtypen oder Arten sich aktuell in einem schlechten Erhaltungszustand befinden und die Erhaltungsziele eine zukünftige Entwicklung beinhalten, müssen darüber hinaus auch bestehende Entwicklungspotenziale zur Wiederherstellung eines guten Erhaltungszustandes weiter bestehen („**Verbesserungsgebot**“).

Besonderer Artenschutz

§ 44 BNatSchG enthält „Vorschriften für besonders geschützte und bestimmte andere Tier- und Pflanzenarten“. Zu den hier relevanten der besonders geschützten Arten zählen

- Tier- und Pflanzenarten, die in Anhang IV der FFH-Richtlinie (92/43/EWG) aufgeführt sind und
- alle europäischen Vogelarten (nach Artikel 1 der Vogelschutz-Richtlinie).

Die Verbotstatbestände des § 44 (1) Nr. 1-4 beziehen sich direkt auf die Lebewesen bzw. Pflanzen (z.B. fangen, verletzen, töten, erheblich stören), aber auch auf die Fortpflanzungs- und Ruhestätten der Tiere und ihrer Populationen bzw. die Standorte der Pflanzen. Die strikten Regelungen des besonderen Artenschutzes haben Planungsverfahren wiederholt deutlich beeinflusst.

Eingriffsregelung

In § 14 BNatSchG wird auf den „mit der belebten Bodenschicht in Verbindung stehenden Grundwasserspiegel“ Bezug genommen:

„(1) Eingriffe in Natur und Landschaft sind Veränderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen oder Veränderungen des mit der belebten Bodenschicht in Verbindung stehenden Grundwasserspiegels, die die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts oder das Landschaftsbild erheblich beeinträchtigen können.“

Veränderungen des Grundwasserspiegels sind demnach dann als Eingriff zu werten, wenn der Naturhaushalt oder das Landschaftsbild erheblich beeinträchtigt werden.

⁵ entsprechend der Vogelschutzrichtlinie der EU (Richtlinie 79/409/EWG des Rates vom 2. April 1979)

⁶ entsprechend der „Richtlinie 92/43/EWG zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen“ vom 21. Mai 1992, auch als „Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie“ (kurz FFH-Richtlinie) oder „Habitatrichtlinie“ bezeichnet

Gesetzlicher Biotopschutz

Nach § 30 BNatSchG bzw. § 13 Hessisches Ausführungsgesetz zum Bundesnaturschutzgesetz (HAGBNatSchG) sind „bestimmte Teile von Natur und Landschaft, die eine besondere Bedeutung als Biotope haben, [...] gesetzlich geschützt (allgemeiner Grundsatz).“ Unter diesen, ohne weitere Rechtsverordnungen oder kartografische Festlegungen gültigen **Pauschalschutz** fallen u.a. zahlreiche Feuchtbiototypen wie natürliche oder naturnahe Bereiche fließender und stehender Binnengewässer, Moore, Sümpfe, Röhrichte, Großseggenrieder, seggen- und binsenreiche Nasswiesen, Quellbereiche oder Bruch-, Sumpf- und Auenwälder. Sie werden im Rahmen der Hessischen Biotopkartierung bzw. der HLBK gezielt erfasst.

Aus den genannten Europäischen Richtlinien und den deutschen Naturschutzgesetzen ergibt sich letztlich in allen Fällen, dass eine „**erhebliche**“ **Beeinträchtigung** der Biotope oder Arten nicht zulässig ist. Aus der aktuellen Rechtsprechung geht gleichzeitig hervor, dass das Wort „erheblich“ hierbei nicht im umgangssprachlichen Sinne von „besonders schwerwiegend“ zu verstehen ist, sondern – und hier insbesondere beim Natura 2000-Recht und dem besonderen Artenschutz – im Sinne von „ersten nachweisbaren bzw. zu befürchtenden negativen Veränderungen“ für die Lebensräume und Arten. Durch die Einbeziehung aller europäischen Vogelarten in den besonderen Artenschutz entsteht zugleich eine nahezu flächendeckende Prüfpflicht.

Ausnahmegenehmigungen können unter engen Vorgaben erteilt werden. Bei einem überwiegen- den öffentlichen Interesse, wie es bei der Trinkwasserversorgung im Regelfall gegeben ist, gilt dies auch für die ansonsten streng geschützten FFH-Gebiete. Diese Genehmigungen entbin- den nicht von der Pflicht, entsprechende Ersatzlebensräume bereitzustellen oder zu schaffen.

2.2.2 Methodik

Im Rahmen des Wasserkonzeptes sind eigene flächendeckende naturschutzfachliche Erhebun- gen weder möglich noch erforderlich. Es kann vielmehr auf die Daten des Hessischen Landes- amtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) zurückgegriffen werden.

Zur Abgrenzung naturschutzfachlich sensibler (Feucht-)Gebiete werden folgende Daten verwen- det:

- Schutzgebiete nach BNatSchG (Naturschutz-, FFH-, Vogelschutz- und Landschaftsschutzge- biete) inkl. verfügbarer Daten zur Fragestellung),
- Verbreitung von Feuchtbiotopen auf der Basis von:
 - Hessische Lebensraum- und Biotopkartierung (HLBK, hier 2015-18) und, wo fehlend,
 - Hessische Biotopkartierung (HB, 1990er Jahre)

Beide Kartierungen zeigen die gesetzlich pauschal geschützten Biotope, die HLBK zusätzlich die Lebensraumtypen nach der FFH-Richtlinie (HLNUG 2022). Bei den Feuchtbiotopen wird nicht unterschieden, ob und in welchem Maße sie von Stau-, Oberflächen- und/oder Grundwasser geprägt sind oder wie hoch ihre Schutzwürdigkeit ist. Hierzu sind im Falle konkreter Planungen vertiefende Untersuchungen und Bewertungen erforderlich. Zusätzlich sollte berücksichtigt

werden, dass die HB inzwischen veraltet ist und bei der HLBK im Vergleich zur HB deutlich mehr Flächen erfasst werden.

2.2.3 Naturschutz in Offenbach

Nachfolgend werden relevante Schutzgebiete und ausgewählte Feuchtgebiete erläutert. Sonstige, hier nicht weiter beschriebene Feuchtbiootope besitzen den gleichen Schutzstatus, sind also in Planungen ebenfalls zu berücksichtigen.

Of-1 NSG Rumpenheimer und Bürgeler Kiesgruben mit Vogelschutzgebiet

Die unweit des Mains westlich des Offenbacher Stadtteils Rumpenheim gelegenen, rd. 26 ha umfassenden Kiesgruben wurden 1983 als Brut-, Rast- und Überwinterungsgebiet gefährdeter Vogelarten rechtlich gesichert. In einem Teilgebiet sind Baden, Angeln und Modellbootsport zulässig.

Laut der HGON⁷ zählen zu den regelmäßigen Gästen u.a. Krickente, Löffelente, Spießente, Reiherente, Schellente und Gänsesäger. Weitere bemerkenswerte Arten sind Silberreiher, Rohrdommel und Fischadler. In dem NSG gelang der erste Nachweis der Raubseeschwalbe für das Gebiet von Stadt und Kreis Offenbach. Bei der Hessischen Biotopkartierung wurden große Teil des Sees als Biototyp 04.430 Bagger- und Abgrabungsgewässer erfasst.

Das NSG ist Teil des größeren Vogelschutzgebietes 5818-401 „Main bei Mühlheim und NSG Rumpenheimer und Bürgeler Kiesgruben“. Zu den Schutzzielen zählen zahlreiche seltene und gefährdete Vogelarten.

Of-2 NSG Erlensteig von Bieber

Das an der südöstlichen Stadtgrenze liegende Schutzgebiet von 93 ha wurde 1996 ausgewiesen. Es umfasst wertvolle Feuchtwiesen, Großseggenrieder und seltene Waldgesellschaften sowie Brachflächen trockener Standorte, die Lebensraum zahlreicher gefährdeter Tier- und Pflanzenarten sind. Laut der Schutzgebietsverordnung sind Maßnahmen zur Stabilisierung des Grundwasserhaushaltes vorgesehen.

Von den bei der HLBK erfassten Biototypen nehmen Bruch- und Sumpfwälder (WF.BS) die größten Flächen ein, gefolgt von Feuchtbrachen und Hochstaudenfluren (RF.SO) und Grünland feuchter bis nasser Standorte (MF.FS). Hinzu kommen naturschutzfachliche wertvolle Lebensraumtypen wie Pfeifengraswiesen (MF.6410), Magere Flachland Mähwiesen (MM.6510.m) und Quellgerinne und Bäche (GB.3260).

Die Bodeneinheit Auenanmoorgleye und Naßgleye steht für einen sehr nassen Standort.

⁷ NSG-Steckbriefe der HGON unter: <https://hg-on-ak-offenbach.de/liste-der-naturschutzgebiete/>

Of-3 Wald Offenbach Südwest

Südlich des Offenbacher Stadtteils Rosenhöhe wurden bei der HB zwei Bruch- und Sumpfwälder (01.174) erfasst. Passend zum Wasserhaushalt der Bruch- und Sumpfwälder weist die Bodeneinheit Naßgleye auf einen sehr nassen Standort hin.

Die beiden Bruch- und Sumpfwälder stehen exemplarisch für weitere Feuchtbiootope im südlichen Offenbach. Beispiele sind die Bachauenwälder am Hainbach und Feuchtwiesen am Wildhof.

2.3 Rechtliche Rahmenbedingungen in Offenbach

Das vorliegende Kapitel bezieht sich auf wasserwirtschaftlich relevante Satzungen und Verordnungen der Stadt Offenbach am Main.

Die Wasserversorgung der Stadt Offenbach am Main liegt in der Verantwortung des ZWO.

Als Reaktion auf die zunehmenden Engpässe in der Wasserversorgung wurde im November 2022 von der Stadtverordnetenversammlung die Gefahrenabwehrverordnung der Stadt Offenbach am Main über die Einschränkung des Verbrauchs von Trinkwasser bei Notständen in der Wasserversorgung beschlossen⁸. Demnach kann ein Trinkwassernotstand, bei Gefährdung der Trinkwasserversorgung insbesondere durch mangelnde Verfügbarkeit von Trinkwasser, durch den Oberbürgermeister/die Oberbürgermeisterin ausgerufen werden. Während eines Trinkwassernotstandes treten gemäß Gefahrenabwehrverordnung verschiedene Verbote in Kraft, wie zum Beispiel der übermäßige Verbrauch von Trinkwasser für Bewässerung. Während eines Wassernotstands werden aktiv Kontrollen durch das Ordnungsamt durchgeführt.

Ebenfalls 2022 traten die Entsiegelungsrichtlinie⁹ sowie die Niederschlagswassersatzung¹⁰ in Kraft. Mit der Entsiegelungsrichtlinie wird für Privatpersonen die Entsiegelung und Begrünung von versiegeltem Boden gefördert. Sie wurde als Förderrichtlinie zur Klimaanpassung um die Förderung von Dach- und Fassadenbegrünung sowie Zisternen erweitert. Die Niederschlagswassersatzung regelt die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers von Dachflächen. Die Bewirtschaftung kann in Form einer Versickerung, Verdunstung oder Nutzung und Einleitung in ein Oberflächengewässer erfolgen. Bebauungspläne, in denen Vorschriften zur Niederschlagswassersammlung enthalten sind, sind von der Niederschlagswassersatzung ausgenommen.

⁸ <https://www.offenbach.de/medien/bindata/of/bauverwaltung/6.700-Gefahrenabwehrverordnung-ueber-die-Einschraenkung-des-Verbrauchs-von-Trinkwasser-bei-Notstaenden-in-der-Wasserversorgung-in-der-Stadt-Offenbach-am-Main.pdf> (Zugriff 17.07.2023)

⁹ https://www.offenbach.de/buerger_innen/umwelt-klima/klima/klimawandel-klimaanpassung/entsiegelungsrichtlinie.php (Zugriff 17.07.2023)

¹⁰ https://www.offenbach.de/buerger_innen/umwelt-klima/wasser_boden/niederschlagswassersatzung.php (Zugriff 17.07.2023)

2.4 Organisation der Wasserversorgung

Seit 2016 hat der ZWO neben der Belieferung der Stadt auch die örtliche Wasserversorgung in der Stadt Offenbach am Main übernommen. Seitdem betreibt er auch das örtliche Versorgungsnetz und die Versorgung der Endkunden in der Stadt. Bis 2015 hatte die Energieversorgung Offenbach AG (EVO) die örtliche Versorgung betrieben.

Grundlage der Versorgung ist die Trinkwassersatzung (TWS) für das Versorgungsgebiet der Stadt Offenbach a.M., die zum 01.01.2016 in Kraft getreten und zuletzt am 07.12.2023 geändert worden ist¹¹.

Informationen zu den ökonomischen Aspekten der Wasserversorgung und den Wasserpreisen enthält Kap. 12.

¹¹ Trinkwassersatzung (TWS) für das Versorgungsgebiet der Stadt Offenbach a.M. vom 8.10.2015, zuletzt geändert am 7.12.2023.

3 Strukturen der Wasserversorgung

3.1 Struktur der öffentlichen Wasserversorgung

Offenbach wird vom ZWO vollbeliefert. Seit 2016 wird auch das Leitungsnetz in der Stadt vom ZWO betrieben. Der überwiegende Teil der Stadt bildet eine große Versorgungszone.

Vor dem Hintergrund des anhaltenden Bevölkerungswachstums und nach den Trockenjahren 2018 und 2020 hat der ZWO im Rahmen seines Wasserversorgungskonzepts zunächst eine Optimierungsstudie für Offenbach am Main erstellen lassen¹².

Der ZWO hat inzwischen mit Hessenwasser vereinbart, dass eine Leitungsverbindung ertüchtigt wird und ab Frühjahr 2025 eine Lieferung von 525.000 m³/a als ganzjährige Grundlast von 60 m³/h geliefert werden soll.

Als weitere Lieferoption wurde eine Einspeisung von den Stadtwerken Mühlheim am Main GmbH im Bereich des Stadtteils Waldheim diskutiert (vgl. Kommunales Wasserkonzept Stadt Mühlheim am Main). Nach aktuellem Stand wird diese Option aufgrund von wirtschaftlichen Gesichtspunkten und qualitativen Unsicherheiten derzeit nicht weiterverfolgt.

3.2 Struktur der Wassernutzung

Der ZWO betreibt in Offenbach am Main keine Gewinnungsanlagen. Es gibt nur 4 private bzw. gewerbliche Wasserrechtsinhaber. Die Wasserrechte belaufen sich auf insgesamt 156.000 m³/a. Die tatsächlichen Fördermengen lagen in den letzten Jahren zwischen rund 50.000 und 126.000 m³/a. Daneben hat die Stadtverwaltung Kenntnis von insgesamt 299 Haus- bzw. Gartenbrunnen (Stand 03.11.2022).

¹² ZWO: Wasserversorgungskonzept Heft 2: Optimierungsstudie Offenbach am Main. Dr.-Ing. Ulrich Roth, Bad Ems, Juni 2018.

4 Wasserressourcen und Wasserdargebot in den Bilanzräumen

4.1 Grundwasser

Die Stadt Offenbach liegt in den Grundwasserkörpern 2470-3201 und 2470-3202, welche sich nach dem Bewirtschaftungsplan Hessen 2021-2027 zur EU-Wasserrahmenrichtlinie in einem mengenmäßig guten Zustand befinden.

Der Grundwasserkörper 2470-3201 wird intensiv zur Wasserversorgung, insbesondere zur öffentlichen Wasserversorgung genutzt. Auf Grund zunehmender Nutzungskonkurrenzen wurde für die Untermainebene im Sinne des Leitbildes „Integriertes Wasserressourcenmanagement Rhein-Main“ (HMUKLV 2019) als Element des hierauf aufbauenden Zukunftsplans Wasser (wasserwirtschaftlicher Fachplan des Landes Hessen) im Auftrag des RP Darmstadt eine gebietsspezifische Studie zur Grundwasserbewirtschaftung erarbeitet.

Wechselwirkungen aus der Grundwasserbewirtschaftung zu grundwasserabhängigen Landökosystemen und Gewässern entstehen nahezu ausnahmslos über Grundwasserstände und deren Änderung. Grundwasserstände sind daher die zentrale Zielgröße für eine verträgliche Grundwasserbewirtschaftung.

Mit der Studie zur Grundwasserbewirtschaftung in der Untermainebene wurden die Grundlagen erarbeitet, um bei den ausgeprägt vorhandenen konkurrierenden Grundwassernutzungen von öffentlicher Trinkwasserversorgung, Bergbau, Naturschutz, Forst und Landwirtschaft eine umweltverträgliche Grundwasserbewirtschaftung sicherzustellen, das Grundwasserdargebot vor Übernutzung und qualitativer Beeinträchtigung langfristig, auch hinsichtlich des Klimawandels und demographischer Veränderungen, zu schützen und eine Verschlechterung des mengenmäßigen und chemischen Zustandes gemäß EU-WRRL zu vermeiden. Die Studie wurde in 2023 abgeschlossen.

Nach dem Bewirtschaftungskonzept beträgt bei der vorhandenen Gewinnungsstruktur (Brunnenstandorte) das derzeit nutzbare Grundwasserdargebot ca. 35 Mio. m³/a. Dieses wird mit den erteilten Wasserrechten von knapp 33 Mio. m³/a bereits weitestgehend genutzt.

Die Vorausbetrachtungen zur demographischen Entwicklung weisen für das Untermaingebiet als Teil der Metropolregion Rhein-Main eine weiterhin steigende Einwohnerzahl aus. In den aktuellen Bevölkerungsprognosen hat die Stadt Offenbach den anteilmäßig stärksten Einwohnerzahlanstieg aller Großstädte Hessens. Sowohl mittelfristig (2035) als auch auf längere Sicht (2050) ist von einem weiterhin steigenden Bedarf auszugehen. Der Vorrang der öffentlichen Wasserversorgung in der Nutzung der Grundwasserressourcen ist im WHG festgelegt. Die Bedarfssteigerung in der öffentlichen Wasserversorgung wird die zur Verfügung stehenden Dargebotsreserven vollständig in Anspruch nehmen. Eine Steigerung der Grundwasserentnahmen für Betriebswassernutzungen in gewisser Höhe wird im Regelfall nur dort möglich sein, wo die Grundwassernutzung für die öffentliche Wasserversorgung nicht eingeschränkt wird.

Im Stadtgebiet befinden sich keine Brunnen der öffentlichen Wasserversorgung, woraus sich schließen lässt, dass die Stadtteile nicht im Einzugsgebiet des ZWO liegen. Einschränkungen für Grundwasserentnahmen resultieren aus der hydrogeologischen Situation. Diesbezüglich sollten Entnahmen zu Betriebswasserzwecken möglichst nicht zu einer Absenkung der Grundwasserstände in den in Kapitel 2.2.3 erläuterten Naturschutzgebieten Rumpenheimer und Bürgeler Kiesgruben, Erlensteig von Bieber und dem Wald südlich des Stadtteils Rosenhöhe führen. Hingegen begünstigend für Grundwasserentnahmen ist die Nähe zum Main. Entnahmen in Mainnähe sind wegen der den Grundwasserstand stützenden Wirkung des Mains (Uferfiltrat) weniger kritisch.

4.2 Oberflächenwasser

Neben dem Main gibt es im Stadtgebiet von Offenbach noch weitere kleinere Fließgewässer, wie zum Beispiel die Bieber, den Hainbach sowie den Bach vom Buchrainweiher. Die Bieber entspringt zwischen Dreieich-Götzenhain und Dietzenbach und durchfließt unterirdisch in einem Rohr den südöstlichen Stadtteil Bieber von Offenbach, bevor sie bei Mühlheim in die Rodau fließt, welche kurz darauf in den Main mündet. Im Süden des Stadtgebiets hat der knapp 7 km lange Hainbach seinen Ursprung. Anschließend fließt dieser durch den Offenbacher Stadtwald, bevor er kanalisiert das Stadtgebiet durchfließt und in den Main geleitet wird. Der Bach vom Buchrainweiher verläuft vom Südwesten des Stadtgebiets entlang der westlichen Stadtgrenze, bevor dieser auf Frankfurter Stadtgebiet in den Main mündet.

Der Main ist der viertgrößte Nebenfluss des Rheins. Er weist ein pluviales Abflussregime auf. Das heißt, bedingt durch die saisonalen Schwankungen von Niederschlag und Verdunstung treten im Mittel hohe Abflüsse im Winter und Frühjahr und niedrige Abflüsse im Spätsommer und Herbst auf. Am Pegel Frankfurt Osthafen beträgt der mittlere Abfluss (MQ) 185 m³/s und der mittlere jährliche Niedrigwasserabfluss (MNQ) 57,7 m³/s. Aufgrund dieses Abflussregimes spielt der Main als Ressource für Betriebswasser nur eine untergeordnete Rolle, da viele potentielle Nutzungsarten (z.B. Bewässerung, Kühlung o.ä.) insbesondere zu Zeiten niedriger Wasserstände relevant werden. Der Fluss ist deshalb zur Gewinnung von Betriebswasser nur bedingt geeignet.

Sowohl für den Main als auch für die Bieber, den Hainbach und den Bach vom Buchrainweiher wurden Beurteilungen des ökologischen und chemischen Gewässerzustands im Rahmen des WRRL Bewirtschaftungsplans 2021 durchgeführt¹³. Der Main hat zusammengefasst einen unbefriedigenden ökologischen und einen schlechten chemischen Zustand. Während Stoffe, wie zum Beispiel flussgebietsspezifische Schadstoffe, industrielle Schadstoffe, Metalle oder Pestizide vorwiegend im guten Bereich liegen, sind vor allem die physikalisch-chemischen Komponenten des Mains überwiegend als schlecht eingestuft. Die Bieber weist einen schlechten ökologischen Zustand auf. Der Sauerstoffgehalt, Ammonium-N und Phosphor gesamt sowie flussgebietsspezifische Schadstoffe und Metalle sind auffällig. Der chemische Zustand hingegen ist als gut eingestuft. Für die Bewertung des Hainbachs und des Bachs vom Buchrainweiher wurden lediglich biologische und ubiquitäre Stoffe herangezogen. Der ökologische Zustand des Hainbachs ist

¹³ <https://wrrl.hessen.de/mapapps/resources/apps/wrrl/index.html?lang=de> (Zugriff: 03.04.2023)

unter Betrachtung der begutachteten Parameter sehr gut, wohingegen der chemische Zustand als schlecht bewertet wurde. Ebenso wurde der chemische Zustand des Bachs vom Buchrainweiher als schlecht beurteilt. Der ökologische Zustand wurde als gut eingestuft.

Neben den Fließgewässern ist der Schultheisweiher als weiteres Oberflächengewässer in Offenbach zu erwähnen. Hierbei handelt es sich um eine ehemalige Kiesgrube im Mainbogen zwischen Offenbach-Bürgel und Offenbach-Rumpenheim. Der heutige Badesee liegt im Naturschutzgebiet Rumpenheimer und Bürgeler Kiesgrube und hat eine Fläche von ca. 10,4 ha sowie eine mittlere Wassertiefe von 2,49 m.

Eine potenzielle hygienische Gefährdung durch Einleitungen von Abwasser-, Misch- oder Regenwasser ist nicht bekannt. Durch das Natur- und Vogelschutzgebiet kann ein Eintrag von Keimen durch Wasservögel führen. Die Nährstoffbelastung im Schultheisweiher ist hoch, sodass es während der Sommermonate eine erhöhte Algen-/Cyanobakterienentwicklung gibt. Der Badesee wird während der Badesaison in einem dreiwöchentlichen Zyklus auf Enterokokken sowie Escherichia-coli beprobt. Die Qualität des Sees war bezüglich dieser Indikatorkeime seit 2018 ohne Beanstandungen¹⁴.

4.3 Niederschlagswasser

Niederschlagswasser steht ausschließlich als Ressource für Betriebswasser (Bewässerung, Sanitäranlagen) zur Verfügung. Die „Gewinnung“ kann sinnvollerweise nur über Dachflächen erfolgen und ist daher nicht im großen Maßstab möglich. Dezentral können Haushalte Zisternen zur Gartenbewässerung nutzen. Eine Erhebung über die Zahl der Zisternen im Stadtgebiet und das Trinkwassereinsparpotential gibt es nicht. Von den städtischen Einrichtungen nutzt bislang noch keine Einrichtung Brauchwasser. Darüber hinaus kann die Grundwasserneubildung verbessert und das Abwassersystem entlastet werden, indem der ungenutzte Niederschlagsabfluss von versiegelten Flächen versickert und nicht dem Kanalnetz zugeführt wird. Eine Umsetzung im Bestand ist diesbezüglich jedoch schwierig. Deutlich realistischer sind die Potentiale der Niederschlagswasserversickerung in Neubaugebieten.

In Deutschland sind ca. 45 % der Siedlungs- und Straßenflächen versiegelt¹⁵. In einer Studie des GDV wird für Hessen sogar ein durchschnittlicher Versiegelungsgrad von 48 % angegeben¹⁶. Im Bereich dichter Bebauung ist der Grad der Versiegelung noch höher. Der GDV hat in seiner Studie neben dem durchschnittlichen Versiegelungsgrad der einzelnen Bundesländer auch den Versiegelungsgrad für einige Städte ermittelt. Danach hat die Stadt Offenbach am Main einen Versiegelungsgrad von 58 %. Für die Sammlung von Niederschlagswasser sind jedoch vorrangig die Dachflächen und nicht die Verkehrsflächen von Relevanz. Eine überschlägige Ermittlung der

¹⁴ <https://badeseen.hlnug.de/badegewaesser/stadt-offenbach/schultheis-weiher> (Zugriff: 03.04.2023)

¹⁵ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/bodenbelastungen/bebauung-versiegelung> (Zugriff 12.05.2023)

¹⁶ <https://www.gdv.de/gdv/medien/medieninformationen/versiegelungsstudie-ludwigshafen-ist-die-am-staerksten-versiegelte-stadt-in-deutschland--133126> (Zugriff 05.09.2023)

Dachflächen in Offenbach ergibt, dass von 16,1 km² Siedlungsflächen rund 4,9 km² Dachflächen sind.

Bei Annahme einer mittleren Jahresniederschlagsmenge von 693 mm (1981-2010, Klimastation Offenbach-Wetterpark) sowie einem Abflussbeiwert von 0,9 gemäß Merkblatt DWA-M 153 ergibt sich ein Niederschlagsabfluss von rd. 5,8 Mio. m³/a, der aufgrund der Versiegelung nicht zur Versickerung gelangt (Tab. 6). Hiervon entfallen ca. 3 Mio. m³/a auf den Abfluss von Dachflächen. Abhängig vom Niederschlagsgeschehen könnte ein Teil davon gesammelt und zum Beispiel für Bewässerungszwecke genutzt werden.

Die über Zisternen theoretisch nutzbare Maximalmenge ergibt sich aus der Annahme, dass alle 8.057 Ein- und Zweifamilienhäuser in Offenbach (vgl. Tab. 2) – also der gesamte Gebäudebestand – mit Zisternen und Regenwassernutzungsanlagen im Haus ausgerüstet würden, so dass pro Haus 50 m³/a substituiert würden (vgl. Kap. 8.2.2)¹⁷. Damit ergibt sich die maximale Menge an Trinkwasser, die in Wohnhäusern durch Regenwasser ersetzt werden könnte, zu 8.057 • 50 m³/a = 402.850 m³/a. Mit der realistischeren Annahme, dass ein großer Teil dieser Anlagen nur zur Gartenbewässerung genutzt würde, halbiert sich die Menge auf etwa 200.000 m³/a. Wenn nur ein Teil des Gebäudebestandes entsprechend ausgestattet wird – wovon auszugehen ist – reduziert sich die Menge weiter.

Tab. 6 Menge des Niederschlagsabflusses von versiegelten Flächen und Dachflächen

mittlerer Jahresniederschlag	abflusswirksamer Niederschlag		Fläche Siedlung	Versiegelte Fläche	Dachflächen	Niederschlagsabfluss versiegelte Flächen	Niederschlagsabfluss Dachflächen
mm/a	mm/a	l/(s*km ²)	km ²	58 % km ²	30 % km ²	m ³ /a	m ³ /a
693	623,7	19,8	16,1	9,3	4,9	5.824.111	3.029.104

4.4 Abwasser

Eine weitere potentielle Ressource ist die Nutzung des Kläranlagenablaufwassers zu Betriebswasserzwecken. Hierzu laufen aktuell vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Forschungsvorhaben, an denen BGS UMWELT beteiligt ist. Jedoch setzt die Nutzung von Kläranlagenablaufwasser eine weitergehende Behandlung voraus. Sie ist nicht Stand der Technik und somit ohne größeren technischen Aufwand nicht umsetzbar.

Die Stadt Offenbach am Main betreibt selbst keine Kläranlage. Das gesamte Schmutzwasser wird in die Kläranlage nach Frankfurt-Niederrad eingeleitet.

¹⁷ Nach Angabe des Umweltamtes wurden in Offenbach im Zuge der NiWaS seit einiger Zeit auch einige Mehrfamilienhäuser mit Zisternen ausgerüstet. Da die Annahme, alle Ein- und Zweifamilienhäuser – auch den Altbestand – mit Zisternen aus- bzw. nachzurüsten bereits ein extrem optimistisches Szenario darstellt, ist diese Unschärfe zu vernachlässigen.

4.5 Altlasten

Von Altlasten, also Altablagerungen und Altstandorten, gehen grundsätzlich Gefährdungen für das Grundwasser aus, die die Nutzbarkeit der Grundwasservorkommen beeinträchtigen.

Beim Dezernat G3 Boden und Altlasten des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) sind insgesamt 3667 Flächen mit potentiellen Altlasten erfasst (Stand April 2023). Flächen mit potentiellen Altlasten werden in der Altlastenbearbeitung auf Grund ihrer früheren Nutzung hinsichtlich des Gefährdungspotentials priorisiert. Bei bisher nicht erkundeten Flächen liegen keine Hinweise auf Boden- bzw. Grundwasserverunreinigungen vor. Im Folgenden werden daher noch nicht bewertete Flächen oder Flächen, bei denen sich der Verdacht auf Altlasten nicht bestätigt hat, nicht weiter berücksichtigt.

Im Stadtgebiet von Offenbach gibt es insgesamt 15 Altablagerungen, Altstandorte und sonstige Flächen mit schädlichen Bodenveränderungen bei denen die Sanierung inklusive Nachsorge vollständig abgeschlossen ist. Darüber hinaus gibt es 33 Standorte (4 Altablagerungen, 25 Altstandorte, 3 sonstige schädliche Bodenveränderungen und ein Grundwasserschadensfall), bei denen die Sanierung in Form einer Dekontamination (Beseitigung oder Verminderung der Schadstoffe) abgeschlossen und 11 weitere Standorte (eine Altablagerung, 8 Altstandorte und 2 sonstige schädliche Bodenveränderungen) bei denen die Sanierung in Form einer Sicherung (langfristige Verhinderung/Verminderung einer Ausbreitung der Schadstoffe) abgeschlossen ist. Gegebenenfalls sind hier weitere Maßnahmen zur Nachsorge erforderlich. Bei 5 Standorten mit Altlasten wurde die Sanierung abgeschlossen, jedoch befinden sich die Standorte noch in der Nachsorge. Dies bedeutet, dass weitere Überwachungsmaßnahmen erforderlich sind.

Des Weiteren gibt es 70 Altablagerungen, Altstandorte und Flächen, bei denen der Verdacht schädlicher Bodenveränderungen, Grundwasserverunreinigungen oder sonstiger Gefahren besteht. An diesen Standorten sind weitere Untersuchungen notwendig.

Bei insgesamt 5 Altstandorten wurde Sanierungsbedarf festgestellt. Auf der Hafeninsel liegen 3 dieser Altstandorte mit Sanierungsbedarf. Insgesamt 8 Altstandorte und eine schädliche Bodenveränderung wurden bereits teilsaniert. Das heißt, dass entweder einzelne Flurstücke oder Teilgrundstücke der Gesamtfläche saniert wurden, einer von mehreren Schadstoffen entfernt oder eines der betroffenen Medien (Boden, Grundwasser, Bodenluft) saniert wurde. 6 Altstandorte und ein Grundwasserschadensfall befinden sich aktuell in der Sanierung durch Dekontamination. Zwei weitere Altablagerungen und 6 Altstandorte werden derzeit in Form einer Sicherung saniert.

Insbesondere die Standorte bei denen ein Sanierungsbedarf festgestellt wurde oder aktuell eine Sanierung durchgeführt wird, sollten bei der Grundwasserbewirtschaftung berücksichtigt werden.

5 Bisherige Entwicklung der Wassernutzung/Wasserbedarf

5.1 Öffentliche Trinkwasserversorgung

5.1.1 Wasserverbrauch und Pro-Kopf-Verbrauch: Entwicklung 1977 bis 2021

Offenbach wird vollständig aus Wasserbezug vom ZWO versorgt. Die Bezugsmenge bzw. Netzeinspeisung ist also identisch mit dem vollständigen Trinkwasserverbrauch in Offenbach (Abb. 9).

Der Trinkwasserverbrauch von Offenbach (Abb. 9 und Abb. 10¹⁸) ist zwischen 1991 und 2009 von 8,50 Mio. auf 6,05 Mio. m³/a zurückgegangen. Seitdem nimmt der Wasserverbrauch relativ deutlich zu. In den Trockenjahren 2018 und 2020 erreichte der Verbrauch Werte von rd. 7,02 und 7,14 Mio. m³/a. Der Wasserbedarf entfällt in den letzten Jahren zu rd. 90 % auf Haushalte und Kleingewerbe. Rd. 10 % werden dem Sektor „Industrie und Großgewerbe“ zugeordnet. In den letzten Jahren entfallen meist etwa 100.000 bis 300.000 m³/a auf Eigenbedarf und Verluste. 2016 wurde ein relativ hoher Einzelwert von rd. 463.000 m³, 2020 ein niedriger Einzelwert unter 100.000 m³ erfasst.

Die Entwicklung des Pro-Kopf-Verbrauchs (Abb. 11 und Abb. 12) ist ähnlich. Dieser erreichte 1985 einen Maximalwert von rd. 218 l/(E•d) und ging dann bis 2011 auf 137 l/(E•d) zurück. In den letzten Jahren ist eine Zunahme auf Werte etwas über 150 l/(E•d) erfolgt. Im Trockenjahr 2020 lag der Pro-Kopf-Verbrauch bei 156,7 l/(E•d).

2021 lag der Pro-Kopf-Verbrauch bei insgesamt 152,9 l/(E•d) – davon entfielen 135,0 l/(E•d) auf Haushalte und Kleingewerbe, 15,0 l/(E•d) auf Industrie und Großgewerbe und 2,9 l/(E•d) auf Eigenbedarf und Verluste.

Die Entwicklung des Pro-Kopf-Verbrauchs (Abb. 11) ist ähnlich. Dieser erreichte 1985 einen Maximalwert von rd. 218 l/(E•d) und ging dann bis 2011 auf 137 l/(E•d) zurück. In den letzten Jahren ist eine Zunahme auf Werte etwas über 150 l/(E•d) erfolgt. Im Trockenjahr 2020 lag der Pro-Kopf-Verbrauch bei 156,7 l/(E•d).

2021 lag der Pro-Kopf-Verbrauch bei insgesamt 152,9 l/(E•d) – davon entfielen 135,0 l/(E•d) auf Haushalte und Kleingewerbe, 15,0 l/(E•d) auf Industrie und Großgewerbe und 2,9 l/(E•d) auf Eigenbedarf und Verluste.

¹⁸ Auf Wunsch des Umweltamtes der Stadt Offenbach wurden die folgenden Grafiken zur Vermeidung von Missverständnissen jeweils zweimal dargestellt: einmal mit gestapelten Linien und einmal mit gestapelten Flächen.

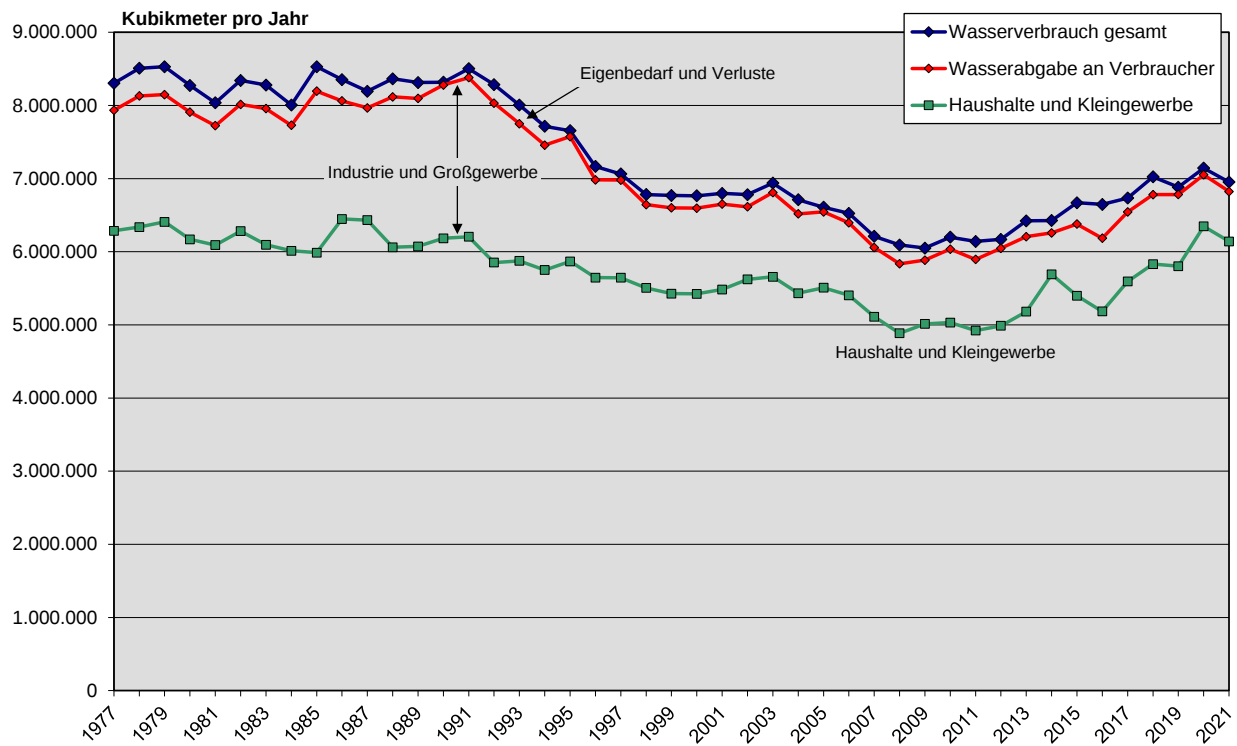


Abb. 9 Wasserverbrauch in Offenbach, 1977 bis 2021 (Darstellung a)

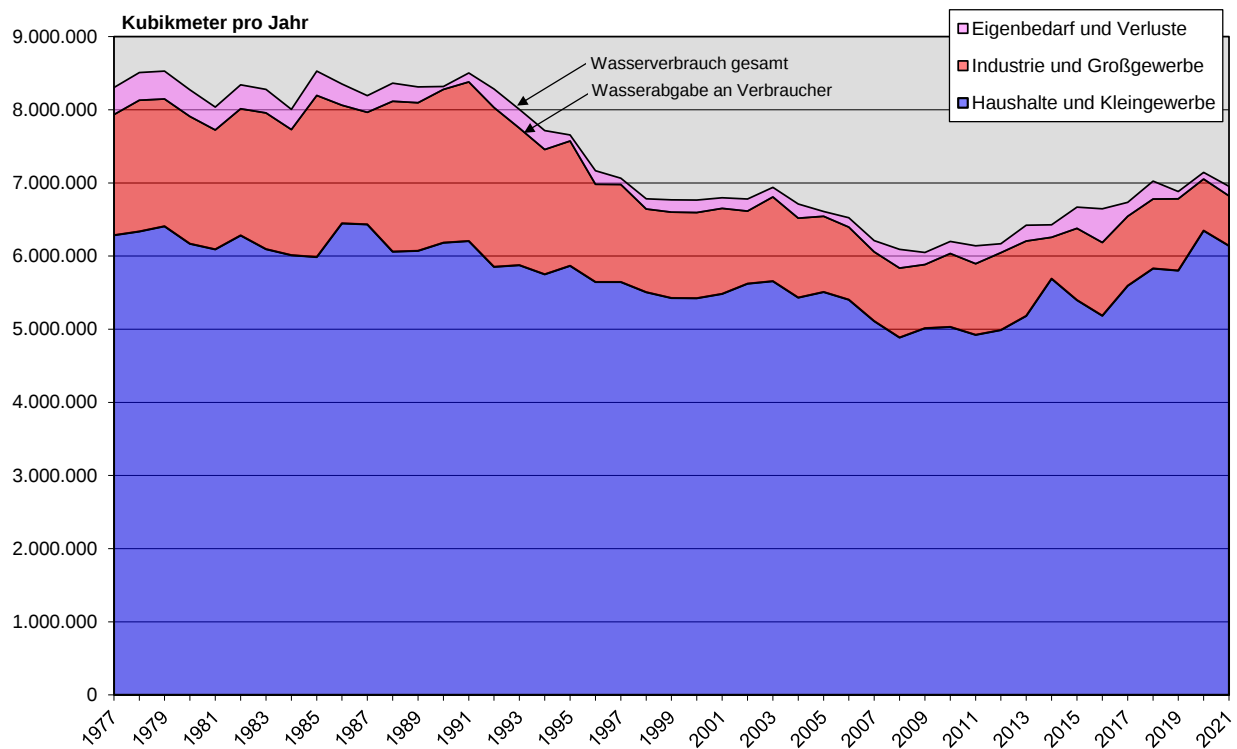


Abb. 10 Wasserverbrauch in Offenbach, 1977 bis 2021 (Darstellung b)

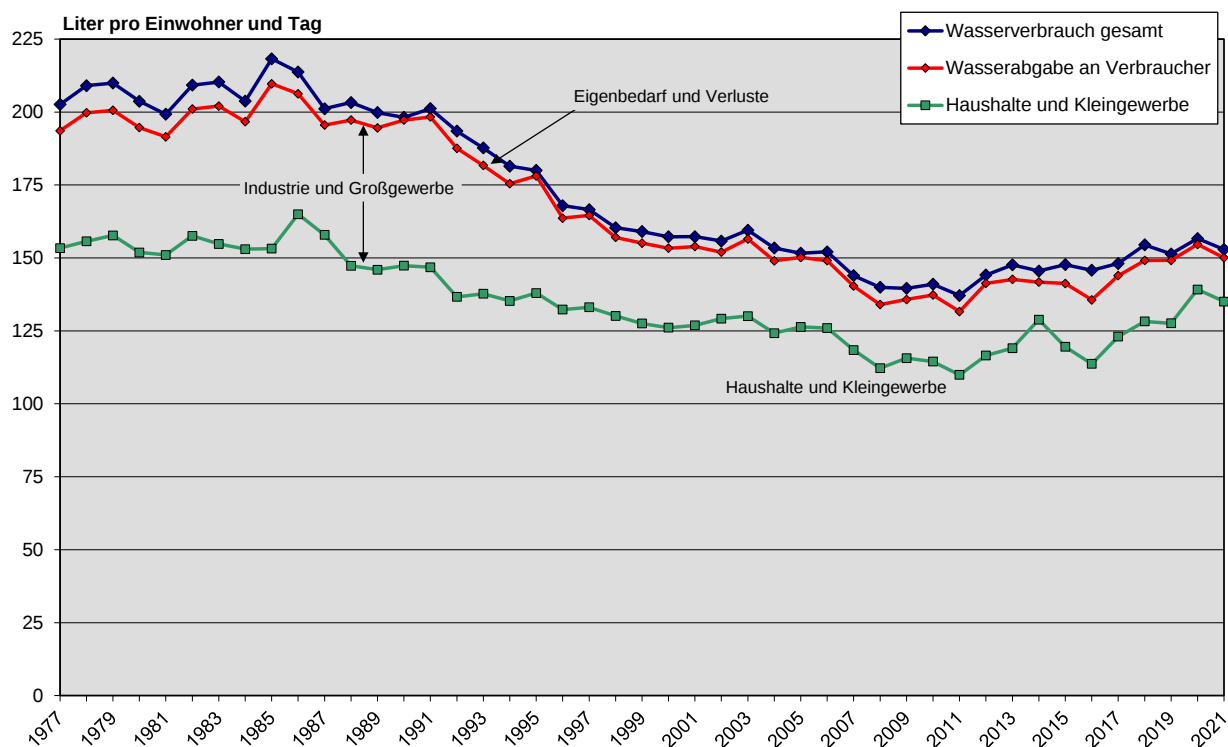


Abb. 11 Pro-Kopf-Verbrauch in Offenbach, 1977 bis 2021 (Darstellung a)

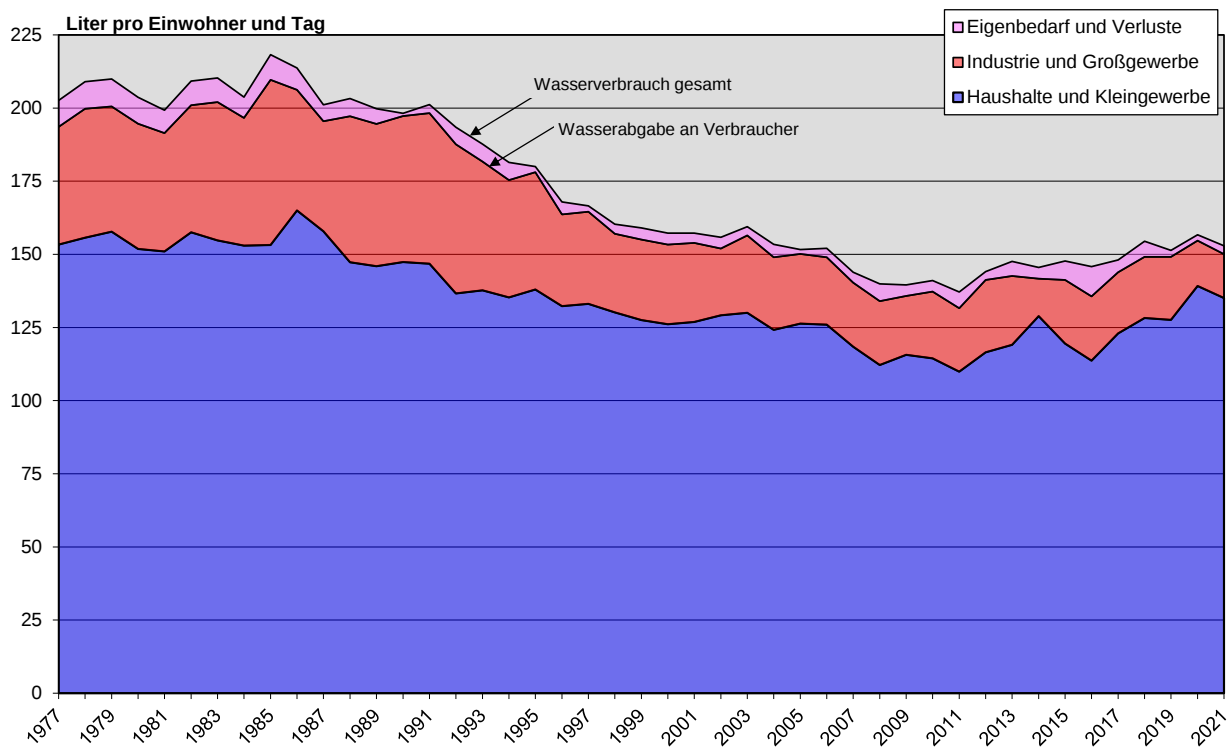


Abb. 12 Pro-Kopf-Verbrauch in Offenbach, 1977 bis 2021 (Darstellung b)

5.1.2 Industrie und Großgewerbe

Der Trinkwasserverbrauch von „Industrie und Großgewerbe“ – also relevanten gewerblichen und öffentlichen Großverbrauchern – erreichte nach Abb. 13 bereits 1985 einen Höchstwert von 2,2 Mio. m³/a. Auch 1988 bis 1992 lag er jeweils über 2,0 Mio. m³/a. In den letzten Jahren lag er immer unter 1,0 Mio. m³/a – 2021 bei rd. 682.000 m³.

Der gesamte Pro-Kopf-Verbrauch liegt in Offenbach zuletzt knapp über 150 l/(E•d). Für eine Großstadt ist dies ein relativ niedriger Wert, der mit der allgemeinen Struktur und insbesondere auch mit der Gewerbestruktur zu tun hat (vgl. Kap. 2.1.5). Als Großverbraucher sind vor allem Wohnungseigentümergeinschaften, Bürogebäude und Seniorenzentren erfasst, daneben einige gewerbliche und öffentliche Einrichtungen (vgl. Kap. 5.1.3).

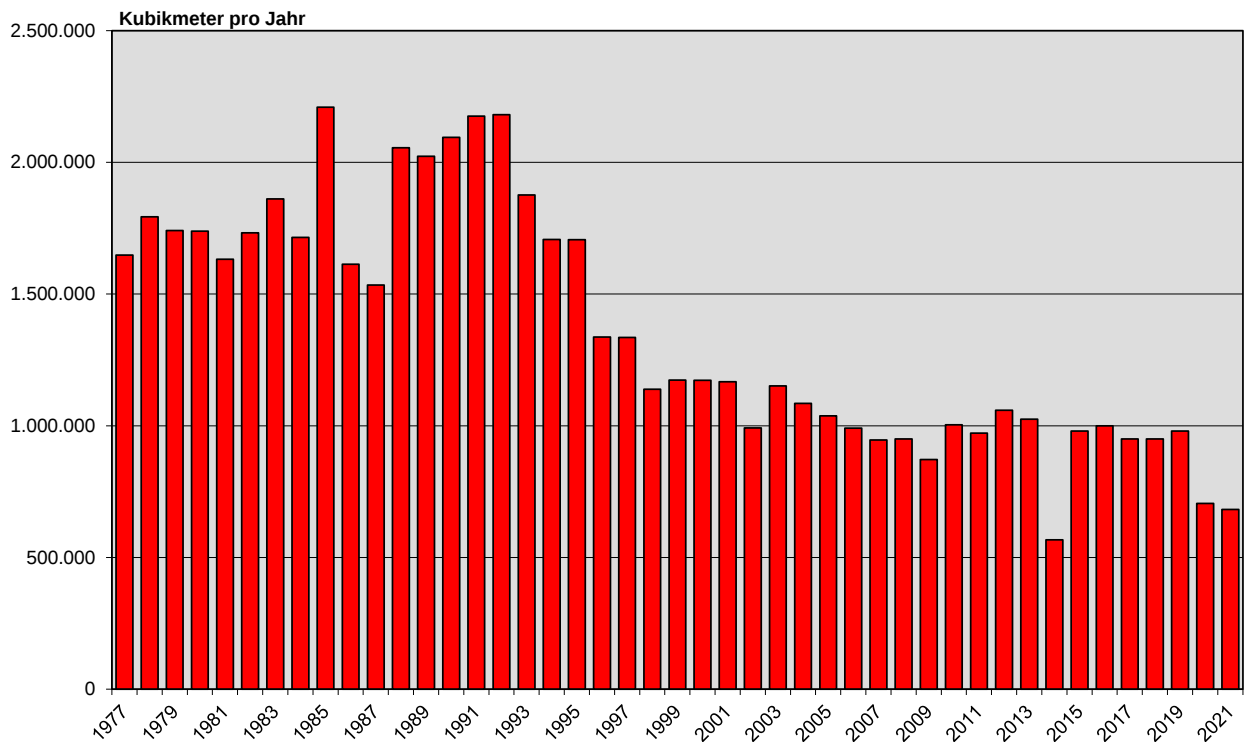


Abb. 13 Wasserverbrauch von Industrie und Großgewerbe in Offenbach, 1977 bis 2021

5.1.3 Großverbraucher

In Offenbach gibt es eine Vielzahl von Wohnungseigentümergeinschaften, Bürogebäuden, Seniorenzentren oder ähnlichem mit Verbräuchen über 5.000 m³/a.

Im gewerblichen und industriellen Bereich gab es zwei große Wasserverbraucher, zusammengekommen mit einem Wasserverbrauch von durchschnittlich ca. 70.000 m³/a (2016-2021). Bei beiden Betrieben sollte geprüft werden, ob und in welchem Umfang Trinkwasser im Betrieb genutzt wird, welches durch Betriebswasser substituierbar wäre.

Das Fußballstadion am Bieberer Berg weist einen durchschnittlichen Verbrauch von rund 14.300 m³/a auf (2018 - 2021). Im Jahr 2017 wurde aufgrund eines Defektes der Bewässerungsanlage ein außerordentlich hoher Verbrauch von über 40.000 m³ erfasst. Zusätzlich gibt es einige weitere Sportanlage mit hohen Verbräuchen. In Summe wurden für die Sportanlagen im Offenbacher Stadtgebiet (ohne das Fußballstadion Bieberer Berg) in den Jahren 2017 bis 2021 durchschnittlich rund 49.000 m³/a Trinkwasser verbraucht (vgl. Kap. 5.1.4). Ein Großteil hiervon wird für die Bewässerung der Sportplätze verbraucht und stellt somit ebenfalls ein Substitutionspotential dar.

Der Wasserverbrauch des Waldschwimmbads Rosenhöhe liegt 2017 bis 2021 durchschnittlich bei rund 18.000 m³/a. Außerdem gibt es ein Einkaufscenter mit einem durchschnittlichen Verbrauch von 12.300 m³/a.

Auch zwei Kleingartenvereine mit hohen Wasserverbräuchen und Substitutionspotentialen befinden sich im Stadtgebiet. Insgesamt lagen die Verbräuche im Durchschnitt bei ca. 8.300 m³/a.

Weitere Großverbraucher mit möglichen Substitutionspotentialen sind die kommunalen Betriebe ESO Stadtservice GmbH und GBM Service GmbH, welche für die Pflege der städtischen Grünanlagen und das Gebäudemanagement der städtischen Liegenschaften zuständig sind (vgl. Kap. 5.1.4).

Bei den Großverbrauchern ebenfalls zu nennen sind die Energieversorgung Offenbach (EVO) und das neue Polizeipräsidium. Die EVO wies 2017 bis 2020 einen durchschnittlichen Verbrauch von rund 3.100 m³/a auf. 2021 betrug der Verbrauch 14.600 m³/a. Die Gründe für diesen deutlichen Verbrauchsanstieg sind nicht bekannt.

5.1.4 Kommunalen Wasserverbrauch

Der kommunale Wasserverbrauch kann verschiedenen Verbrauchern zugeordnet werden. Hierunter fallen Schulen, der Wertstoffhof, ein Badensee, Polizei und Feuerwehr, Sportanlagen, sonstige öffentliche Einrichtungen (z.B. Kindergärten, Bücherei, Jugend-/Seniorenzentren, etc.) sowie die zwei Unternehmen GBM Service GmbH und ESO Stadtservice GmbH der Stadtwerke Unternehmensgruppe. Mit Ausnahme der Schulen und der Sportanlagen (Sportplatzbewässerung) werden hier jedoch keine erheblichen Mengen an Trinkwasser verbraucht (Tab. 7, Abb. 14).

Tab. 7 Kommunalen Trinkwasserverbrauch in m³/a von 2017 – 2021

	Verbrauch				
	2017	2018	2019	2020	2021
Schulen	43.282	52.876	52.785	51.563	50.243
Sportanlagen	32.229	67.368	45.084	62.543	36.800
öffentliche Einrichtungen	14.983	16.661	18.927	16.528	18.397
ESO Stadtservice GmbH	9.796	10.603	10.796	12.243	11.620
Feuerwehr	1.789	1.808	1.788	1.811	1.914
Badesee	840	995	720	670	687
GBM Service GmbH	194	246	247	342	311
Wertstoffhof	154	210	171	221	187
sonstiges	2.164	2.454	2.907	6.839	2.355
Summe	105.431	153.221	133.425	152.760	122.514

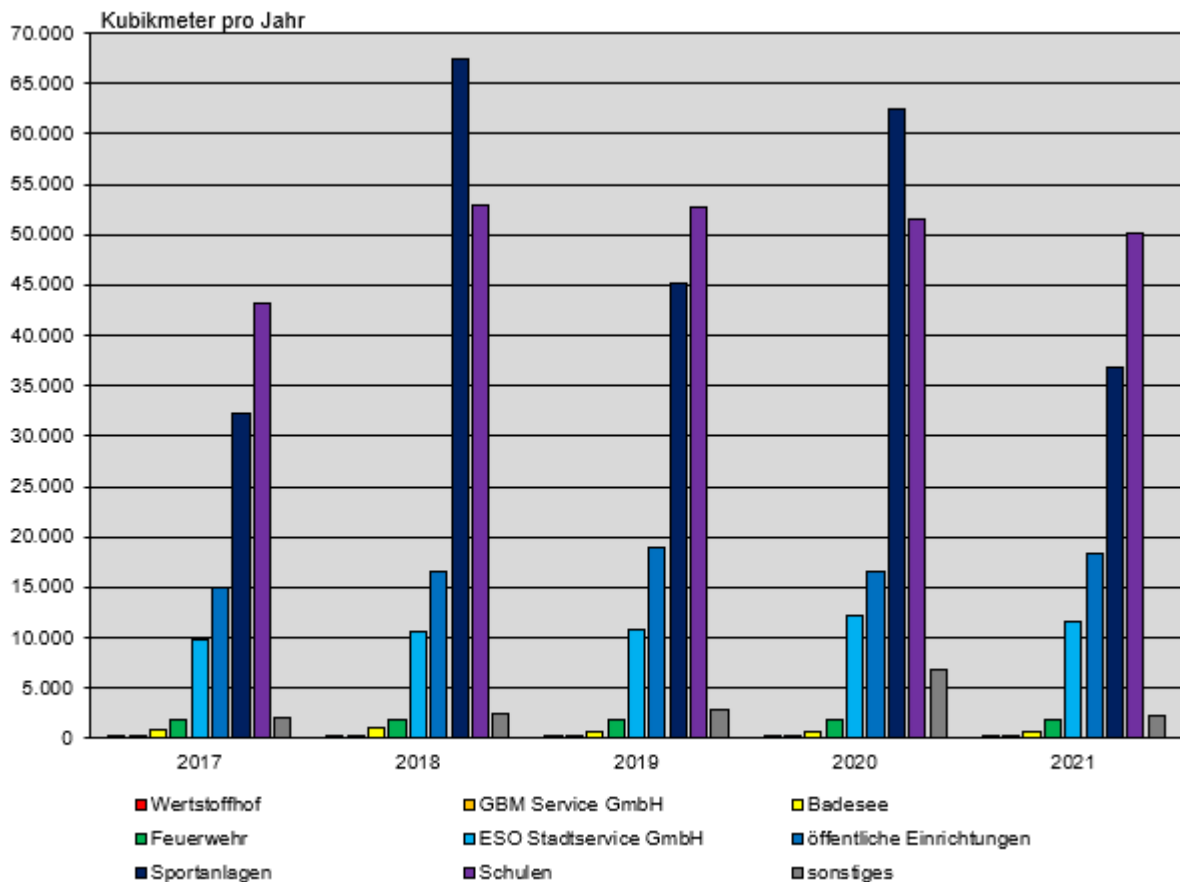


Abb. 14 Kommunalen Trinkwasserverbrauch in m³/a von 2017 - 2021

Kommunale Einrichtungen mit einem mittleren Verbrauch über 1.000 m³/a sind (durchschnittlicher jährlicher Verbrauch in Klammern): ESO Stadtservice GmbH (11.012 m³/a), Sportanlagen (48.805 m³/a), Schulen (50.150 m³/a), Stadtverwaltung (3.218 m³/a), eine Kunstaussstellungshalle (1.509 m³/a) und die Feuerwehr (1.822 m³/a).

In der Wasserbilanz Rhein-Main wird der kommunale Eigenverbrauch, soweit er nicht zwischen den Stadtwerken und der Stadtverwaltung abgerechnet wird, dem Sektor „Eigenbedarf und Verluste“ zugeordnet (vgl. Kap. 5.1.5).

Der kommunale Verbrauch ist in Summe relativ konstant und lag 2017 bis 2021 zwischen 105.700 und 152.700 m³/a. Neben den zahlreichen öffentlichen Einrichtungen, haben vor allem die Sportanlagen einen hohen Verbrauch an Trinkwasser. Dieser ist größtenteils auf die Bewässerung der Sportplätze zurückzuführen. Hierfür werden in Offenbach durchschnittlich knapp 49.000 m³/a Trinkwasser verbraucht, was ein wichtiges Trinkwassersubstitutionspotential dargestellt.

Die ESO Stadtservice GmbH ist unter anderem für die Pflege der städtischen Grünanlagen zuständig. Die GBM Service GmbH kümmert sich um das Gebäudemanagement der städtischen Liegenschaften. Beide verwenden für ihre Tätigkeiten Trinkwasser, was ebenfalls zumindest teilweise durch Betriebswasser substituiert werden könnte.

Weitere, jedoch eher geringe Potentiale bestehen beim Badesee und dem Wertstoffhof. Bei dem Bezug für die öffentlichen Einrichtungen handelt es sich größtenteils um Wasser für den menschlichen Gebrauch, sodass hier keine Substitutionspotentiale vorliegen.

5.1.5 Eigenbedarf und Verluste

Unter „Eigenbedarf und Verluste“ werden in der Wasserbilanz Rhein-Main erfasst:

- Der Eigenbedarf der Wasserwerke – hier des ZWO – vor allem für Rohrnetzspülungen. Da in Offenbach keine Eigengewinnung und keine Wasserbehälter betrieben werden, ist dieser Verbrauchsanteil relativ gering.
- Der kommunale Eigenbedarf – hierunter werden nicht abgerechnete Wassermengen z.B. für die Feuerwehr, für Laufbrunnen oder für die Bewässerung von Grünanlagen verstanden (vgl. Kap. 5.1.4).
- Unter „Rohrnetzverluste“ wird die verbleibende statistische Differenz zwischen Wasserbeschaffung und Wasserabgabe an Verbraucher subsummiert (Abb. 9). Hierin enthalten sind rein statistische Differenzen, z.B. infolge unvermeidlicher Messungenauigkeiten, unterschiedlicher Ablesezeitpunkte etc., sowie echte Rohrnetzverluste an Leckagen und Rohrbrüchen.
- Quellüberläufe sind Wassermengen, die zwar in der Gewinnungsanlage gefasst, aber wieder in ein Gewässer abgegeben werden. Diese Mengen sind nicht der Trinkwassergewinnung zuzuordnen und von der Rohwasserförderung abzuziehen. Der Sachverhalt trifft auf Offenbach nicht zu.

Abb. 15 enthält die Entwicklung von Eigenbedarf und Verlusten in Offenbach seit 1977.

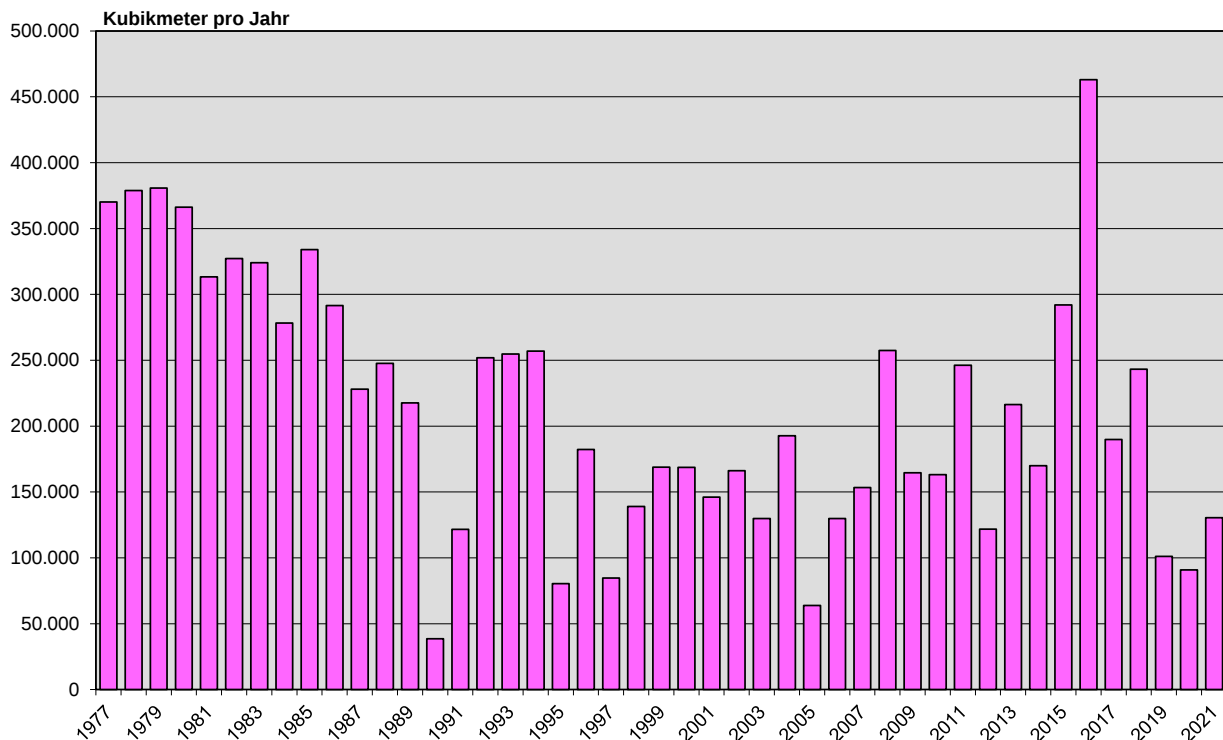


Abb. 15 Eigenbedarf und Verluste in Offenbach, 1977 bis 2021

Eigenbedarf und Verluste machen in Offenbach meist zwischen etwa 100.000 und 200.000 m³/a aus, in einigen Jahren werden Werte um 250.000 m³/a erreicht. Der Verbrauchsanteil liegt damit bei etwa 1,5 bis 3,5 %. 2016 fällt mit einem hohen Einzelwert von rd. 463.000 m³ (7 %) auf.

Die Rohrnetzlänge in Offenbach lag nach Wasserbilanz Rhein-Main 2021 bei 280 km. Der Kennwert q_{VR} nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 392¹⁹ beträgt damit bei Rohrnetzverlusten von 130.463 m³/a 2021 bei 0,053 m³/(km•h). Die Verluste sind in Offenbach damit gering und kein relevanter Optimierungsansatz.

5.2 Nicht-öffentliche Wasserversorgung

Für die in Kap. 3.2 erwähnten Gartenbrunnen gibt es keine Informationen über tatsächliche Fördermengen.

Die relevanten Fördermengen zur Betriebswassernutzung schwankten in den letzten 6 Jahren und liegen zwischen 50.000 und 126.000 m³.

Der Offenbacher Energieversorger EVO AG betreibt einen Betriebswasserbrunnen mit einem Wasserrecht in Höhe von 130.000 m³/a, welches jedoch in den Jahren 2017 bis 2022 nicht umfänglich ausgeschöpft wurde (Abb. 16). Die Entnahmen sind von 2017 bis 2021 kontinuierliche

¹⁹ DVGW – Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.: Technische Regel – Arbeitsblatt W 392 (A): Wasserverlust in Rohrnetzen; Ermittlung, Wasserbilanz, Kennzahlen, Überwachung. Bonn, September 2017.

von rund 40.000 auf 115.000 m³/a gestiegen. 2022 ist die Fördermenge dann wieder leicht zurückgegangen auf ca. 80.000 m³/a.

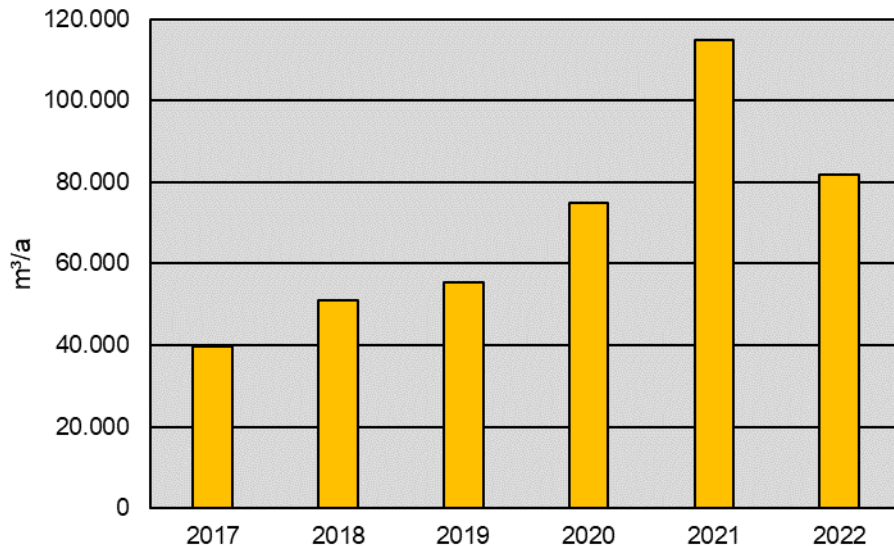


Abb. 16 Fördermengen des Betriebswasserbrunnens der EVO AG

Die Fördermengen der Brunnen der ESO Stadtservice GmbH sind allgemein sehr gering und haben zusätzlich in den letzten 6 Jahren stark abgenommen (Abb. 17). Während 2017 und 2018 noch etwas über 600 m³/a Betriebswasser gefördert wurden, waren es in den Jahren 2020 bis 2022 nur noch rund 100 m³ und weniger. Das Wasserrecht von 2.000 m³/a wird somit nicht ausgeschöpft. In Anbetracht des Tätigkeitsbereichs der ESO und der Tatsache, dass der Trinkwasserverbrauch des Betriebes im selben Zeitraum leicht gestiegen ist (Kap. 5.1.4), sind hier gegebenenfalls Substitutionspotentiale erkennbar. Bei Ausnutzung des vorhandenen Wasserrechts für den Betriebswasserbrunnen könnten vermutlich bis zu 2.000 m³/a Trinkwasser eingespart werden.

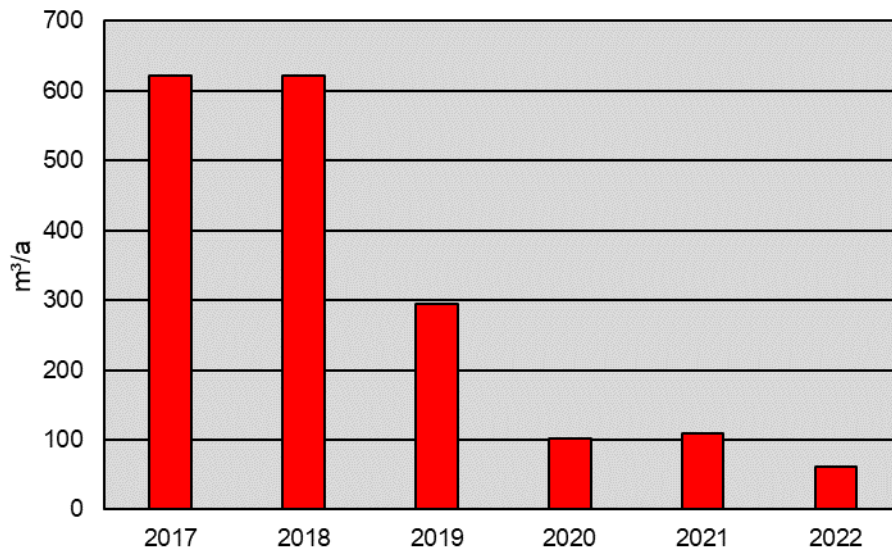


Abb. 17 Fördermengen des Betriebswasserbrunnens der ESO Stadtservice GmbH

5.3 Wassersparnachweis

In der Vergangenheit wurden umfangreiche Wasserspareffekte wirksam, u.a. durch Wasser sparende Toilettenspülungen und Haushaltsgeräte und den Einbau von Wohnungswasserzählern in größeren Wohneinheiten. Gewerbliche Großverbraucher haben bereits seit den 1970er Jahren aus Kostengründen systematisch den Trinkwasserverbrauch reduziert, so dass Trinkwasser in der Regel nur noch für die Belegschaft sowie in der Getränke- und Lebensmittelproduktion genutzt wird. Auch für den Bereich der öffentlichen Einrichtungen ist bekannt, dass z.B. in Schwimmbädern der Wasserverbrauch deutlich reduziert wurde. Infolge dieser Wasserspareffekte ist der Pro-Kopf-Verbrauch in Deutschland zwischen etwa 1990 und 2010 erheblich zurückgegangen und seitdem auf dem erreichten niedrigen Niveau nahezu konstant. Wasserverbrauch und Pro-Kopf-Verbrauch in Offenbach folgen diesem Trend (vgl. Kap. 5.1).

Eine umfassende Analyse der Wasserspareffekte und der noch bestehenden Wassersparpotentiale erfolgte in der Situationsanalyse zur Wasserversorgung in der Rhein-Main-Region (Fort-schreibung Juli 2016) der Arbeitsgemeinschaft Wasserversorgung Rhein-Main (WRM)²⁰. In der aktuellen Fortschreibung²¹ sind diese Ergebnisse zusammengefasst und aktualisiert.

Danach wurde ein großer Teil der bestehenden Wassersparpotentiale bereits in der Vergangen-heit umgesetzt, so dass die noch bestehenden Potentiale nicht überschätzt werden dürfen. Dies betrifft auch weiter gehende Konzepte wie die Nutzung von Regen- und Betriebswasser. Generell sind bei Wassersparmaßnahmen der Aufwand bzw. die Kosten und der Nutzen

²⁰ Arbeitsgemeinschaft Wasserversorgung Rhein-Main (WRM, Hrsg.): Situationsanalyse zur Wasserversorgung in der Rhein-Main-Region - Fortschreibung, Juli 2016. Groß-Gerau/Bad Ems, Juli 2016..

²¹ Arbeitsgemeinschaft Wasserversorgung Rhein-Main (WRM, Hrsg.): Situationsanalyse zur Wasserversorgung in der Rhein-Main-Region - Fortschreibung, Juli 2023. Groß-Gerau/Bad Ems, Juli 2023.

gegenüberzustellen und zu bewerten, wobei insbesondere auch ökologische Aspekte – also der Einsatz von Rohstoffen und Energie für zusätzliche Anlagen – beispielsweise ein zweites Leitungsnetz – zu berücksichtigen sind.

Unabhängig davon bestehen auch weiterhin Potentiale zum Wassersparen, zur Substitution von Trinkwasser und zur Optimierung der Wassernutzung. Diese zu identifizieren ist eines der Hauptanliegen des vorliegenden kommunalen Wasserkonzepts und darauf wird in den folgenden Kapiteln detailliert eingegangen. Wesentlich ist in diesem Zusammenhang die Reduzierung der sommerlichen Bedarfsspitzen, wie sie insbesondere auch durch die Bewässerung von Gärten und das Befüllen von Swimming-Pools entstehen.

Zur Unterstützung des sparsamen Umgangs mit Trinkwasser betreiben die Stadt und der ZWO Öffentlichkeitsarbeit, darunter:

- Wasserampel des ZWO für die Stadt Offenbach,
- Wasserspartipps auf der Homepage der Stadt Offenbach (z.B. kreisweite Kampagne „Jeder Tropfen zählt!“),
- insbesondere während der Sommermonate werden die Verbraucher und Verbraucherinnen über Pressemitteilungen in den regionalen Tages- und Online-Zeitungen (z.B. Offenbach-Post) sowie über die Homepage der Stadt sensibilisiert und über die Notwendigkeit eines sparsamen Umgangs mit Trinkwasser informiert

Der ZWO ist bemüht, die Wasserverluste gering zu halten bzw. zu reduzieren (vgl. Kap. 5.1.5). Hierzu werden kontinuierliche Leitungssanierungen durchgeführt und eine Rohrnetz-Rehabilitationsstrategie angewendet.

Mit dem kommunalen Wasserkonzept wird angestrebt, die Wassernutzung weiter zu optimieren.

6 Wasserbilanz (Ist-Zustand)

Der Wasserbedarf der öffentlichen Trinkwasserversorgung – derzeit etwa 7,0 Mio. m³/a – wird vollständig aus Wasserbezug vom ZWO gedeckt. Aufgrund der hydrogeologischen Gegebenheiten und der intensiven Flächennutzung gibt es in Offenbach keine örtlichen Gewinnungsanlagen für Trinkwasser. Die Bezugsmenge vom ZWO ist also identisch mit dem vollständigen Trinkwasserverbrauch in Offenbach.

Die wasserrechtlichen Zulassungen Dritter belaufen sich auf insgesamt 156.000 m³/a. Die tatsächlichen Fördermengen schwanken stark und betragen zwischen rund 50.000 und 126.000 m³/a. Des Weiteren sind der Stadtverwaltung in Offenbach 299 Haus- bzw. Gartenbrunnen bekannt. Über die Fördermengen der Haus- und Gartenbrunnen liegen keine Informationen vor.

Den Untergrund im Stadtgebiet von Offenbach bilden tertiäre Schichten, die nur im nördlichen Stadtgebiet (i.W. die Stadtteile Bürgel, Rumpenheim und Hafenbereich) flächenhaft von den Lockergesteinen der Terrassensedimente des Mains überlagert werden. Die Lockergesteine erreichen Mächtigkeiten bis in eine Größenordnung von ca. 10 m. Grundwasserentnahmen in diesem Bereich konkurrieren nicht mit der öffentlichen Wasserversorgung. Die Grundwasserstände werden durch den Main gestützt. Das quartäre Grundwasser strömt dem Main zu. Eine Substitution von Trinkwasser aus Grundwasser ist mengenmäßig in diesem Bereich möglich.

Zu berücksichtigen ist hierbei jedoch, dass sich im Hafenbereich mehrere Altlasten befinden, welche potentielle Entnahmen gegebenenfalls einschränken. Die Grundwasserqualität müsste hier zunächst überprüft werden. In Rumpenheim und in Bürgel befinden sich keine bekannten Altlasten, die die Grundwasserqualität beeinflussen.

Südlich der Mainterrassen stehen in sehr geringen Tiefen bereits Tertiärgesteine an, die mit Ausnahme der östlichen Bereiche aus Cyrenenmergel und Rupelton gebildet werden und damit keine zur Trinkwassersubstitution relevanten nutzbaren Grundwasserressourcen bereitstellen. Lokal können geringe Mengen aus geringmächtigen, räumlich eng begrenzten quartären Lockergesteinen gewonnen werden, die hauptsächlich entlang der Bäche gefunden werden. Im Osten stehen die Cerithienschichten an, deren Kalksteinbänke einen ergiebigen Kluftgrundwasserleiter bilden können. Das Erschließungsrisiko im Festgestein ist allerdings hoch. Die äußere Zone des Wasserschutzgebiets reicht bis in die Gemarkung von Offenbach. Eine mögliche Nutzungskonkurrenz ist wegen der hydrogeologischen Situation hier einer Einzelfallprüfung vorbehalten.

6.1 Defizitanalyse

Basierend auf den vorangegangenen Kapiteln wird eine Defizitanalyse für den Ist-Zustand durchgeführt. Hierbei werden sowohl bilanzielle als auch strukturelle Aspekte berücksichtigt.

Ein Defizit in der öffentlichen Wasserversorgung ist derzeit nicht vorhanden. Die Liefermengen des ZWO entsprechen dem Wasserbedarf in Offenbach und sind somit ausreichend. Seit 2016 betreibt der ZWO auch das Leitungsnetz in der Stadt und die Versorgung der Endverbraucher.

Als weitere Lieferoption wurde eine Einspeisung von den Stadtwerken Mühlheim am Main GmbH diskutiert (vgl. Kommunales Wasserkonzept Stadt Mühlheim am Main). Nach aktuellem Stand wird diese Option aufgrund von wirtschaftlichen Gesichtspunkten und qualitativen Unsicherheiten derzeit nicht weiterverfolgt.

Eigenbedarf und Verluste in der Stadt sind im Regelfall gering und bilden keinen Ansatzpunkt für Optimierungspotentiale.

Im gewerblichen und industriellen Bereich gab es zwei große Wasserverbraucher, zusammengekommen mit einem Wasserverbrauch von durchschnittlich ca. 70.000 m³/a (2016-2021). Bei beiden Betrieben sollte geprüft werden, in welchem Umfang Trinkwasser im Betrieb genutzt wird, welches durch Betriebswasser substituierbar wäre.

Große Substitutionspotentiale weisen die Sportanlagen im Stadtgebiet inklusive des Fußballstadions Bieberer Berg auf. Der Trinkwasserverbrauch von insgesamt durchschnittlich rund 63.000 m³/a dient zu großen Teilen der Bewässerung der Sportplätze, wozu ebenfalls Betriebswasser genutzt werden könnte. Schwierigkeit hierbei ist, dass viele der Sportanlagen auf Altlastenflächen liegen. Für das Stadion Bieberer Berg wurde in den letzten Jahren eine Niederschlagswassernutzung geprüft. Aufgrund der Architektur ist eine Niederschlagswassernutzung jedoch nur mit erheblichem baulichem und finanziellem Aufwand möglich und wurde deswegen nicht weiterverfolgt.

Weitere Substitutionspotentiale konnten beim kommunalen Verbrauch identifiziert werden. Neben den Sportanlagen sind hier die kommunalen Betriebe ESO Stadtservice GmbH und GBM Service GmbH, welche für die Pflege der städtischen Grünanlagen und das Gebäudemanagement der städtischen Liegenschaften zuständig sind, zu nennen. Die ESO Stadtservice GmbH betreibt bereits einen Betriebswasserbrunnen mit einem Wasserrecht in Höhe von 2.000 m³/a. Die tatsächlichen Entnahmen lagen in den vergangenen Jahren jedoch deutlich unterhalb dessen, bei ca. 100 m³/a. Weitere, jedoch deutlich geringere Optimierungspotentiale liegen beim Badeseesee und dem Wertstoffhof.

Wie zuvor erläutert, sind aufgrund der hydrogeologischen Gegebenheiten im Stadtgebiet lediglich in den Stadtteilen Bürgel und Rumpenheim sowie unter Berücksichtigung der Altlasten im Hafengebiet weitere Betriebswasserentnahmen in relevanten Mengen möglich.

7 Entwicklung der Rahmenbedingungen bis 2035 und 2050

Die Prognose des mittel- und langfristigen Wasserbedarfs und -dargebots wird geprägt von der Entwicklung der Rahmenbedingungen. Neben der Kommunalentwicklung spielt vor allem die demografische Entwicklung eine entscheidende Rolle für den zukünftigen Wasserbedarf. Das mittel- und langfristige Wasserdargebot war Untersuchungsgegenstand der Studie „Auswirkung des Klimawandels auf den Grundwasserhaushalt“ (im Folgenden WRM-Studie) (BGS 2021) im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Wasserversorgung Rhein-Main. Die Ergebnisse werden im Folgenden den Annahmen zur zukünftigen Ressourcenverfügbarkeit zugrunde gelegt.

Das Wasserdargebot ist langfristig geprägt durch den Klimawandel. Mittelfristig hat dieser kaum quantifizierbare Auswirkungen auf das Wasserdargebot.

7.1 Demografische Entwicklung

Abb. 18 zeigt die Bevölkerungsentwicklung in Offenbach im Zeitraum 1977 bis 2023 und die vorliegenden Prognosen für Zeiträume bis 2040, 2045 und 2050.

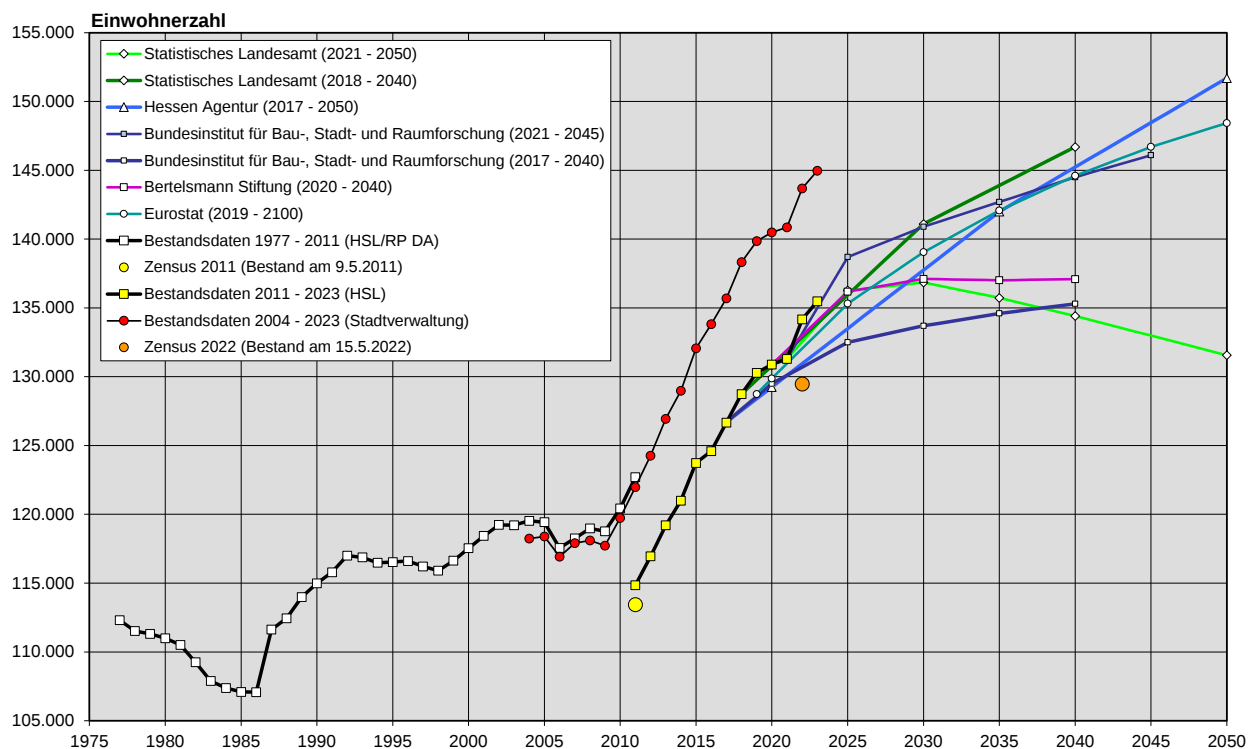


Abb. 18 Bevölkerungsentwicklung in der Stadt Offenbach

Offenbach zeigte bis etwa 2009 ein moderates Wachstum. Seitdem ist die Stadt stark gewachsen. Ende 2021 lag die Zahl der Hauptwohnsitze nach Angaben des HSL bei 131.295, nach Angaben der Stadtverwaltung bei 140.857. Für Ende 2022 gibt das HSL die Einwohnerzahl mit 134.170 an, die Stadt mit 143.678. Für Ende 2023 nennt das HSL 135.490, die Stadt 144.962 Einwohner.

Die Zahl der Nebenwohnsitze war 2014/15 stark zurückgegangen und lag 2016 noch bei 1.186, also nur noch 0,9 % der Einwohnerzahl. Seit 2017 veröffentlicht die Stadtverwaltung die Zahl der Zweitwohnsitze nicht mehr.

Beim Zensus 2011 wurde die Einwohnerzahl für den 9. Mai 2011 mit 113.443 festgestellt. Das HSL hat die Einwohnerzahl für den 31.12.2011 damals von 122.705 auf 114.855 korrigiert. Die Korrektur macht demnach 7.850 Einwohner (6,4 %) aus. Nach Angaben der Stadtverwaltung hatte Offenbach damals 121.970 Einwohner mit Hauptwohnsitz und 7.374 Einwohner mit Nebenwohnsitz – zusammen 129.344 Einwohner.

Beim Zensus 2022 wurde die Einwohnerzahl für den 15. Mai 2022 mit 129.479 festgestellt. Das HSL gibt für den Stand vor der Zählung die Einwohnerzahlen für den 31.12.2022 mit 134.170 an, für den 31.12.2023 mit 135.490. Die Stadtverwaltung gibt für diese Zeitpunkte Zahlenwerte von 143.678 bzw. 144.962 an. Sie setzt die Ergebnisse des Zensus nicht um und hat eine Klage gegen das HSL eingereicht. Die Differenz zwischen den Daten des HSL und der Stadtverwaltung hat nach dem Zensus 2022 die Größenordnung von etwa 15.000 Einwohnern oder knapp 10 % erreicht.

Das HSL schreibt in seiner Pressemitteilung zum Zensus 2022²², dass bei der ausländischen Bevölkerung – deren Anteil in Offenbach mit 41,4 % (2022) besonders hoch ist – die Abnahme infolge der Korrektur besonders groß ist. Während die Abweichung zwischen Bevölkerungsfortschreibung und Zensus bei der deutschen Bevölkerung in Hessen nur 0,8 % ausmacht, beträgt diese Differenz bei der ausländischen Bevölkerung 10,6 %. Deutschlandweit betragen die Vergleichszahlen 0,5 % gegenüber 8,1 %.

Die Stadt Offenbach erstellt als einzige Großstadt in Südhessen keine eigenen Bevölkerungsprognosen. Alle vorliegenden Prognosen basieren also auf der Bevölkerungsstatistik des HSL und beziehen sich auf die Bevölkerungsfortschreibung bis zum Zensus 2022. Sie weisen folgende Entwicklungen aus:

- Das HSL erwartet in seiner Prognose aus dem Jahr 2019 für den Zeitraum 2018 – 2040 eine Zunahme von 128.744 auf 146.700 Einwohner²³.

²² Hessisches Statistisches Landesamt (HSL): Zensus 2022: Bevölkerung in Hessen bei 6,21 Millionen. Pressemitteilung, Wiesbaden, 25.6.2024. <https://statistik.hessen.de/presse>.

²³ Hessisches Statistisches Landesamt: Bevölkerung in Hessen 2060 – Regionalisierte Bevölkerungsvorausberechnung für Hessen bis 2040 – Basisjahr: 31.12.2018. Wiesbaden, Dezember 2019.

- In seiner neueren Prognose aus dem Jahr 2023 für den Zeitraum 2021 – 2050 weist das HSL²⁴ bis 2030 eine Zunahme von 131.295 auf 136.849 Einwohner aus, danach bis 2050 einen Rückgang auf 131.562 Einwohner. Diese Prognose, die auf Bestandsdaten während der Corona-Pandemie basiert, ist als relativ unwahrscheinlich anzusehen.
- Die Hessen Agentur erwartet für den Zeitraum 2017 – 2050 eine Zunahme von 126.700 auf 151.700 Einwohner²⁵. Für 2035 ist ein Zahlenwert von 142.000 ausgewiesen.
- Das BBSR²⁶ weist in seiner Prognose für den Zeitraum 2017 bis 2040 eine Zunahme von 126.658 auf 135.300 Einwohner aus. Diese Prognose erscheint durch die Entwicklung der letzten Jahre überholt.
- Die neuere Prognose des BBSR²⁷ für den Zeitraum 2021 – 2045 weist eine Zunahme von 131.300 auf 146.100 Einwohner aus.
- Die Bertelsmann Stiftung²⁸ weist in Ihrer Prognose für den Zeitraum 2020 bis 2040 zunächst bis 2030 eine ähnliche Entwicklung aus wie das HSL (2021), danach allerdings eine stagnierende Einwohnerzahl. Für 2030 sind 137.110 Einwohner ausgewiesen, für 2040 137.090.
- Eurostat rechnet in der Prognose für den Zeitraum 2019 bis 2100²⁹ mit anhaltendem, deutlichem Wachstum. Die ausgewiesenen Zahlenwerte sind 142.086 für 2035, 144.599 für 2040, 148.432 für 2050 und 158.495 für 2100.

Rechnet man das Wachstum der Jahre 2011 bis 2023, in dem die Einwohnerzahl von Offenbach nach Angaben des HSL von 114.855 auf 135.490 angestiegen ist – also um insgesamt 20.635 bzw. 18,0 % oder 1.720 Einwohner jährlich – so ergibt sich mit linearer Extrapolation bereits für 2035 eine Einwohnerzahl von rd. 156.000.

Die vorliegenden Prognosen decken für 2035 eine Bandbreite von 134.600 bis 143.900 Einwohner ab (BBSR und HSL 2019), für 2050 von 131.562 bis 151.700 Einwohner (HSL 2023 und Hessen Agentur). In der WRM-Situationsanalyse 2023 ist für 2040 eine Bandbreite von 134.414 bis 146.700 Einwohner angesetzt (HSL 2023 und HSL 2019), für 2050 von 131.562 bis 151.700 (HSL 2023 und Hessen Agentur).

²⁴ Hessisches Statistisches Landesamt: Regionalisierte Bevölkerungsvorausberechnung für Hessen bis 2070 – Basisjahr: 2021. Wiesbaden, März 2023.

²⁵ Hessen Agentur GmbH: Ergebnisse der Bevölkerungsvorausschätzung für Hessen und seine Regionen als Grundlage der Landesentwicklungsplanung. Wiesbaden, Juni 2019.

²⁶ Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.): Raumordnungsprognose 2040. Bonn 2021. www.bbsr.bund.de.

²⁷ Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.): Raumordnungsprognose 2045. Bonn 2024. www.bbsr.bund.de.

²⁸ Internet: www.wegweiser-kommune.de

²⁹ Internet: <https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/population-demography/population-projections/database>.

Abb. 19 enthält die prozentuale Bevölkerungsentwicklung in den Stadtteilen von Offenbach im Zeitraum 2004 bis 2023³⁰. Danach liegt das Wachstum im Durchschnitt bei 22,6 %. In den Stadtteilen Hafen und Waldheim wurden größere Erschließungsprojekte umgesetzt. Die Stadtteile Offenbach-Ost und Rosenhöhe sind entgegen dem allgemeinen Trend geschrumpft.

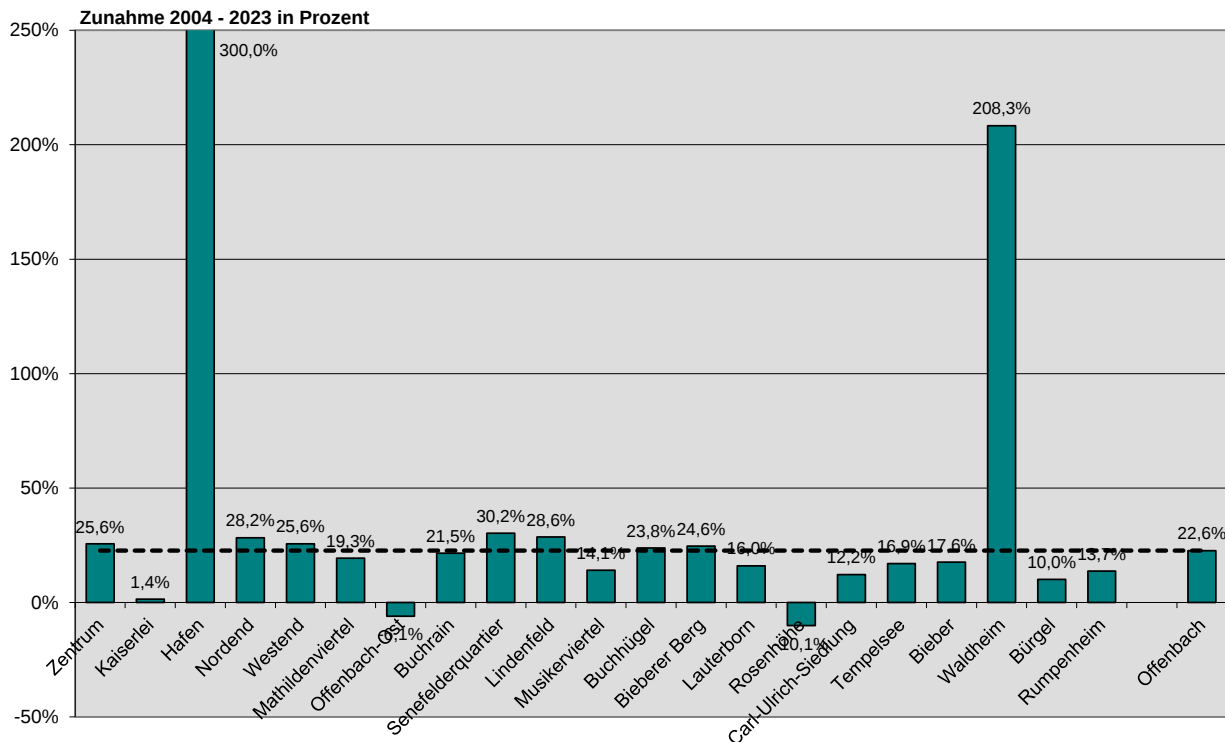


Abb. 19 Bevölkerungsentwicklung in den Stadtteilen von Offenbach

7.2 Kommunalentwicklung

Nach dem Regionalen FNP 2010 bestehen in Offenbach am Main bis 2020 Flächenbedarfe von 87 ha für Wohnflächen und 53 ha für Gewerbeflächen (Abb. 1). Die Stadt Offenbach am Main hat ihre Planungen im „Masterplan 2030“ zusammenstellen lassen³¹. Die aktuellen Planungen der Stadt in Bezug auf Wohngebiete sind in Tab. 3 zusammengestellt.

Die in Tab. 3 aufgeführten Planungen summieren sich auf 788 Wohneinheiten. Dies entspricht bei etwa 2,5 Personen pro neu bezogener Wohnung und bei einer vollständig bevölkerungswirksamen Umsetzung theoretisch einer Zunahme um etwa 1.970 Einwohner. Eine zu 50 % bevölkerungswirksame Umsetzung würde etwa 1.000 zusätzlichen Einwohnern entsprechen.

³⁰ Die Bevölkerungsstatistik für die Statistischen Bezirke enthält bis 2016 Daten für Haupt- und Nebenwohnsitze und ab 2017 nur für Hauptwohnsitze.

³¹ Stadt Offenbach am Main: Masterplan Offenbach am Main 2030. Albert Speer & Partner GmbH (AS&P), Frankfurt am Main, Dezember 2015.

Die Stadtverwaltung rechnet bei neu bezogenen Wohnungen mit 2,25 Personen je Haushalt. Damit ergibt sich ein etwas geringeres Bevölkerungspotential von rd. 1.773 Einwohnern, bei einer effektiven Wirksamkeit von 50 % also knapp 900 Einwohnern.

Kleinere Erschließungsvorhaben beziehen sich auf eine Arrondierung im Süden von Rumpenheim. Das Wohngebiet Bürgel-Ost ist in der Erschließung und wird teilweise bereits bewohnt. Das Wohngebiet Waldhof-West soll nach aktuellem Beschluss etwas kleiner werden. In Bezug auf die Wasserbedarfsprognose sind die in Tab. 8 zusammengestellten Zahlen in der Summe aktuell.

Tab. 8 Geplante Wohngebiete in Offenbach am Main

B-Plan Bezeichnung	Statistischer Bezirk	Status	WE	Einwohner	Geplante Umsetzung
Bürgel Nordwest	43 – Bürgel	Potential	132	297	Langfristig, d.h. > 5 Jahre
Bieber Waldhof-West (Waldhof II)	33 – Bieber	Potential Planung	600	1.350	
Westlich Rumpenheim	44 - Rumpenheim	Potential	56	126	
Summe			788	1.773	

Die geplanten Gewerbeflächen summieren sich auf etwa 50 bis 60 ha – insgesamt maximal etwa 100 ha. Daraus ist zunächst bei einer üblichen gewerblichen Nutzung (ohne wasserintensive Betriebe wie z.B. Getränkehersteller) und mit einem typischen Wasserbedarf von etwa 1.000 m³/(ha•a) auf einen zusätzlichen Wasserbedarf in der Größenordnung von etwa 50.000 bis 60.000 m³/a und maximal etwa 100.000 m³/a zu schließen.

Die einzige größere Gewerbefläche ist der Innovationscampus auf dem Allessa-Areal zwischen der Innenstadt und Bürgel. Hier soll unter anderem ein Galvanik-Betrieb angesiedelt werden. Für den Innovationscampus wird mit einem Wasserbedarf von etwa 77.000 bis 83.000 m³/a gerechnet.

Zur Zeit gibt es insgesamt drei Rechenzentren, die entweder schon in Betrieb, teilweise in Betrieb oder geplant sind. Mit moderner Kühltechnik sollte der Wasserbedarf der Rechenzentren gering sein.

In der Summe ist für Gewerbeansiedlungen in Offenbach nach aktuellem Kenntnisstand mit einem zusätzlichen Wasserbedarf in der Größenordnung von etwa 100.000 m³/a zu rechnen. Bezogen auf den Wasserbedarf der Stadt von insgesamt etwa 7,0 Mio. m³/a ist dies nicht von besonderer Bedeutung bzw. nahezu irrelevant.

Die Hauptwerte der Varianten sind in Tab. 9 zusammengestellt. Die Obere Variante berücksichtigt die Umsetzung der Neubauflächen, den Trend der letzten Jahre und die Prognose des HSL aus dem Jahr 2019. Die Untere Variante bildet die Bandbreite der jüngeren Prognosen ab. Die mittlere Variante entspricht dem Mittelwert dieser Varianten.

Tab. 9 Varianten der Bevölkerungsentwicklung in Offenbach am Main

Variante	Bestand 2021	Prognose		Quelle / Begründung
		2035		
		in %	Zahl	
Obere Variante	131.295	+ 10,4 %	145.000	Umsetzung Baugebiete Abgeschwächte Fortsetzung des Trends 2011 – 2023 Prognose HSL 2019, gerundet
Untere Variante		+ 6,6 %	140.000	Bandbreite der Prognosen sowie Trend bis 2023, gerundet
Mittlere Variante		+ 8,5 %	142.500	Arithmetischer Mittelwert

7.3 Ausblick auf 2050

Aus den in Abb. 18 (Kap. 7.1) dargestellten Prognosen für 2050 ist abzuleiten, dass die Stadt Offenbach am Main aufgrund ihrer Funktion als Oberzentrum, ihrer verkehrsgünstigen Lage und der besonderen Bevölkerungsstruktur auf absehbare Zeit weiter wachsen wird. Die aktuellen Prognosen der Hessen Agentur und der EU-Statistik-Behörde eurostat weisen Zunahmen auf 151.700 bzw. 148.432 Einwohner aus. Eurostat rechnet auch darüber hinaus bis 2100 mit einer anhaltenden Zunahme auf 158.495 Einwohner.

Die Bevölkerungsdichte lag in Offenbach 2023 mit 135.490 Einwohnern auf 44,88 km² bereits bei 3.018 E/km². Sie ist damit eine der höchsten in den hessischen Städten und Gemeinden. Aus der Sicht der Stadtentwicklung kann dies langfristig zu einem begrenzenden Faktor werden oder die Struktur der Stadt weiter verändern.

7.4 Ressourcenverfügbarkeit

In der WRM-Studie (BGS 2021) im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Wasserversorgung Rhein-Main wird detailliert die Untermainebene als eines der wesentlichen Dargebotsgebiete der Wasserversorgung für die Metropolregion Rhein-Main untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass der Klimawandel auf das mittelfristig – also im Prognosehorizont 2035 – nutzbare Grundwasserdargebot kaum quantifizierbare Auswirkungen hat.

Langfristig – also im Prognosehorizont 2050 und darüber hinaus – spielt der Klimawandel eine weitere entscheidende Rolle bei der Entwicklung des Grundwasserdargebots.

Alle Klimaprognosen gehen von einem schnellen weiteren Temperaturanstieg aus. Das Ziel, den globalen Temperaturanstieg auf das 1,5 °C-Ziel des Pariser Klimaabkommens von 2015 zu

begrenzen, wird voraussichtlich nicht mehr erreicht werden. Laut dem Deutschen Wetterdienst (Becker 2019) ist selbst das 2 °C-Ziel bis 2100 nur unter dem Emissionsszenario RCP 2.6, d.h. bei negativen Emissionen zu realisieren, also bei einer aktiven Reduzierung der klimaaktiven Gaskonzentrationen in der Luft.

Bei einem weitgehend ungebremsten Treibhausgasausstoß, von dem bislang ausgegangen werden muss, wird für den Zeitraum 2021 bis 2050 für Süddeutschland eine weitere Zunahme heißer Tage (Tagesmaximum >30 °C) um zehn bis 15 Tage erwartet (DKK et al. 2020). In besonders warmen Gebieten am Main könnte die Zunahme eine Größenordnung von 21-30 Tagen erreichen. Gekoppelt an die steigenden Temperaturen wird die potentielle Verdunstung (Evaporation und Transpiration) zunehmen.

Aufgrund der Abnahme des Temperaturgradienten zwischen den Polen und dem Äquator verändern sich die Wellenbewegungen des zirkumpolaren Starkwindbades (Jet Stream). In der Folge treten häufiger stabile (stationäre) Wetterlagen mit längeren Verweilzeiten von Tief- (Dauerregen, Hochwasser) und Hochdruckgebieten (Hitzeperioden, Dürre) auf (z.B. im „Jahrhundertsommer“ 2018 durch blockierende Hochdruckgebiete über Skandinavien, Becker 2019). Die weitere Zunahme solcher Extremereignisse gilt als sicher.

Die Modellierung der Niederschlagsentwicklung ist mit deutlich größeren Unsicherheiten behaftet als die der Temperatur. Die Bandbreite der Ergebnisse verschiedener regionaler Klimaprojektionen reicht von einer deutlichen Abnahme der Jahresniederschläge bis hin zu einer deutlichen Zunahme. Die meisten Klimaprojektionen lassen eine tendenzielle Zunahme der Jahresniederschläge erwarten. Dabei nehmen oftmals die Winterniederschläge zu, während die Sommerniederschläge in der Summe geringer werden. Die vergangenen 18 Jahre zeigten jedoch auch eine Tendenz zur Abnahme der Winterniederschläge. Diese Beobachtung deckt sich nicht mit den Prognosen der Klimamodelle. Hierbei ist jedoch neben den klimatischen Einflüssen auch immer die Variabilität der Witterung zu berücksichtigen.

In der WRM-Studie zeigen allein die Klimaprojektionen mit dem Regionalmodell WETTREG einen deutlichen Trend zu geringeren Grundwasserneubildungsraten. Alle übrigen Klimaprojektionen des Projektensembles führen bis etwa 2040/2050 zumindest zu weitgehend stabilen oder ansteigenden Grundwasserneubildungsraten. Die Eintretenswahrscheinlichkeit ist für alle Klimaprojektionen gleich.

8 Wasserbedarfsprognose 2035/2050

8.1 Grundlagen

Der Wasserbedarf ergibt sich prinzipiell als Produkt aus Einwohnerzahl und Pro-Kopf-Bedarf³², wobei letzterer den Gesamtverbrauch aller Verbraucher in den Kommunen einschließlich Eigenbedarf und Verlusten umfasst.

Methodische Grundlage für die folgende Wasserbedarfsprognose ist die Prognose in der aktuellen Fortschreibung der Situationsanalyse zur Wasserversorgung in der Rhein-Main-Region³³ der Arbeitsgemeinschaft Wasserversorgung Rhein-Main (WRM) – insbesondere die Dokumentation der Verbrauchsentwicklung in den einzelnen Verbrauchssektoren und der daraus resultierenden Bandbreite des zukünftigen Pro-Kopf-Bedarfs. Diese basiert auf den wissenschaftlichen Untersuchungen in der Prognose bis 2100 im Klimafolgen-Projekt AnKliG³⁴ und der aktualisierten Dokumentation in der WRM-Situationsanalyse vom Juli 2016³⁵.

Die Entwicklung des Pro-Kopf-Bedarfs, also des auf die Einwohnerzahl bezogenen Gesamtbedarfs, wird danach von gegenläufigen Faktoren beeinflusst. Wasserspareffekten in allen Verbrauchssektoren stehen Effekten gegenüber, die den Bedarf steigern. Die folgende Kurzdokumentation der zu erwartenden Wasserspar- und Substitutionseffekte basiert auf den genannten Untersuchungen.

Für die Wasserbedarfsprognose weitgehend unerheblich ist die Frage, welche Bevölkerungsstatistik zugrunde gelegt wird. Der Wasserverbrauch in Offenbach am Main ist eine bekannte Größe (vgl. Kap. 5.1). Mit den niedrigeren Einwohnerzahlen des HSL, die auch vom RP Darmstadt in der Wasserbilanz Rhein-Main verwendet werden, ergeben sich relativ hohe Zahlenwerte für den Pro-Kopf-Verbrauch – für 2021 z.B. 152,9 l/(E•d) (vgl. Abb. 11). Mit der zu erwartenden Reduzierung der Einwohnerzahl nach dem Zensus 2022 wird sich der Pro-Kopf-Verbrauch entsprechend erhöhen. Mit den höheren Einwohnerzahlen der Stadtverwaltung ergeben sich entsprechend niedrigere Zahlenwerte für den Pro-Kopf-Verbrauch. Das ändert aber nichts an dem gemessenen Wasserverbrauch und es ändert – abgesehen von Rundungseffekten – nichts oder wenig an dem Ergebnis der Wasserbedarfsprognose. Nach Multiplikation von Einwohnerzahl und Pro-Kopf-Verbrauch ergibt sich wieder der gemessene Wasserverbrauch bzw. in der Prognose der Wasserbedarf. Unschärfen ergeben sich dabei im Wesentlichen aus der Rundung.

³² Roth, U.: Bestimmungsfaktoren für Wasserbedarfsprognosen. gwf-Wasser/Abwasser 139 (1998) Nr. 2, S. 63-69.

³³ Arbeitsgemeinschaft Wasserversorgung Rhein-Main (WRM, Hrsg.): Situationsanalyse zur Wasserversorgung in der Rhein-Main-Region – Fortschreibung, Juli 2023. Bearbeitung: Dr.-Ing. Ulrich Roth in Zusammenarbeit mit dem WRM-Arbeitskreis „Wasserbilanz“. Groß-Gerau/Bad Ems, 2023.

³⁴ Mikat, H./Wagner, H./Roth, U.: Wasserbedarfsprognose für Südhessen 2100 – Langfristige Prognose im Rahmen eines Klimafolgen-Projektes. gwf-Wasser/Abwasser 151 (2010) Nr. 12, S. 1178-1186.

³⁵ Arbeitsgemeinschaft Wasserversorgung Rhein-Main (WRM, Hrsg.): Situationsanalyse zur Wasserversorgung in der Rhein-Main-Region – Fortschreibung, Juli 2016. Bearbeitung: Dr.-Ing. Ulrich Roth in Zusammenarbeit mit dem WRM-Arbeitskreis „Wasserbilanz“. Groß-Gerau/Bad Ems, 2016.

8.2 Wasserspar- und Substitutionspotentiale

8.2.1 Klassische Wassersparpotentiale

Die Effekte aus den klassischen Sparpotentialen durch Wasser sparende Toilettenspülungen, Wasch- und Spülmaschinen, Perlatoren etc. wurden seit ihrer Einführung vollständig bzw. weitgehend umgesetzt. Hierzu enthält die WRM-Situationsanalyse 2016 eine umfassende Dokumentation. Aus Abb. 9 und Abb. 11 wird deutlich, dass der Pro-Kopf-Verbrauch seit Jahren relativ konstant auf dem so erreichten niedrigen Niveau ist.

Parallel zu den Wasserspareffekten gab es gegenläufige Trends, die die Spareffekte teilweise ausgeglichen haben. Hierzu zählt vor allem die Entwicklung vom wöchentlichen Wannenbad, wie es in den 1960er Jahren üblich war, zum täglichen Duschen, wie es heute selbstverständlich ist. Wasch- und Spülmaschinen werden häufiger genutzt als früher. Mehrbedarf ist auch durch den Trend zu kleinen Haushalten entstanden.

Ohne Wassersparmaßnahmen wäre der Wasserverbrauch infolge der Verbesserung des allgemeinen Lebensstandards und der höheren Wirtschaftsleistung angestiegen, wie es bis in die 1970er Jahre erwartet wurde. Der allgemein in Deutschland seit Ende der 1980er Jahre beobachtete Verbrauchsrückgang zeigt, wie erfolgreich die Wassersparmaßnahmen durch moderne Technik, Informationskampagnen und vor allem auch rationelle Wassernutzung im Bereich von Industrie und Gewerbe waren.

8.2.2 Regenwassernutzung

Da neue Regenwassernutzungsanlagen in der Regel beim Neubau oder der umfassenden Sanierung von Wohnhäusern errichtet werden, hängt das erzielbare Spar- bzw. Substitutionspotential von der Bautätigkeit ab (Tab. 3). Besonders geeignet für solche Anlagen sind Ein- und Zweifamilienhäuser (Tab. 2), die vor allem in den außen liegenden Stadtteilen häufig sind. Insgesamt dominieren in Offenbach jedoch Mehrfamilienhäuser und die Neubautätigkeit betrifft überwiegend den Geschosswohnungsbau. Das Einsparpotential durch Regenwassernutzung ist in Offenbach somit geringer als z.B. in den kleineren Städten und Gemeinden im Landkreis Offenbach.

Gemäß Tab. 3 wurden 2021 in Offenbach 77 Ein- und Zweifamilienhäuser fertiggestellt und 29 genehmigt. Daraus ist auf eine Größenordnung von jährlich etwa 25 bis 75 neuen Ein- und Zweifamilienhäusern zu schließen. Die aktuelle Bautätigkeit betrifft zunehmend Mehrfamilienhäuser, die in Offenbach teilweise auch mit Zisternen ausgestattet werden.

Das Sparpotential durch Regenwassernutzung hängt maßgeblich davon ab, ob das Wasser aus der Zisterne nur zur Gartenbewässerung oder auch im Haushalt – vorrangig für die Toilettenspülung – eingesetzt wird. Bei einer Nutzung nur für die Gartenbewässerung beträgt die Einsparung pro Haus etwa 10 bis maximal 20 m³/a. Bei einer Nutzung auch für die Toilettenspülung (Verbrauchsanteil nach DVGW ca. 34 l/(E•d)) erhöht sich die Einsparung je nach Personenzahl auf etwa 30 bis 50 m³/a.

Bei etwa 25 bis 75 Neubauten im Jahr und maximal 50 m³/a Einsparung pro Haus resultiert aus der Regenwassernutzung also ein jährlicher Verbrauchsrückgang um etwa 1.250 bis 3.750 m³. Bei einem Prognosehorizont von 14 Jahren (2021 – 2035) wäre das ein Verbrauchsrückgang beim Trinkwasser um etwa 17.500 bis 52.500 m³/a. Bezogen auf die rd. 135.000 Einwohner in Offenbach wären das etwa 0,35 bis maximal 1,05 l/(E•d). Diese Annahme geht jedoch von einer relativ hohen Zahl an Neubauten und von einer konsequenten Nutzung auch in den Haushalten aus. Tatsächlich ist das Sparpotential bis 2035 also kleiner. Wenn etwa 2/3 der Anlagen nur im Garten und 1/3 auch im Haushalt genutzt werden, halbiert sich das Sparpotential bis 2035 nach Rundung auf etwa 10.000 bis 25.000 m³/a oder etwa 0,2 bis 0,5 l/(E•d).

Das theoretische Potential für Regenwassernutzung in Haushalten ergibt sich aus der Annahme, dass alle geeigneten Häuser mit Zisternen ausgestattet werden. In Offenbach wären dies 8.057 Anlagen mit einem maximalen Potential von etwa 400.000 m³/a (vgl. Kap. 4.3). Das hierfür erforderliche Investitionsvolumen läge mit grob geschätzten Kosten von etwa 10.000 € pro Anlage in der Größenordnung von 80 Mio. €.

Allgemein ist festzustellen, dass der Effekt der Regenwassernutzung erheblich überschätzt wird. Ein relevanter Nachteil der Regenwassernutzung ist, dass die Zisternen nach längerer Trockenheit wie in den Sommern 2018, 2020 und 2022 leer sind. Dann müssen die Anlagen mit Trinkwasser nachgespeist werden, was zu zusätzlichen Bedarfsspitzen führt.

8.2.3 Weiter gehende Spar- und Substitutionskonzepte

Weiter gehende Sparkonzepte sehen neben der Nutzung von Grauwasser, Trockentoiletten und ähnlichen Konzepten vor allem Betriebs- bzw. Betriebswassersysteme vor. Grundsätzliche Randbedingung hierfür ist, dass eine geeignete Ressource zur Verfügung steht, beispielsweise eine Quelle oder ein Brunnen, die bzw. der z.B. aus qualitativen Gründen nicht oder nicht mehr für die Trinkwassergewinnung genutzt werden kann, oder ein geeignetes Oberflächengewässer, also ein Fluss oder ein See.

Die andere Voraussetzung ist ein oder mehrere geeignete Nutzer, z.B. ein Gewerbe- oder Industriebetrieb oder eine öffentliche Einrichtung wie ein Sportplatz oder eine Grünanlage. Hier bestehen oft nahe liegende Möglichkeiten, andere Ressourcen als Trinkwasser zu nutzen.

Der Aufbau von Betriebswassersystemen mit einem zweiten Leitungssystem ist aufwändig und daher nur in Neubaugebieten realistisch. Auch hier wird eine geeignete Gewinnungsanlage benötigt. Aufwand und Nutzen einer solchen Anlage sind nicht nur unter Kostengesichtspunkten, sondern vor allem auch unter dem Gesichtspunkt des Einsatzes von Material und Energie, also unter ökologischen Gesichtspunkten zu prüfen.

Hierzu wurde 2022 für die Stadt Frankfurt am Main eine grundsätzliche Begutachtung vorgelegt³⁶. Diese kommt im „Trend-Szenario“ zu dem Ergebnis, dass in Frankfurt ein Substitutionspotential von etwa 0,5 Mio. m³ Jahresbedarf besteht. Dies entspricht rd. 1 % des aktuellen Wasserbedarfs der Stadt von rd. 50 Mio. m³/a. Im Szenario „Besondere Anstrengungen“ wurde ein Potential von 6,6 Mio. m³/a ermittelt, welches allerdings nur langfristig realisiert werden kann und entsprechend hohe Investitionen voraussetzt.

Das nutzbare Grundwasserdargebot in Offenbach ist aufgrund der hydrogeologischen Gegebenheiten gering. Es gibt nur wenige Brunnen für Betriebswasser. Zudem ist die Gewerbestruktur in Offenbach für die Nutzung von Betriebswasser relativ ungünstig. Es gibt nur einzelne Betriebe, in denen Betriebswasser überhaupt in nennenswertem Umfang genutzt werden könnte.

Generell sind neben Gewerbe- und Industriebetrieben vor allem kommunale Einrichtungen für die Nutzung von Betriebswasser geeignet. Hier ist insbesondere an die Nutzung durch den Bauhof – vor allem für Bewässerungszwecke – zu denken. Soweit für die Bewässerung von Sport- und Grünanlagen noch Trinkwasser eingesetzt wird, könnte dies durch Betriebswasser ersetzt werden, sofern entsprechende Ressourcen verfügbar sind.

8.3 Entwicklung des Pro-Kopf-Bedarfs

Auf Grundlage der Festlegungen in der WRM-Situationsanalyse werden folgende Annahmen zugrunde gelegt:

- Für den Bereich der Haushalte (ohne Kleingewerbe) wird ausgehend von einem einheitlichen Bestandswert von rd. 110 l/(E•d) für 2021 eine im Hinblick auf den gegenüber der WRM-Situationsanalyse verkürzten Prognosezeitraum 2035 eine leicht reduzierte Bandbreite von ± 5 l/(E•d) angesetzt.
- Für Andere Verbraucher – also die öffentlichen und gewerblichen Einrichtungen incl. „Kleingewerbe“ – wird für den 110 l/(E•d) übersteigenden Verbrauchsanteil eine Bandbreite von ± 10 % zugrunde gelegt.
- Für Eigenbedarf und Verluste in den Kommunen wird den unvermeidlichen Schwankungen entsprechend ebenfalls eine Bandbreite von ± 10 % zugrunde gelegt.

Insgesamt ergibt sich damit die Bandbreite des Pro-Kopf-Bedarfs aus einem Verbrauchsanteil der Haushalte (ohne Kleingewerbe) mit 110 l/(E•d) und den anderen Bedarfsanteilen – also gewerbliche und öffentliche Verbraucher, Eigenbedarf und Verluste – mit dem Bestandswert 2021 ± 10 %. Die Zahlenwerte der oberen und unteren Variante werden auf ganze l/(E•d) gerundet. Für die mittlere Variante wird der arithmetische Mittelwert dieser Varianten angesetzt.

³⁶ Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE): Abschätzung der theoretischen Substitutionspotenziale durch Optionen der Betriebswassernutzung und deren ökonomische und ökologische Auswirkungen im Betrachtungshorizont bis 2050 am Beispiel der Stadt Frankfurt am Main. Frankfurt am Main, 2022.

Mit diesen Bandbreiten sind die in Kap. 8.2 abgeleiteten Wassersparpotentiale ebenso abgedeckt wie die Unsicherheiten, die sich aus dem Verbraucherverhalten, statistischen Ungenauigkeit und anderen Effekten ergeben.

Für die Prognose des Pro-Kopf-Bedarfs in Offenbach am Main ergeben sich damit auf Grundlage der in Tab. 10 zusammengestellten Bestandsdaten die in Tab. 11 abgeleiteten Zahlenwerte.

Dabei basieren die Zahlenwerte für den Pro-Kopf-Verbrauch bzw. -Bedarf auf der offiziellen Bevölkerungsstatistik des HSL. Mit den höheren Daten nach der kommunalen Statistik (vgl. Tab. 1, Abb. 5) würden sich etwas niedrigere Werte ergeben. Für diese liegen jedoch keine Bevölkerungsprognosen vor.

Tab. 10 Bestandsdaten für den Pro-Kopf-Verbrauch in Offenbach am Main, 2021

	Pro-Kopf-Verbrauch 2021
	Liter pro Einwohner und Tag
Pro-Kopf-Verbrauch gesamt	152,9
Haushalte / Kleingewerbe	135,0
... darin: Haushalte	110
... darin: Kleingewerbe	25,0
Industrie / Großgewerbe	15,0
Eigenbedarf / Verluste	2,9
Summe	152,9
... darin: Andere Verbrauchsanteile	42,9

Tab. 11 Prognose des Pro-Kopf-Bedarfs in Offenbach am Main 2035

	Pro-Kopf-Bedarf	
	Liter pro Einwohner und Tag	
Ausgangswert 2021	152,9	
... darin: Haushalte	110	
... darin: Andere Verbrauchsanteile	42,9	
Prognose 2035	Obere Variante	Untere Variante
Haushalte	115,0	105,0
Andere Bedarfsanteile	47,2	38,6
Pro-Kopf-Bedarf gesamt	162,2	143,6
Gerundet	162,0	144,0
Mittlere Variante	153	

Der Pro-Kopf-Verbrauch in Offenbach ist für eine Stadt dieser Größe relativ niedrig. Gründe hierfür sind strukturelle Gegebenheiten, insbesondere bei der Bevölkerungs- und Gewerbestruktur.

8.4 Wasserbedarfsprognose öffentliche Wasserversorgung

Mit den in Kap. 7 abgeleiteten Einwohnerzahlen und den in Kap. 8.3 abgeleiteten Daten für den Pro-Kopf-Verbrauch ergeben sich die Varianten der Wasserbedarfsprognose für Offenbach am Main gemäß Tab. 12. Abb. 20 enthält – basierend auf Abb. 9 – die Wasserbedarfsprognose.

Tab. 12 Wasserbedarfsprognose für Offenbach am Main 2035

Maßzahl	Einheit	Bestand 2021	Prognose 2035		
			Obere Variante	Mittlere Variante	Untere Variante
Einwohnerzahl	-	131.295	145.000	142.500	140.000
Pro-Kopf-Verbrauch	l/(E•d)	152,9	162	153	144
Gesamtverbrauch bzw. -bedarf	m³/a	6.953.679	8.573.850	7.957.913	7.358.400
Gewerbeansiedlungen		-	100.000	75.000	50.000
Gesamtverbrauch bzw. -bedarf		6.953.679	8.673.850	8.032.913	7.408.400
Im Trockenjahr: + 5 %		-	9.107.543	8.434.559	7.778.820
Mittlerer Tagesbedarf im Normaljahr	m³/d	19.051	23.764	22.007	20.297

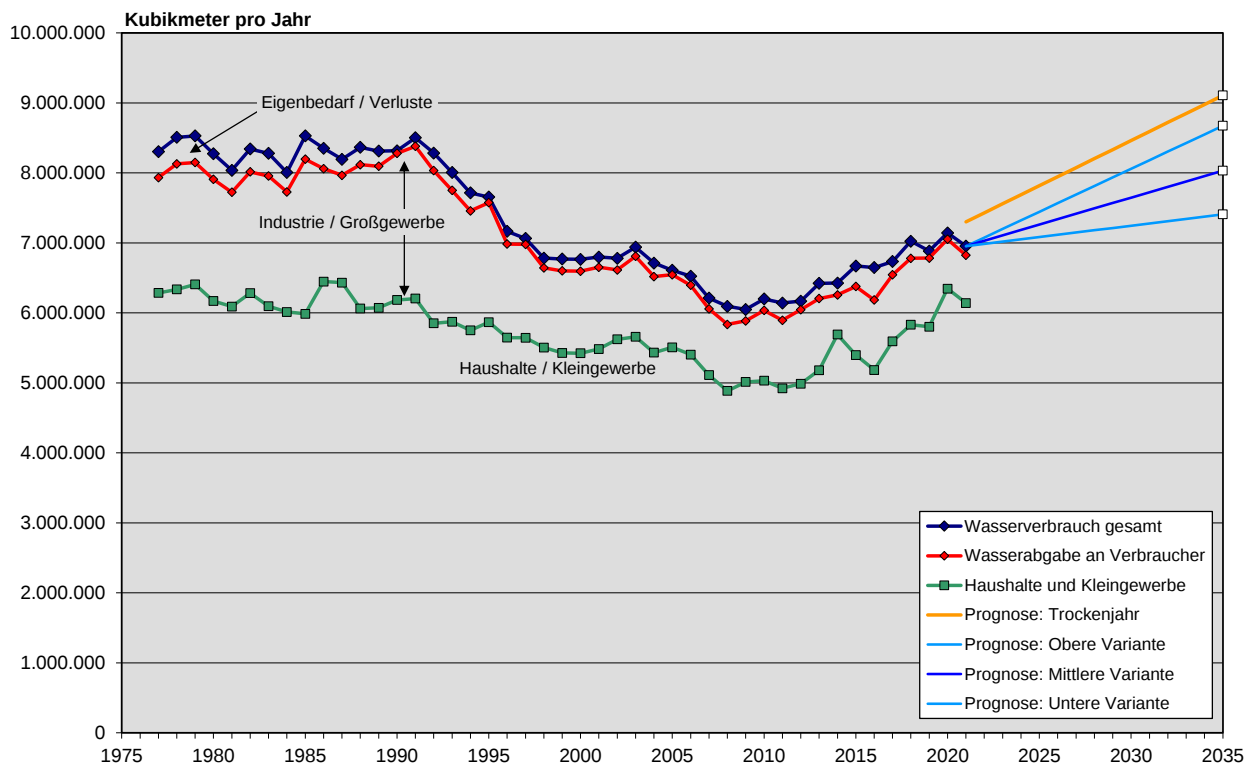


Abb. 20 Wasserbedarfsprognose für Offenbach am Main bis 2035

Mit den höheren Einwohnerzahlen (mit oder ohne Nebenwohnsitze) nach der kommunalen Bevölkerungsstatistik und entsprechend niedrigeren Zahlenwerten für den Pro-Kopf-Verbrauch würden sich – abgesehen von Rundungseffekten – nach entsprechender Multiplikation näherungsweise die gleichen Bedarfswerte ergeben.

Die neuen Gewerbeflächen haben insgesamt untergeordnete Bedeutung. In der Oberen Variante sind für neue Gewerbeansiedlungen – insbesondere im Innovationscampus – 100.000 m³/a berücksichtigt, in der mittleren Variante 75 % davon, in der unteren Variante die Hälfte.

Danach liegt der Wasserbedarf in Offenbach am Main 2035 zwischen etwa 7,4 und 8,7 Mio. m³/a, in der mittleren Variante bei rd. 8,0 Mio. m³/a gegenüber rd. 6,95 Mio. m³ im Ausgangsjahr 2021. Dabei ist allen Varianten eine mehr oder weniger deutliche Zunahme der Einwohnerzahl zugrunde gelegt – in der mittleren Variante ein praktisch konstanter Pro-Kopf-Bedarf. In der oberen und unteren Variante ist neben der Bandbreite der Bevölkerungsentwicklung auch beim Pro-Kopf-Bedarf eine Bandbreite von rd. ± 6 % berücksichtigt – weniger im Sinne eines erwarteten Trends, sondern vielmehr im Sinne einer Unschärfe, also zum Abdecken der unvermeidlichen Unsicherheiten.

Im Trockenjahr kann der Bedarf auf maximal rd. 9,1 Mio. m³/a ansteigen, in der mittleren Variante auf rd. 8,4 Mio. m³/a. Im Trockenjahr 2020 lag der Wasserverbrauch in Offenbach bei rd. 7,14 Mio. m³. Ähnliche Verbrauchszahlen wie in der Prognose wurden in Offenbach bereits in den 1970er und 1980er Jahren bei viel niedrigerer Einwohnerzahl und viel höherem Pro-Kopf-Verbrauch verzeichnet.

Die vorliegende Wasserbedarfsprognose basiert auf Entwicklungen, wie sie sich aus der Regional- und Flächennutzungsplanung sowie den vorliegenden Bevölkerungsprognosen ergeben. Sonderentwicklungen wie die Ansiedlung oder Schließung von Gewerbebetrieben oder öffentlicher Einrichtungen, Flüchtlingsströme infolge internationaler Krisen, die Auswirkungen der Corona-Pandemie oder Naturkatastrophen sind grundsätzlich nicht zu prognostizieren. Soweit Ansiedlungen von öffentlichen und gewerblichen Einrichtungen bekannt sind, sind diese in der Prognose bis 2035 berücksichtigt.

Da Offenbach am Main in der Vergangenheit stark gewachsen ist und nach den vorliegenden Prognosen weiter wachsen wird, weist die Prognose eine relativ deutliche Bedarfszunahme aus. Dabei ist der Pro-Kopf-Verbrauch in Offenbach für eine Stadt dieser Größe relativ niedrig, was strukturelle Gründe hat – insbesondere bei der Bevölkerungs- und Gewerbestruktur.

Aus den längerfristigen Bevölkerungsprognosen lässt sich für Offenbach am Main auf ein anhaltendes Wachstum schließen, das wahrscheinlich auch zu einem entsprechenden weiteren Anstieg des Wasserbedarfs führen wird. Die Stadt hat allerdings bereits im Bestand eine sehr hohe Bevölkerungsdichte, was sich eventuell langfristig zu einem begrenzenden Faktor entwickeln kann.

8.5 Spitzenwasserbedarf

Nach dem einschlägigen DVGW-Arbeitsblatt W 410 liegt der maximale Tagesbedarf an einem Sommertag mit schönem Wetter um einen Faktor f_d über dem mittleren Wasserbedarf Q_d in einem Normaljahr (vgl. Tab. 12) und errechnet sich zu $\max Q_d = f_d \cdot Q_d$. Dabei ist der Faktor f_d von der Einwohnerzahl im betrachteten Versorgungsgebiet abhängig (Abb. 21).

Nach dem Arbeitsblatt beträgt der Spitzenfaktor für die Stadt Offenbach am Main (rd. 135.000 E.) $f_d \approx 1,60$. Aufgrund der kompakten Struktur der Stadt und des Versorgungssystems erübrigen sich Angaben für die Stadtteile.

Nach dem Zweck der Norm, eine sichere Wasserversorgung zu gewährleisten, sind diese Werte in der Regel etwas zu hoch. Sie können mit tatsächlichen Verbrauchswerten aus zurückliegenden Trockenjahren verifiziert werden, wobei die Maximalwerte $\max Q_d$ mit dem mittleren Verbrauch Q_d in einem Normaljahr verglichen werden müssen ($f_d = \max Q_d / Q_d$).

Mit den Spitzenfaktoren nach dem DVGW-Arbeitsblatt liegt der maximale Wasserbedarf in Offenbach im Bestand bei $19.051 \cdot 1,60 \approx 30.500 \text{ m}^3/\text{d}$, nach der oberen Variante der Prognose bei $23.764 \cdot 1,60 \approx 38.000 \text{ m}^3/\text{d}$ und nach der mittleren Variante bei $22.007 \cdot 1,60 \approx 35.200 \text{ m}^3/\text{d}$. Die untere Variante ist unter dem Gesichtspunkt der Versorgungssicherheit für die Fragestellung nicht relevant.

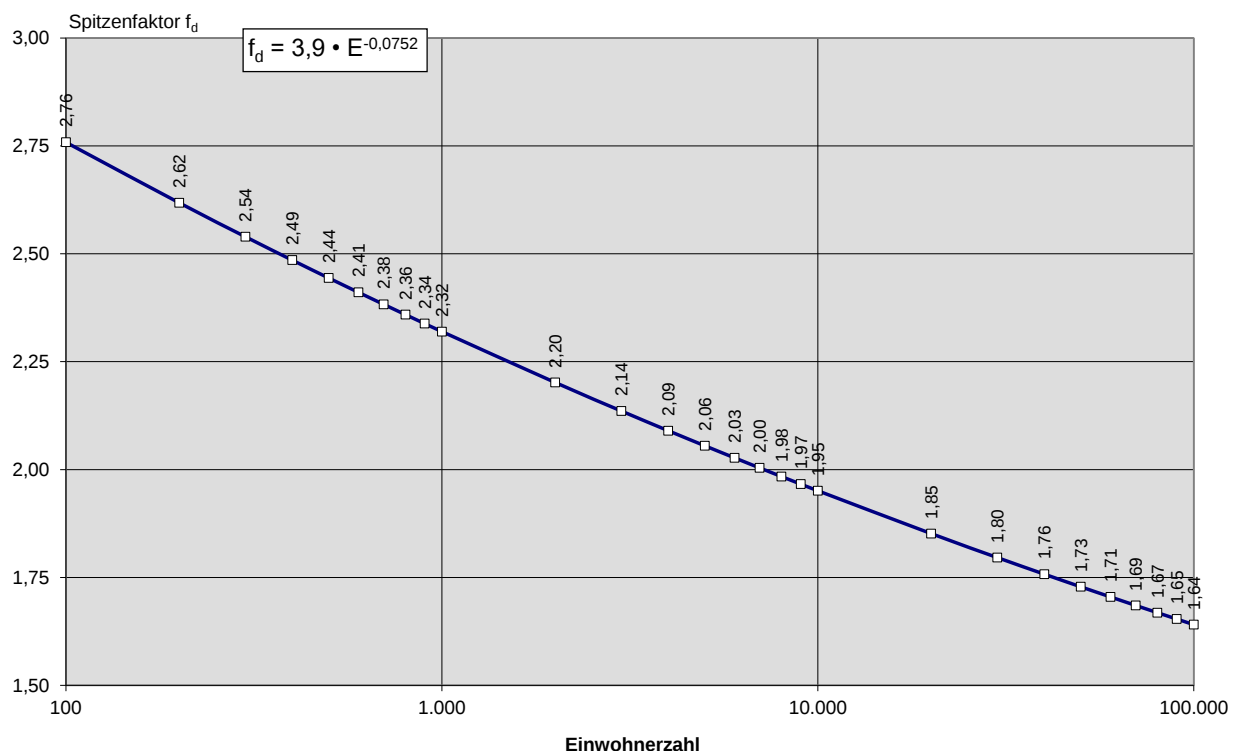


Abb. 21 Spitzenfaktoren nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 410

8.6 Wasserbedarfsprognose nicht-öffentliche Wasserversorgung

Die tatsächlichen Fördermengen der registrierten Haus- bzw. Gartenbrunnen sind nicht bekannt. In den letzten Jahren wurde jedoch eine deutliche Zunahme der Anzeigen neuer Haus- und Gartenbrunnen festgestellt. Insbesondere durch die vergangenen heißen Sommer ist eine weitere Zunahme denkbar. Eine prognostizierte Anzahl oder Fördermengen lassen sich jedoch nicht quantifizieren.

Bei den Betrieben mit eigenem Wasserrecht und Betriebswasserförderungen ist innerhalb der letzten Jahre (vgl. Kap. 5.2) keine Tendenz bezüglich der Bedarfsentwicklung erkennbar. Aus den vorhandenen Daten sind weder deutliche Steigerungen noch deutliche Verringerungen der Entnahmen zu erkennen, sodass für die Prognose bis 2050 mit einem konstanten Betriebswasserbedarf gerechnet wird.

Die Fördermengen der Brunnen der ESO Stadtservice GmbH sind allgemein sehr gering und haben zusätzlich in den letzten 6 Jahren stark abgenommen. Das Wasserrecht von 2.000 m³/a wird nur zu einem Bruchteil ausgenutzt. Für die Prognose bis 2050 wird nicht mit einer deutlichen Bedarfssteigerung gerechnet.

Lediglich die Fördermengen des Offenbacher Energieversorgers EVO AG weisen einen leicht steigenden Trend auf. Die Entnahmen sind von 2017 bis 2021 kontinuierliche von rund 40.000 auf 115.000 m³/a gestiegen. 2022 ist die Fördermenge dann wieder leicht zurückgegangen auf ca. 80.000 m³/a. Das Wasserrecht in Höhe von 130.000 m³/a ist hierbei jedoch noch nicht vollumfänglich ausgeschöpft.

9 Prognose des nutzbaren Wasserdargebots 2035/2050

Das gewinnbare Dargebot ist nach DIN 4049 der Teil des Grundwasserdargebotes, das mit technischen Mitteln entnehmbar ist und grundsätzlich einer Nutzung zur Verfügung steht. Das nutzbare Dargebot bezeichnet nach DIN 4049 den Teil des gewinnbaren Grundwasserdargebots, der für die Wasserversorgung unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen genutzt werden kann. Als Randbedingungen werden hier im Folgenden Trockenperioden sowie eine umweltverträgliche Grundwasserstandsentwicklung berücksichtigt.

Wie bereits in Kap. 7.4 erläutert, hat der Klimawandel kurz- bzw. mittelfristig kaum quantifizierbare Auswirkungen auf das Wasserdargebot. Die mittelfristige Ressourcenverfügbarkeit im Untersuchungsgebiet wird nach derzeitigem Kenntnisstand noch als weitgehend konstant angesehen. Im Prognosehorizont 2035 wird das nutzbare Wasserdargebot somit im Wesentlichen von den Ergebnissen bezüglich des derzeit nutzbaren Grundwasserdargebots im Bewirtschaftungskonzept bestimmt.

Für den Prognosehorizont 2050 spielt der Klimawandel als langfristiger Prozess hingegen eine entscheidende Rolle für die Entwicklung der Ressourcenverfügbarkeit.

9.1 Mittelfristige Ressourcenverfügbarkeit bis 2035

Im Bewirtschaftungskonzept wurden anhand von Grundwassermodellrechnungen die auch in Trockenperioden umweltverträglich gewinnbaren Grundwasserentnahmen unter Berücksichtigung der ökologisch erforderlichen Niedriggrundwasserstände im Sinne eines nutzbaren Dargebots rechnerisch abgeleitet. Das so ermittelte nutzbare Dargebot ist an die vorhandene Gewinnungsstruktur insbesondere der öffentlichen Wasserversorgung geknüpft und beträgt im betrachteten Bilanzgebiet ca. 35 Mio. m³/a.

Auch die Rahmenbedingungen der Ermittlung eines zusätzlichen nutzbaren Grundwasserdargebots in Offenbach (Kap. 6) bleiben konstant. Aufgrund der hydrogeologischen Gegebenheiten in Offenbach sind zusätzliche Grundwasserentnahmen auch im Prognosehorizont 2035 vor allem im nördlichen Stadtgebiet (i.W. die Stadtteile Bürgel, Rumpenheim und Hafenbereich) denkbar. Eine Substitution von Trinkwasser aus Grundwasser ist mengenmäßig in diesem Bereich ohne mit der öffentlichen Wasserversorgung zu konkurrieren möglich. Zu berücksichtigen ist hierbei jedoch, dass sich im Hafenbereich mehrere Altlasten befinden, welche potentielle Entnahmen gegebenenfalls einschränken. Die Grundwasserqualität müsste hier zunächst überprüft werden. In Rumpenheim und in Bürgel befinden sich keine bekannten Altlasten, die die Grundwasserqualität beeinflussen.

9.2 Langfristige Ressourcenverfügbarkeit bis 2050

Die Entwicklung der Ressourcenverfügbarkeit im Prognosehorizont 2050 ist geprägt durch den Klimawandel. Alle Klimaprognosen gehen von einem schnellen weiteren Temperaturanstieg aus, welcher wiederum eine Zunahme der potentiellen Verdunstung (Evaporation und Transpiration)

bewirkt. Die Bandbreite der Ergebnisse verschiedener regionaler Klimaprojektionen zur Modellierung der Niederschlagsentwicklung reicht von einer deutlichen Abnahme der Jahresniederschläge bis hin zu einer deutlichen Zunahme. Die meisten Klimaprojektionen gehen von einer tendenziellen Zunahme der Jahresniederschläge aus, mit einer Zunahme der Winterniederschläge und einer Abnahme der Sommerniederschläge.

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwasserneubildung in der Untermainebene wurden in der Studie „Auswirkung des Klimawandels auf den Grundwasserhaushalt“ (BGS 2021) im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Wasserversorgung Rhein-Main untersucht. Die Klimaprojektionen des Projektensembles ergaben überwiegend zumindest weitgehend stabile oder ansteigende Grundwasserneubildungsraten bis etwa 2040/2050. Lediglich die Klimaprojektionen mit dem Regionalmodell WETTREG zeigten einen deutlichen Trend zu geringeren Grundwasserneubildungsraten.

Im Bewirtschaftungskonzept wurde zur modellgestützten Abschätzung (iterative stationäre Modellrechnungen) des langfristig gesicherten nutzbaren Dargebots unter Berücksichtigung des Klimawandels eine flächige Verringerung der Grundwasserneubildung um 15 % in Ansatz gebracht. Der gewählte Ansatz deckt weitestgehend das Szenario der Klimaprojektion mit dem Regionalmodell WETTREG mit deutlichem Trend zu geringeren Grundwasserneubildungsraten ab. Um die ökologisch verträglichen Niedriggrundwasserstände einzuhalten, verringert sich das derzeit nutzbare Dargebot von 35 Mio. m³/a um ca. 4 Mio. m³/a bzw. um etwas mehr als 10 %. Das hieraus resultierende langfristig gesichert nutzbare Dargebot beträgt unter Berücksichtigung möglicher ungünstiger Auswirkungen des Klimawandels ca. 31 Mio. m³/a.

Kleinräumig folgt daraus keine Einschränkung der zusätzlichen Betriebswasserentnahmen im Stadtgebiet. Durch die stabilisierende Wirkung des Mains auf die Grundwasserstände wird auch im Prognosehorizont 2050 eine Betriebswasserentnahme in den zuvor erwähnten Stadtteilen (Bürgel, Rumpenheim und Hafenbereich) mengenmäßig für realistisch erachtet.

10 Wasserbilanz bis 2050

Für die Wasserbilanz bis 2050 werden die Ergebnisse aus den vorangegangenen Kapiteln zusammengeführt und gegenübergestellt. Im Hinblick auf die öffentliche Wasserversorgung spielt das nutzbare Wasserdargebot nur eine indirekte Rolle, da der Wasserbedarf der Stadt Offenbach vollständig aus Wasserbezug vom ZWO gedeckt wird und keine eigenen Gewinnungsanlagen betrieben werden.

Anders als bei den übrigen vom ZWO belieferten Kommunen besteht zwischen dem ZWO und der Stadt Offenbach kein Liefervertrag mit einer festgeschriebenen Vorhaltemenge, sondern ein Konzessionsvertrag. Somit ist der ZWO vertraglich verpflichtet, den Trinkwasserbedarf der Stadt zu decken. Eine quantitative Bilanz von Wasserbedarf und Dargebot bzw. Liefermenge für die Stadt Offenbach ist somit überflüssig, da durch den Konzessionsvertrag auch langfristig, also für den Prognosehorizont 2050, für die Stadt Offenbach von einer ausreichenden Versorgung auszugehen ist – allerdings nur, sofern der ZWO aufgrund der Dargebotssituation dazu in der Lage ist. Neben den nutzbaren Grundwasserdargeboten und dem Wasserbezug von den Vorlieferanten (ZVG Dieburg und Hessenwasser) spielen hier insbesondere die wasserrechtlichen Zulassungen eine Rolle.

Das in Kap. 6 ermittelte zusätzlich nutzbare Grundwasserdargebot zur Betriebswassernutzung steht mutmaßlich auch in den Prognosehorizonten 2035 und 2050 zur Verfügung. Eine vertiefte Analyse der Trinkwassersubstitutionspotentiale für eine rationelle Wasserverwendung ist insbesondere im Hinblick auf die weitere Stärkung der öffentlichen Trinkwasserversorgung sinnvoll und wird im nachfolgenden Kapitel thematisiert.

10.1 Defizitanalyse

Basierend auf den vorangegangenen Kapiteln erfolgt eine Defizitanalyse für die zukünftige Situation in der Wasserversorgung bis 2050. Hierbei werden sowohl bilanzielle als auch strukturelle Aspekte berücksichtigt.

Für die öffentliche Wasserversorgung besteht auch langfristig aufgrund des bestehenden Konzessionsvertrags zwischen der Stadt Offenbach und dem ZWO eine gesicherte Bedarfsdeckung.

Unabhängig davon stellt sich die Frage, ob der ZWO in der Lage ist, auch langfristig den Verpflichtungen des Konzessionsvertrags nachzukommen, da dessen Wasserlieferungen abhängig von den verfügbaren Wasserrechten sind. Der ZWO ist bestrebt, die Versorgung der Kommunen auch langfristig sicherzustellen und arbeitet an Lösungsansätzen z.B. durch zusätzlichen Wasserbezug. Details hierzu wie auch zur Entwicklung der Versorgungsinfrastruktur enthält das übergeordnete teilräumliche Wasserkonzept des ZWO.

11 Potentiale und zukünftige Entwicklung der Trinkwassereinsparung und -substitution

Auch wenn in allen Varianten zur Bedarfsprognose der öffentlichen Wasserversorgung bereits von einem rationellen Wasserverbrauch unter Berücksichtigung eines Einsparpotentials beim Pro-Kopf-Verbrauch ausgegangen wurde, kann und sollte der ZWO bei der Bewältigung der zukünftigen Probleme hinsichtlich der Dargebotssituation möglichst durch rationelle Wasserverwendung in den Kommunen unterstützt werden.

Der Zukunftsplan Wasser (HMULKV 2022) nennt hier als mögliche Maßnahmen:

- Mobilisierung von Einspar- und Substitutionspotentialen von Trinkwasser,
- Anreize zur Ausschöpfung von Innovationspotentialen der Wassernutzung,
- Sensibilisierung und Motivation der Verbraucher und Verbraucherinnen zum sparsamen Umgang mit Wasser.

In der Bedarfsprognose 2035/2050 wurde bereits die in Kap. 8.2 abgeleiteten Wassersparpotentiale, welche unter anderem die Ausschöpfung von Innovationspotentialen der Wassernutzung einschließen, berücksichtigt. Deshalb wird im folgenden Kapitel ein besonderes Augenmerk auf weitergehende Trinkwassereinspar- und Substitutionspotentiale gelegt.

Hierfür von Interesse sind Verbraucher, bei denen das Wasser nicht für den menschlichen Gebrauch verwendet wird und somit geringere hygienische Anforderungen gestellt werden.

11.1 Trinkwassersubstitution durch Betriebswasser

In Deutschland gibt es keine gesetzlichen Mindestanforderungen an die Qualität von Betriebswasser für private Verwendungszwecke. Aus der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2011) lässt sich über die Begriffsdefinition „Wasser für den menschlichen Gebrauch“ (§3, Nr. 1a) ableiten, dass Betriebswasser grundsätzlich zur WC-Spülung, zum Reinigen von Gegenständen, an die keine hohen hygienischen Anforderungen gestellt werden, zum Gießen von Pflanzen und zum Bewässern von Außenanlagen genutzt werden kann. Des Weiteren ist geregelt, dass Trink- und Betriebswassernetz strikt farblich oder durch geeignete Hinweisschilder voneinander getrennt sein müssen. Für die Waschmaschine muss nach der TrinkwV neben einem eventuellen Betriebswasseranschluss aus hygienischen Gründen immer auch ein Trinkwasseranschluss zur Verfügung stehen, so dass die Verbraucher die Wahlmöglichkeit zwischen Betriebs- und Trinkwasser haben³⁷.

In der DIN 19650 (1999) sind hygienische Belange von Bewässerungswasser in Landwirtschaft, Gartenbau, Landschaftsbau sowie von Park- und Sportanlagen geregelt. Laut DIN 19650 sind als Ressourcen zur Bewässerung neben Trink-, Oberflächen- und Grundwasser auch Regen-

³⁷ Seemann, M.: Regenwassernutzung: Auswirkungen der neuen Trinkwasserverordnung, in: sbz Sanitär-, Heizungs-, Klima- und Klempnertechnik, Jg. 57, Nr. 6, 2002, S. 32-33

Dränwasser und behandeltes Abwasser möglich. Bei den Qualitätsanforderungen hat oberste Priorität die Vermeidung von Gesundheitsgefährdungen für Mensch und Tier. Bewässerungswasser sollte hygienisch-mikrobiologisch unbedenklich sein.

Im Bestand ist die Umsetzung von Betriebswassernetzen in der Regel aufwändig und unwirtschaftlich. Bei Neuerschließungen sind die Potentiale solcher Maßnahmen kritisch und unter Berücksichtigung der Kriterien der Nachhaltigkeit (Einsatz von Energie und Rohstoffen) zu prüfen.

Im Fall der Stadt Offenbach bietet sich der Neubau von Betriebswasserbrunnen oder die Nutzung von Niederschlagswasser zur Trinkwassersubstitution an.

11.1.1 Identifizierte Substitutionspotentiale

Die **Niederschlagswassernutzung in Neubau- und Gewerbegebieten** stellt eine einfache Möglichkeit mit jedoch eher geringen Potentialen der Trinkwassereinsparung dar (Kap. 8.2.2). Da das erzielbare Sparpotential maßgeblich vom Anteil der Ein- und Zweifamilienhäuser und von der Bautätigkeit in diesem Bereich abhängt, ist das Einsparpotential in Offenbach am Main relativ gering. Unter den in Kap. 8.2.2 getroffenen Annahmen könnten bis 2035 theoretisch etwa 17.500 bis maximal 52.500 m³/a Trinkwasser eingespart werden. Realistischer ist jedoch ein Einsparpotential von etwa 10.000 bis maximal 25.000 m³/a.

In Offenbach gibt es vorrangig zwei **industrielle Großverbraucher** mit Substitutionspotentialen. Bei beiden Betrieben ist anzunehmen, dass zumindest Teile des bezogenen Trinkwassers durch Betriebswasser substituierbar wären. Eine Quantifizierung des Substitutionspotentials ist bei derzeitigem Kenntnisstand jedoch schwierig. Dennoch ist hinsichtlich einer möglichen Betriebswassernutzung zu erwähnen, dass beide Betriebe über Immobilien mit großen Dachflächen zur Niederschlagswassersammlung verfügen.

Die größten Substitutionspotentiale konnten bei der Bewässerung der Sportplätze des Fußballstadions und der anderen Sportvereine identifiziert werden. Im **Stadion Bieberer Berg** wurden 2018 bis 2021 durchschnittlich rund 14.300 m³/a Trinkwasser verbraucht. Der Verbrauch der Sportvereine und der von der Stadt betriebenen **Sportanlagen** lag in Summe bei rund 49.000 m³/a. Es ist anzunehmen, dass der Großteil des Wasserbedarfs für die Bewässerung der Sportplätze anfällt und somit durch die Nutzung von Betriebswasser substituierbar ist.

Die Verbräuche zweier **Kleingartenvereine** stellen ein weiteres Substitutionspotential dar. Insgesamt 8.300 m³/a Trinkwasser werden hier vorrangig für Bewässerungszwecke verbraucht.

Der **Energieversorger EVO** weist einen durchschnittlichen Trinkwasserverbrauch von rund 3.100 m³/a auf. Gleichzeitig betreibt das Unternehmen einen eigenen Betriebswasserbrunnen mit einem Wasserrecht in Höhe von 130.000 m³/a, welches nicht vollumfänglich ausgeschöpft wird. Es ist anzunehmen, dass alle Substitutionspotentiale im Betrieb über den eigenen Betriebswasserbrunnen ausgenutzt werden.

Weitere Substitutionspotentiale werden bei den kommunalen Eigenbetrieben **ESO Stadtservice GmbH** und **GBM Service GmbH** vermutet. Insbesondere die ESO Stadtservice GmbH wies in

den Jahren 2017 bis 2021 einen Trinkwasserverbrauch zwischen rund 9.800 und 12.200 m³/a auf. Die Fördermengen aus dem eigenen Betriebsbrunnen lagen mit ca. 100 m³/a in den letzten Jahren deutlich unterhalb des verfügbaren Wasserrechts von 2.000 m³/a. Eine Quantifizierung des Substitutionspotentials ist bei derzeitigem Kenntnisstand jedoch schwierig.

11.2 Zusammenfassung der Einspar- und Substitutionspotentiale

Folgende Einspar- und Trinkwassersubstitutionspotentiale wurden identifiziert und überschlägig quantifiziert:

• Regenwassernutzung in Neubauten	ca.	10.000 m³/a
	max. ca.	25.000 m³/a
• Fußballstadion Bieberer Berg	ca.	14.300 m³/a
• Sportplatzbewässerung	ca.	49.000 m³/a
• Kleingartenvereine	ca.	8.300 m³/a
• Summe:	ca.	81.600 – 96.900 m³/a

Insgesamt konnten für Offenbach somit Substitutionspotentiale in der Größenordnung von maximal etwa 81.600 bis 96.900 m³/a identifiziert werden. Die klassischen Einsparpotentiale mit Auswirkungen auf den Pro-Kopf-Bedarf (Kap. 8.2.1) wurden bereits in der Wasserbedarfsprognose berücksichtigt. Bezogen auf den prognostizierten Wasserbedarf im Jahr 2035 in Höhe von 7,36 Mio. bis 8,67 Mio. m³/a könnten mit den identifizierten Substitutionspotentialen weniger als 1,3 % durch Betriebswasser substituiert werden. Weitere mögliche Substitutionspotentiale von industriellen Großverbrauchern sowie im Bereich des kommunalen Verbrauchs wurden hierbei jedoch nicht berücksichtigt.

12 Ökonomische Aspekte

Nach § 50 Wasserhaushaltsgesetz ist die öffentliche Wasserversorgung eine Aufgabe der Daseinsvorsorge. Deren rechtliche Grundlage ist die Garantie der kommunalen Selbstverwaltung nach Art. 28 Abs. 2 Grundgesetz. Nach § 30 Hessisches Wassergesetz ist sie eine Pflichtaufgabe der Städte und Gemeinden.

Gesetzliche Randbedingung für die Festlegung der Wasserpreise ist das Kommunalabgabengesetz (KAG) für das Land Hessen³⁸. Nach § 10 KAG können die Gemeinden und Landkreise für die Inanspruchnahme ihrer öffentlichen Einrichtungen Benutzungsgebühren erheben. Diese sind in der Regel so zu bemessen, dass die Kosten der Einrichtung gedeckt werden. Das Gebührenaufkommen soll die Kosten der Einrichtung nicht übersteigen. Dabei sind die Kosten nach betriebswirtschaftlichen Grundsätzen zu ermitteln. Das Kostendeckungsprinzip ist auch in Artikel 9 der EU-Wasserrahmenrichtlinie³⁹ verankert.

Für die öffentliche Wasserversorgung gilt damit einerseits das Kostendeckungsprinzip. Andererseits sollen die Kommunen mit der Wasserversorgung keine Gewinne erwirtschaften. Der gemittelte Wasserpreis in einer Kommune in €/m³ ergibt sich demnach als Quotient aus Kosten (€/a) und abgegebener Wassermenge (m³/a). Dies ist letztlich ein einfaches Umlageprinzip.

Die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben wird bei Regie- und Eigenbetrieben sowie bei kommunalen Verbänden durch die Kreisverwaltung bzw. die Kommunalaufsicht überwacht. Wenn eine Kommune mit der Wasserversorgung regelmäßig relevante Gewinne oder Verluste erwirtschaftet, wird sie von der Kreisverwaltung aufgefordert, den Wasserpreis so zu senken oder zu erhöhen, dass die Vorgabe des KAG wieder erfüllt wird.

Bei Versorgungsunternehmen in privater Rechtsform – in der Regel eine GmbH oder AG im Eigentum der Kommune – erfolgt die Aufsicht durch die Kartellbehörde, die in Hessen im Wirtschaftsministerium angesiedelt ist. Hier erfolgt die Kontrolle in der Regel durch einen Vergleich der Wasserpreise mit anderen vergleichbaren Kommunen, so dass die Vorgabe der KAG für die Kartellbehörde nicht bzw. nicht unmittelbar bindend ist. Falls der Wasserpreis nach einer Korrektur durch die Kartellbehörde nicht mehr kostendeckend ist, müsste also die Kommune das Defizit aus Steuermitteln decken oder das Versorgungsunternehmen müsste Konkurs anmelden. Im letzteren Fall würde die Wasserversorgung als Pflichtaufgabe an die Kommune zurückfallen, also in einen Regie- oder Eigenbetrieb.

³⁸ Gesetz über Kommunale Abgaben (KAG) in der Fassung vom 24. März 2013, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 28. Mai 2018 (GVBl. S. 247).

³⁹ Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (EU-Amtsblatt Nr. L327 vom 22.12.2000, S. 1).

Eine Besonderheit ist die Konzessionsabgabe, die die Versorgungsunternehmen als Entgelt für die Nutzung von Straßen und Wegen für das Verlegen von Leitungen an die Städte und Gemeinden zu entrichten haben⁴⁰. Darin sind abhängig von der Größe der Kommune Höchstsätze für die Konzessionsabgabe festgelegt, für Kommunen mit 100.001 bis 500.000 Einwohnern z.B. 15 % der Erlöse. Die Stadt Offenbach fällt in diese Kategorie – der ZWO führt die entsprechenden Beträge an die Stadt ab.

Eine weitere Besonderheit sind Wasserentnahmeentgelte, die vom jeweiligen Bundesland erhoben werden können. Die in Hessen 1992 eingeführte Grundwasserabgabe⁴¹ wurde 2003 abgeschafft. Derzeit wird in Hessen kein Wasserentnahmeentgelt erhoben.

Die Kosten der Wasserversorgung sind gekennzeichnet durch einen hohen Anteil an Fixkosten, die von der Wassermenge unabhängig sind (z.B. Abschreibungen), und einen geringen Anteil an variablen Kosten, die von der Wassermenge abhängig sind (z.B. Stromkosten). Die Kosten sind demnach weitgehend unabhängig von der Wassermenge. Demnach muss der Wasserpreis steigen, wenn die Wasserabgabe – z.B. durch Wassersparmaßnahmen – sinkt.

Aus dieser Kostenstruktur resultiert eigentlich eine Umlage mit einem hohen Grundpreis (€/Wasserzähler, Haushalt oder Person) und einem geringen Arbeitspreis (€/m³). Aus der Forderung nach einer sozial verträglichen und gerechten Umlage der Kosten und nach einem Anreiz für einen rationellen Umgang mit Wasser folgt andererseits ein hoher Arbeitspreis (€/m³) und ein geringer Grundpreis.

Die Wassertarife sind von den Städten und Gemeinden bzw. den kommunalen Versorgungsunternehmen selbst festzulegen und entsprechend unterschiedlich. Die Grundpreise – soweit festgelegt – sind in der Regel nach Durchmesser der Anschlussleitung oder Zählergröße gestaffelt. Die Arbeitspreise können nach der Höhe des Verbrauchs gestaffelt sein. Es gibt auch unterschiedliche Preise für Tarifkunden und Sonderkunden (meist Großabnehmer, darunter oft die Kommune selbst). Flatrates für Großkunden kommen in Deutschland nur vereinzelt vor. Für Trinkwasser als Lebensmittel gilt der ermäßigte Mehrwertsteuersatz von 7 %.

Die Stadt Offenbach hat dem ZWO mit dem Konzessionsvertrag auch die Gebührenhoheit übertragen. Derzeit (2023) gelten für normale Haushalte folgende Preise:

- Grundpreis: netto 2,30 €/Monat, brutto 2,46 €/Monat bzw. 29,53 €/Jahr (netto 27,60 €/a)
- Arbeitspreis: 1,83 €/m³ – mit Mehrwertsteuer 1,96 €/m³

Ab 1.1.2024 wurde der Grundpreis auf 4,92 €/Monat angehoben, der Arbeitspreis auf 2,37 €/m³ (jeweils mit Mehrwertsteuer).

⁴⁰ Anordnung über die Zulässigkeit von Konzessionsabgaben der Unternehmen und Betriebe zur Versorgung mit Elektrizität, Gas und Wasser an Gemeinden und Gemeindeverbände (KAEO) vom 04.03.1941.

⁴¹ Hessisches Gesetz über die Erhebung einer Abgabe für Grundwasserentnahmen (HGruWAG) vom 17. Juni 1992 (GVBl. I S. 209; 1996 S. 534; 22.12.2000 S. 623. Außer Kraft getreten am 31.12.2004.

Bei einem mittleren Wasserverbrauch von etwa 100 l/(E•d) liegt der mittlere jährliche Wasserverbrauch bei 36,5 m³/a. Dabei ist der Pro-Kopf-Verbrauch in kleinen Haushalten höher als in größeren Haushalten – z.B. Familien mit Kindern. Die Bandbreite liegt bei etwa < 100 bis > 125 l/(E•d).

Für Offenbach am Main ergeben sich damit für verschiedene Arten von Haushalten folgende typische Jahreskosten (incl. Mehrwertsteuer):

- Haushalt mit einer Person: 29,53 € + 40 • 1,96 € = 107,93 €/a 2,698 €/m³
- Haushalt mit 2 Personen: 29,53 € + 80 • 1,96 € = 186,33 €/a 2,329 €/m³
- Haushalt mit 4 Personen: 29,53 € + 160 • 1,96 € = 343,13 €/a 2,145 €/m³
- Wohnhaus mit 3 Wohnungen⁴²: 29,53 € + 360 • 1,96 € = 735,13 €/a 2,042 €/m³

Auch in Zukunft wird der ZWO die Preise in gewissen Abständen an die Inflation und die allgemeine Kostensituation bei der Wasserversorgung anpassen müssen. Davon abgesehen besteht kein Bedarf, die Tarifstruktur zu ändern.

⁴² Der BDEW legt in seinen Dokumentationen zu den Wassertarifen als Durchschnittswert die Versorgung von jeweils drei Haushalten über einen Wasserzähler und einen typischen Verbrauch von 3 • 120 = 360 m³/a zugrunde. Das HSL hat in seinen Auswertungen über lange Jahre ähnlich plausible Annahmen zugrunde gelegt, rechnet jedoch in seinen aktuellen Auswertungen ausschließlich mit Einpersonenhaushalten und weist für Kommunen mit Grundpreisen entsprechend hohe Wasserpreise aus.

13 Maßnahmenkatalog und Empfehlungen

In den vorangegangenen Kapiteln wurde die aktuelle Situation der Trinkwasserversorgung sowie generell der Wassernutzung in der Stadt Offenbach ganzheitlich zusammengefasst und anhand der Rahmenbedingungen die zukünftige Entwicklung prognostiziert und bewertet.

Der Trinkwasserbedarf der Stadt wird vollständig aus Bezug vom ZWO gedeckt. Dadurch ist die Trinkwasserversorgung auch zukünftig weitestgehend sichergestellt. Jedoch sind die Liefermengen des ZWO durch das begrenzte Wasserdargebot und die wasserrechtlichen Zulassungen beschränkt. Auch wenn die identifizierten Einspar- und Substitutionspotentiale der Stadt in Relation zum Wasserbedarf eher gering sind (vgl. Kap. 11.2), ist der ZWO auf einen sparsamen Umgang der Verbraucher und Verbraucherinnen in den versorgten Städten und Kommunen mit der Ressource Wasser angewiesen. Unabhängig davon ist der ZWO bestrebt, die Versorgung der Kommunen auch langfristig sicherzustellen und arbeitet an Lösungsansätzen z.B. durch zusätzlichen Wasserbezug. Details hierzu enthält das übergeordnete teilräumliche Wasserkonzept des ZWO.

Um vor diesem Hintergrund auch langfristig die nachhaltige Sicherung der öffentlichen Wasserversorgung gewährleisten zu können, werden für die Stadt Offenbach die im nachfolgenden Abschnitt dargestellten Maßnahmen empfohlen.

13.1 Maßnahmen und Empfehlungen

Inzwischen hat der ZWO mit Hessenwasser vereinbart, ab Frühjahr 2025 525.000 m³/a als ganzjährige Grundlast von 60 m³/h zu liefern. Als weitere Lieferoption wurde eine Einspeisung von den Stadtwerken Mühlheim am Main GmbH diskutiert (vgl. Kommunales Wasserkonzept Stadt Mühlheim am Main). Nach aktuellem Stand wird diese Option aufgrund von wirtschaftlichen Gesichtspunkten und qualitativen Unsicherheiten derzeit nicht weiterverfolgt.

Zur Reduzierung des Wasserbedarfs wurden **Trinkwassersubstitutionspotentiale** erkannt und dargestellt (Kap. 11). Insbesondere bei den kommunalen Verbrauchern mit Substitutionspotentialen sollte geprüft werden, ob alternative Wasserressourcen zur Verfügung stehen und ob eine Betriebswassernutzung möglich ist.

Besonderes Augenmerk sollte hierbei auf die **Bewässerung der Sportplätze** gelegt werden, da hier der größte Nutzen identifiziert wurde. Insbesondere das Stadion Bieberer Berg aber auch die kommunalen Sportanlagen weisen hohe Verbräuche und Potentiale auf. Es wird empfohlen zu prüfen, ob ein Betriebsbrunnen oder andere Betriebswasserressourcen zur Bewässerung der Sportplätze realisierbar wären. Schwierigkeit hierbei ist, dass viele der Sportanlagen auf Altlastenflächen liegen. Für das Stadion Bieberer Berg wurde in den letzten Jahren eine Niederschlagswassernutzung geprüft. Aufgrund der Architektur ist eine Niederschlagswassernutzung jedoch nur mit erheblichem baulichem und finanziellem Aufwand möglich und wurde deswegen nicht weiterverfolgt.

Auch für die **Kleingartenvereine**, das **Waldschwimmbad Rosenhöhe** und die **ESO Stadtservice GmbH** sollte geprüft werden, ob und in welchem Umfang Betriebswasser eingesetzt werden

könnte. Wichtig ist hierbei, dass eine dezentrale Betriebswasserbevorratung angestrebt wird. Über dezentrale, kommunale Wasserspeicher (z.B. Zisternen) können unnötige Fahrwege von Tankwagen vermieden werden und der ökologische und nachhaltige Charakter einer Trinkwassersubstitution bleibt erhalten.

Mit der Einführung von Betriebswasser in **kommunalen Einrichtungen** z.B. für Toilettenspülungen in öffentlichen Gebäuden können zwar keine großen Trinkwassermengen eingespart werden, jedoch könnte die Stadt hierdurch eine wichtige Vorbildfunktion einnehmen.

Weiterhin sollte die Höhe des Substitutionspotentials und die Machbarkeit der Nutzung von Betriebswasser durch die **industriellen Großverbraucher** geprüft werden. Für die zwei Unternehmen sollte ein eigener Betriebswasserbrunnen in Betracht gezogen werden.

Die Stadt verfügt bereits über Instrumente wie eine Gefahrenabwehrverordnung, eine Wasserampel sowie eine umfangreiche Kommunikationsstrategie. Diesbezüglich wird demnach kein weiterer Handlungsbedarf gesehen.

Die **Wassersparkampagne** „Jeder Tropfen zählt - kreisweit Wasser sparen!“ lief 2023 über insgesamt acht Wochen und war eine gemeinsame Aktion des Landkreises Offenbach, der 13 Kommunen sowie der jeweiligen Stadt- und Gemeindewerke. Hierbei wurden im Zeitraum der Kampagne viele Tipps, Anregungen und Wissenswertes zum Thema Wassersparen bereitgestellt. Diese oder ähnliche Kampagnen sollten in der Stadt weiterhin forciert und öffentlich wirksam um- und fortgesetzt werden.

Insgesamt sollte **für die Stadt und den Kreis Offenbach** eine **einheitliche Kommunikationsstrategie** angestrebt und erarbeitet werden. Inhalt sollte insbesondere eine einheitliche Kommunikation der Wasserampel und weiterer Meldungen des ZWO sein. Weiterhin wäre eine Möglichkeit, dass die Stadt und der Kreis Offenbach ebenfalls Meldungen bezüglich der Trinkwassersituation über Warn Apps (z.B. KATWARN oder hessenWARN) abgeben könnte.

13.2 Maßnahmenpriorisierung und Umsetzungsbedingungen

Bei der Priorisierung der Maßnahmen liegt der Schwerpunkt weniger auf monetären Gesichtspunkten, sondern übergeordnet in der Sicherstellung der Trinkwasserversorgung. Kriterien für die Priorisierung sind vor allem die Dringlichkeit, der Nutzen, die Erfolgsaussichten sowie der monetäre und zeitliche Aufwand der Maßnahmen. Hierfür werden die zuvor erörterten Maßnahmen in 3 Prioritäten kategorisiert.

Maßnahmen mit höchster Priorität, d.h. mit Priorität 1, sollen die Trinkwasserversorgung der Stadt bei Spitzenbedarf entlasten und die Trinkwasserversorgung sicherstellen. Diese sollten schnellstmöglich umgesetzt werden. Maßnahmen mit Priorität 2 weisen entweder einen großen Nutzen auf, sind jedoch auch mit großem Aufwand verbunden oder sie haben zwar nur einen etwas geringeren Nutzen, sind jedoch auch entsprechend leicht umsetzbar. Maßnahmen mit Priorität 3 sind keinesfalls vernachlässigbar. Vielmehr haben diese eine langfristige Wirksamkeit, einen hohen symbolischen Wert oder sind von vorangehenden Maßnahmen abhängig.

In Tab. 13 sind die Priorisierung der in Kap. 13 erarbeiteten Maßnahmen sowie die entsprechenden Umsetzungsbedingungen dargestellt. Neben den Akteuren und Zielgruppen werden die Herausforderungen und notwendigen Rahmenbedingungen für die entsprechenden Maßnahmen identifiziert. Die zur Umsetzung einer Maßnahme benötigten Mittel sind nur schwer oder nicht eindeutig quantifizierbar. Deshalb werden diese in Kategorien von „gering“, „mittel“ bis „hoch“ eingeordnet.

Tab. 13 Priorisierung und Umsetzungsbedingungen der empfohlenen Maßnahmen

Priorität	Ziel	Maßnahme	Akteure / Zielgruppe ¹	Voraussetzungen / Anregungen / Herausforderungen	Kosten
2	Erhöhung der Versorgungssicherheit	Prüfung weiterer Lieferoptionen	ZWO Wasserversorgungs- unternehmen Stadt Offenbach		hoch
	Trinkwassersubstitution	Prüfung der Betriebswassernutzung zur Bewässerung des Stadions Bieberer Berg	Stadt Offenbach RP Darmstadt Stadiongeseellschaft Bieberer Berg	• Prüfung, wie und in welchem Umfang Betriebswasser im Betrieb eingesetzt werden könnte • Niederschlagswassernutzung wurde bereits aus wirtschaftlichen Gründen ausgeschlossen	mittel
		Prüfung der Betriebswassernutzung zur Bewässerung der kommunalen Sportplätze	Stadt Offenbach RP Darmstadt Vereine	• Prüfung, wie und in welchem Umfang Betriebswasser im Betrieb eingesetzt werden könnte • viele Sportanlagen in Offenbach liegen auf Altlastenflächen. Dies muss bei der Prüfung berücksichtigt werden	mittel
		Prüfung der Betriebswassernutzung durch die industriellen Großverbraucher	Stadt Offenbach RP Darmstadt Unternehmen	• Prüfung, wie und in welchem Umfang Betriebswasser im Betrieb eingesetzt werden könnte	gering
3	Trinkwassersubstitution	Prüfung der Betriebswassernutzung für die Kleingartenvereine, das Waldschwimmbad und die ESO Stadtservice GmbH	Stadt Offenbach ESO Stadtservice GmbH RP Darmstadt	• Unter Berücksichtigung des geringen Nutzens, sollte hier von zu aufwändigen Lösungen abgesehen werden • dezentrale kommunale Brauchwasserbevorratung zur Vermeidung weiter Fahrwege für Tankwagen	mittel
	Sensibilisierung der Verbraucherinnen und Verbraucher	Umsetzung und Fortsetzung von Wassersparkkampagnen	Stadt Offenbach Endverbraucher ggf. Kooperationspartner	• Maßnahme sollte an Verbesserung der Kommunikationsstrategie/-wege gekoppelt werden	gering
	Trinkwassersubstitution	Betriebswassernutzung in kommunalen Einrichtungen	Stadt Offenbach	• Vorbildfunktion • z.B. Einsatz von Niederschlagswasser zur Toilettenspülung in öffentlichen Gebäuden o.ä.	mittel

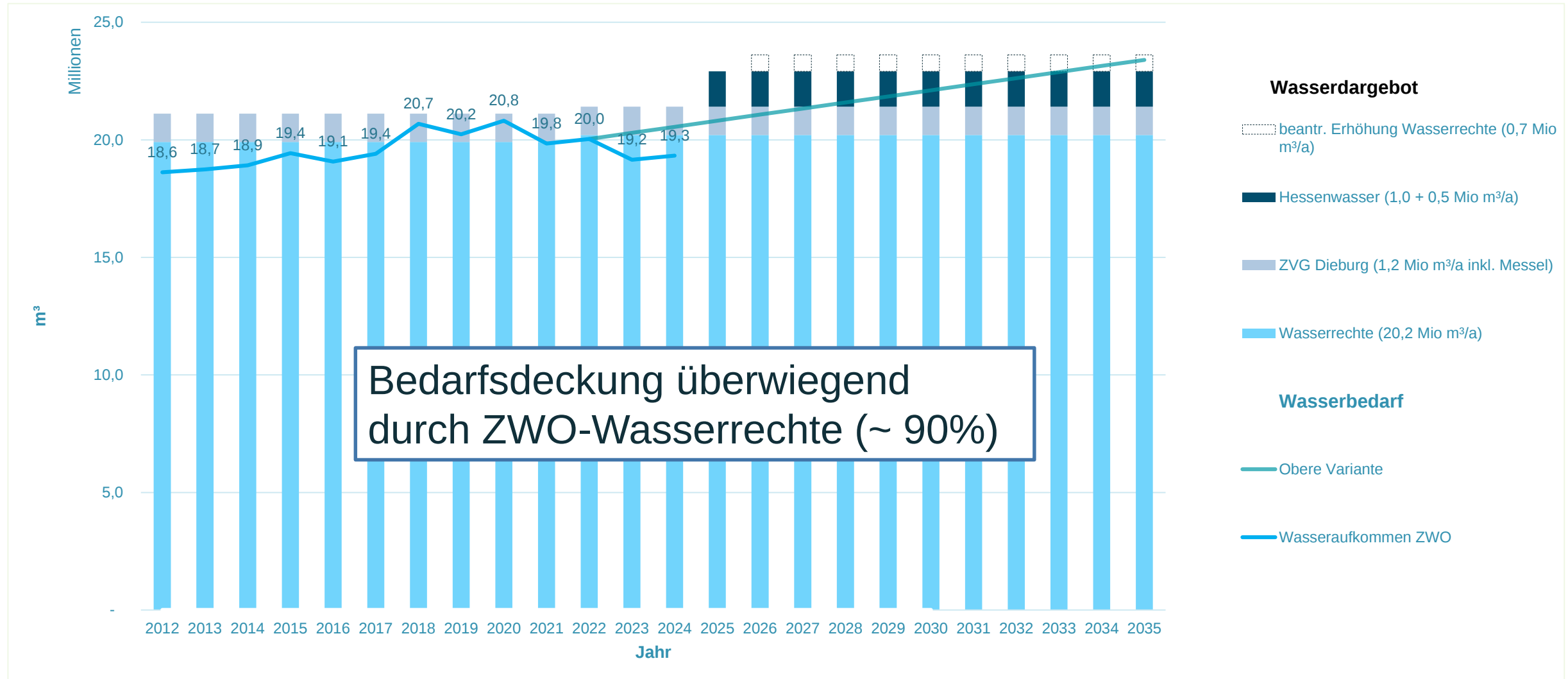
¹Die Reihenfolge der genannten Akteure spiegelt nicht die Rangfolge der Zuständigkeit wider

14 Literatur, Quellen

- Becker (2019): Klimawandel findet Stadt. Regionale Auswirkungen des globalen Klimawandels in Südhessen und Rhein Main. Vortrag beim Symposium Hofgut Oberfeld - Stadt und Land im Klimawandel, Darmstadt 07.09.2019.
- BGS (2021): Auswirkung des Klimawandels auf den Grundwasserhaushalt, Oktober 2021
- DKK et al. (2020): Was wir heute übers Klima wissen. Basisfakten zum Klimawandel, die in Wissenschaft unumstritten sind, Stand September 2020. Hrsg.: Deutsches Klima-Konsortium, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst, Extremwetterkongress Hamburg, Helmholtz-Klima-Initiative, online unter www.klimafakten.de.
- FRITSCHKE, H-G. et al (2003): Beschreibung der hydrogeologischen Teilräume von Hessen gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL). – Geol. Jb. Hessen 130: 5-19, 2 Abb.; Wiesbaden 2003
- HLNUG (2022): Hessische Lebensraum- und Biotopkartierung (HLBK). Kartieranleitung. Unter Mitarbeit von Brigitte E. Frahm-Jaudes und H. Braun (Naturschutzskripte, 8).
- HMUKLV (2022): Zukunftsplan Wasser, Wasserwirtschaftlicher Fachplan Hessen (download November 2022 https://umwelt.hessen.de/sites/umwelt.hessen.de/files/2022-07/zukunftsplan_wasser.pdf)
- Klausing, Otto (1988): Die Naturräume Hessens + Karte 1: 200.000. - Schriftenreihe der Hessischen Landesanstalt für Umwelt, Heft Nr. 67. - Wiesbaden
- ZWO (2018): Wasserversorgungskonzept Heft 1: Wasserbedarfsprognose 2030. Dr.-Ing. Ulrich Roth, Bad Ems, Juni 2018.
- ZWO (2021): Wasserversorgungskonzept Heft 3: Dokumentation Wasserübergabestellen. Dr.-Ing. Ulrich Roth, Bad Ems, Dezember 2021.
- Roth, U. (1998): Bestimmungsfaktoren für Wasserbedarfsprognosen. gwf-Wasser/Abwasser 139 (1998) Nr. 2, S. 63-69.
- Arbeitsgemeinschaft Wasserversorgung Rhein-Main (WRM, Hrsg.) (2016): Situationsanalyse zur Wasserversorgung in der Rhein-Main-Region – Fortschreibung, Juli 2016. Bearbeitung: Dr.-Ing. Ulrich Roth in Zusammenarbeit mit dem WRM-Arbeitskreis „Wasserbilanz“. Groß-Gerau/Bad Ems, 2016.
- Arbeitsgemeinschaft Wasserversorgung Rhein-Main (WRM, Hrsg.) (2016): Situationsanalyse zur Wasserversorgung in der Rhein-Main-Region – Fortschreibung, Juli 2023. Bearbeitung: Dr.-Ing. Ulrich Roth in Zusammenarbeit mit dem WRM-Arbeitskreis „Wasserbilanz“. Groß-Gerau/Bad Ems, 2023.

Wasserbedarfsprognose 2035

Stand: 03/25 – Kommunales Wasserkonzept



Wasserbedarfsprognose 2035



Herausforderungen bleiben

Es sieht gut aus

Es war kritisch

