Das Spitzenlastereignis 2015 im Versorgungsgebiet der Hessenwasser GmbH & Co. KG

Ulrich Roth, Franco Coppola und Holger Wagner

Wasserversorgung, Wasserbedarf, Spitzenwasserbedarf, Versorgungssicherheit

Der Sommer 2015 war für die Trinkwasserversorgung in Südhessen das erste ausgeprägte Spitzenlastereignis seit 2003. Die Bedarfszahlen in extremen Trockenjahren und speziell in ausgeprägten Hitzewellen in den Sommermonaten sind maßgeblich für die Planung und Bemessung der Anlagen, die Kapazitäts-Vorhaltung und die Grundwasserbewirtschaftung. Der Wasserbedarf im Versorgungsgebiet der Hessenwasser GmbH & Co. KG erreichte am 3. Juli 2015 praktisch exakt den im Regionalen Wasserbedarfsnachweis hierfür ausgewiesenen Planwert. Die vollständige Abdeckung dieser Bedarfsspitze belegte einerseits die Belastbarkeit des Versorgungskonzepts und des Leitungsverbundsystems, andererseits zeigte das Ereignis aber auch die Kapazitätsgrenzen und Versorgungsrisiken auf und bestätigte damit die Notwendigkeit der in den einschlägigen Studien ausgewiesenen Maßnahmenkataloge.

The peak demand event in 2015 in the supply area of the Hessenwasser GmbH & Co. KG

For the first time since 2003 a relevant peak demand for water occured in southern Hesse in the summer of 2015. The relevant figures in extremely dry years and especially during distinctive heat waves in the summer months are crucial for planning and dimensioning the technical facilities and for the groundwater management. On July 3rd 2015 the water demand in the supply area of Hessenwasser reached the pre-calculated value for such an event almost exactly. The demand peak was covered without any relevant problems. This shows the strength of the supply concept as well as the resilience of the pipe compound system in southern Hesse. Having said that the event revealed indeed the limits of capacity and supply risks and therefore proves the need for stated measures, which are named in the studies about the situation of water supply in the region.

1. Anlass

Der Sommer 2015 brachte vor allem dem Süden und Osten Deutschlands lange Phasen ausgeprägter Trockenheit und den heißesten Sommer seit 2003 [1]. Für die öffentliche Trinkwasserversorgung stellt der in solchen Sommern auftretende ausgeprägte Spitzenwasserbedarf in vielen Fällen eine Herausforderung dar. Die Situation in Hitzewellen in extremen Trockenjahren ist entscheidend für die Beurteilung der Versorgungssicherheit.

Die Bedarfszahlen in extremen Trockenjahren und speziell in ausgeprägten Hitzewellen in den Sommermonaten sind daher maßgeblich für die konzeptionelle Planung der Versorgungsanlagen, die erforderliche Kapazitäts-Vorhaltung und die Ressourcenbewirtschaftung. Allgemein gültige Bemessungsregeln enthält das DVGW-Arbeitsblatt W 410 [2].

Der Sommer 2015 war zwar kein Extremereignis, liefert aber nach dem letzten ausgeprägten Trockenjahr 2003 neue Daten und Erkenntnisse über die Höhe der zu erwartenden Bedarfsspitzen, die Abdeckung des Bedarfs, die aktuelle Versorgungssicherheit und den gegebenenfalls bestehenden Handlungsbedarf. Im vorliegenden Artikel wird unter diesen Aspekten über das Spitzenlastereignis im Versorgungsgebiet der Hessenwasser GmbH & Co. KG (Groß-Gerau) im Sommer 2015 berichtet [3].

2. Versorgungsgebiet der Hessenwasser

Hessenwasser ist mit einem Wasseraufkommen von derzeit rund 100 Mio. m³/a eines der größten Wasserversorgungsunternehmen in Deutschland. Aus ihrem Wasseraufkommen werden große Teile der Rhein-Main-Region mit Trinkwasser versorgt, darunter Frankfurt am Main, die Landeshauptstadt Wiesbaden und die Wissenschaftsstadt Darmstadt [4] (**Bild 1**).

Hessenwasser beliefert Gesellschafter- und Weiterverteilerkunden (Kommunen und Verbände) sowie einige Direktabnehmer mit Trinkwasser. Die Lieferungen erfolgen bei den Gesellschafterkunden in der Regel bis zum Ausgang der Wasserbehälter, bei den anderen Kunden bis zu vertraglich festgelegten Übergabepunkten. **Tabelle 1** enthält die Daten zur Wasserabgabe 2014.

Einige Weiterverteiler werden von Hessenwasser vollbeliefert, andere teilbeliefert. Die Weiterverteiler versorgen beziehungsweise beliefern über 50 Kommunen im Umland der drei Großstädte, vor allem im Bereich von Rheingau und Taunus, im Kinzigtal, im Hessischen Ried und im Randbereich des Odenwalds. Der größte Direktabnehmer ist der Frankfurter Flughafen.

Die Wasserbeschaffung der Hessenwasser erfolgt zu rund 64 % (2014) durch eigene Wasserwerke in Frankfurt am Main, im Kinzigtal sowie im Vogelsberg und Spessart, in Wiesbaden und vor allem im Hessischen Ried. Die übrigen 36 % resultieren aus Wasserbezug von der Oberhessische Versorgungsbetriebe AG (OVAG, Friedberg), dem WBV Riedgruppe Ost (Einhausen), dem Wasserverband Kinzig (Wächtersbach) und einigen kleineren Lieferanten. Das Verteilungsnetz der Hessenwasser mit seinen großvolumigen Transportleitungen bildet den Kern des regionalen Leitungsverbundes in der Rhein-Main-Region (**Bild 1**, [5]).

Tabelle 1: Wasserabgabe der Hessenwasser GmbH & Co. KG 2014

Wasserabgabe 2014	Jahresabgabe Mio. m³/a	Mittlere Tagesabgabe m³/d (gerundet)
Mainova AG (Frankfurt am Main)	47,8	131 000
ESWE Versorgungs AG (Wiesbaden)	15,0	41 000
HSE AG (Darmstadt und Umgebung[1]	13,4	37 000
Weiterverteiler	23,7	65 000
Direktabnehmer	1,8	5000
Gesamtabgabe	**101,7**	**279 000**

[1] Ohne den 2015 entfallenen Teilbereich Erbach

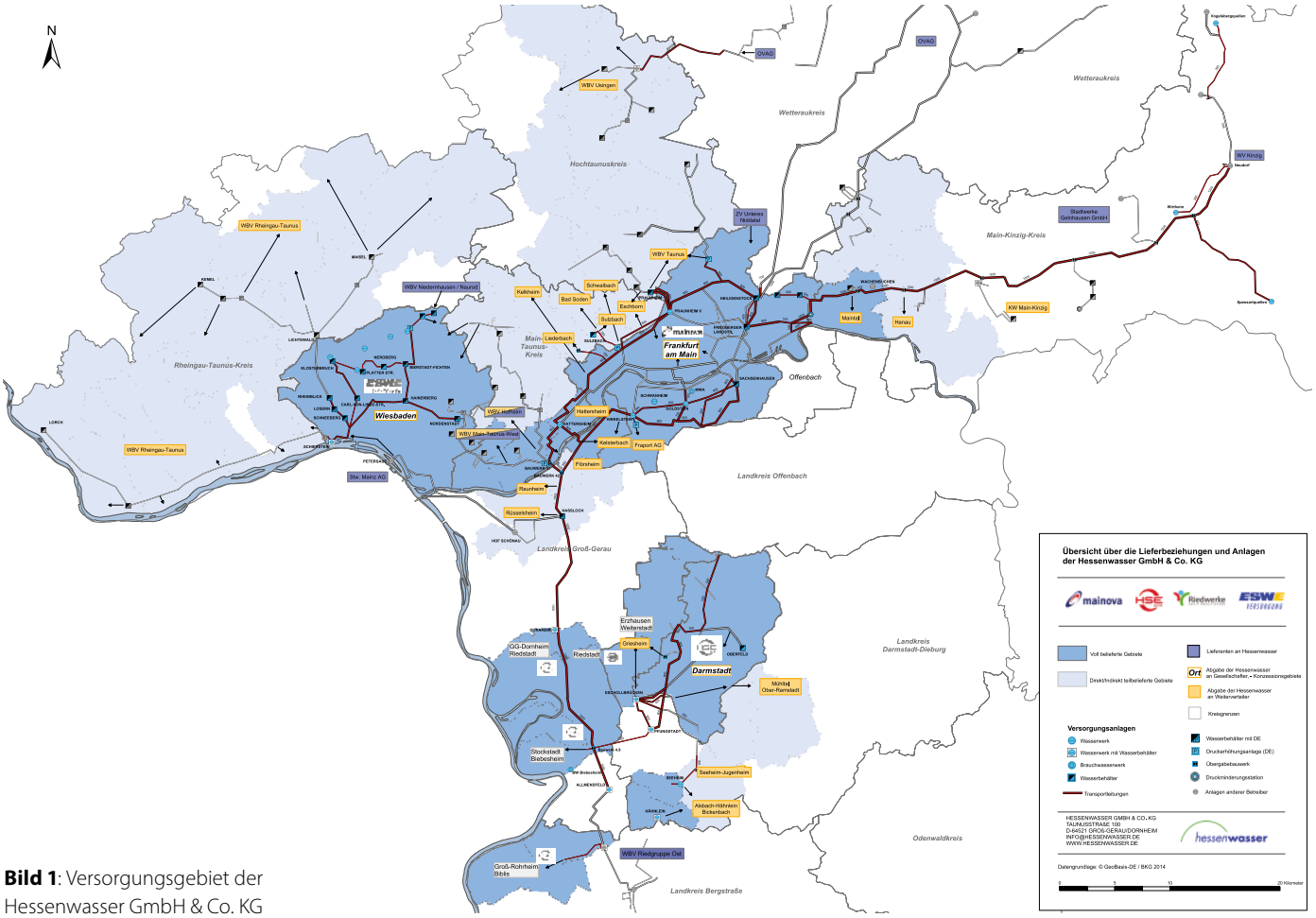

Bild 1: Versorgungsgebiet der Hessenwasser GmbH & Co. KG

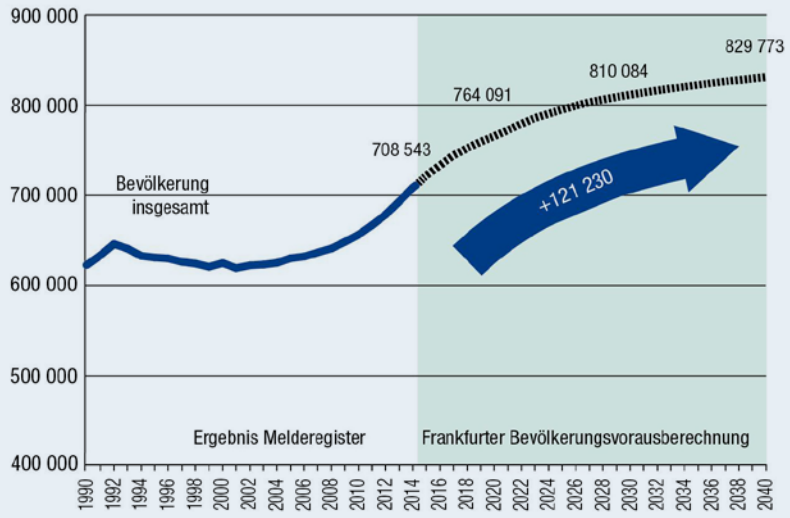

Bild 2: Aktuelle Bevölkerungsprognose für Frankfurt am Main (Daten: [9])

3. Konzeptionelle Grundlagen

Zur Wasserversorgung im Regierungsbezirk Darmstadt hat die Arbeitsgemeinschaft Wasserversorgung Rhein-Main (WRM) im Oktober 2013 eine Situationsanalyse vorgelegt [6]. Diese enthält unter anderem eine Wasserbedarfsprognose für den Zeitraum 2011 bis 2030 und den aktuellen Maßnahmenkatalog für den noch erforderlichen Ausbau des Leitungsverbundes.

Der Regionale Wasserbedarfsnachweis der Hessenwasser [7] enthält in seiner aktuellen 5. Fortschreibung vom November 2014 auf einer Datengrundlage bis 2013 eine aktualisierte Wasserbedarfsprognose für das Hessenwasser-Versorgungsgebiet mit drei Varianten für den Zeitraum bis 2030. Diese geht von Ausgangswerten von rund 272 000 m³/d als Jahresmittelwert (Bestand 2014, s. **Tabelle 1**) und rund 410 000 m³/d als Maximalwert im Trockenjahr aus. Der Regionale Wasserbedarfsnachweis geht in die behördlichen Wasserrechtsverfahren ein und ist eine wesentliche Grundlage für das technische Versorgungskonzept der Hessenwasser. Er wird regelmäßig fortgeschrieben.

Zur Ermittlung der für die einzelnen Abnehmer zugrunde zu legenden Spitzenfaktoren hat Hessenwasser auch aus wirtschaftlichen Überlegungen eigene Untersuchungen durchgeführt [8] (vgl. Kapitel 8). Das Spitzenlastereignis 2015 liefert wertvolle neue Daten für die Überprüfung und Aktualisierung dieser Faktoren und der bei der nächsten Aktualisierung des Regionalen Wasserbedarfsnachweises maßgeblichen Bedarfswerte. In der dann anstehenden Aktualisierung der Wasserbedarfsprognose werden vor allem auch die neuen Bevölkerungsprognosen zu berücksichtigen sein, die insbesondere das Bevölkerungswachstum in den Kernräumen stärker abbilden als bisher (**Bild 2**).

4. Verlauf des Spitzenlastereignisses im Sommer 2015

Bei Temperaturen von über 35 °C trat im Versorgungsgebiet der Hessenwasser am 3. Juli 2015 die höchste Verbrauchsspitze seit dem letzten ausgeprägten Trockenjahr 2003 auf (**Bild 3, 4**). Mit 409 236 m³ entsprach die Tagesabgabe praktisch genau dem Planwert im Regionalen Wasserbedarfsnachweis.

In einer noch länger anhaltenden Hitzewelle wäre mit einem weiter steigenden Wasserbedarf zu rechnen gewesen – so gab es nur weitere Bedarfsspitzen am 16. und 22. Juli sowie am 7. August. Maßgeblich für den Verlauf sind neben der Temperatur auch die Niederschlagsereignisse, die jeweils ein Absinken des Wasserverbrauchs auslösen, und nicht zuletzt die Schulferien, die 2015 am 25. Juli (Samstag) begannen und dazu beitrugen, dass der Wasserbedarf während der Hitzewelle Anfang August nicht stärker anstieg.

Die Sonnenscheindauer ist als Einflussfaktor weniger signifikant – bei relativ niedrigen Temperaturen oder auch Auftreten von Regenschauern steigt der Wasserbedarf auch bei sonnigem Wetter nicht unbedingt an. Niederschlagsereignisse führen jedoch meist unmittelbar zu einer deutlichen Reduzierung des Wasserbedarfs – quasi zu einer Unterbrechung des Spitzenlastereignisses.

Aufgrund des in **Bild 3** und **4** erkennbaren Verlaufs ist der Sommer 2015 nicht als Extremereignis wie 1976 und 1990/91 (vgl. [8]), sondern lediglich als ausgeprägtes Trockenjahr mit entsprechendem Spitzenwasserbedarf zu betrachten. Bis in den Mai waren die Witterungsbedingungen 2015 eher durchschnittlich. Allerdings wurden 2015 wie auch 2003 örtlich Rekordtemperaturen gemessen. Insbesondere im Vergleich mit der Klimaanomalie 1976 [11] sind 2003 und 2015 jedoch nicht als Extremereignisse einzuordnen.

Inwieweit im Ereignis 2015 – mit Spitzentemperaturen, die mehrfach im Bereich der bisher bekannten Rekordtemperaturen lagen – die Auswirkungen des Klimawandels (zu den Folgen des Klimawandels in Südhessen siehe Verbundprojekt AnKliG [12]) spürbar geworden sind und wie das Spitzenlastereignis 2015 rückblickend einzuordnen ist, bleibt späteren Bewertungen vorbehalten.

5. Versorgungssituation Anfang Juli 2015

5.1 Wasserbedarf

Im Tagesverlauf treten bei Spitzenlastereignissen besonders hohe Verbrauchswerte auf, wie **Bild 5** am Beispiel der Bedarfsdeckung aus dem Wasserbehälter Sachsenhausen (50 000 m³) im Frankfurter Süden verdeutlicht.

Aus dem Behälter Sachsenhausen wird der südöstliche Teil der Stadt, also vor allem innerstädtische Stadtteile beiderseits des Mains, versorgt. Prägend sind hier neben Wohn- und Mischgebieten vor allem auch ausgedehnte Gewerbegebiete zum Beispiel im Stadtteil Niederrad und im Bankenviertel.

In den Wohngebieten ist der Wasserverbrauch am Wochenende höher, in der Innenstadt und den Gewerbegebieten an den Werktagen. Vereinfacht gesagt wird Trinkwasser überwiegend dort verbraucht, wo sich die Menschen aufhalten – an Werktagen also an den Arbeitsplätzen, an den Wochenenden in den Wohngebieten. Pendlerbewegungen haben also erheblichen Einfluss auf den Wasserbedarf und besonders auf den Pro-Kopf-Bedarf in verschiedenen Kommunen beziehungsweise Stadtteilen. In Bezug auf den Spitzenwasserbedarf wirkt sich dies besonders auf die Morgen- und Abendspitzen aus.

Bei der Wasserabgabe aus dem Behälter Sachsenhausen sind während des Spitzenlastereignisses morgens und abends ausgeprägte Bedarfsspitzen erkennbar, während tagsüber der Bedarf leicht absinkt. Auch an den Weihnachtstagen ist der Bedarf morgens relativ hoch – am Nachmittag sinkt jedoch der Verbrauch und die Abendspitze entfällt de facto.

Industrie und Gewerbe haben generell nur noch einen relativ geringen Anteil am Trinkwasserverbrauch – Trinkwasser wird hier fast nur noch für die Belegschaft beziehungsweise Kunden und in der Getränke- und Lebensmittelproduktion eingesetzt. Der Bedarfsanteil von Industrie und Gewerbe ist also nur für kleinräumige Betrachtungen relevant. In Frankfurt dominieren zum Beispiel Verwaltungsstandorte mit überwiegend haushaltsähnlichen Verwendungszwecken. Industrie im eigentlichen Sinn spielt in Frankfurt wie auch in Wiesbaden kaum eine Rolle – die größten Einzelverbraucher sind öffentliche Einrichtungen, darunter vor allem der Frankfurter Flughafen. Dagegen ist in Frankfurt der Kleingewerbe-Anteil allgemein relativ hoch.

Bei den von Hessenwasser vollbelieferten Abnehmern (vor allem Darmstadt, Frankfurt und Wiesbaden) prägt daher das Verbraucherverhalten den Wasserbedarf. Bei den teilbelieferten Abnehmern mit eigenen örtlichen Gewinnungsanlagen prägen andere, individuell unterschiedliche Faktoren den Verlauf der Wasserabnahme von Hessenwasser.

So traten besonders hohe Verbrauchsspitzen bei einigen Weiterverteiler-Kunden vor allem im Bereich von Rheingau, Unter- und Vordertaunus auf. In den Mittelgebirgen geht bei Trockenheit geologisch bedingt die Schüttung vieler örtlicher Gewinnungsanlagen zurück, sodass die dortigen Kommunen gerade dann verstärkt auf Zulieferungen aus dem Leitungsverbund angewiesen sind, was die Bedarfsspitzen bei Hessenwasser zum Teil deutlich erhöht. In Teilbereichen mit größeren Neubaugebieten wird auch der Effekt durch das Ausfallen der Regenwassernutzungsanlagen, die bei anhaltender Trockenheit durch Trinkwasser ersetzt beziehungsweise sogar aufgefüllt werden, deutlich erkennbar.

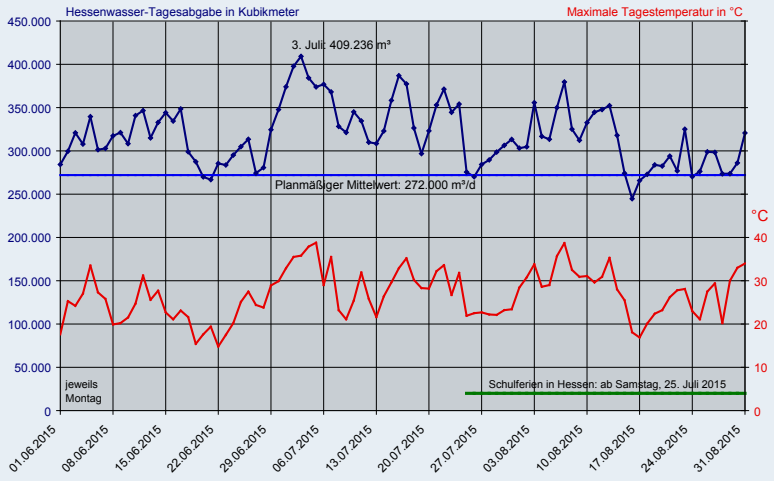

Bild 3: Trinkwassertagesabgabe der Hessenwasser und maximale Tagestemperatur am Frankfurter Flughafen im Sommerquartal 2015 (Wetterdaten: [10])

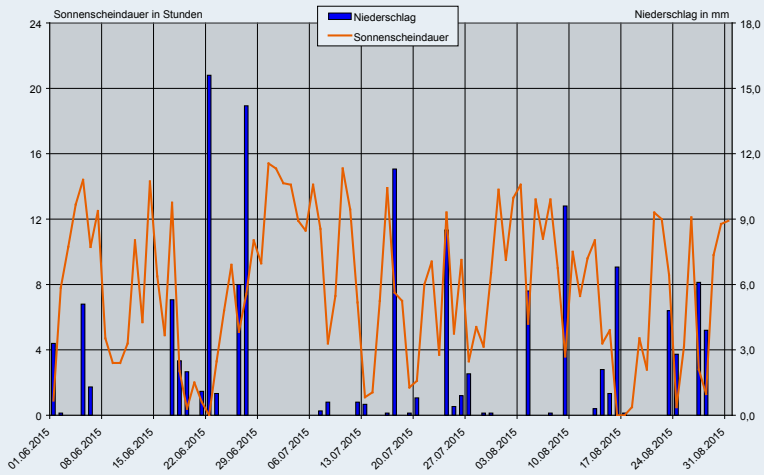

Bild 4: Tageswerte für Niederschlag und Sonnenscheindauer am Frankfurter Flughafen im Sommerquartal 2015 (Daten: [10])

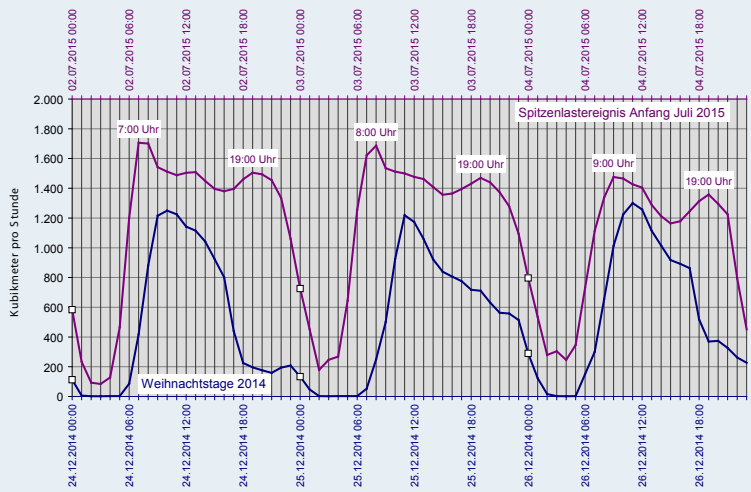

Bild 5: Stündliche Trinkwasserabgabe aus dem Behälter Sachsenhausen während des Spitzenlastereignisses Anfang Juli 2015 und Weihnachten 2014

5.2 Bedarfsdeckung

Die Bedarfsdeckung der Hessenwasser erfolgt durch Eigengewinnung und Fremdbezug in drei Betriebsbereichen (vgl. **Bild 1**):

- Der Bereich Süd umfasst Wasserwerke im Hessischen Ried und Fremdbezug vom WBV Riedgruppe Ost.
- Der Bereich Nord umfasst Wasserwerke in Frankfurt und im Main-Kinzig-Kreis. Fremdbezug erfolgt aus dem Vogelsberg (OVAG) und aus dem Bereich Kinzig (vor allem WV Kinzig). Daneben erfolgen Überleitungen von relevanten Wassermengen aus dem Bereich Süd.
- Der Betriebsbereich West umfasst Wasserwerke in Wiesbaden. Relevante Überleitungen erfolgen aus dem Bereich Süd. Der Fremdbezug hat nur lokale Bedeutung und dient überwiegend der Versorgung östlicher Stadtteile von Wiesbaden.

Die Hessenwasser-internen Überleitungen zwischen den Betriebsbereichen, also vor allem die Lieferungen aus dem Hessischen Ried nach Frankfurt und Wiesbaden, von denen diese Räume in erheblichem Maße abhängen, werden in dieser Darstellung also nicht als Fremdbezug verstanden.

Bild 6 zeigt die Entwicklung der Bedarfsdeckung während des Spitzenlastereignisses Ende Juni / Anfang Juli 2015 (vgl. **Bild 3**).

Die Abdeckung der Bedarfsspitze erfolgte demnach überwiegend durch eigene Wassergewinnung vor allem in den Betriebsbereichen Süd und Nord, also durch entsprechend vorgehaltene Kapazitätsreserven in den Wasserwerken im Hessischen Ried und im Frankfurter Stadtwald, mit mengenmäßig untergeordneter Bedeutung auch in Wiesbaden (Bereich West). Der Fremdbezug diente im Vergleich dazu vorrangig zur Abdeckung der Grundlast (vergleiche **Bild 9**).

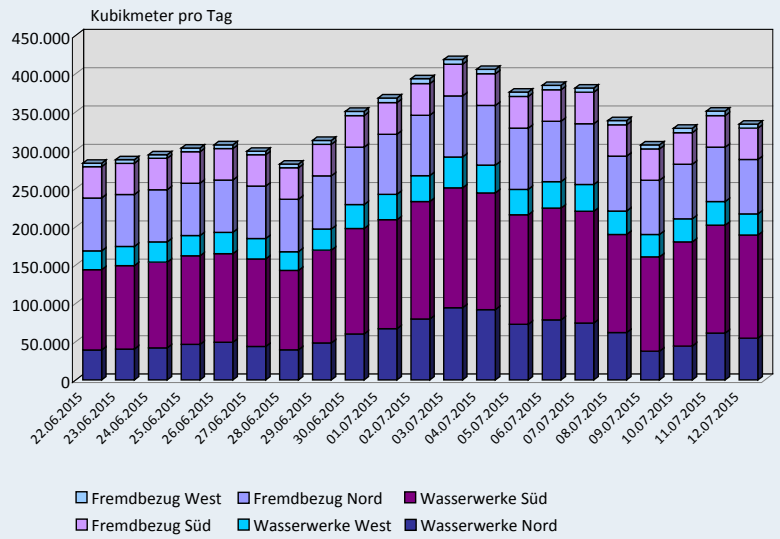

Bild 6: Bedarfsdeckung vom 22. Juni bis 12. Juli 2015

6. Limitierende Faktoren für die Bedarfsdeckung

6.1 Nominale Kapazitäten der Wasserwerke und Bezugsmengen

Limitierende Faktoren für die Bedarfsdeckung sind beschaffungsseitig zunächst die Kapazitäten der Wasserwerke und die vertraglich vereinbarten Bezugsmengen. Im Regionalen Wasserbedarfsnachweis sind die nutzbaren Wassermengen als Mittelwerte für die normale Versorgungssituation und als Spitzenwerte für die Situation bei Spitzenwasserbedarf ausgewiesen, wobei bereits limitierende Faktoren wie wasserrechtliche Zulassungen, Leistungsfähigkeit der einzelnen Anlagenteile und mögliche Fördermengenrestriktionen bei längerer Trockenheit berücksichtigt sind [7]. Diese Kapazitäten summieren sich bei Hessenwasser derzeit auf rechnerisch knapp 0,5 Mio. m^3/d (**Bild 7**).

Die Gegenüberstellung der aktuellen Förder- und Bezugskapazitäten von nominal insgesamt rund 497 000 m^3/d einerseits und des maximalen Wasserbedarfs von rund 410 000 m^3/d andererseits zeigt zunächst eine Betriebsreserve von rund 87 000 m^3/d beziehungsweise rund 20 % auf.

Auf Eigengewinnung entfallen insgesamt rund 76 %, auf den Fremdbezug rund 24 % der nominalen Kapazitäten. Die Differenz zur tatsächlichen Nutzung der Kapazitäten im Normaljahr 2014 (vgl. Kapitel 2) verdeutlicht die Kapazitätsvorhaltung für Spitzenlast vor allem in den stadtnahen Wasserwerken (vgl. Kapitel 6.3).

Diese Kapazitäten sind aber nicht in allen Fällen gleichzeitig nutzbar, wobei sich limitierende Faktoren vor allem aus der Leistungsfähigkeit des Leitungsverbundes ergeben und zwar sowohl im Kontext der gesamten Region als insbesondere auch im Transportnetz der Hessenwasser.

6.2 Spezifische limitierende Faktoren im Transportnetz

Der Leitungsverbund Rhein-Main, dessen Kern das Hessenwasser-Transportnetz bildet, hat neben dem regionalen Ausgleich von Wasserbedarf und Wasserdargebot besondere Bedeutung für die Gewährleistung der Versorgungssicherheit in Ausfallsituationen [5], also zum Beispiel

- bei einem Wasserwerks-Ausfall oder einem größeren Rohrbruch oder
- bei reduzierten Fördermengen in einzelnen Wasserwerken, zum Beispiel zur Erhaltung bestimmter Grundwasserstände in Trockenperioden.

Bei Spitzenwasserbedarf treten andere beziehungsweise zusätzliche limitierende Faktoren in den Vordergrund, sodass nicht gleichzeitig die gesamten, nominal zur Verfügung stehenden Förder- und Bezugskapazitäten genutzt werden können. Hierzu gehören insbesondere technische Restriktionen wie die Leistungsfähigkeit von Verbindungsleitungen zwischen verschiedenen Teilversorgungsgebieten

oder Transportleitungen, in die mehrere Wasserwerke einspeisen, oder die Einhaltung von Mindest- oder Höchstdrücken in bestimmten Netzabschnitten. Einzelne Wasserwerke oder Bezugsmengen dienen auch nur der Versorgung abgegrenzter Teilbereiche und sind nicht oder nur bedingt verbundwirksam.

Daneben sind bei einigen Wasserwerken (zum Beispiel im Hessischen Ried) wie auch Bezugsmengen (zum Beispiel aus dem Vogelsberg) auch ökologisch bedingte Förderrestriktionen relevant, die meist über Grenzgrundwasserstände in den Wasserrechtsbescheiden hinterlegt sind und gerade in Trockenperioden mit Spitzenwasserbedarf wirksam werden können.

Im Regionalen Wasserbedarfsnachweis der Hessenwasser sind für solche Situationen Reservemengen berücksichtigt [7]. Die diesbezüglichen Zusammenhänge sind komplex und können an dieser Stelle nicht im Detail beschrieben werden.

Im Verlauf des Spitzenlastereignisses im Sommer 2015 zeigte sich, dass diese limitierenden Faktoren in dieser besonderen Betriebssituation maßgeblichen Einfluss auf die tatsächliche Bedarfsdeckung haben, sodass die nominal zur Verfügung stehenden Förder- und Bezugskapazitäten nicht gleichzeitig genutzt werden können. Hauptursache hierfür ist, dass die verfügbaren Wassermengen aufgrund von verschiedenen Limitierungen im Transportnetz nicht vollständig in die verschiedenen Bedarfsschwerpunkte gebracht werden können.

6.3 Versorgungssituation Anfang Juli 2015

Limitierend für die Nutzung der Einspeise- und Transportmengen sind letztlich betriebliche Randbedingungen an bestimmten Stellen – meist Knotenpunkten – des Versorgungssystems. Solche Randbedingungen sind betriebsintern festgelegte obere beziehungsweise untere Grenzwerte für bestimmte Kennwerte wie zum Beispiel Durchflüsse oder Drücke an bestimmten Stellen. Diese Kennwerte bilden die Voraussetzung dafür, dass die Trinkwasserversorgung im gesamten angeschlossenen Versorgungsnetz unter allen möglichen Betriebsbedingungen störungsfrei funktioniert. In einem komplexen Versorgungssystem wird die vorausschauende Steuerung der Wasserwerke, der Bezugsmengen und des Transportnetzes dadurch zu einer anspruchsvollen Aufgabe.

Limitierende Faktoren können vor allem anlagentechnische Begrenzungen sein (zum Beispiel Kapazitäten von Pumpen oder Rohrleitungen), Drucklimitierungen in bestimmten Rohrleitungsbereichen (zum Beispiel nach Auftreten von Schäden) oder auch Mindestdrücke für die Versorgung bestimmter Teilbereiche.

Bild 8 zeigt in anschaulicher Form die prozentuale Auslastung verschiedener Anlagen beziehungsweise Leitungen mit limitierenden Faktoren im Juli 2015. In der Grafik sind die Prozentwerte unabhängig voneinander zu lesen – eine Addition der dargestellten Prozentwerte ist nicht beabsichtigt. Dabei zeigt sich vor allem auch im Vergleich mit **Bild 3** die anhaltend hohe Auslastung vieler Anlagenteile während der gesamten Schönwetterperiode. Eine deutliche Entlastung trat erst mit dem Beginn der Schulferien ein.

Bild 8 enthält folgende Teilaspekte (vergleiche **Bild 1**):

- Der Durchfluss in der sogenannten MTW-Leitung zwischen Hattersheim-Eddersheim und Wiesbaden-Nordenstadt ist auf maximal 1700 m³/h begrenzt. Am Spitzentag wurde mit 94 % eine nahezu maximale Auslastung dieser Leitung erreicht.
- Bei der Einspeisung in die vier Kammern des Behälters in Rüsselsheim-Hassloch (40 000 m³) wurde Anfang Juli die vorgegebene maximale Fördermenge von 5000 m³/h leicht überschritten. Hier wurde zeitweise die Druckbegrenzung für die Riedleitung (3,8 bar) um 0,1 bar angehoben, um erforderliche Mehrmengen in den Behälter einspeisen zu können.
- Am Bauwerk 4.9 nördlich des Wasserwerks Allmendfeld kreuzt eine lokale Transportleitung („Leitung Darmstadt") die Riedleitung. Dort wird Trinkwasser aus Wasserwerken, die hauptsächlich für die Trinkwasserversorgung im Raum Darmstadt (Bereich Süd) genutzt werden, zur Unterstützung der Bereiche West und Nord in die Riedleitung eingespeist. Diese Menge ist auf maximal 750 m³/h begrenzt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich die Einspeisemenge auf den Versorgungsdruck in den angeschlossenen Gemeinden auswirkt, wofür ein Mindestdruck von 5,8 bar festgelegt ist. Im Juli 2015 wurde zeitweise eine erhöhte Menge in die Riedleitung eingespeist, wobei eine Unterschreitung dieses Mindestdruckes in Kauf genommen wurde.

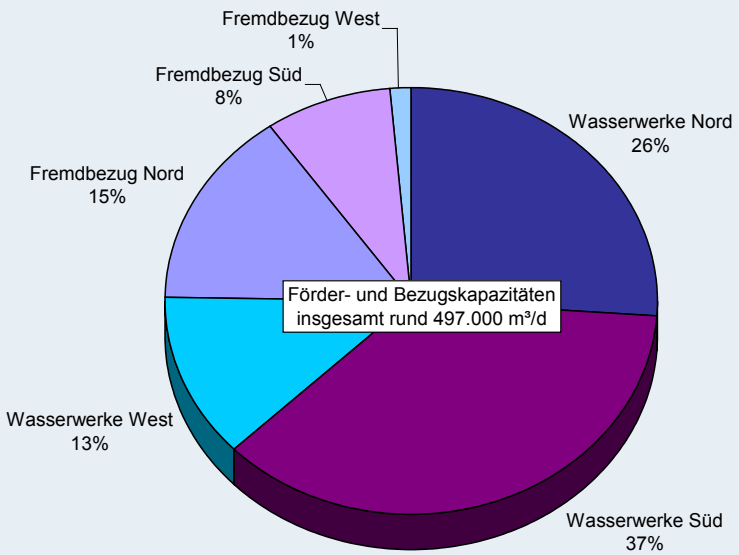

Bild 7: Anteile der Förder- und Bezugskapazitäten der Hessenwasser

- Für die Einspeisungen in den Behälter Sachsenhausen aus verschiedenen Transportleitungen im Frankfurter Süden gelten zur Vermeidung von Trübungen Maximalwerte von 150 m^3/h beziehungsweise 50 m^3/h.
- Im Bereich Hattersheim/Frankfurt-Nord besteht für eine wichtige Transport- und Hauptversorgungsleitung eine Druckbegrenzung von 5,8 bar. Um die Limitierung der Leitung aufzuheben und so die Kapazität dieser Leitung zu erhöhen, wird derzeit eine Sanierung in mehreren Bauabschnitten durchgeführt. Ende Juli 2015 wurde die Leitung in diesem Zusammenhang zeitweise außer Betrieb genommen.
- Für die Lieferungen aus dem Bereich Wiesbaden-West in den Rheingau stellt die Kapazität der Förderpumpe auf dem Gelände des Wasserwerks Schierstein eine Begrenzung dar.

Die Kapazitäts-Auslastung der Wasserwerke und der Bezugsmengen unterliegt demnach komplexen Zusammenhängen, sodass in einer Spitzenlastsituation nicht alle Beschaffungskapazitäten gleichzeitig vollständig genutzt werden können. **Bild 9** zeigt die Auslastung der nominalen Kapazitäten der Hessenwasser (**Bild 8**) bei niedrigem Wasserverbrauch (Weihnachten 2014), bei mittlerem Wasserverbrauch im Sommer 2015 und bei Spitzenlast am 3. Juli 2015.

Demnach werden in den stadtnahen Wasserwerken erhebliche Reserven für die Abdeckung des Spitzenwasserbedarfs vorgehalten. Dies gilt vor allem für den Bereich des Frankfurter Stadtwaldes. Aus den in Frankfurt verfügbaren Wasserwerken wird im Mittel beziehungsweise bei Normalbedarf nur ein relativ kleiner Teil des Wasserbedarfs abgedeckt. Ihre Gewinnungs- und Aufbereitungskapazität kann aber während Spitzenlastereignissen kurzfristig deutlich erhöht werden, sodass die Bedarfsspitzen aus ortsnahem Dargebot abgedeckt werden können. Die Erhaltung der stadtnahen Wasserwerke hat daher im Versorgungskonzept der Hessenwasser hohen Stellenwert.

Insbesondere bei der Eigengewinnung zeigen sich bei der Bedarfsdeckung am 3. Juli 2015 nicht nur verbleibende Reserven, sondern vor allem auch die bestehenden Limitierungen (vergleiche Kapitel 6.2), aufgrund derer die nominal noch bestehenden Reserven nicht oder nur noch teilweise hätten genutzt werden können.

Der Fremdbezug wird unterschiedlich eingesetzt beziehungsweise dient unterschiedlichen Zwecken:

- Die Bezugsmengen im Bereich Süd, also im Hessischen Ried vom WBV Riedgruppe Ost, dienen aus anlagentechnischen und vertraglichen Gründen überwiegend der Abdeckung der Grundlast.
- Der Wasserbezug im Bereich Nord – vor allem aus dem Vogelsberg – wird unter dem Aspekt der dortigen Grundwasserbewirtschaftung nach Möglichkeit so gesteuert, dass bei Spitzenlast für eine gewisse Zeit erhöhte Mengen zur Verfügung stehen. Am 3. Juli 2015 konnte deshalb kurzfristig 8 % mehr geliefert werden als der Planwert für die gesichert nutzbare Menge.
- Der Wasserbezug im Bereich West dient überwiegend der Vollversorgung östlicher Stadtteile von Wiesbaden – die dortigen Bedarfsspitzen werden also vollständig abgedeckt. Der Wasserbedarf am 3. Juli 2015 machte 86 % der dort nominal nutzbaren Mengen aus.

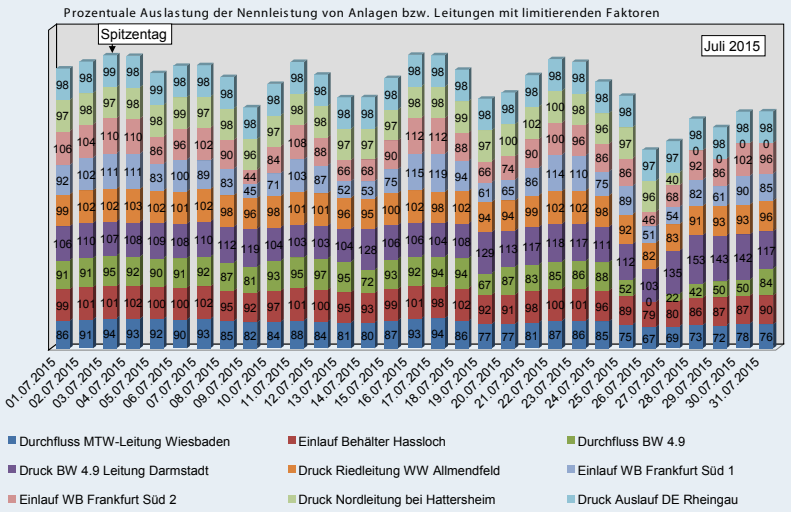

Bild 8: Prozentuale Auslastung von Anlagen mit limitierenden Faktoren im Juli 2015

7. Bewertung der Versorgungssituation und erkennbare Risiken

Im Sommer 2015 gab es im Leitungsverbund Rhein-Main keine Versorgungsengpässe. Dies bestätigte die grundsätzliche Belastbarkeit des Verbundsystems und vor allem auch des Versorgungskonzeptes der Hessenwasser und zwar sowohl in Bezug auf die Abdeckung des Wasserbedarfs als auch im Hinblick auf die umweltverträgliche Grundwassernutzung. Hier bewährt sich insbesondere das Zusammenwirken von Eigengewinnung und Fremdbezug als auch das Zusammenspiel von Grundwasseranreicherung (Infiltration) und Wassergewinnung vor allem im Hessischen Ried.

Allerdings wurden die Grenzen der Leistungsfähigkeit deutlich erkennbar. Bei einem längeren Anhalten von heißem Sommerwetter mit noch höheren Bedarfsspitzen wie auch in einer über mehrere Jahre anhaltenden Trockenperiode würde sich die Versorgungssituation im Vergleich zu 2015 weiter verschärfen. Bei einem Anlagenausfall, zum Beispiel einem größeren Rohrbruch, einem Großbrand oder einem Wasserwerks-Ausfall während des Spitzenlastereignisses, wären bereits im

Bestand Beeinträchtigungen der Versorgungssicherheit zu erwarten gewesen.

Die Versorgungssituation im Sommer 2015 zeigte die bestehenden Kapazitätsgrenzen und technischen Limitierungen insbesondere bei der Wasserverteilung im Transportnetz auf und verdeutlichte damit im praktischen Betrieb die Grenzen beziehungsweise Risiken für die Versorgungssicherheit in Extremsituationen.

Dabei ist einerseits zu berücksichtigen, dass der Wasserbedarf aufgrund der wachsenden Bevölkerung derzeit vor allem in den Kernräumen ansteigt (**Bild 2**). Andererseits gibt es nach wie vor Entwicklungen, die die Wassergewinnung in Teilbereichen wie zum Beispiel dem Vogelsberg aus ökologischen Gründen weiter beschränken könnten. Zudem ist nicht auszuschließen, dass sich in Ereignissen wie 2003 und 2015 möglicherweise zukünftig ein stärkerer Einfluss des Klimawandels mit häufigeren und stärker ausgeprägten Trockenperioden und Hitzewellen zeigen wird.

Insgesamt bestätigte das Ereignis im Sommer 2015 auch die Ergebnisse der WRM-Situationsanalyse [6] und des Regionalen Wasserbedarfsnachweises der Hessenwasser [7] im Hinblick auf die dort dargestellten Versorgungsrisiken und die Notwendigkeit der daraus resultierenden Maßnahmenkataloge. Maßgeblich für die tatsächliche Versorgungssicherheit sind dabei nicht nur die nominalen Wasserwerkskapazitäten sondern auch limitierende Faktoren im regionalen Verbundnetz, dessen Kernbereich das Transportnetz der Hessenwasser darstellt.

8. Maßgebliche Spitzenfaktoren und Vergleich mit dem DVGW-Arbeitsblatt W 410

Der Verlauf des Spitzenlastereignisses im Sommer 2015 im Versorgungsgebiet der Hessenwasser deutet darauf hin, dass 2015 im Rhein-Main-Raum als ausgeprägtes Trockenjahr zu bewerten ist. 2015 war jedoch kein Extremereignis – in einem Extremjahr mit länger anhaltendem heißen Sommerwetter oder einer über mehrere Jahre anhaltenden Trockenperiode wäre mit noch höheren Bedarfswerten zu rechnen. Unabhängig davon liefert das Ereignis des Jahres 2015 wertvolle neue Daten für die Abschätzung beziehungsweise Verifizierung der Bemessungswerte.

Für die vollbelieferten Abnehmer der Hessenwasser – insbesondere die Gesellschafterkunden – bestätigen die Betriebsdaten näherungsweise die Spitzenfaktoren, die sich für die jeweiligen Einwohnerzahlen aus dem DVGW-Arbeitsblatt W 410 [2] ergeben würden.

Für die teilbelieferten Abnehmer der Hessenwasser – dazu sind in diesem Zusammenhang auch vollbelieferte Verbände zu zählen, die ihrerseits Mitgliedskommunen teilbeliefern (zum Beispiel der WBV Rheingau-Taunus) – sind drei Varianten zu unterscheiden:

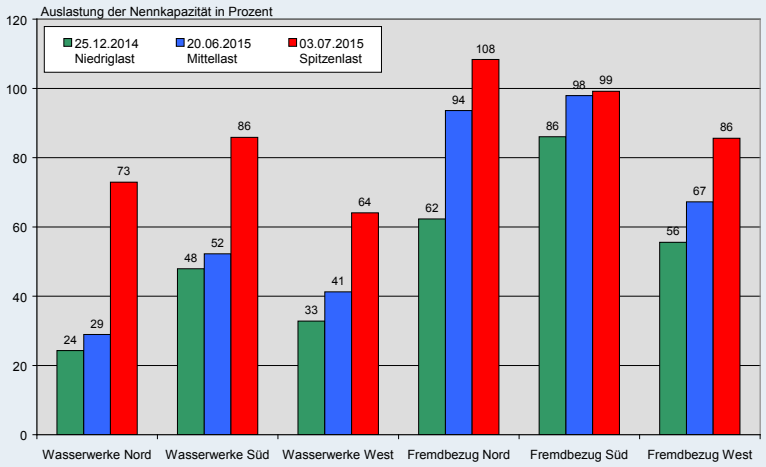

Bild 9: Nutzung der nominalen Kapazitäten bei niedrigem, mittlerem und hohem Wasserbedarf

- Bei einer reinen oder überwiegenden Grundlast-Lieferung sind keine Spitzenfaktoren zu berücksichtigen (gegebenenfalls konkrete Bandbreiten von Liefermengen auf Grundlage von Vertragsdaten).
- Im Fall der Vollbelieferung einzelner Ortsteile sind Spitzenfaktoren nach DVGW W 410 anzusetzen, die diesen Ortsteilen entsprechen.
- In vielen Kommunen in den Mittelgebirgen (vor allem im Taunus) geht in Trockenjahren das Dargebot örtlicher Gewinnungsanlagen (quantitative Gefährdung, vor allem Quellfassungen) zurück, sodass Hessenwasser über den Verbund neben dem Spitzenwasserbedarf auch diesen Dargebotsrückgang abdecken muss. Hier können die Spitzenfaktoren für die erforderlichen Liefermengen zum Teil erheblich über den Rechenwerten nach DVGW W 410 liegen.

Für das gesamte Versorgungsgebiet der Hessenwasser mit über 2 Millionen versorgten beziehungsweise angeschlossenen Einwohnern ergibt sich aus den einzelnen Bedarfswerten ein Tagesspitzenfaktor von etwa 1,5 bis 1,55 (vergleiche **Bild 3**). Dieser liegt infolge der Lieferstrukturen und der spezifischen Aufgaben des regionalen Leitungsverbundes im Rhein-Main-Raum relativ deutlich über dem Rechenwert nach DVGW W 410, der bei einer solchen Einwohnerzahl nur bei etwa 1,3 liegen würde.

Als Ursache hierfür kann auch die zeitliche Überlagerung des Spitzenbedarfs in den Teilbereichen des Hessenwasser-Versorgungsgebietes herangezogen werden. Hier zeigt sich im Ereignis des Jahres 2015 eine weitgehende Gleichzeitigkeit, sodass die im DVGW-Arbeitsblatt W 410 zugrunde gelegte Dämpfung der Spitzenlast in großen Versorgungsgebieten bei Hessenwasser für das Gesamtgebiet nicht zum Tragen kommt.

9. Ausblick und Fazit

Vor dem Hintergrund des aktuellen Bevölkerungswachstums vor allem in Frankfurt und Darmstadt zeichnet sich ab, dass die Entwicklung in Richtung der Oberen Varianten der letzten Wasserbedarfsprognosen geht [6, 7]. Zuletzt deutet sich sogar an, dass diese Bedarfswerte noch überschritten werden könnten. Deshalb bieten die Daten aus dem Sommer 2015 im Zusammenhang mit den neuesten Bevölkerungsprognosen wertvolle Grundlagen für die anstehenden Aktualisierungen.

Dies gilt sowohl für den Tagesspitzenbedarf als auch für den Gesamtwasserbedarf in Trockenjahren, der insgesamt um etwa 5 % höher ist als in Normaljahren. Die erhöhten Jahresbedarfszahlen aus Trockenjahren wie 2003 und 2015 sind vor allem maßgeblich für die wasserrechtlichen Zulassungen und die Auslegung der Bezugsverträge im Rahmen des Beschaffungsmanagements der Hessenwasser.

Die weitere Entwicklung der Metropolregion Rhein-Main ist von der Funktionsfähigkeit des Leitungsverbundes und der Verfügbarkeit ausreichender Wasserressourcen existenziell abhängig. Das Ereignis 2015 bestätigte somit die Notwendigkeit der in der WRM-Situationsanalyse vom Oktober 2013 aufgeführten Maßnahmen zum weiteren Ausbau der Verbundstrukturen, zur Sicherung der Gewinnungsmengen in den Kernräumen, zum Beispiel im Stadtwald Frankfurt, und zur Sicherung und Stabilisierung der verbundrelevanten Wassergewinnung vor allem im Hessischen Ried und im Vogelsberg.

Die Erkenntnisse zum Tagesspitzenbedarf, den Spitzenfaktoren sowie zu den bestehenden Kapazitätsgrenzen und technischen Limitierungen – insbesondere bei der Wasserverteilung im Transportnetz, im nachgelagerten Hauptverteilnetz und gegebenenfalls der Behälterbewirtschaftung – verdeutlichen im praktischen Betrieb die Grenzen beziehungsweise Risiken für die Versorgungssicherheit in Extremsituationen. Dies ist bei der Anlagenplanung und Anlagenoptimierung zu berücksichtigen und wird in die Fortschreibung des technischen Wasserversorgungskonzeptes der Hessenwasser einfließen.

Literatur

[1] DWD: Deutschlandwetter im Sommer 2015 – Heiß, trocken und sonnig – ein Sommer mit vielen Rekorden. Pressemitteilung, Offenbach am Main, 2015.

[2] DVGW: Arbeitsblatt W 410: Wasserbedarf – Kennwerte und Einflussgrößen. Bonn, 2008.

[3] *Roth, U.*: Rekordsommer 2015: Stresstest für die Wasserversorgung im Ballungsraum. Inside Out – Das Hessenwassermagazin, Herbst 2015. Groß-Gerau, 2015.

[4] www.hessenwasser.de

[5] Arbeitsgemeinschaft Wasserversorgung Rhein-Main (WRM, Hrsg.): Leitungsverbund Wasserversorgung Rhein-Main. Kurzfassung. Groß-Gerau, 2005.

[6] Arbeitsgemeinschaft Wasserversorgung Rhein-Main (WRM, Hrsg.): Situationsanalyse zur Wasserversorgung in der Rhein-Main-Region. Groß-Gerau, 2013.

[7] *Herber, W., Wagner, H.* und *Roth, U.*: Der regionale Wasserbedarfsnachweis der Hessenwasser GmbH & Co. KG. gwf-Wasser | Abwasser 149 (2008) Nr. 10, S. 773–779.

[8] *Roth, U., Berger, H., Müller, A.* und *Wagner, H.*: Höhe und Häufigkeit von Wasserbedarfsspitzen bei der Hessenwasser GmbH & Co. KG. gwf-Wasser|Abwasser 149 (2008) Nr. 11, S. 864–871.

[9] *Dobroschke, W.* und *Gebhardt, P.* (Bürgeramt, Statistik und Wahlen / Frankfurt am Main): Regionalisierte Bevölkerungsvorausberechnung für Frankfurt am Main bis 2040. Frankfurt am Main, 2015.

[10] www.dwd.de/bvbw

[11] *Glaser, R.*: Klimageschichte Mitteleuropas – 1000 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen. Primus-Verlag / Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 2001.

[12] www.anklig.de

Eingereicht am: 03.02.2016
Begutachtet am (im Peer-Review-Verfahren)**: 22.04.2016**

Autoren

Prof. Dr.-Ing. **Ulrich Roth**
Dr.Roth-BadEms@t-online.de |
Beratender Ingenieur |
Frankfurt University of Applied Sciences |
Auf der Hardt 33 |
D-56130 Bad Ems

Dipl.-Ing. **Franco Coppola**
Franco.Coppola@hessenwasser.de |
Hessenwasser GmbH & Co. KG |
Taunusstraße 100 |
D-64521 Groß-Gerau

Dipl. Geol. **Holger Wagner**
H.Wagner@trollmuehle.de |
bis 2015 Hessenwasser GmbH & Co. KG |
seit 2016 ZV Wasserversorgung Trollmühle |
D-55452 Windesheim

Interview mit PD Dr. med. Björn Zietz, Facharzt für Hygiene und Umweltmedizin

Wasserleitungen aus Blei – Noch immer eine Gefahr für die Gesundheit?

Spielen Bleileitungen in Trinkwassersystemen heute überhaupt noch eine Rolle?

Björn Zietz: Stellenweise leider ja. In Deutschland kann man davon ausgehen, dass ab dem Jahr 1975 keine neuen Leitungen aus Blei mehr verwendet worden sind. Bleileitungen wurden in den Jahrzehnten zuvor regional sehr unterschiedlich häufig verbaut. Häufig gibt es auch den Fall, dass bei Hausinstallationen die Bleirohre nur teilweise, zum Beispiel bei Renovierung des Badezimmers oder der Küche, ausgetauscht worden sind. Die Hausbesitzer sind dabei vor den Kosten oder dem Aufwand der Sanierung zurückgeschreckt. In den USA ist Blei besonders in Hausanschlussleitungen von Bedeutung. Diese wurden auch in Deutschland verwendet, wohl allerdings nicht so häufig. Viele der Bleihausanschlussleitungen in Deutschland sind wohl von den Wasserversorgern auch schon ersetzt worden.

Ist es Zufall, dass die Probleme in Flint nach der Änderung der Wasserversorgung aufgetreten sind?

Björn Zietz: Es ist ganz typisch, dass Probleme mit der verstärkten Korrosion von Rohren und gehäuft auftretenden erhöhten Bleikonzentrationen mit Änderungen in der Wasserversorgung oder Wasseraufbereitung zusammenhängen. In den letzten Jahrzehnten sind solche Fälle allerdings durch die modernen Regeln und Gesetzte selten geworden und in ihrem Ausmaß geringer. Bei den Vorfällen in Flint scheinen diese Regeln auch grob verletzt worden zu sein. Man sollte allerdings betonen, dass der entscheidende Faktor bei erhöhten Bleikonzentrationen im Trinkwasser das Vorhandensein des toxischen Metalls Blei insbesondere in Form von Rohren ist. Die Wasserchemie und ein eventueller Zusatz von korrosionshemmenden Mitteln im Wasserwerk steht dann an zweiter Stelle. Ein vollständiger Austausch der Bleileitungen ist daher die sicherste Lösung der Problematik.

Welche gesundheitliche Bedeutung hat die Aufnahme von Blei mit dem Trinkwasser?

Björn Zietz: Bei den in den heutigen Leitungswässern zu messenden Bleikonzentrationen sind die chronisch-toxischen Wirkungen von Blei von Bedeutung. Als entsprechende Wirkungen von Blei auf Kinder sind verschiedene negative Effekte auf Parameter der mentalen Entwicklung beobachtet worden. Am bekanntesten ist hierbei der negative Einfluss von Blei auf den IQ-Wert, als Maß für die Intelligenzleistung. Neuere Untersuchungen weisen darauf hin, dass für diese Wirkung bei Kindern kein Schwellenwert existiert. Bei Erwachsenen ergaben sich zum Beispiel Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen Blei im Blut und einer erhöhten Gesamtsterblichkeit sowie auch einer erhöhten Sterblichkeit an Herz-Kreislauferkrankungen. Effekte zeigten sich hierbei schon bei Blutbleispiegeln deutlich unter 10 µg/dl.

Für Bürger mit Trinkwasserleitungen aus Blei gibt es daher auch heute noch eine gesundheitliche Gefahr.