©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Die Wasserversorgung der Landeshauptstadt Klagenfurt

Eine Bedarfsprognose des zukünftigen Trinkwasserverbrauchs

Von Erich PLIMON

Zusammenfassung:
Wasserbedarfsprognosen dienen als Grundlage für die Planung von Versorgungsanlagen. Sie weisen längerfristige Bandbreiten des Wasserbedarfs aus. Da in Klagenfurt der überwiegende Teil des Trinkwasserverbrauchs auf Haushalte entfällt, ist es sinnvoll, den Wasserbedarf aus der Einwohnerzahl und den Pro-Kopf-Bedarf zu ermitteln. Grundlage jeder Wasserbedarfsprognose ist deshalb eine Bevölkerungsprognose. Einen wesentlichen Einfluss haben aber auch die technischen und sozialen Veränderungen im Haushalt. Wichtig für die Dimensionierung der Versorgungsanlagen sind auch die zu erwartenden Verbrauchsspitzen in den Sommermonaten. In den letzten Jahren ging der Wasserverbrauch zurück. Grundsätzlich ist damit zu rechnen, dass der Trinkwasserverbrauch auch weiterhin der Bevölkerungsentwicklung folgt.

Abstract:
Prognoses regarding water requirements are a basis for planning of supplying units. They identify longer term bands of the water requirements. Since, in Klagenfurt, the greater portion of the drinking water consumption is of a domestic nature, it is usually of significance to calculate the water requirement according to population figures and per capita use. Basis of each water requirement prognose is therefor a prognose of the poulation. An essential influence cause the technical and social changes in the households. For the design of water supply plants it is necessary to find out the peak demands of water consumtion in the summer. In recent years the water consumption has been reduced. In principle it is to be expected that the drinkingwater requirements will continue to follow the populational development.

EINLEITUNG

Die unerlässliche Voraussetzung für unser Dasein, die Entwicklung von Städten und Gemeinden ist die Versorgung mit Trinkwasser in ausreichender Menge und hygienisch einwandfreier Qualität. Die Bereitstellung von Trinkwasser höchster Qualität und ständig steigender Quantität

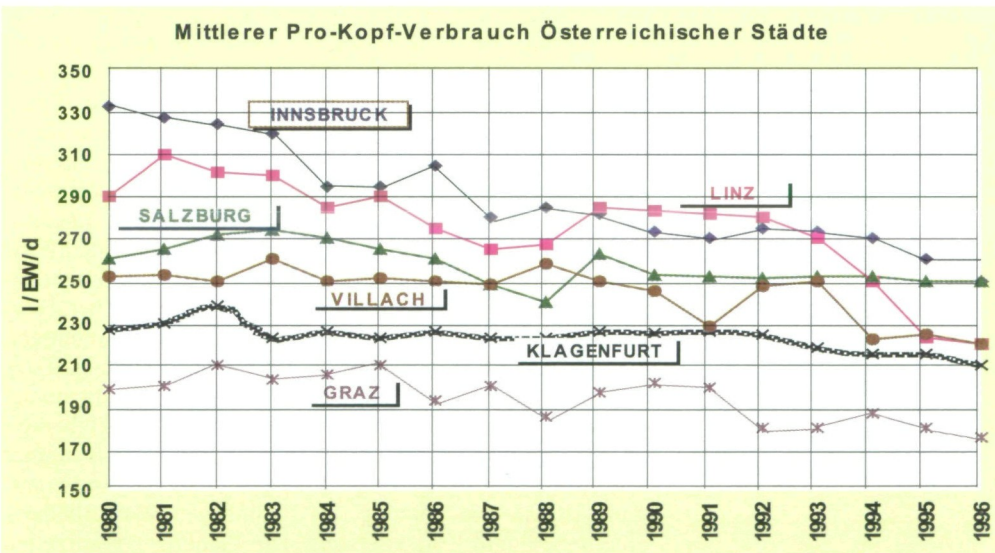


Abb. 1: Mittlerer Pro-Kopf-Verbrauch an verkaufter Wassermenge einiger Österreichischer Städte – inklusive Industrie- und Gewerbeverbrauch Quelle: Eigene Bearb.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

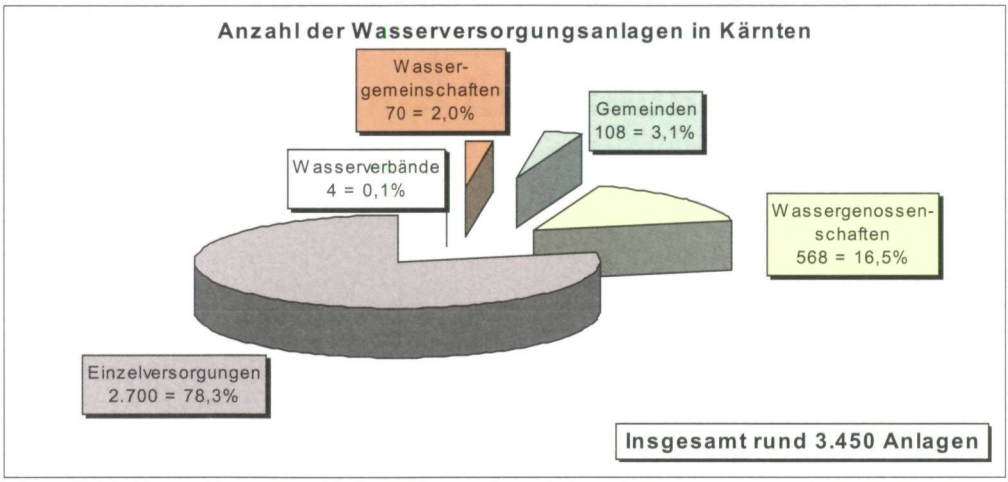


Abb. 2:
Wasserversorgung gegliedert nach Art der Anlagen
Quelle: Unser Trinkwasser - Kärnten

ist nicht nur eine Forderung der Allgemeinheit, sondern beinahe schon zu einer Selbstverständlichkeit jedes Bürgers geworden. Diese Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser sicherzustellen, ist Aufgabe der Wasserwirtschaft und stellt in Zeiten wachsender Nutzungs- und Interessenskonflikte eine zunehmende Herausforderung für diese dar. Die Gewährleistung der Bereitstellung von Trinkwasser höchster Qualität und in ausreichender Menge umfasst nicht nur das Aufsuchen neuer Erschließungsmöglichkeiten, sondern auch den Schutz der bestehenden Wasserversorgungsanlagen. Die Sicherung von Grundwasser ist eine der wichtigsten Anwendungsbereiche der Hydrogeologie. Als ein Teil der Angewandten Geologie ist es Aufgabe der Hydrogeologie, gemeinsam mit der Wasserwirtschaft durch gezielt eingesetzte Untersuchungsmethoden regionale Wasserkreisläufe zu erfassen, um so vorhandene Grundwasservorräte optimal erschließen, nutzen und schützen zu können

Um zuverlässige Daten für die zukünftige Bedarfsentwicklung in einem zu untersuchenden Versorgungsgebiet zu erhalten, müssen diese Zahlen unter Berücksichtigung der spezifischen Einflüsse auf den Trinkwasserbedarf überprüft werden. Anlagen der Wasserversorgung sind langlebige Anlagen, so dass der zukünftigen Entwicklung des Wasserbedarfs in Hinblick auf Planungen und Erweiterungen eine besondere Bedeutung zukommt. Zu großzügig bemessene Wasserversorgungsanlagen erfordern einen unnötigen Kapitalbedarf und sind in Hinblick auf die Verweilzeit des Trinkwassers und der Qualitätsminderung häufig ungünstig. Bei zu enger Auslegung wird die ständige Verfügbarkeit von Trinkwasser bezüglich Druck und Menge nicht immer erfüllt. Für die langfristige Sicherung der Wasserversorgung ist die Abschätzung des zukünftigen Wasserbedarfs eine unbedingte Voraussetzung. Die Planungsvorlaufzeiten für die Errichtung neuer Wassergewinnungsanlagen werden immer länger. Das Erlangen neuer Wasserrechte wird

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

in zunehmendem Maße schwieriger. Die dafür erforderlichen Beweissicherungsverfahren werden ständig ausgeweitet um den Umfang einer möglichen Nutzungsmenge festzulegen. Andererseits muss den dadurch eventuell entstehenden Einschränkungen und Nachteilen der betroffenen Grundeigentümern im vollen Umfang entsprochen werden. Für die technische und betriebswirtschaftliche Führung der Wasserversorgungsunternehmen ist daher die Abschätzung des zukünftigen spezifischen Wasserbedarfs und des Spitzenwasserbedarfs von eminenter Bedeutung, damit rechtzeitig mit der Planung neuer Anlagen begonnen werden kann. Wasserbedarfsprognosen sind letztlich auch die Grundlage für den Wasserbedarfsnachweis bei der Beantragung neuer wasserrechtlicher Genehmigungen.

DER TRINKWASSERVERBRAUCH

Österreich ist ein sehr wasserreiches Land. Der nutzbare Anteil des sich ständig erneuernden Grundwassers in Österreich beträgt rund 15 Mrd. m^3/a. Der Nutzungsgrad, d. h. das Verhältnis der gesamten Wasserentnahme (Industrie, Landwirtschaft, Trinkwasser...) mit ca. 1,65 Mrd. m^3/a zum nutzbaren Anteil der erneuerbaren Grundwassermengen beträgt somit 11%. Für die Trinkwasserversorgung alleine sind in Österreich ca. 740 Mio. m^3/a (5%) erforderlich, wobei das Wasser je zur Hälfte aus Quellvorkommen und aus Grundwasservorkommen gewonnen wird. Lediglich rund 1% des gesamten Trinkwasserbedarfs in Österreich wird aus Oberflächengewässern entnommen. Diese Zahlen lassen erkennen, dass Österreich diesbezüglich in einer sehr glücklichen Lage ist. Probleme gibt es allerdings auch bei uns in der Verteilung dieser Wasserreserven. Nicht überall steht es in solchen übermäßigen Mengen zur Verfügung, weshalb eine vorausschauende nachhaltige Nutzung dieser Vorkommen unbedingt erforderlich ist.

Die genauen Zahlen für den Trinkwasserverbrauch in Österreich können nur geschätzt werden. Jährlich werden von der ÖVGW (Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach) die Betriebsergebnisse der Wasserversorgungsunternehmen (WVU) erfasst. 1996 waren 188 WVU's mit einer Gebietseinwohnerzahl von 5,3 Mio. (66%) bzw. mit 4,8 Mio. (61%) zentral versorgten Einwohnern in dieser Statistik vertreten. Darunter fallen alle WVU's mit über 15.000 Einwohnern, fast alle mit 5000–10.000 EW und verhältnismäßig wenige unter 5000 EW. Rechnet man die statistisch erfassten Fördermengen auf die gesamte Einwohnerzahl hoch, ergibt das die bereits oben erwähnte gesamte Jahrestrinkwasserförderung von ca. 740 Mio. m^3. In diesen Mengen ist allerdings auch der Industrie- und Gewerbeverbrauch enthalten, sofern die Versorgung dieser Betriebe über Trinkwassernetze erfolgt. Der reine Haushaltsverbrauch kann im Schnitt mit ca. 50% der Gesamtförderung

 ©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

angenommen werden. Die daraus resultierende durchschnittliche Pro-Kopf-Fördermenge im österreichischen Durchschnitt weist in dieser Statistik im Gegensatz zur Gesamtförderung eine fallende Tendenz auf.

Wie sehr sich nun die einzelnen Versorgungsunternehmen in ihren Verbrauchsstrukturen unterscheiden, zeigt sehr eindrucksvoll die Abb.1. Hier werden nun nicht mehr Fördermengen, sondern tatsächlich verkaufte Mengen als Pro-Kopf-Verbrauch für einige ausgewählte Städte in Österreich dargestellt. Trotz des sehr unterschiedlichen spezifischen Wasserverbrauches ist allen Städten jedoch gemeinsam, dass seit dem Beginn der 80er Jahre der spezifische Wasserverbrauch überall abgenommen hat. Bei diesem Vergleich fällt aber auf, dass die Werte für Klagenfurt sehr gleichmäßig ohne sprunghafte Veränderungen verlaufen und insgesamt nicht extrem stark abgenommen haben, wie etwa im Vergleich zu Innsbruck. Der Wasserverbrauch ist seit Mitte der 80er Jahre leicht rückläufig. Dieser verringerte Wasserverbrauch dürfte - neben dem steigenden Trinkwasserpreis - darauf zurückzuführen sein, dass in beinahe allen Kärntner Gemeinden auch bei der Berechnung der Abwassergebühr der Wasserverbrauch als Maßstab dient. Deshalb pflegt die Bevölkerung einen bewussteren Umgang mit Trinkwasser, und es gelangen vermehrt wassersparende Geräte und Armaturen zum Einsatz.

Der durchschnittliche Wasserpreis öffentlicher Anlagen in Kärnten liegt im Moment bei 9 Schilling pro Kubikmeter. Damit sind die Kosten für Trinkwasser – auch im österreichweiten Vergleich – relativ niedrig. In Klagenfurt kostet 1m3 Wasser gegenwärtig S 14,96 brutto.

Das Kärntner Trinkwasser wird zu 29 Prozent aus Grundwasser und zu 71 Prozent aus Quellwasser gewonnen. Quellwasser ist damit unser wichtigstes Trinkwasservorkommen. Rund 80 Prozent der Kärntner Bevölkerung sind Kunden der öffentlichen Wasserversorgung. 108 Kärntner Gemeinden verfügen über eine Gemeindewasserversorgungsanlage. Die 15 größten davon versorgen alleine 47 Prozent der Einwohner Kärntens mit 23,6 Millionen Kubikmeter Trinkwasser pro Jahr. Die Art und Anzahl der in Kärnten vorhandenen Wasserversorgungsanlagen ist in Abb. 2 dargestellt. 20 Prozent der Kärntner Haushalte beziehen ihr Wasser aus privaten Wasserversorgungen. Dazu gehören Wassergenossenschaften, Wassergemeinschaften oder Einzelwasserversorgungsanlagen. Zahlenmäßig überwiegen auch bei den privaten Anlagen Quellfassungen vor den Hausbrunnen. Insgesamt existieren in Kärnten derzeit rund 3.450 Wasserversorgungsanlagen.

Das Wasserwerk Klagenfurt versorgt im Wesentlichen nur das eigene Stadtgebiet mit Trinkwasser. Außerhalb der Stadtgrenzen werden derzeit mengenmäßig nur unwesentliche, kleine Siedlungsbereiche mitversorgt. Es existieren allerdings Anschlüsse zu den angrenzenden Gemeinden, die

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

aber größtenteils nur für die Überbrückung allfälliger Notfälle hergestellt wurden. Im Stadtgebiet sind bis auf wenige, abseits liegende Objekte alle Gebäude an die öffentliche Trinkwasserversorgung angeschlossen. Es werden daher ca. 98% der Bevölkerung von der Stadt mit Trinkwasser versorgt.

Das Wasserwerk der Stadt Klagenfurt deckt den Trinkwasserbedarf zum größten Teil aus den Grundwasservorkommen im Bereich des Stadtgebietes. Das Klagenfurter Becken ist durch quartäre Ablagerungen aufgefüllt worden. Diese teilweise mächtigen Talfüllungen aus Lockergestein weisen vielfach eine gute Durchlässigkeit und auch schützende Überdeckung auf und eignen sich daher als guter Wasserspeicher. In diesen Bereichen befinden sich auch die Brunnenfelder des Wasserwerkes. Das Wasser wird aus drei Brunnenfeldern, im Norden (Zwirnawald), im Süden (Straschitz) und im Osten (Rain) in die Stadt gefördert. Die Brunnenanlagen haben insgesamt eine Kapazität von ca. 500 l/s. Die Brunnenfelder sind von den Wasserschutzgebieten (Kernzonen) umgeben. Der restliche Teil des Wasserbedarfs kommt als Quellwasser aus dem Sattnitzstollen.

Dieser wurde in den Jahren 1880–1892 mit einer Länge von 376 m errichtet und war damit der erste große Wasserspender für die Stadt (Abb. 3, Abb. 4) .

Die Stadt Klagenfurt wird zu ca. 95% mit Grund- und zu ca. 5% mit Quellwasser versorgt. Die tägliche Fördermenge beträgt im Jahresdurchschnitt ca. 22.000 m^3.

An Anlagen sind dafür vorhanden:

1 Quellfassung	6 Senkschachtbrunnen
19 Rohrbrunnen	1 Horizontalfilterbrunnen

Abb. 3:
Portal des Sattnitzstollens
Quelle: Wasserwerk Klagenfur

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 4:
Stollen mit Tropfsteinen
Quelle: Wasserwerk Klagenfurt

Im System einer Wasserversorgung sind Speicheranlagen notwendig, die mehrere Aufgaben zu erfüllen haben, wie z. B.:

- Bevorratung zur Überbrückung von Notsituationen
- Ausgleich der Verbrauchsschwankungen
- Halten des Versorgungsdruckes

Im Wasserversorgungssystem von Klagenfurt sind 17 Hochbehälter vorhanden. Das gesamte Speichervolumen der Hochbehälter beträgt ca. 31.000 m^3. Auf Grund der geographischen und orographischen Gegebenheiten in Klagenfurt sind in den Randgebieten der Stadt für die höher gelegenen Siedlungsgebiete eigene Versorgungssysteme erforderlich. Diese bestehen aus Druckerhöhungsanlagen, die meistens mit einem Hochbehälter zusammengeschlossenen sind. Insgesamt sind über das Stadtgebiet 19 dieser Druckerhöhungsanlagen verteilt.

Die Siedlungsstruktur in Klagenfurt ist für die Errichtung der Infrastruktur ungünstig, da nur der Kernraum eine geschlossene Verbauung aufweist. Richtung Süden zum Stadtteil Viktring hin ist auch noch eine dichtere Verbauung gegeben. Nach Osten, Norden und besonders in Richtung Nordwesten sind die Siedlungsgebiete weit auseinander gezogen. Seit der letzten Eingemeindung 1973 hat die Stadt einen großen Flächenzuwachs erfahren. Die Länge des Leitungsnetzes ist sprunghaft angestiegen, wobei das weniger auf die Übernahme bestehender Versorgungsnetze, sondern vielmehr auf den verstärkten Ausbau der Leitungen nach der Eingemeindung zurückzuführen ist. Die Dichte der Einwohner je km Rohrleitung ist jedoch von ca. 330 vor der Eingemeindung auf ca.180 EW/km Leitungslänge gegenwärtig stark gesunken, da entfernte Siedlungen mit wenigen Einwohnern aufgeschlossen werden mussten (vgl. Abb.5). Das bringt für die Erschließung erhebliche Nachteile und vor allem ein Ansteigen der Kosten mit sich. Fast konstant geblieben ist jedoch die Anzahl der Anschlüsse pro km Leitung. Das ist darauf zurückzuführen, dass in den neu eingemeindeten Gebieten kein verdichteter Wohnbau vorhanden ist. Es wurden zwar viele Einfamilienhäuser angeschlossen, aber die Zahl der versorgten Einwohner hat im Verhältnis dazu nur geringfügig zugenommen. Die Gesamtlänge der Versorgungsleitungen, von denen die ca. 16.000 Hausanschlussleitungen abgezweigt werden, betrug Ende 1999 ca. 520 km. Der größte Leitungsdurchmesser im Versorgungsnetz beträgt 600 mm (Abb. 6). Mit den größeren Leitungen werden auch diverse Kabel und Fernmeldeleitungen mitgelegt, die zur Steuerung und Absicherung der Anlagen dienen.

Die Entwicklung der Bevölkerung mit Hauptwohnsitz in Klagenfurt hat nach der Eingemeindung 1973 mit den Zugang von 9.000 Einwohnern (12%) einen Sprung von

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

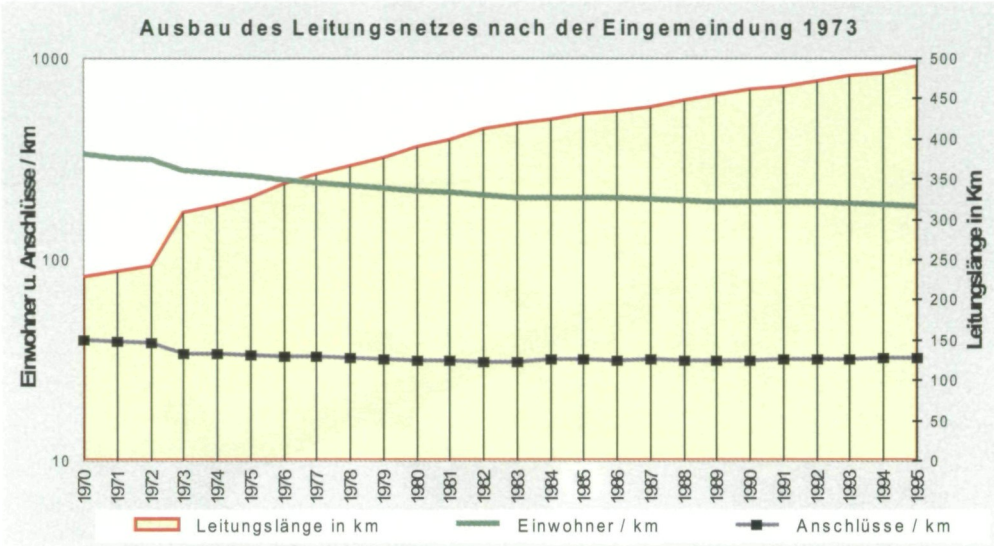


Abb. 5:
Rückgang der Einwohner je km Rohrleitung durch die Aufschließung der Randgebiete
Quelle: Eigene Bearbeitung

75.700 auf 84.700 EW nach oben gemacht Abb.7. Bis 1983 gab es unwesentliche Änderungen im Bereich von 85.000 EW. Dann aber begann ein kontinuierlicher Anstieg auf knapp über 90.000 im Jahr 1993. Seither ist die Zahl mit geringfügigen Zu- und Abnahmen bei 90.500 relativ konstant geblieben.

Die Wasserförderung bzw. die Verkaufsmengen haben einen anderen Verlauf. Die Fördermengen weisen bis zum Jahr 1982 einen steilen, fast linearen Anstieg auf. Von 1973 auf 1974 ist bei den Fördermengen nicht dieser Sprung erkennbar, wie bei der Einwohnerzahl. Ein leichter Anstieg ist jedoch bei den Verkaufsmengen in diesem Zeitraum vorhanden. Der Grund für keinen deutlicheren Anstieg liegt zum Teil auch im Fehlen einer öffentlichen Wasserversorgung in einem wesentlichen Teil der eingemeindeten Gebiete. Diese Versorgungen sind erst nach der Eingemeindung errichtet worden. Ab 1983 gehen die Trends auseinander. Während die Bevölkerung anzusteigen beginnt, sinken Förderung und Verbrauch abrupt ab. Der Verbrauchsrückgang kann hier weder durch die Bevölkerungsentwicklung noch durch meteorologische Einflüsse wie Niederschläge oder Temperaturen erklärt werden. Die nächsten Jahre zeigen ähnliche, nicht sehr stark schwankende Verbrauchssituationen, obwohl die Bevölkerungszahl in diesen Jahren kontinuierlich ansteigt. Ab 1991/92 stellt sich die Situation wieder anders dar. Die Bevölkerungsentwicklung hat sich stabilisiert und der Wasserbedarf geht seit dieser Zeit deutlich zurück. Dies ist umso erstaunlicher, als in den folgenden Sommern (1994 und 1995) heiße und trockenen Perioden aufgetreten sind, die in ländlichen Gebieten und im Umland von Klagenfurt zu spürbarer Wasserknappheit geführt haben. Der Wasserbedarf in Klagenfurt ist weder in

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 6:
Einbau einer Transportleitung unter der Autobahn
Quelle: Wasserwerk Klagenfurt

dieser Zeit extrem angestiegen, noch hat sich dadurch der gesamte Jahresverbrauch erhöht. Ein deutlicher Rückgang ist dann nochmals 1997 erkennbar. Die Ursache dafür liegt aber in den relativ niedrigen Sommertemperaturen und vor allem in einer gleichmäßigen Niederschlagsverteilung über den gesamten Sommer hindurch. Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass ein direkter Zusammenhang zwischen der Bevölkerungsentwicklung und der Entwicklung des Wasserverbrauchs nicht hergestellt werden kann. Diese Verbrauchsrückgänge müssen also wesentlich komplexere Ursachen haben.

Nachdem in Klagenfurt über 75% des verkauften Wassers in den Haushalten verbraucht wird, sind die Verbrauchsentwicklungen in diesem Bereich für die Erstellung von Bedarfsprognosen ausschlaggebend. Gegenwärtig kann der reine Haushaltsverbrauch im Durchschnitt mit ca. 120 l/EW/d angenommen werden. Für welche Zwecke das Wasser im Haushalt tatsächlich verwendet wird, ist in Abb.8 dargestellt. Der weitaus größte Teil des Trinkwassers wird für die Toilette und für Reinigungszwecke verbraucht. Nur ein sehr kleiner Anteil davon wird als "echtes" Trinkwasser genutzt.

Für die Erstellung einer Bedarfsprognose sind daher eine Vielzahl von Parametern zu untersuchen, die den Haushalt und das Wohnumfeld der Bewohner beeinflussen. In Abb. 9 ist eine Aufstellung der technischen und sozialen Faktoren angeführt, die für vorliegende Bedarfsermittlung berücksichtigt worden sind. Für jeden einzelnen Faktor wurde die Entwicklung in den letzen 20 Jahren erhoben und daraus eine Trendober- und -untergrenze für die nächsten

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

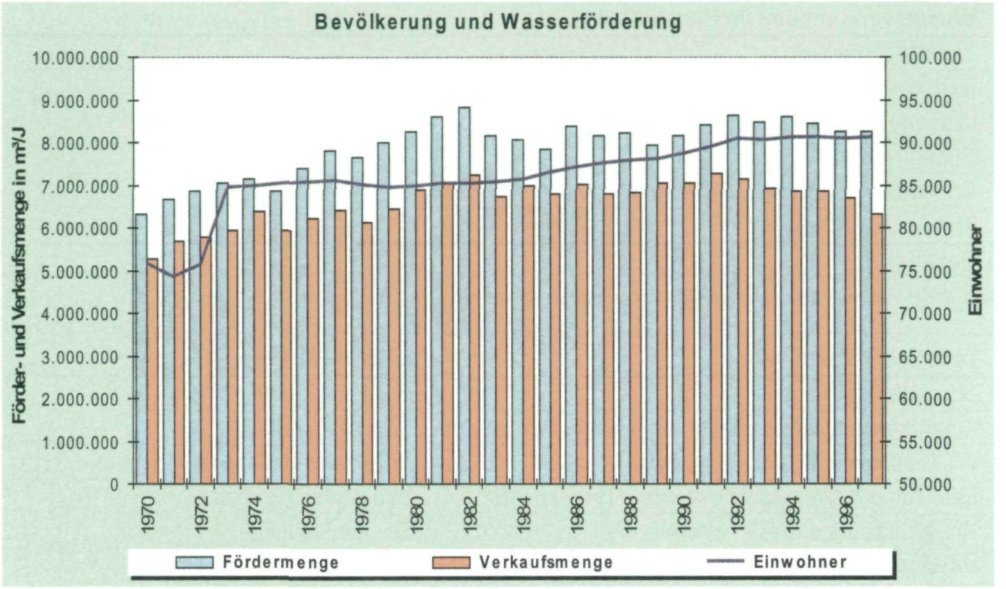


Abb. 7:
Wasserbedarfs- und Bevölkerungsentwicklung in Klagenfurt
Quelle: Eigene Bearbeitung

20 Jahre abgeleitet. Neben eindeutigen Trends, wie zum Beispiel der sinkende Bedarf bei den WC`s durch kleinere Spülkästen mit Spartaste, oder der steigende Bedarf durch die Zunahme der Einpersonenhaushalte, sind andere Trends wesentlich unklarer. Die Verknüpfung der einzelnen steigenden und fallenden Trends ergibt den zu erwartenden zukünftigen Pro-Kopf-Verbrauch im Haushalt. Insgesamt wurde festgestellt, dass wie bereits bisher auch zukünftig eine leichte Abnahme des Haushaltsverbrauches zu erwarten sein wird. In gleicher Weise wurden auch die anderen Wasserverbrauchsgruppen und sonstigen möglichen Einflüsse in ihrem Verbrauchsverhalten analysiert. Eine Zusammenstellung dieser restlichen Positionen ist in Abb. 10 ersichtlich. Am schwierigsten zu bewerten sind die sonstigen Einflüsse.

Für die Bevölkerungsentwicklung von Klagenfurt wurden sowohl von der Österreichischen Raumordnungskonferenz als auch von der Kärntner Landesstatistik mehrere Wachstumsszenarien entworfen, die den Zeitraum von 1991 (letzte Volkszählung) bis 2021 prognostizieren, wobei die einzelnen Szenarien sehr weit auseinander liegen (Abb.11). Es wird fast durchwegs ein Bevölkerungsrückgang erwartet. Für die Wasserbedarfsermittlung wurde das Basisszenario als Untergrenze und das Fertilitätsszenario als Obergrenze der Prognosenbandbreite ausgewählt. Die Werte für 1996 wurden auf die tatsächliche Bevölkerungsanzahl zurückgesetzt. Ebenfalls recht schwer zu erfassen sind die Trends bei den Zweitwohnsitzen und den Einpendlern. Diese Daten werden auch nur alle 10 Jahre bei den Volkszählungen erhoben. Sie üben aber zahlenmäßig einen wesentli-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Wasserverwendung im Haushalt	in %
Toilettenspülung	33
Baden – Duschen – Körperpflege	31
Wäschewaschen – Raumreinigung	15
Geschirrspülen	12
Gartenbewässerung – Autowaschen	6
Trinken – Kochen	3
Gesamt	100

Abb. 8: Die Aufteilung des im Haushalt verwendeten Wassers

Technische Faktoren	Soziale Faktoren
Alter des Hauses	Einfamilienhaus
Wohnungswasserzähler (vorhanden/nicht vorhanden	Wohnanlage
WC (Spülkastengröße – Spartaste)	Anzahl der Haushaltsmitglieder
Bad (Art und Alter der Armaturen – Thermotaste)	Haushaltseinkommen
Waschmaschine (Gerätealter)	Soziale Stellung
Geschirrspülmaschine (wenn vorhanden – Gerätealter)	Altersstruktur
Warmwasserbereitung (zentral/dezentral)	Benützungshäufigkeit der Einrichtungen

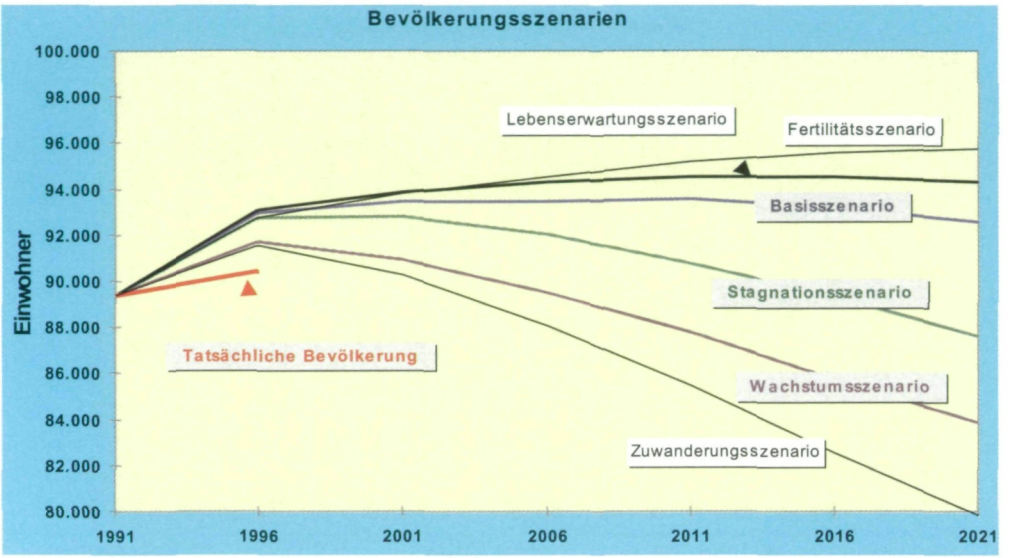
Abb. 9: Faktoren für die Wasserbedarfermittlung im Haushalt

Verbrauchsgruppe	Sonstige Einflüsse
Industrie – Gewerbe	Bevölkerungsentwicklung
Öffentlicher Bedarf (Verwaltung/Schulen...)	Zweitwohnsitze
Straßenreinigung – Parkanlagen	Einpendler (Arbeiter/Schüler/Tagesbevölkerung)
Eigenbedarf (des Wasserwerkes)	Tourismus
Verluste (im Rohrnetz/unerlaubte Entnahmen)	Nutzwasserverwendung (Regenwasser...)
	Notversorgung (Nachbargemeinden...)

Abb. 10: Weitere Faktoren für die Wasserbedarfermittlung

chen Einfluss aus, da besonders die Einpendler den Wasserverbrauch tagsüber erhöhen. Der Tourismus hingegen hat keine Auswirkungen, da in den Sommermonaten viele Einpendler in den Ferien oder auf Urlaub sind. Die Nutzwasserversorgung mit Regenwasser wird auch in Zukunft aus verschiedenen Gründen wahrscheinlich keine so eminente Bedeutung erlangen, dass der Trinkwasserbedarf dadurch nachhaltig beeinflusst wird. Anders stellt sich die Situation bei der Notversorgung dar. In der Stadt gibt es noch vereinzelt große Wasserverbraucher, die im Normalfall eine Eigenversorgung mit großen Brunnenanlagen betreiben. Für Notfälle bestehen jedoch Anschlüsse zum öffentlichen Versorgungsnetz. Die Wasserversorgung der Stadt muss für diese Abnehmer praktisch jederzeit das Wasser bereitstellen und die Versorgung garantieren - auch in Zeiten des Spitzenverbrauchs im öffentlichen Netz. Das selbe gilt auch für verschiedene Nachbargemeinden, die bei Problemen in den

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

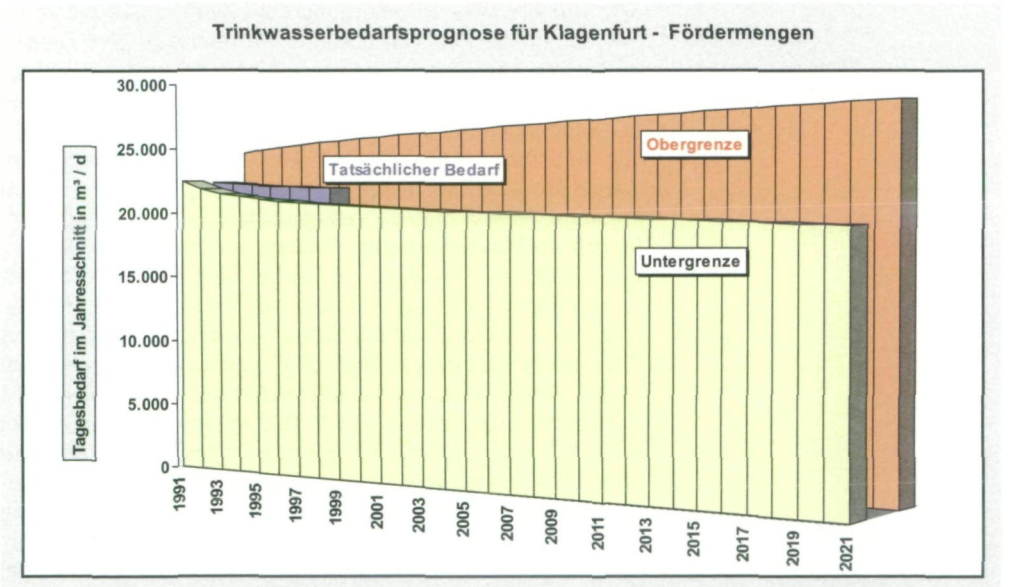


eigenen Anlagen Wasser aus Klagenfurt beziehen. Aus diesem Grund müssen auch diese potenziellen Abnehmer in die Prognose miteinbezogen werden. Treten solche Situationen ein, kann das für Klagenfurt schlagartig ohne weiteres einen Mehrbedarf von 2.000 m3 pro Tag bedeuten. In Zeiten des eigenen Spitzenbedarfs sind das doch bedeutende Mengen.

Zur Erstellung der Bedarfsprognose werden nun alle genannten Faktoren mit ihren Ober- und Untergrenzen, als mathematische Kurvenfunktionen dargestellt, verknüpft.

Abb. 11: Szenarien zur möglichen Entwicklung der Wohnbevölkerung in Klagenfurt (ÖROK)
Quelle: Eigene Bearbeitung

Abb. 12: Prognostizierte, durchschnittliche tägliche Fördermengen
Quelle: Eigene Bearbeitung



©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

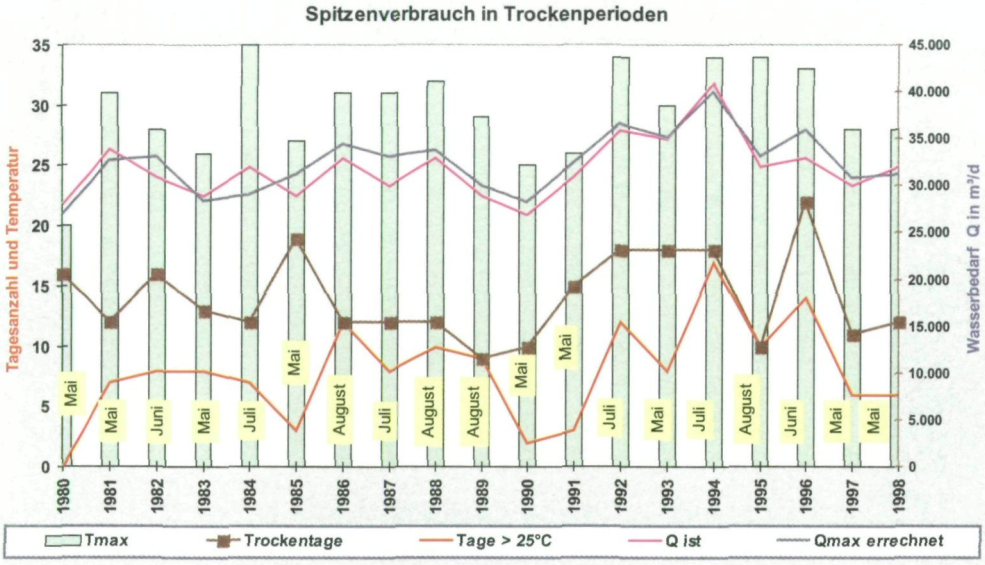


Abb. 13:
Vergleich der berechneten und tatsächlichen Verbrauchsspitzen in den Trockenperioden
Quelle: Eigene Bearbeitung

Das Ergebnis ist ein Prognoseband des zukünftigen Trinkwasserbedarfs (Abb.12). Die Obergrenze dieses Bandes stellt den Wasserbedarf dar, wenn alle ungünstigen Ereignisse zusammentreffen würden, die Untergrenze ist das Optimum aller günstigen Einflüsse. Der tatsächliche Tagesbedarf im Jahresdurchschnitt liegt bisher innerhalb dieser Bandbreite.

Wesentlich für jeden Versorgungsbetrieb ist die Kenntnis von Spitzenbelastungen, wann diese auftreten, wie lange sie dauern können und welche Maxima dabei erreicht werden. Für die Wasserversorgung sind naturgemäß die Sommermonate die Zeit von besonderem Interesse. Um Zusammenhänge zwischen den klimatischen Faktoren herauszufinden, wurden die Sommerverbräuche in den Monaten Mai bis September intensiv untersucht. Die höchsten Verbräuche sind meist am Ende von Trockenperioden zu finden, wobei die Tageshöchsttemperaturen über 25° C zu liegen kommen. In 9 von 19 Jahren ist dabei der Jahreshöchstverbrauch im Mai aufgetreten. Weiters wurde festgestellt, dass die Anzahl der Trockentage, wobei hier alle Tage mit einem Niederschlag unter 3 mm dazugezählt werden, und die Anzahl der Tage innerhalb dieser Trockenperiode mit einer Tageshöchsttemperatur über 25°C einen besonders starken funktionellen Zusammenhang aufweisen. Den absoluten Spitzenverbrauch gab es mit 41.000 m3 im Juli 1994, wobei von 18 Trockentagen 15 Tage eine Tageshöchsttemperatur über 30° C aufwiesen. Bei der Kombination der verschiedenen Faktoren konnte ein mathematischer Zusammenhang gefunden werden, mit dem sich überraschend gut die Verbrauchsspitzen der untersuchten Jahre berechnen ließen. Wie in der Abb.13 zu sehen ist, stimmen in den Trockenpe-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

rioden die errechneten Spitzenbedarfswerte (Q max errechnet) sehr gut mit den tatsächlichen Verbräuchen (Q ist) überein. Dieser mathematische Ansatz ist daher auch sehr gut für die Vorhersage der zu erwartenden Spitzenverbräuche in Trockenperioden geeignet. Ausgehend von der Obergrenze der Prognose, wenn also alle ungünstigen Faktoren zusammentreffen, ist für 2021 ein durchschnittlicher Tagesverbrauch von 28.500 m^3 vorhanden. Aus dem Jahr 1994 mit den bisher höchsten Spitzenverbrauch lässt sich der Spitzenverbrauchsfaktor mit 1,75 errechnen.

Der Tagesspitzenverbrauch, ausgehend von der Prognosenobergrenze, würde für 2021 somit bei 28.500 x 1,75 = 49.700 m^3 liegen. Dieser Bedarf wird vermutlich mit den derzeitigen Brunnenanlagen und Speichervolumen nicht mehr abgedeckt werden können.

LITERATUR:

BÄCHLE, A., FISCHER, G., MÖHLE, KH., MASANNEK, R., REIMERS, W. (1998): Prognose zur Trinkwasserbedarfsentwicklung im Versorgungsgebiet der MVV Mannheim. In: GWF - 139 (1998), Nr. 2, Seite 70 - 80.

BÄCHLE, A., FISCHER, G. (1997): Veränderung des Wasserbedarfes am Beispiel der Stadt Mannheim. DVGW-Informationsveranstaltung „Aktueller Wasserbedarf", Grundlage für die optimale Bemessung von Wasserversorgungsanlagen. 10. / 11.3. 1997 Nürnberg.

BERGER, H., ROTH, U., SAMMET, D. (1998): Struktur und Entwicklung des Wasserverbrauchs in Wiesbaden. In: GWF - 139 (1998), Nr. 9, Seite 566–574.

DVGW: Wasserbedarfszahlen, Technische Regeln Merkblatt W 410, 1995.

JAHRESBERICHTE der Stadtwerke Klagenfurt - Abt. Wasserwerk 1980 -1997

KLAGENFURTER STATISTIK aktuell 3/1997

KLAGENFURTER STATISTIK trend info 1/1998

KLAGENFURTER STATISTIK trend info 2/1998

KLAGENFURTER STATISTIK trend info 3/1998

MASANNEK, R (1996): Technische und soziale Einflüsse auf die Entwicklung des Trinkwasserbedarfs. Dissertation Universität Hannover.

MÖHLE, KH.., KUHN, U.,MASANNEK, R., REIMERS, W. (1997): Die Entwicklung des Trinkwasserbedarfs in Abhängigkeit von Sanitär- und Geräteausstattung in Haushalt und Gewerbe. Universität Hannover, Fachhochschule Braunschweig - Wolfenbüttel.

MÖHLE, KH.., MASANNEK, R. (1993): Wasserbedarfsprognose für die Hamburger Wasserwerke GmbH. In: Fachliche Berichte HWW, 12.Jg. (1993) Nr.1.

MÖHLE, KH.., ROSENBACH, S., THIKÖTTER, H. (1991): Der tägliche Spitzenwasserbedarf im Versorgungsgebiet der Hamburger Wasserwerke. In: Fachliche Berichte HWW, 10.Jg. (1991) Nr.1.

ÖVGW: Zusammenstellung der wesentlichen Betriebsergebnisse und Kennzahlen 1989 - 1996 .

ÖVGW - ÖWAV - Richtlinie W 86 (1997): "Nutzwasser im Haushalt"

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

RENNER, S., HERBERT, H. (1997): Entwicklung des Wasserverbrauches - Bedarfsprognosen. In: GWW - 51 (1997), Heft 9, Seite 267 - 275.

RICHTER, A., REISER, S., RICHTER, K.H. (1998): Struktur und Entwicklung des Wasserverbrauchs in Wiesbaden. In: NDZ 1997, Heft 10, Seite 424–426.

ROTH, U. (1997): Bestimmungsfaktoren für Wasserbedarfsprognosen. In: GWF - 139 (1998), Nr. 2, Seite 63 - 69.

SAILER, H. (1998): Die Betriebsergebnisse der in der ÖVGW erfassten Wasserwerke Österreichs für das Jahr 1996. Schriftenreihe der ÖVGW

STATISTISCHE JAHRBÜCHER der Stadt Klagenfurt 1980 - 1998

UNSER TRINKWASSER - KÄRNTEN. Eine Information des Amtes der Kärntner Landesregierung, Abt.12, Abt. 15 und Abt. 18 (ohne Jahresangabe).

WASSERVERKAUFSSTATISTIKEN der Stadtwerke Klagenfurt - Abt. Verbrauchsabrechnung 1990 – 1997

Anschrift des Verfassers:
Mag. Ing. Erich Plimon, Wehrweg 1,
9020 Klagenfurt

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carinthia II

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: 190_110

Autor(en)/Author(s): Plimon Erich

Artikel/Article: Die Wasserversorgung der Landeshauptstadt Klagenfurt. Eine Bedarfsprognose des zukünftigen Trinkwasserverbrauchs 225-238