

Wasserverbrauch und Wasserbedarf

Auswertung empirischer Daten zum Wasserverbrauch





Nachhaltig für Natur und Mensch / Sustainable for nature and mankind

Lebensqualität / Quality of life

Wir schaffen und sichern die Voraussetzungen für eine hohe Qualität des Lebens in Österreich /
We create and we assure the requirements for a high quality of life in Austria

Lebensgrundlagen / Bases of life

Wir stehen für versorgende Verwaltung und verantwortungsvolle Nutzung der Lebensgrundlagen
Boden, Wasser, Luft, Energie und biologische Vielfalt. / *We stand for a preventive conservation as
well as responsible use soil, water, air, energy and bioversity*

Lebensraum / Living environment

Wir setzen uns für eine umweltgerechte Entwicklung und den Schutz der Lebensräume in Stadt
und Land ein. / *We support an environmentally friendly development and the protection of living
environments in urban and rural areas.*

Lebensmittel / Food

Wir sorgen für die nachhaltige Produktion insbesondere sicherer und hochwertiger Lebensmittel
und nachwachsender Rohstoffe. / *We ensure sustainable production in particular of safe and high-
quality food as well as renewable resources*

Impressum

Medieninhaber, Herausgeber, Copyright:
Bundesministerium für Land- und
Forstwirtschaft, Umwelt und
Wasserwirtschaft,
Sektion VII Wasser,
1030 Wien, Marxergasse 2

Alle Rechte vorbehalten

Gesamtkoordination:

DI Dr. Roman Neunteufel
Universität für Bodenkultur Wien
Institut für Siedlungswasserbau,
Industriewasserwirtschaft
und Gewässerschutz
Muthgasse 18, 1190 Wien

AutorInnen:

DI Dr. Roman Neunteufel,
Laurent Richard MSc,
DI Dr. Reinhard Perfler,
unter der Mitarbeit von Stefan Tuschel,
Karin Böhm und Edda Haas

Projektpartner:

ÖVGW
Österreichische Vereinigung für das Gas- und
Wasserfach
A-1010 Wien, Schuberting 14

Gefördert nach dem Umweltförderungsgesetz,
BGBl Nr. 185/1993, aus Mitteln des
Bundesministeriums für Land- und
Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
als Förderungsgeber, vertreten durch die
Kommunalkredit Public Consulting GmbH.

Mitfinanziert durch die Österreichische
Vereinigung für das Gas- und Wasserfach

Besonderer Dank gilt allen Wasserwerken und
deren Mitarbeitern, Betriebsleitern bzw.
verantwortlichen Personen von Gewerbe und
Industrieunternehmen sowie den vielen
Menschen in den privaten Haushalten, ohne
deren intensive und interessierte Mitarbeit, die
Studie nicht in dieser Form hätte entstehen
können.

Wien, Jänner 2012

Bildnachweis, Produktion und Druck:
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft
Coverfoto: ÖVGW / Rita Newman

**Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier
mit Pflanzenfarben.**

Ausgezeichnetes Trinkwasser sichert Lebensqualität in Österreich

In Österreich werden über 90 % der Bevölkerung zentral über das öffentliche Wasserversorgungsnetz versorgt. Diese Versorgung mit qualitativ hochwertigem Trinkwasser in ausreichender Menge ist die Basis für Gesundheit, Wohlstand und die hohe Lebensqualität in unserem Land.

Bau und Betrieb, vor allem aber auch die Erhaltung und Absicherung der Infrastruktur in der Siedlungswasserwirtschaft erfordern hohe Investitionen, die einer langfristigen, vorausschauenden und umsichtigen Planung bedürfen. Das Lebensministerium und die Österreichische Vereinigung für das Gas und Wasserfach (ÖVGW) unterstützen die Österreichischen Wasserversorgungsunternehmen bei diesen Aufgaben durch finanzielle Förderungen, Vertretung ihrer Interessen, technische Hilfestellungen und Vergabe von Forschungsvorhaben. So soll die über viele Jahrzehnte entwickelte und heute so zufriedenstellende Situation der Versorgung mit Trinkwasser auch in Zukunft abgesichert bleiben. Aus diesem Grunde haben das Lebensministerium und die ÖVGW die Schaffung neuer Grundlagendaten zum Wasserverbrauch in Österreich gerne unterstützt.

Da die Lebensdauer von Wasserversorgungsanlagen mehr als 50 Jahre beträgt, sind schon bei der Planung die zukünftig zu erwartenden Anforderungen abzuschätzen und zu berücksichtigen. Der vorliegende Forschungsbericht liefert wesentliche Aussagen zu den Einflussfaktoren, denen die Trinkwasserwirtschaft in Zukunft unterworfen sein wird. Da diese Faktoren auch einen wesentlichen Einfluss auf die Investitionen – im Besonderen im Hinblick auf die Dimensionierung der Wasserversorgungsanlagen – haben, wird mit dem Forschungsprojekt zugleich ein Beitrag zum effizienten Einsatz der zur Errichtung nötigen Geldmittel geleistet.

In Verbindung mit den demografischen und klimatischen Entwicklungen liefern die Daten der vorliegenden Forschungsarbeit die Möglichkeit, die zukünftigen Herausforderungen, vor denen die Trinkwasserwirtschaft stehen wird, zu skizzieren. Denn auch in einem wasserreichen Land wie Österreich ist es unbedingt erforderlich, sich mit zukünftigen Herausforderungen bei der Wassernutzung oder eventuell entstehenden Nutzungskonflikten frühzeitig auseinander zu setzen. Auch Österreich muss auf die international diskutierten Fragen der Wassernutzung Antworten geben und die Versorgungssicherheit garantieren können.

Ziel der Trinkwasserversorgung ist jedenfalls, die hohe Lebensqualität in unserem Lande auch unter sich ändernden, nicht immer beeinflussbaren Rahmenbedingungen, zu erhalten und die Daseinsvorsorge langfristig abzusichern.

DI Niki Berlakovich

Umwelt- und Landwirtschaftsminister

Vorstandsvorsitzender DI Wolfgang Malik

Präsident der ÖVGW

Vorbemerkung und Danksagung

Der vorliegende zweite Teil der Studie befasst sich mit der Analyse verfügbarer Daten ausgewählter Wasserversorgungsunternehmen sowie gesondert gemessener Verbrauchszahlen von Gewerbe, Industrie, Tourismus, ganzer Wohnhäuser und einzelnen Haushalten.

Ein herzlicher Dank gilt allen Wasserwerken und deren Mitarbeitern, Betriebsleitern bzw. verantwortlichen Personen von Gewerbe und Industrieunternehmen sowie den vielen Menschen in den privaten Haushalten, ohne deren intensive und interessierte Mitarbeit, die Studie nicht in dieser Form hätte entstehen können.

In die Bearbeitung dieses sehr umfangreichen Themenkomplexes wurden drei Diplomarbeiten eingebunden.

- Die erste Diplomarbeit befasst sich mit Summenmessungen ganzer Versorgungsgebiete und dem Zusammenhang der Verbrauchscharakteristik mit Wetterdaten, Siedlungsstruktur und Verbrauchergruppen.
- Die zweite Diplomarbeit hat den Wasserverbrauch einzelner Objekte (Gewerbe, Industrie, Tourismus sowie ganzer Wohnhäuser) und die Charakterisierung der jeweiligen Einflussparameter zum Inhalt.
- Die dritte Diplomarbeit betrifft eine umfangreiche Messreihe der Wasserverbräuche einzelner Privathaushalte, und deren Auswertung differenziert nach Nutzungsarten.

Die in der Studie verwendeten maskulinen oder femininen Diktionen dienen der leichteren Lesbarkeit und sind sinngemäß immer auch für das jeweils andere Geschlecht gültig.

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkung und Danksagung	4
Inhaltsverzeichnis	5
Abkürzungsverzeichnis	9
Zusammenfassung	10
1 Einleitung	17
2 Zielsetzung	19
2.1 Focus der Auswertung empirischer Daten	19
3 Methodik der Auswertung der empirischen Daten	20
3.1 Analyse bestehender Daten ganzer Versorgungsgebiete (Summenmessungen)	20
3.1.1 Auswahl der untersuchten Versorgungsgebiete	20
3.1.2 Datenquellen	21
3.1.3 Verifizierung und Datenaufbereitung	21
3.1.4 Auswertung und Darstellungen	22
3.2 Analyse des Wasserverbrauchs einzelner Objekte	23
3.2.1 Auswahl der untersuchten Objekte	23
3.2.2 Datenquellen	24
3.2.3 Verifizierung und Datenaufbereitung	24
3.2.4 Auswertung und Darstellungen	25
3.3 Nutzungsbezogene Analysen des Haushaltswasserverbrauchs	25
3.3.1 Objektauswahl	25
3.3.2 Datenquellen	26
3.3.3 Verifizierung und Datenaufbereitung	27
3.3.4 Auswertung und Darstellung	27
4 Begriffsbestimmungen	29
4.1 Systemeinspeisung	29
4.2 Wasserverbrauch	29
4.3 Wasserbedarf	29
4.4 Spitzenverbräuche	30
4.4.1 Planungswerte	30
4.4.2 Maßzahlen für Spitzenwerte	31

5	Zusammenfassung der Ergebnisse der Literaturstudie	32
5.1.1	Langfristig wirkende Einflussfaktoren	32
5.1.2	Kurzfristig wirkende Einflussfaktoren.....	33
6	Verbrauchscharakteristik ausgewählter Versorgungsgebiete	35
6.1	Datengrundlagen	35
6.1.1	Wasserverbrauchsdaten.....	35
6.1.2	Strukturdaten	35
6.1.3	Einwohnerzahlen	36
6.2	Sozioökonomische, strukturelle und regionalspezifische Einflussfaktoren des Versorgungsgebietes.....	36
6.3	Einfluss der Jahreszeit und des Wochentages.....	43
6.4	Einfluss der Tagestemperatur auf den Verbrauch.....	45
6.5	Einfluss von Trockenperioden und Niederschlägen auf den Verbrauch	46
6.6	Einfluss von Sonnenscheindauer und relativer Luftfeuchtigkeit.....	48
6.7	Kombinierter Einfluss von Temperatur und Trockenperioden bzw. Niederschlag	49
6.8	Spitzenfaktoren.....	51
6.9	Modelle	57
6.9.1	Temperatur und zeitliche Einflüsse	59
6.9.2	Temperatur x Niederschlag	61
6.9.3	Temperatur x Trockenperiode	62
6.9.4	Temperatur x Luftfeuchtigkeit	63
6.9.5	Durchschnittsverbräuche und Spitzenverbräuche je Struktur	63
7	Wasserverbrauch einzelner Objekte	67
7.1	Privathaushalte - Wohnungen in Wohnhausanlagen, Reihenhäuser, Einfamilienhäuser, Wochenendhäuser	67
7.1.1	Charakterisierung und Datengrundlagen.....	67
7.1.2	Sozioökonomische Einflussfaktoren auf den Wasserverbrauch in Haushalten- (Wohnhausanlagen, Reihenhäusern, Einfamilienhäuser und Wochenendhäuser)	73
7.1.3	Einfluss von Wetter und Klima auf den Wasserverbrauch von Einfamilienhäusern, Reihenhäusern, Wohnhausanlagen	102
7.1.4	Zeitliche Einflussfaktoren auf den Wasserverbrauch von Wohnhausanlagen, Reihen-, Einfamilien- und Wochenendhäuser	113
7.1.5	Durchflussdauerkurven und Spitzenverbräuche	128
7.2	Freizeit- und Tourismuseinrichtungen (Hotel, Schwimmbad, Ferienappartement).....	137

7.2.1	Wasserverbrauch eines Hotels in einer Sommertourismusregion (Burgenland, ländliches Versorgungsgebiet, pannonisches Klima)	137
7.2.2	Wasserverbrauch eines Schwimmbades	147
7.2.3	Ferienhaus Tirol	152
7.3	Büro	155
7.3.1	Charakterisierung und Datengrundlage	155
7.3.2	Zeitliche Einflussfaktoren auf den Wasserverbrauch des Bürogebäudes und der Außenflächen	156
7.3.3	Einfluss von Tagestemperatur, Niederschlag und Trockenperioden auf den Verbrauch des Bürogebäudes	158
7.3.4	Zusammenfassung und Vergleich des Verbrauchs im Bürogebäude mit Literaturdaten	159
7.3.5	Einfluss von Tagestemperatur, Niederschlag und Trockenperioden auf den Verbrauch für Bewässerung von Außenflächen und Vergleich mit Literaturdaten	161
7.4	Gewerbe- und Verkaufsflächen	163
7.4.1	Wasserverbrauch einer Wäscherei	163
7.4.2	Wasserverbrauch in einem Einkaufszentrum	167
7.5	Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie	174
7.5.1	Wasserverbrauch eines Lebensmittelverarbeitungsbetriebes	174
7.5.2	Wasserverbrauch eines Getränkeherstellers	179
7.6	Zusammenfassung der Spitzenfaktoren von Tourismus, Industrie- und Gewerbeeinrichtungen	184
8	Nutzungsbezogener Haushalts-wasserverbrauch	185
8.1	Datengrundlage	185
8.1.1	Wasserverbrauch	185
8.1.2	Strukturdaten und sozioökonomische Informationen	185
8.1.3	Auswertung der Messstellen mittels Softwaretool (Trace-Wizard)	186
8.2	Zusammenfassung der Wasserverbräuche in Haushalten	187
8.2.1	Hochrechnung auf die durchschnittlichen Wasserverbräuche in Österreichs Haushalten	189
8.3	Nutzungsbezogene Verbrauchsmengen und Verbraucherverhalten	192
8.3.1	WC	196
8.3.2	Dusche und Badewanne	199
8.3.3	Waschmaschine	204
8.3.4	Wasserhahn	207
8.3.5	Geschirrspüler	210
8.3.6	Außenbereich	212

9	Prognosen	215
9.1	Einleitung	215
9.2	Wasserbedarfsprognosen.....	215
9.2.1	Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie	215
9.2.2	Haushaltswasserbedarf	217
9.2.3	Zusammenfassung	225
10	Ausblick.....	227
11	Literatur	228

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis - Einheiten		
Abkürzung	Bezeichnung	Einheit
I/Ed	Pro-Kopf-Verbrauch	Liter pro Einwohner und Tag
I/Eh		Liter pro Einwohner und Stunde
I/Emin		Liter pro Einwohner und Minute
I/Es		Liter pro Einwohner und Sekunde
I/HZd		Liter pro Hotelzimmer und Tag
I/HZh		Liter pro Hotelzimmer und Stunde
I/GAd		Liter pro Gast+Angestellten und Tag
I/Gd		Liter pro Gast und Tag
I/Ad		Liter pro Angestellten und Tag
I/HAd		Pro-Anschluss-Verbr.
I/d	Durchflussmengen	Liter pro Tag
I/min	Durchflussmengen	Liter pro Minute
I/kg d	Spezifische Mengen	Liter pro Kilogramm und Tag
I/m ² d	Spezifische Mengen	Liter pro Quadratmeter und Tag
I/m ² min	Spezifische Mengen	Liter pro Quadratmeter und Minute

Abkürzungsverzeichnis - Literatur, Objekte, Darstellungen	
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BVT	Besten verfügbaren Techniken
DVGW	Deutscher Vereinigung des Gas- und Wasserfaches
EFH	Einfamilienhaus
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
f _d	Tagesspitzenfaktor
f _h	Stundenspitzenfaktor
FT	Feiertag
IVU-Richtlinie	Integrierte Vermeidung und Verminderung von Umweltverschmutzungen
MW	Mittelwert
NÖ	Niederösterreich
NRW	Nicht in Rechnung gestellte Wassermenge
ÖVGW	Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach
Q _{hmax}	Größte stündliche Wasserbedarf
q _{hmax}	Einwohnerspezifischer Spitzenwert
Q _s	Spitzendurchfluss
RH	Reihenhaus
WE	Wochenende
WEH	Wochenendhaus
WHA	Wohnhausanlage
Whg	Wohnung
WVU	Wasserversorgungsunternehmen

Zusammenfassung

Sinkende Wasserverbräuche sind in Mitteleuropa bereits seit mehreren Jahren beobachtbar. Die Ursachen dafür sowie Unterschiede zwischen einzelnen Versorgungsgebieten sind durch verschiedene sozioökonomische Parameter erklärbar. Diese beeinflussen zumeist sehr deutlich den durchschnittlichen Jahresverbrauch. Die kurzfristige, tägliche Variabilität des Verbrauchs wird hingegen maßgeblich vom Wetter sowie dem Wochentag und der Tageszeit beeinflusst.

Die Variabilität des Verbrauchs aufgrund der kurzfristigen Einflussfaktoren übersteigt jene von langfristig wirkenden Faktoren deutlich.

Wie sich die Verbräuche und Spitzenfaktoren (Tages- und Stundenfaktoren) im Bereich der Haushaltswassernutzung und anderer Nutzungen aus den öffentlichen Wasserversorgungsnetzen zusammensetzen und sich unter den zu erwartenden sozioökonomischen und klimatischen Veränderungen entwickeln könnten, sind die wesentlichen Fragestellungen des Forschungsprojekts.

Erhebungen im Jahr 2011 zufolge hat sich derzeit ein durchschnittlicher Pro-Kopf-Verbrauch (Abgabe an Verbraucher inkl. Gewerbe und Industrie) von rund 165 l/Ed (Liter pro Einwohner und Tag) eingestellt.

Gemeinsam mit der österreichweiten Hochrechnung des durchschnittlichen Haushaltswasserverbrauchs von 135 l/Ed ergibt sich daraus ein Anteil von 17 % für öffentliche Einrichtungen, Gewerbe und mitversorgte Industrie während 83 % in privaten Haushalten verbraucht wird. Entsprechend der früheren Aufteilung von 2/3 Haushalte und 1/3 sonstige Verbraucher, ist zu folgern, dass der in den letzten 10 Jahren deutlich feststellbare Rückgang des Wasserverbrauchs zum großen Teil auf Einsparungen im Bereich der öffentlichen Einrichtungen, des Gewerbes und der mitversorgten Industrie zurückzuführen ist.

Abbildung 1 zeigt die durchschnittliche Zusammensetzung der Systemeinspeisung anhand der im Zuge der Erhebungen in Österreich festgestellten durchschnittlichen Anteile der Wassermengen.

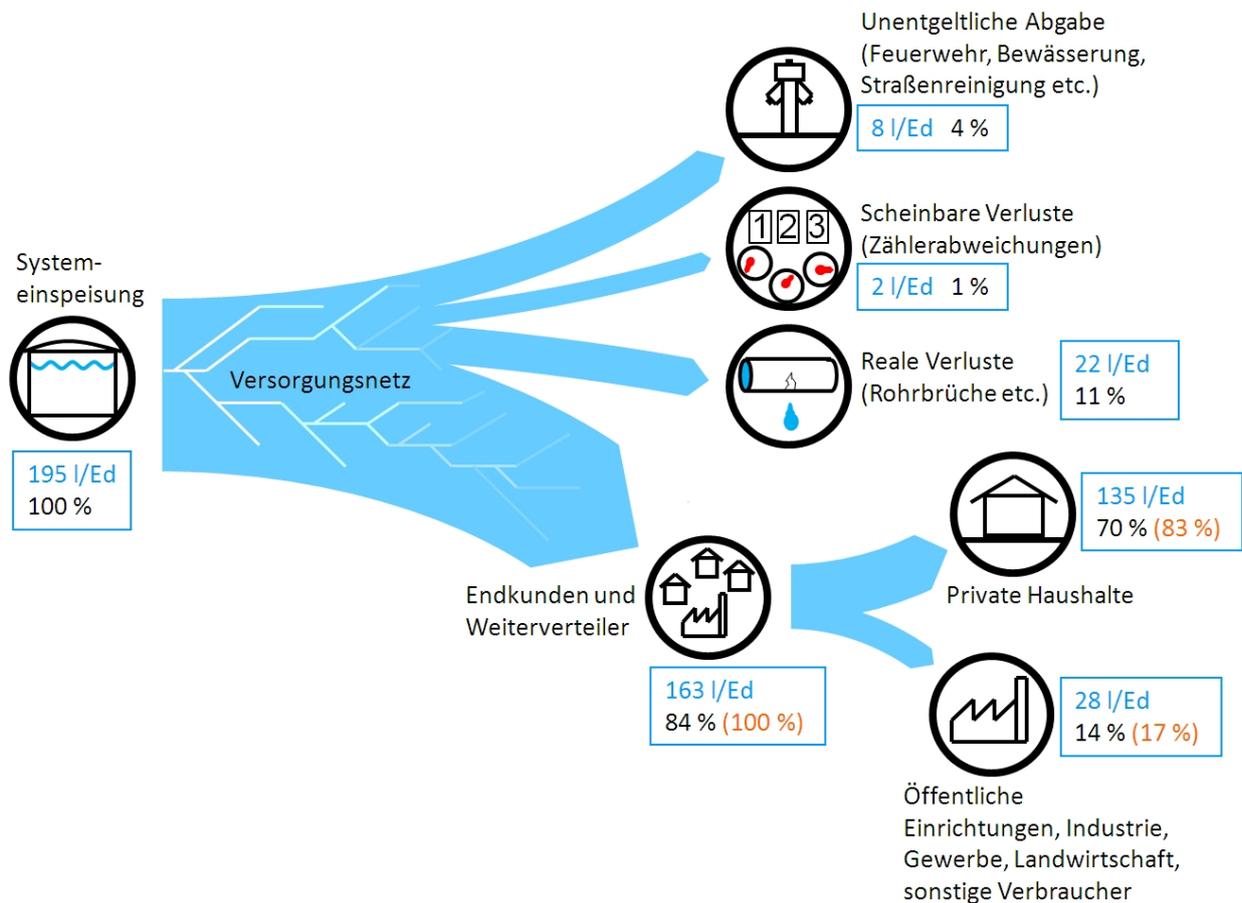


Abbildung 1: Durchschnittliche Anteile an der Systemeinspeisung (Quelle: Erhebungen des gegenständlichen Forschungsprojekts, ÖVGW Projekt Energieeffizienz sowie ÖVGW Benchmarking 2004 und 2007)

Die Wasserabgabe an Endkunden und Weiterverteiler unterliegt allgemein folgenden Einflussfaktoren:

- Wetterlage, Jahreszeit, Wochentag und Uhrzeit beeinflussen den Wasserverbrauch kurzfristig sehr stark. Die Variabilität des Verbrauchs aufgrund der kurzfristigen Einflussfaktoren übersteigt jene von langfristig wirkenden Faktoren jedenfalls deutlich.
- Klimatische Unterschiede haben in Österreich einen viel geringeren Einfluss als die strukturellen Unterscheidungsmerkmale (städtisch: 200 l/Ed, ländlich: 150 l/Ed – jeweils Haushalte inkl. sonstiger Verbraucher wie Gewerbe und Industrie etc.)
- Die Verbrauchsunterschiede zwischen ländlichen und städtischen Versorgungsstrukturen werden im Wesentlichen durch den Anteil des Gewerbes und der mitversorgten Industrie sowie öffentlichen Einrichtungen hervorgerufen. Außerdem bestehen Unterschiede in den Zusammensetzungen der Wohnformen (Wohnhausanlagen, Reihenhäuser, Einfamilienhäuser und Wochenendhäuser).
- Der Verbrauch städtischer Versorgungsgebiete ist durch Berufstätigkeit und Produktion sowie durch das Pendler- und Freizeitverhalten während der Werkstage deutlich höher als an Wochenenden, während dies in ländlichen Versorgungsgebieten genau umgekehrt ist.
- Die generelle Temperaturabhängigkeit des Verbrauchs ist eindeutig nachweisbar. Hohe Tagesdurchschnittstemperaturen führen je nach Strukturgruppe zu einer Verbrauchssteigerung von

50 bis 100 % bezüglich des durchschnittlichen Verbrauchs an kühlen Tagen.

- Sowohl Trockenperioden als auch Niederschlagsereignisse haben nur in der warmen Jahreszeit einen merklichen Einfluss auf den Wasserverbrauch.
- Modellrechnungen zeigen, dass die höchsten Tagesspitzen bei hohen Temperaturen erreicht werden. Bei weiter steigenden, mittleren Tagestemperaturen ist auch eine gewisse Steigerung der Tagesspitzen zu erwarten.
- Verbrauchsspitzen werden aber nicht von heißen Tagen alleine ausgelöst. Gleichzeitig auftretende Trockenperioden und lange Wochenenden sind die häufigsten Ursachen besonders hoher Spitzenfaktoren. Die Referenzwerte für Verbrauchsspitzen der ÖNORM B 2538 werden von den tatsächlich gemessenen Spitzenwerten, speziell in ländlich strukturierten, kleinen Versorgungsgebieten und in touristisch beeinflussten Versorgungsgebieten, oft deutlich überschritten.

Wasserabgabe an Tourismus-, Gewerbe- und Industriebetriebe (exemplarisch):

- Der Verbrauch eines Hotels wird, ausgehend vom Jahresdurchschnittsverbrauch von rund 350 l pro Zimmer und Tag, wesentlich von der Saison und der Tageszeit beeinflusst. Die Spitzenstunden liegen im Zeitraum zwischen 8 und 9 Uhr morgens und erreichen Stundenspitzenfaktoren bis 6,7.
- Feriengäste in Appartements weisen einen sehr ähnlichen Innenverbrauch wie permanent bewohnte Haushalte auf. Angesichts der Tatsache, dass in den Appartements aber zumindest der Verbrauch für die Waschmaschine wegfällt, ist der Verbrauch der Feriengäste als eher hoch einzustufen.
- Der Verbrauch in Büros ist stark von der Ausstattung oder zusätzlichen Außenflächen abhängig. Der Wasserverbrauch an Werktagen beträgt rund 65 l pro Mitarbeiter und Tag.
- Mit über 11 l pro kg Wäsche ist der Verbrauch einer Wäscherei zwar rund 40 % höher als jener einer durchschnittlichen Haushaltswaschmaschine, es gelten im gewerblichen Bereich aber auch höhere Anforderungen an Reinheit und Hygiene z. B. für Textilien in Hotels, Gastronomie und Krankenhäusern.
- Für die Herstellung von Softdrinks und Mineralwasser werden im Schnitt rund 2 Liter Wasser pro Liter fertigem Getränk eingesetzt. In Brauereien steigt dieser Wert auf 3 bis 5 Liter Wasser pro Liter Bier.
- Sommertourismus- und Freizeitbetriebe zeigen in ihrem Verbrauch eine klare Wetterabhängigkeit und weisen aufgrund der stark veränderlichen Gästezahlen die höchsten Tagesspitzenfaktoren auf. Bezüglich der Stundenspitzen zeigen hingegen auch manche Industrie- oder Gewerbebetriebe sehr hohe Werte.

Die Wasserabgabe an Privathaushalte unterliegt im Speziellen folgenden Einflussfaktoren:

- Der Einfluss unterschiedlicher Wohnformen auf den Wasserverbrauch in Privathaushalten ist deutlich erkennbar. Der durchschnittliche tägliche Pro-Kopf-Verbrauch beträgt in Wohnungen 116 l/Ed, in Reihenhäusern 140 l/Ed, in Einfamilienhäusern 173 l/Ed und in Wochenendhäusern 26 l/Ed im Jahresdurchschnitt bzw. 40 l/Ed in der Nutzungssaison. Die Verbrauchsunterschiede sind im Wesentlichen auf die Nutzungen im Außenbereich in den Sommermonaten bzw. bei Wochenendhäusern auf die verminderte Anwesenheit im Haushalt zurückzuführen.
- Zwischen den entsprechenden Wohnformen in ländlichen und städtischen Versorgungsgebieten konnten keine wesentlichen Unterschiede festgestellt werden wenngleich die Zusammensetzung des Haushaltswasserverbrauchs teilweise unterschiedlich ist.
- Die durchschnittlichen Nachtminima liegen je nach Wohnform zwischen 0,3 l/Eh (Einfamilienhäuser und Reihenhäuser) und 1 l/Eh (größere Wohnhausanlagen) und treten am ehesten zwischen 2:00 und 3:00 Uhr nachts auf.
- Die durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbräuche sind in kleinen Haushalten (Ein- und Zweipersonenhaushalten) deutlich höher, weil verbrauchsintensive Nutzungen auf wenige Personen aufgeteilt werden. Zusätzlich wirken sich Kinder im Haushalt eindeutig dämpfend auf den Pro-Kopf-Verbrauch aus.
- Ein niedrigeres Durchschnittsalter im Haushalt begründet tendenziell einen geringeren Pro-Kopf-Verbrauch. Verbrauchsunterschiede, die vom Alter der im Haushalt lebenden Personen herrühren, sind aber eher indirekt begründet und reichen von unterschiedlichen Wohnformen über die Familienzusammensetzung, die Zeitanteile der Anwesenheit im Haushalt, das Nutzerverhalten bis hin zum Bau- bzw. Renovierungsjahr der Häuser.
- Ein höheres Haushaltsnettoeinkommen schlägt sich zumeist auch in einem höheren Wasserverbrauch nieder. Dieser Zusammenhang ist jedoch indirekt durch verbrauchssteigernde Einflussfaktoren wie zum Beispiel die Gartengröße oder Wohnfläche begründet und kann durch diese Parameter erheblich besser beschrieben werden.
- Neuere Häuser haben tendenziell einen geringeren Verbrauch als ältere Bauwerke. Einer der Gründe dafür ist, dass gerade die neueren Häuser auch kleinere Gärten besitzen und weniger im Außenbereich verbrauchen. Im Innenbereich wirkt in älteren Häusern vor allem das WC mit älteren, größeren Spülvolumina verbrauchserhöhend.
- Generelle Einstellung zur Sparsamkeit im Umgang mit Wasser und auch ein höheres (Aus-)Bildungsniveau schlägt sich mehrheitlich in einem geringeren Pro-Kopf-Verbrauch nieder.
- Eine Ausstattung der Haushalte mit Swimmingpools, Schwimmteichen oder Biotopen im Garten erhöht durch das jährliche Füllen bzw. Nachfüllen den Verbrauch sehr deutlich. Im Durchschnitt wird von einem Mehrverbrauch von knapp 40 l/Ed ausgegangen.
- Berufstätige Personen verbrauchen erheblich mehr Wasser für die Dusche. Grund dafür ist eine häufigere, fast tägliche Verwendung der Dusche bei gleichzeitig höherem Wasserverbrauch je Duschnutzung.
- Die Mehrheit der Haushalte verbraucht weniger, wenn das Wasser teurer ist oder zumindest ein hoher Preis vermutet wird. Dies gilt aber durchaus nicht für alle Verbraucher.
- Der Einfluss des Wetters ist bei Reihenhäusern und Einfamilienhäusern stark erkennbar. Der Verbrauch an heißen Tagen ist mehr als doppelt so hoch wie an durchschnittlichen Tagen. Die

Mischung von Wohnformen mit und ohne Außenbereich (Wohnungen in Wohnhausanlagen) in den Siedlungsgebieten dämpft die gesamte Verbrauchssteigerung allerdings.

- Niederschläge bzw. Trockenperioden haben nur bei höheren Temperaturen einen dämpfenden bzw. erhöhenden Einfluss auf den Wasserverbrauch. Die Ursachen sind durch den Verbrauch im Außenbereich begründet.
- Der Einfluss des Klimas auf den Wasserverbrauch tritt gegenüber sozioökonomischen und strukturellen Faktoren so stark zurück, dass er nicht gesichert nachgewiesen werden kann.
- Zusätzliche Eigenversorgungen bei Reihen- und Einfamilienhäusern, angefangen von Regenwassernutzung im Garten bis hin zur Nutzung eigener Brunnen für Bewässerung, WC und Waschmaschine, können den Verbrauch aus dem öffentlichen Wasserversorgungsnetz auf rund 60 bis 90 l/Ed reduzieren.
- Die kurzfristigen Spitzenverbräuche betragen je nach Anschlussgröße (versorgte Personen je Hausanschluss) und Bezugszeit vom 20-fachen des Durchschnittsverbrauchs bei kleineren Wohnhausanlagen und 2-Minuten-Bezugszeit bis zum 110-fachen bei Einzelhaushalten und 10-Sekunden-Bezugszeit.
- Die höchsten Verbrauchsspitzen im Bereich der Einfamilienhäuser und Reihenhäuser entstehen jeweils dann, wenn zu verbrauchsintensiven Dauernutzung wie z. B. der Befüllung eines Swimmingpools oder der Gartenbewässerung, gleichzeitig noch eine oder mehrere andere Nutzungen, wie Dusche, WC oder Wasserhahn, hinzukommen.

Abbildung 2 zeigt, wie sich die Wassernutzung in den Privathaushalten zusammensetzt. Die Wassernutzungen im Außenbereich stammen dabei fast ausschließlich von Haushalten mit Gärten. Die mit der Temperatur steigenden Außenwasserverbräuche sind auch wesentlich für die Verbrauchsspitzen verantwortlich, wobei der durchschnittliche Innenwasserverbrauch im Sommer durch die Urlaubszeit sogar geringer ist als im Winter.

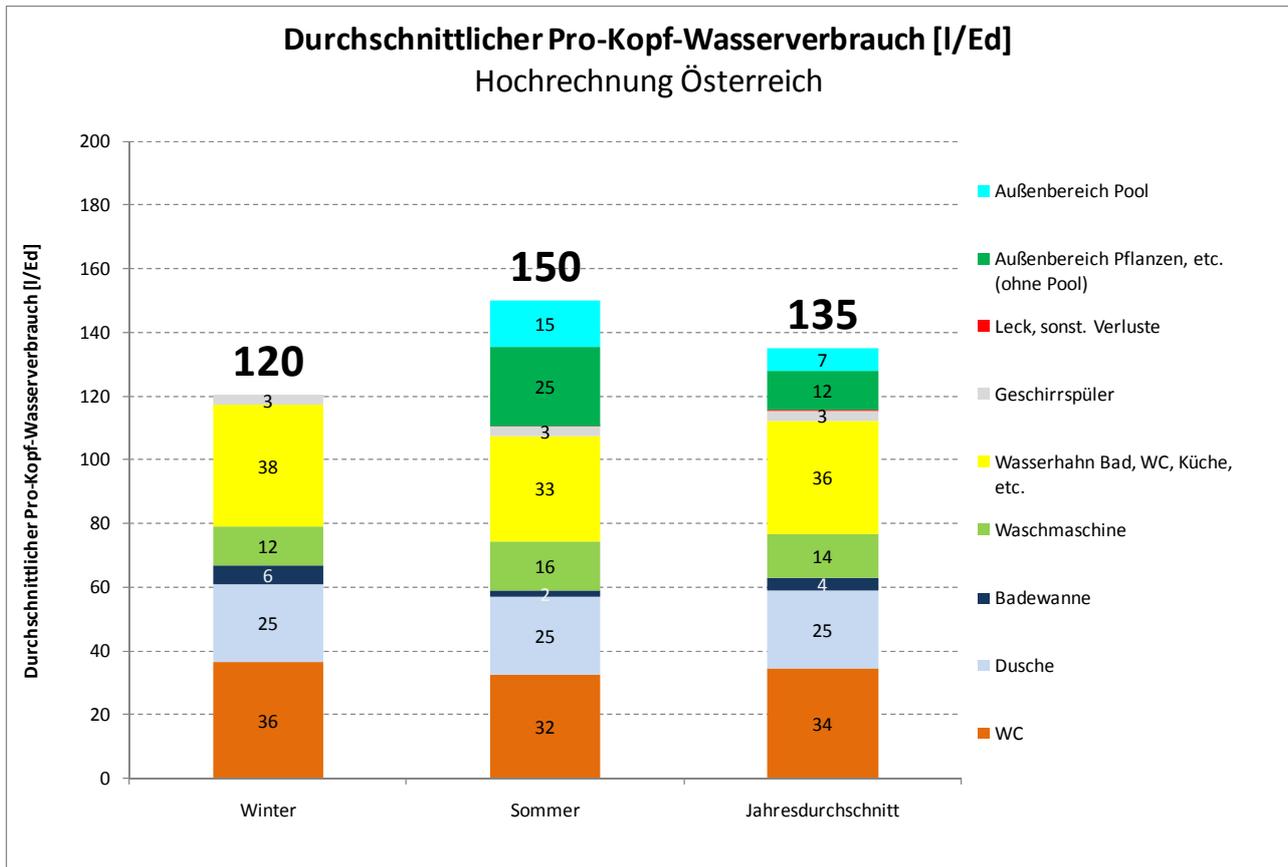


Abbildung 2: Hochrechnung des nutzungsbezogenen Haushaltswasserverbrauch in Österreich für Sommer, Winter und Jahresdurchschnitt

Ein niedrigerer Wasserverbrauch in den Privathaushalten gegenüber vergleichbaren, früheren Studien wurde vor allem für die Dusche und teilweise auch für das WC, die Waschmaschine sowie den Geschirrspüler festgestellt, wobei letzterer kaum ins Gewicht fällt. Am Wasserhahn wurden gegenüber zahlreichen Literaturangaben teilweise deutlich höhere Nutzungsmengen festgestellt. Die hohen Werte werden aber von einer Schweizer Studie (GAILLE, 1999) bestätigt, in der Mengenmessungen an allen Zapfstellen durchgeführt wurden.

An der ohnehin schon geringen Wassermenge für die Badewanne hat sich wenig verändert.

Abbildung 3 zeigt die durchschnittlichen Nutzungshäufigkeiten und den spezifischen Verbrauch je Wassernutzung in Privathaushalten. Der Außenbereich und die Badewanne, gefolgt von Waschmaschine und Dusche, weisen die mengenmäßig größten Verbräuche je Einzelnutzungen auf, sind aber selten. Am häufigsten finden hingegen Nutzungen des Wasserhahns und der WC-Spülung statt.

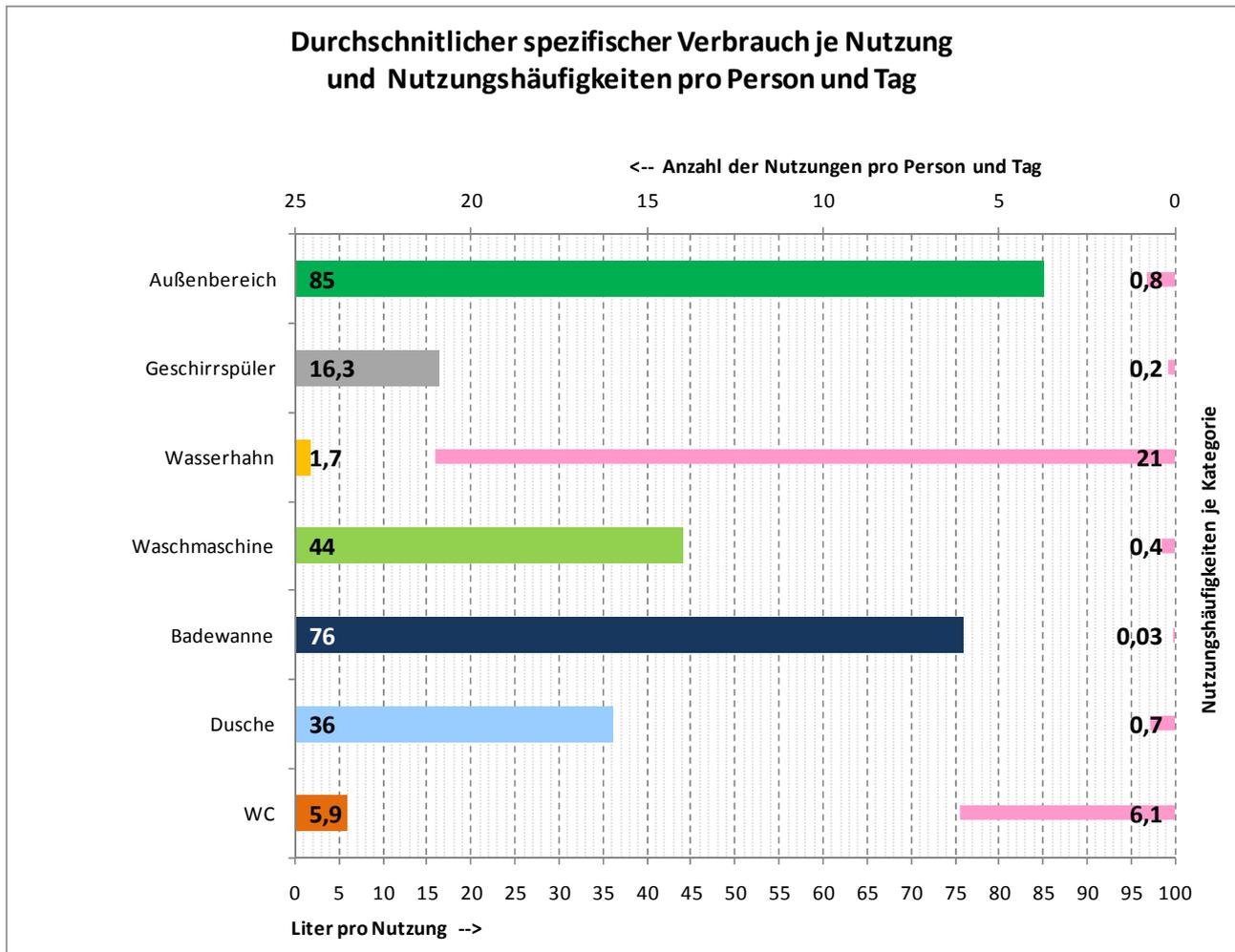


Abbildung 3: Nutzungshäufigkeiten und spezifischer Verbrauch je Wassernutzung in Privathaushalten

Für den zukünftigen Wasserverbrauch können folgende Prognosen abgegeben werden:

- Der spezifische Haushaltswasserbedarf (pro-Kopf) wird insbesondere im Innenbereich weiter sinken. Gründe dafür sind sparsamere Haushaltsgeräte bzw. die Durchdringung aller Haushalte mit wassersparenden Technologien. Wie schnell dieser Prozess vor sich gehen wird, hängt von der Lebensdauer von Haushaltsgeräten und jener von Gebäuden ab. Die wesentlichen Reduktionen müssten in rund 20 bis 40 Jahren abgeschlossen sein und in einem Innenbedarf von knapp unter 100 l/Ed resultieren.
- Bezüglich des Klimawandels wird aus heutiger Sicht eine Temperatursteigerung um durchschnittlich 4°C bis in das Jahr 2100 vorhergesagt. Nach den derzeit gültigen Modellen würde der Außenbedarf dadurch von 19 auf durchschnittlich 28 l/Ed steigen.
- Die höchsten Tagesspitzen werden weiterhin bei hohen Temperaturen erreicht werden, und sie werden höher sein als die bisherigen Tagesspitzen.
- Entsprechend der prognostizierten Steigerung der Bevölkerungszahlen wird der gesamte Wasserbedarf steigen. Dies gilt natürlich nicht für alle Regionen gleichermaßen.

1 Einleitung

Sinkende Wasserverbräuche sind in Mitteleuropa bereits seit mehreren Jahren beobachtbar. In einer Vorstudie (NEUNTEUFEL et al., 2009) konnte dies auch für Österreich klar bestätigt werden. Vom Jahr 2000 bis zum Jahr 2007 zeigte sich ein Rückgang des Verbrauchs von rund 250 l/Ed (Liter pro Einwohner und Tag) auf 190 l/Ed. Diese Zahlen beinhalten mitversorgtes Gewerbe und Industrie. Der reine Haushaltswasserverbrauch ist entsprechend geringer.

Die Ursachen dafür sowie die Unterschiede zwischen einzelnen Versorgungsgebieten sind durch verschiedene sozioökonomische Parameter erklärbar. Diese beeinflussen mehr oder weniger deutlich den durchschnittlichen Jahresverbrauch. Als Haupteinflussfaktoren sind vor allem die Bevölkerungszahl, die wirtschaftliche Entwicklung, die Siedlungsstruktur, technische Entwicklungen, der Wohlstand und das Konsumentenverhalten zu nennen.

Der durchschnittliche Jahresverbrauch ist zweifellos ein essenzieller Parameter bei der Planung, Bewilligung und Erschließung von Wasserressourcen, die zur Versorgung herangezogen werden und dient auch der Bewertung der Nachhaltigkeit der Wasserentnahmen aus den Wasserkörpern.

Für die Dimensionierung der Behälter und der Wasserleitungsnetze sind aber nicht nur jahresdurchschnittliche Verbrauchszahlen von Bedeutung, sondern vor allem die Spitzenverbräuche.

Die tägliche Variabilität des Verbrauchs wird maßgeblich vom Wetter sowie der Jahreszeit und dem Wochentag beeinflusst. Diese spitzentagauslösenden Faktoren sind in jahresdurchschnittlichen Verbrauchszahlen kaum erkennbar. Ein besonders warmer oder trockener Sommer schlägt sich am Jahresende nur in einem geringfügig höheren Verbrauch nieder, speziell wenn die Wetterlagen im Verhältnis zum übrigen Jahr nicht lange andauern.

Innerhalb der öffentlichen Trinkwassernetze stellen die Haushalte die Gruppe der größten Verbraucher dar. Um eine Wasserbedarfsprognose für die öffentlichen Trinkwassernetze zu erstellen, ist es daher in erster Linie wichtig, die Entwicklung des Verbrauchs in den Haushalten zu betrachten.

Anlass und wesentliche Fragestellung des Forschungsprojekts ist daher, wie sich die Verbräuche und Spitzenfaktoren (Tages- und Stundenfaktoren) im Bereich der Haushaltswassernutzung und anderer Nutzungen aus den öffentlichen Wasserversorgungsnetzen zusammensetzen und sich unter den zu erwartenden sozioökonomischen und klimatischen Veränderungen entwickeln könnten.

Die Untersuchungen sind in drei unterschiedlichen Detailtiefen angesiedelt:

1) Die Analyse bestehender Einspeisedaten ganzer Versorgungsgebiete. Diese Untersuchung dient dazu, die Verbrauchscharakteristika mit Siedlungsstrukturen, Wetterdaten und Tagesqualitäten in Zusammenhang setzen zu können. Ziel dieser sogenannten *Summenmessungen* ist es, eine allgemeine, modellhafte Beschreibung der Wirkung dieser Einflussfaktoren zu erhalten.

2) Die Analyse des Wasserverbrauchs einzelner Objekte (Privathaushalte in unterschiedlichen Wohnformen, Gewerbe, Industrie und Tourismus) und die Charakterisierung der jeweiligen Einflussparameter. Dadurch wird einerseits exemplarisch der Verbrauch von ausgewählten Gewerbe- und Industriebetrieben sowie von Tourismuseinrichtungen dargestellt und andererseits kann die Verbrauchscharakteristik von Wohnhausanlagen mit jener von Einfamilienhäusern und Reihenhäusern verglichen werden.

3) Die nutzungsbezogene Analyse des Wasserverbrauchs von Privathaushalten. Diese Daten dienen der Aufschlüsselung der verschiedenen Nutzungsarten und Nutzungsspezifika in den Haushalten sowie der Charakterisierung unterschiedlicher Nutzerverhalten. Zusätzlich hilft die Aufschlüsselung in Verbrauchsanteile bei der Ursachenanalyse von Verbrauchsunterschieden.

2 Zielsetzung

Speziell vor dem Hintergrund der Langfristigkeit von Infrastrukturprojekten und des möglichen Einflusses des Klimawandels gilt es für die Wasserversorgungsunternehmen, rechtzeitig Anpassung an sich verändernde Rahmenbedingungen einleiten zu können.

Für jede Art der Anpassungsplanung sind Grundlagendaten des aktuellen Zustands und möglicher Veränderungen unerlässlich.

Durch Kenntnis der beeinflussenden Faktoren und deren zukünftiger Entwicklung ist es möglich, langfristig gültige Prognosen für den zukünftigen Wasserbedarf zu erstellen.

Ziel der Studie ist es daher, neue Grundlagendaten zum Wasserverbrauch und zu den beeinflussenden Faktoren sowie den zu erwartenden Veränderungen zur Verfügung zu stellen.

Folgende konkrete Fragestellungen wurden in diesem Zusammenhang definiert:

- Welche aktuellen Wasserverbrauchsdaten existieren bei den Wasserversorgungsunternehmen?
- Wie setzt sich der Wasserverbrauch zusammen, welche Faktoren haben Einfluss darauf und wie wirken diese?
- Wie werden sich die einzelnen Einflussfaktoren möglicherweise entwickeln?
- Was sind die Auslöser von Spitzenverbräuchen, woraus setzen sich Spitzenverbräuche im Haushalt zusammen und ist eine Veränderung sichtbar beziehungsweise zu erwarten?

2.1 Focus der Auswertung empirischer Daten

Im Wesentlichen handelt es sich um die Zusammenstellung existierender Daten ausgewählter österreichischer WVU sowie neuer Messdaten zum Wasserverbrauch einzelner Objekte (Privathaushalte in Wohnhäusern, Reihen- und Einfamilienhäusern sowie Industrie, Gewerbe und Tourismus).

Die Verbrauchsdaten sind auf die relevanten, beeinflussenden Faktoren hin untersucht und die Zusammenhänge auch mit Bedacht auf Spitzenverbräuche modellhaft dargestellt.

Um die Einflüsse auf den Haushaltswasserverbrauch besser beschreiben und vorhersagen zu können, ist es wichtig, die einzelnen Nutzungsarten in den Haushalten zu kennen und die Verbrauchscharakteristik zu analysieren.

Damit sollen letztendlich Grundlagen zur Verfügung stehen, mit denen einerseits die Verbrauchscharakteristik einzelner Nutzungen und andererseits unterschiedliche Versorgungsstrukturen beschrieben werden können.

3 Methodik der Auswertung der empirischen Daten

Wie bereits beschrieben, setzt sich die empirische Studie aus drei unterschiedlichen Bereichen zusammen. Die Abgrenzung der Untersuchungen ist dabei einerseits durch die Aggregation und andererseits durch die Detailtiefe der Daten gegeben. Die Untersuchungen erstrecken sich von **ganzen Versorgungsbereichen** über **einzelne Objekte**, welche Privathaushalte, Gewerbe, Industrie und Tourismus umfassen, bis zur Aufschlüsselung nach **Nutzungsarten in Haushalten**.

3.1 Analyse bestehender Daten ganzer Versorgungsgebiete (Summenmessungen)

3.1.1 Auswahl der untersuchten Versorgungsgebiete

Primär wurden jene Wasserversorgungsunternehmen (WVU) zur Teilnahme an der Studie eingeladen, die in den letzten 10 Jahren bereits durchgehende Datenreihen für die ÖVGW Statistik (DW1) geliefert hatten (NEUNTEUFEL et al., 2009).

Die für die Studie auszuwählenden Versorgungsgebiete liegen in unterschiedlichen Klimaregionen Österreichs. Entsprechend der Bevölkerungsverteilung ist der Schwerpunkt der untersuchten Gebiete in der Pannonischen Klimazone in Ostösterreich.

Des Weiteren wurden die Untersuchungsgebiete nach unterschiedlichen Versorgungsstrukturen festgelegt. Die strukturellen Unterschiede, die auch durch verschiedene sozioökonomische Parameter reflektiert werden, haben erfahrungsgemäß einen starken Einfluss auf den Wasserverbrauch.

Letztendlich unterlag die Auswahl der Versorgungsgebiete auch noch der Verfügbarkeit der Daten in der geforderten Detailtiefe.

Die in den Summenmessungen repräsentierten WVU setzten sich folgendermaßen zusammen:

- drei städtisch strukturierte WVU (typisch städtische Mischung aus Wohnen, Gewerbe und Industrie),
- drei ländlich strukturierte WVU (hauptsächlich Wohnen in wenig verdichteten Siedlungen),
- zwei touristisch⁾ beeinflusste WVU (beliebte Ferienorte, hohe Zahl von Fremdenzimmern),
- vier gemischt strukturierte WVU (neben mehr oder weniger verdichteten Wohnformen auch Gewerbe, Industrie und touristische Einflüsse).

⁾ Bei den touristisch beeinflussten WVU handelt es sich um vom Sommertourismus geprägte Gebiete. Die bereits erhöhten Verbrauchswerte in Sommermonaten gegenüber den Wintermonaten werden durch die Gäste noch weiter verstärkt.

Der Verbrauch von Wintergästen ist durch die Aufzeichnung des Wasserverbrauchs eines Ferien-Appartements in Tirol bei der Analyse des Wasserverbrauchs einzelner Objekte berücksichtigt.

3.1.2 Datenquellen

Von den teilnehmenden WVU wurden die Systemeinspeisungen in täglicher Auflösung, jeweils über einen Zeitraum von mehreren Jahren geliefert.

Über die Mengenaufteilung der Wassernutzungen in verschiedene Sektoren (Haushalt, Gewerbe, Industrie) erlauben die von den WVU gelieferten Daten keinen Aufschluss. Jedenfalls nicht in der tagesgenauen Auflösung. Einige der WVU konnten Jahresdurchschnittswerte der Sektorenaufteilung zur Verfügung stellen. Für alle anderen wurden die Aufteilungen aus der DW1 (2007) entnommen. Zu beachten ist, dass diese Aufteilungen erfahrungsgemäß eher Schätzungen als genauen Aufzeichnungen entstammen und nicht jährlich aktualisiert sind. Über die Nutzungsarten können aus den Summenmessungen verständlicherweise keinerlei Aussagen abgeleitet werden.

Für die Korrelation der Wasserverbrauchsdaten mit Temperatur und Niederschlag wurden Aufzeichnungen der den Versorgungsgebieten jeweils am nächsten gelegenen Wetterstationen herangezogen. Die Wetterdaten wurden von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) zur Verfügung gestellt und über das Institut für Meteorologie der Universität für Bodenkultur bezogen. Sie umfassen Werte in täglicher Auflösung zu Temperatur und Niederschlag.

3.1.3 Verifizierung und Datenaufbereitung

Die Tageeseinspeisemengen (Systemeinspeisung) wurden in einem ersten Schritt auf Plausibilität überprüft. Auffällige Datensätze sowie etwaige Fehlwerte wurden, wenn möglich in Rücksprache mit den einzelnen Unternehmen, korrigiert oder gelöscht. Dabei wurden vorwiegend Ausreißer (ungewöhnlich hohe Messwerte in für Verbrauchsspitzen ungewöhnlichen Jahreszeiten, die nur durch fehlerhafte Übertragungen zustande kommen können) sowie offensichtlich fehlerhafte Messwerte (hängen gebliebene Aufzeichnung, erkennbar an exakt gleichen Tagesverbräuchen über mehrere Tage) bereinigt.

Um die Systemeinspeisung zur weiteren Datenverarbeitung in Pro-Kopf-Werte umzurechnen, mussten vom ursprünglichen Wert die Verluste, die Abgabe an andere Versorgungsgebiete und unentgeltliche Abgaben abgezogen werden. Erst dann wurde das Ergebnis auf die tatsächlich versorgten Einwohner bezogen.

Die benötigten Angaben zu den Wasserverlusten und anderen Wasserabgaben sowie die Bevölkerungszahlen wurden nach Möglichkeit direkt von den Wasserversorgungsunternehmen bezogen beziehungsweise den DW1 Daten (DW1, 2007) entnommen. In Fällen, wo weder beim WVU noch in den DW1 Aufzeichnungen zu den Bevölkerungszahlen der Versorgungsgebiete zur Verfügung standen, wurden diese bei den jeweiligen Gemeinden erfragt oder mittels Daten der Statistik Austria ermittelt.

Da keine detaillierten Daten in Tagesauflösung für den Verbrauch von Gewerbe und Industrie zur Verfügung stehen, wurde die vereinfachte Annahme getroffen, dass an Sonntagen ausschließlich Haushaltsverbrauch auftritt. Für Samstage wurde vereinfacht angenommen, dass die Industrie keinen Verbrauch aufweist und der Verbrauch des Gewerbes gegenüber den normalen Werktagen halbiert wird. Diese Annahmen sind zwar sicherlich ungenau, da es zweifelsohne Industrie- aber auch Gewerbebetriebe gibt, die am Wochenende Wasser verbrauchen, dennoch genügt sie der Anforderung, im Wochenverlauf eine differenzierte Aufteilung nach Sektoren darstellen zu können und stimmt mit den in der Literatur gefundenen Wochenganglinien überein. Zudem spielt die Aufteilung auf Sektoren für die gesamtheitliche Betrachtung der unterschiedlichen Versorgungsgebiete keinerlei Rolle, da nur die Veränderungen des Verbrauchs relevant sind.

Die Wetterdatensätze der ZAMG beinhalten nebst dem Niederschlag auch mehrere Temperaturen zu unterschiedlichen Tageszeiten. Zur Auswertung wurden die Tagesniederschlagssummen, die maximale, mittlere und minimale Temperatur herangezogen. Die mittlere Tagestemperatur (in Abbildungen auch mit *temp.mean* abgekürzt) errechnet sich nach FORMAYER (2010) in Österreich nach der Formel:

$$\frac{(t7 + t19 + tmin + tmax)}{4}$$

T7..... Temperatur um 7 Uhr

T19..... Temperatur um 19 Uhr

Tmin..... Minimale Tagestemperatur

tmax..... Maximale Tagestemperatur

3.1.4 Auswertung und Darstellungen

Um eine allgemeine, modellhafte Beschreibung der Wirkung verschiedener Einflussfaktoren zu erhalten, wurden die Verbrauchscharakteristika anhand der Siedlungsstrukturen, Wetterdaten und Tagesqualitäten untersucht.

Da es sich um durchaus unterschiedliche Gebiete handelt, erfolgte die Bearbeitung vorerst für jedes einzelne Versorgungsgebiet separat und erst im Anschluss wurden die Ergebnisse verglichen und zusammengeführt. Im Zuge der Analysen wurde jedes Versorgungsgebiet charakterisiert und der Wasserverbrauch verschiedentlich dargestellt. Die Untersuchungen beinhalteten den Gesamtverbrauch, den Verbrauch nach Wochentagen und Monaten sowie Jahresganglinien des Verbrauchs.

Zur Analyse des Einflusses von Wetter und Klima auf den Wasserverbrauch wurden Maximaltemperatur, Minimaltemperatur, mittlere Temperatur sowie Niederschlagsereignisse und Trockenperioden herangezogen. Die Analysen und Darstellungen, die für jedes einzelne Versorgungsgebiet untersucht wurden, umfassen:

- Pro-Kopf-Verbrauch im Jahresvergleich
- Verbrauch nach Wochentagen (aufgeteilt nach Sektoren)
- Verbrauch nach Monaten
- Verbrauch bei Temperatur in Intervallen zu 5°C
- Verbrauch bei mittlerer Tagestemperatur ab 22°C in Intervallen zu 1°C
- Verbrauch bei maximaler Tagestemperatur ab 20°C in Intervallen zu 1°C
- Verbrauch bei minimaler Tagestemperatur ab 13°C in Intervallen zu 1°C
- Verbrauch bei Niederschlag und verschiedenen Niederschlagsintensitäten
- Verbrauch in Abhängigkeit von Temperatur bzw. Jahreszeit bei Niederschlag
- Verbrauch bei Niederschlag in Abhängigkeit von Temperatur bzw. Jahreszeit

Um die Anonymität der an der Studie beteiligten WVU zu wahren, aber auch weil die Darstellung aller Analysen den Umfang des gegenständlichen Berichtes vervielfachen würde, wurden die individuellen Ergebnisse der jeweiligen Versorgungsgebiete nicht in die Studie inkludiert. Im Kapitel 6 sind daher im

Allgemeinen nur Zusammenfassungen der jeweiligen Analysen dargestellt. Es gibt zwei verschiedene Arten der Darstellungen:

1) Darstellungen des **absoluten Wasserverbrauchs** (l/Ed).

Üblicherweise sind dabei die Mittelwerte in Form von Balkendiagrammen, Bandbreitencharakterisierungen in Form von Boxplots oder Datenpaaren (Punktwolken / Scatterplot) sowie die modellierten Nachbildungen der durchschnittlichen Werte (Trendlinien der Scatterplots) der jeweiligen Strukturgruppen aber auch einhüllende Graphen (FDH - *Free Disposable Hull* oder DEA - *Data Envelopment Analysis*) zur Kennzeichnung der Maximalwerte (Spitzentage) dargestellt.

2) Darstellungen der **relativen Veränderungen** des Wasserverbrauchs bei Veränderung der Einflussparameter (%).

Diese Art der Darstellung wurde gewählt, um den Einfluss des unterschiedlich hohen durchschnittlichen Wasserverbrauchs der jeweiligen Versorgungsgebiete zu reduzieren.

Diese Abbildungen enthalten dementsprechend keine Unterteilung in Strukturgruppen und die Werte sind in % angegeben. Die Veränderungen beziehen sich dabei auf einen angegebenen Ausgangswert des Wasserverbrauchs. Dies kann zum Beispiel der durchschnittliche Verbrauch im Winter sein. Die relative Veränderung ist der Mehrverbrauch an warmen Tagen im Sommer oder es wird vom Verbrauch an trockenen Tagen ausgehend die Verbrauchsverminderung durch Niederschläge dargestellt.

3.2 Analyse des Wasserverbrauchs einzelner Objekte

3.2.1 Auswahl der untersuchten Objekte

Es wurde eine Auswahl getroffen, um die Bereiche Industrie und Gewerbe und Wohnhausanlagen zumindest exemplarisch abzudecken.

Da die Durchführung zahlreicher Messungen im Rahmen des Forschungsprojekts nicht vorgesehen war, wurde auf Daten zurückgegriffen, die in einigen WVU bereits vorhanden waren. Ergänzt wurde diese Datengrundlage mit aktuellen Messungen, die von WVU in Eigenregis durchgeführt wurden.

Die Wahl der Objekte war daher durch die Verfügbarkeit von Daten und die Möglichkeit von Wasserwerken zusätzliche Messungen durchzuführen beschränkt.

Folgende Objekte wurden im Detail untersucht:

- Privathaushalte (Wohnhausanlagen, Einfamilienhäuser, Reihenhäuser, Wochenendhäuser)
- Tourismus und Freizeit (Hotel, Schwimmbad, Ferienappartement)
- Bürogebäude
- Gewerbeflächen (Wäscherei, Einkaufszentrum)
- Lebensmittelindustrie (Lebensmittelerzeuger, Getränkehersteller)

Bezüglich der Privathaushalte wurden Datensätze von folgenden Objekten gesammelt:

- Wohnungen in **4 Wohnhausanlagen** mit jeweils 72, 297, 351, und 356 Bewohnern
gesamt 641 Datensätze mit Datum, Tageswasserverbrauch und Wetter

- **64 Reihenhäuser** mit 1 bis 5 Bewohnern;
7 Reihenhäuser davon mit Wasserverbrauchsdaten in einer 10 Sekunden-Auflösung und umfangreichen sozioökonomischen Daten (Detailhaushalte);
gesamt 2.770 Datensätze mit Datum, Tageswasserverbrauch und Wetter
- **35 Einfamilienhäuser** mit 1 bis 5 (einmal mit 7) Bewohnern
17 Einfamilienhäuser davon mit Wasserverbrauchsdaten in einer 10 Sekunden-Auflösung und umfangreichen sozioökonomischen Daten (Detailhaushalte);
gesamt 2.338 Datensätze mit Datum, Tageswasserverbrauch und Wetter
- **2 Wochenendhäuser**
gesamt 1.262 (469 ohne leerstehende Tage) Datensätze mit Datum, Tageswasserverbrauch

Im Zuge der Analyse des Wasserverbrauchs einzelner Objekte (Kap. 7) werden jeweils die gesamten Objekte mit ihren Tageswasserverbrauchswerten betrachtet; die Nutzungen im Detail sind nur für die Detailhaushalte verfügbar und Gegenstand des Kap. 8.

Weitere Details zu den einzelnen Objekten finden sich in Kap. 7 jeweils zu Beginn der Unterkapitel unter dem Titel Charakterisierung und Datengrundlage.

3.2.2 Datenquellen

Die Daten bezüglich des Wasserverbrauchs wurden von den jeweiligen WVU in den verschiedensten verfügbaren, zeitlichen Auflösungen (2 Minuten, 15 Minuten, 1 Stunde, 1 Tag, 1 Woche) geliefert.

Die objektbezogenen Daten wie z. B. Angestelltenzahl oder Betriebsgröße wurden über die jeweiligen Betriebe eingeholt.

Die Wetterdaten wurden von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) zur Verfügung gestellt und über das Institut für Meteorologie der Universität für Bodenkultur bezogen. Sie umfassen Werte in täglicher Auflösung zu Temperatur und Niederschlag.

3.2.3 Verifizierung und Datenaufbereitung

Die Wasserverbräuche wurden auf Plausibilität geprüft und auffällige Datensätze sowie etwaige Fehlwerte wurden, wenn möglich in Rücksprache mit den einzelnen Unternehmen, korrigiert oder gelöscht. Fehlerquellen sind fehlerhafte Überträge oder hängen gebliebene Aufzeichnungen (exakt gleiche Tagesverbräuche über mehrere Tage, ab drei gleichen Tagen wurden diese Werte aus der Auswertung eliminiert).

Als nächster Schritt wurde der Verbrauch auf die Bezugsgröße für das jeweilige Objekt normiert (Personen, Kilogramm erzeugte Ware, usw.).

Aus den Wetterdaten der ZAMG wurde (wie bereits in Kap. 3.1.3 beschrieben) die mittlere Tagestemperatur berechnet.

3.2.4 Auswertung und Darstellungen

Die Bearbeitung erfolgt für jedes Objekt getrennt.

Im Zuge der Analysen wurde jedes Objekt charakterisiert und der Wasserverbrauch verschiedentlich dargestellt. Die Untersuchungen beinhalteten den Verbrauch als **Tagesganglinien**, **Wochenganglinien** und **Jahresganglinien**.

Des Weiteren sind die Gesamtverbräuche für Objekte, für die Minuten- oder Stundenwerte vorliegen, als sogenannte **Dauerkurven** (oder Durchflussdauerkurven) dargestellt. Dazu sind die jeweiligen Werte der Größe nach sortiert und entlang einer Zeitachse aufgetragen.

Die Darstellungen dienen der Ermittlung von Spitzenwerten im Wasserverbrauch in kurzen Zeitperioden. Dies ist insbesondere für Anschlussleitungen von Bedeutung, da die Bemessung auf Grundlage von Spitzendurchflüssen erfolgt (DVGW, 2008).

Die zur Verfügung stehenden Minutendaten sind nur für die Darstellungen in andere Einheiten (z.B. Liter pro Stunde) umgerechnet.

Dargestellt sind üblicherweise folgende Datensätze:

- Maximaler Tag: Tag mit dem insgesamt höchsten Wasserverbrauch,
- Median Tag: Tag mit dem mittleren Wasserverbrauch,
- Minimaler Tag: Tag mit dem geringsten Wasserverbrauch,
- Maximaler x-Minuten Tag: Tag an dem höchster Wasserverbrauch in der untersuchten Zeiteinheit auftritt.

Zur Analyse des Einflusses des Wetters auf den Wasserverbrauch wurden Maximaltemperatur, Minimaltemperatur, mittlere Temperatur sowie Niederschlagsereignisse und Trockenperioden herangezogen.

Da die Darstellung aller Analysen den Umfang des gegenständlichen Berichtes vervielfachen würde, sind in Kapitel 7 wiederum nur exemplarische oder repräsentative Zusammenfassungen dargestellt.

3.3 Nutzungsbezogene Analysen des Haushaltswasserverbrauchs

Für die Feststellung des nutzungsbezogenen Haushaltswasserverbrauchs konnte auf keinerlei bestehende Aufzeichnungen zurückgegriffen werden. Derart detaillierte Daten auf Haushaltsebene existierten nicht.

3.3.1 Objektauswahl

Zur Messung des nutzungsbezogenen Haushaltswasserverbrauchs konnten bei der gewählten Messmethode nur Haushalte mit eigenem Wasserzähler herangezogen werden. Der Wasserzähler musste für die Messperiode durch einen wesentlich genaueren Wasserzähler samt Datenaufzeichnung getauscht werden. Die Installation einzelner Wasserzähler an allen Zapfstellen innerhalb der Privathaushalte wurde ausgeschlossen, da der Eingriff in die Hausinstallation als zu arbeitsaufwendig und störend beurteilt wurde und die ledigliche Messung der Mengen keinen Aufschluss über Häufigkeiten und zeitliche Faktoren liefert.

Wohnungen in Wohnhausanlagen konnten nicht untersucht werden, da diese oft keinen eigenen Wasserzähler besitzen bzw. wenn doch, der Einbau der Messausrüstung nicht vom WVU, sondern den jeweiligen Hausverwaltungen erfolgen hätte müssen. Wohnungen in Wohnhausanlagen wurden daher nicht für die Untersuchungen zum nutzungsbezogenen Haushaltswasserverbrauch vorgesehen, sondern nur der Gesamtverbrauch ganzer Wohnhäuser im Zuge der Analyse des Wasserverbrauchs einzelner Objekte (siehe 3.2) festgestellt.

Die untersuchten Privathaushalte wurden in verschiedenen Klimaregionen und im Wesentlichen auf Vorschlag der zuständigen WVU nach sozioökonomischen Vorgaben (Alter, Berufstätigkeit und Haushaltsgröße) ausgewählt, um einen möglichst breiten Querschnitt abzudecken, der der durchschnittlichen Verteilung in Österreich ähnlich ist.

Insgesamt wurden 7 Reihenhäuser und 17 Einfamilienhäuser gemessen. Darin enthalten waren:

- Einpersonenhaushalte,
- Zweipersonenhaushalte,
- Dreipersonenhaushalte,
- 5 Vierpersonenhaushalte und
- 3 Fünfpersonenhaushalte

bzw.

- 11 Haushalte im Pannonischen Klima,
- 9 Haushalte im Übergangsklima und,
- 4 Haushalte im Subalpinen Klima

bzw.

- 19 Haushalte mit berufstätigen oder teilzeitberufstätigen Personen,
- 5 Haushalte ohne berufstätige Personen.

3.3.2 Datenquellen

Durch die Datenerhebung mit elektronischen Ultraschallwasserzählern samt Datenaufzeichnung wurden Wasserverbrauchsdaten in einer 10-Sekunden-Auflösung mit Uhrzeit und Datum aufgezeichnet. In vier Haushalten wurden diese Messungen rund ein Jahr lang betrieben, in weiteren 20 Haushalten nur je zwei Wochen in der kalten Jahreszeit (Wintermessperiode) und in der warmen Jahreszeit (Sommermessperiode).

Um die Nutzungen anhand der hochauflösenden Aufzeichnung erkennen zu können, wurden von allen Haushalten Protokolle angefertigt, die Nutzungsart und Zeitpunkt beinhalten. Die Vorgabe dabei war, jede Nutzung etwa 10-mal zu protokollieren, um ein künftiges, automatisiertes Erkennen möglich zu machen. Zusätzlich stehen zu jedem dieser Detailhaushalte umfangreiche Hintergrundinformationen zur Verfügung, die in strukturierten Interviews im Zuge des Zähleraustausches erhoben wurden.

Die Wetterdaten wurden von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) zur Verfügung gestellt und über das Institut für Meteorologie der Universität für Bodenkultur bezogen. Sie umfassen Werte in täglicher Auflösung zu Temperatur und Niederschlag.

3.3.3 Verifizierung und Datenaufbereitung

Die Daten wurden auf Plausibilität geprüft und auffällige Datensätze bzw. Zeitabschnitte sowie etwaige Fehlwerte wurden gelöscht.

Die Auswertungen der einzelnen Nutzungen jeder Messstelle wurden mit einem Software-tool (*Trace Wizard* der Firma *Aquacraft Inc.*) durchgeführt. Als Eingangsdaten benötigt die Software hochauflösende Durchflussdaten (l/min) in Form von 10-Sekunden-Werten.

Die Software ermöglicht nach umfangreicher Kalibration anhand der Haushaltsprotokolle eine weitgehend automatisierte Erkennung verschiedener Wassernutzungen (z.B. Toilettenspülung, Wasserhahn oder Duschen). Gleichzeitig mit der Feststellung der Nutzungsart sind auch Daten über das Wasservolumen, Uhrzeit, Dauer und Durchflussmenge der einzelnen Verwendungen verfügbar. Alle Daten werden in einer Access-basierten Datenbank verarbeitet und gespeichert.

Zur Qualitätssicherung wurde die automatisierte Erkennung auf Plausibilität überprüft und gegebenenfalls manuell anhand der Protokolle korrigiert.

Aus den Wetterdaten der ZAMG wurde (wie bereits in Kap. 3.1.3 beschrieben) die mittlere Tagestemperatur berechnet.

3.3.4 Auswertung und Darstellung

Die Bearbeitung erfolgt für jedes Objekt und jede Nutzung getrennt.

Im Zuge der Analysen werden alle Einzelnutzungen einer Nutzungsart zugeordnet (Abbildung 4). Gleichzeitig stattfindende Nutzungen werden von der Software automatisch oder im Zuge der Plausibilitätskontrolle manuell in einzelne Nutzungen aufgeteilt.

Die Tagessummen aller Nutzungen (Abbildung 5) jedes Detailhaushaltes werden einer abermaligen Plausibilitätskontrolle zugeführt.

Verbrauchsdaten mit dieser Detailtiefe wurden in den 24 Detailhaushalten (7 Reihenhäuser und 17 Einfamilienhäuser) gemessen. Weniger detaillierte Verbrauchsdaten auf der Ebene von Tagesverbräuchen, stehen von insgesamt 64 Reihenhäusern und 35 Einfamilienhäusern sowie von 4 Wohnhausanlagen zur Verfügung (vgl. Kap. 3.2.1).

Um mögliche Fehler aufgrund der kleinen Stichprobe der Detailhaushalte (Verzerrung durch einzelne besonders hohe oder niedrige Werte einzelner Haushalte) möglichst gering zu halten, sind die Messwerte aller Detailhaushalte ausreißerbereinigt, bzw. sind besonders hohe Verbräuche (z.B. Poolfüllung) aliquotiert in den Verbrauchswerten enthalten. Die Detailmessungen sind zusätzlich in den größeren Zusammenhang der Stichprobe aller in Kap. 3.2.1 beschriebenen Messobjekte gesetzt um eine Hochrechnung zu ermöglichen.

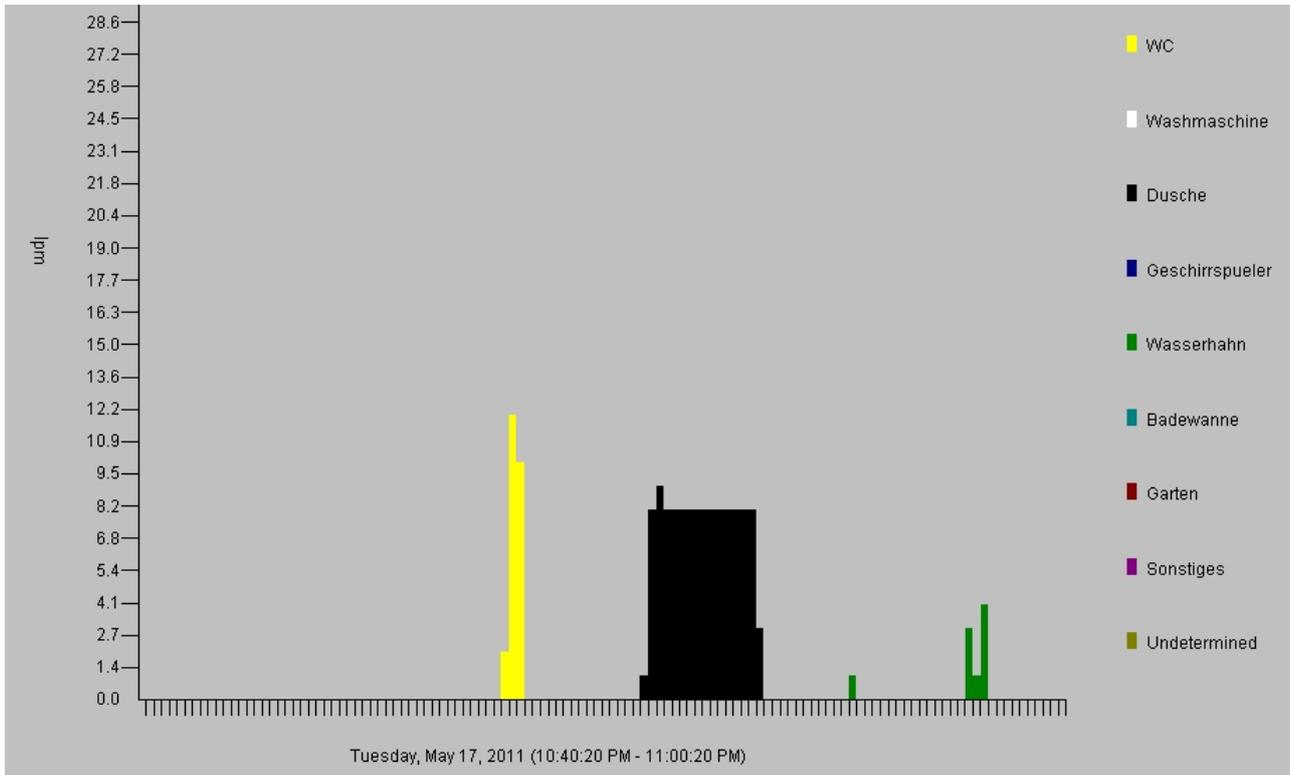


Abbildung 4: Erkennung unterschiedlicher Nutzungen durch die Software

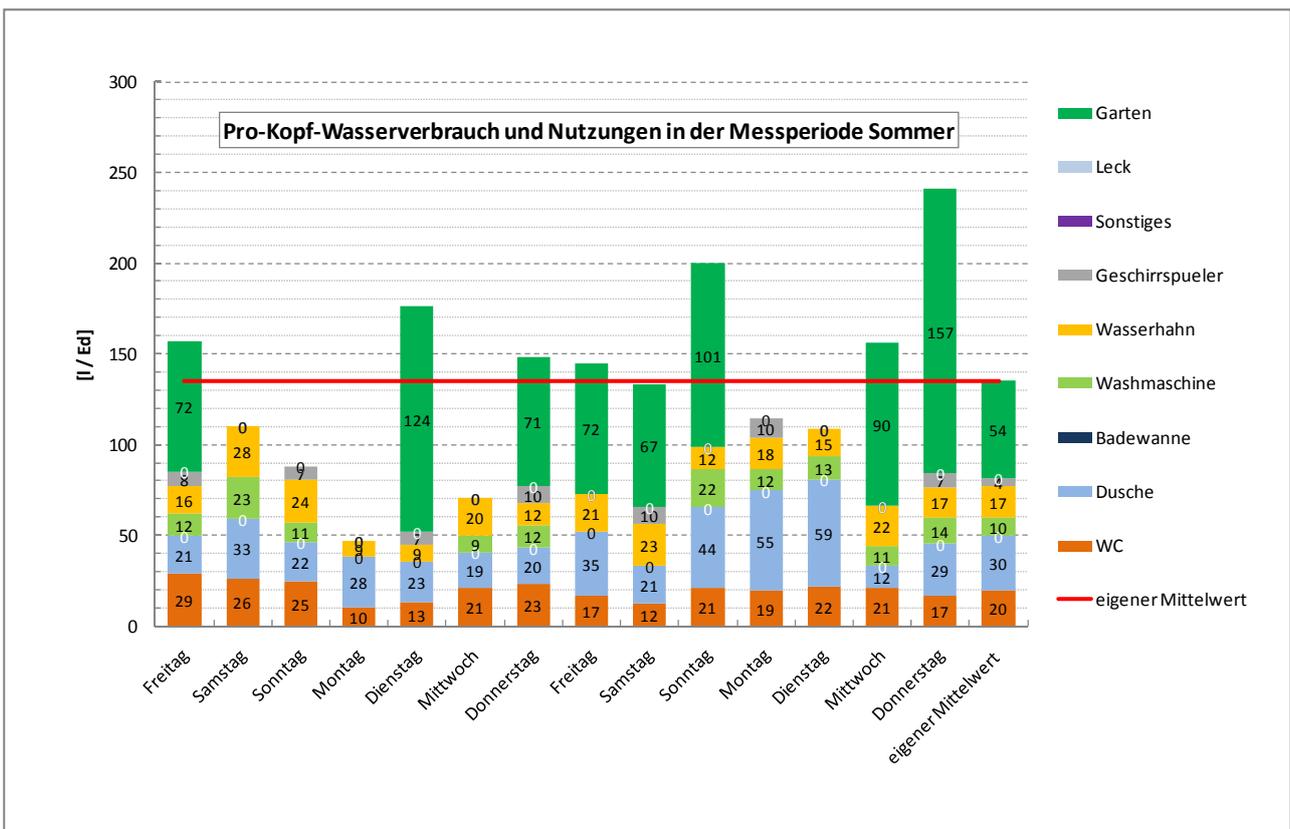


Abbildung 5: Exemplarische Darstellung aller Tagesnutzungen eines Messhaushaltes einer Messperiode von 2 Wochen

4 Begriffsbestimmungen

4.1 Systemeinspeisung

Systemeinspeisung ist die Bezeichnung für die gesamte Wassermenge, die von einem Wasserversorgungsunternehmen in ein definiertes Versorgungssystem eingespeist wird. Um eine möglichst gute Vergleichbarkeit zwischen Wasserversorgungsunternehmen zu erhalten, besteht das betrachtete Versorgungssystem am besten nur aus den Teilen, die in jedem Versorgungssystem vorhanden sind: dem Leitungsnetz inklusive den Behältern.

Beabsichtigte Überläufe (z.B. Übermengen von Quellschüttungen, die absichtlich ausgeleitet werden) sowie gegebenenfalls vorhandene Aufbereitungsanlagen, die Spülwasser benötigen, sind von der Betrachtung ausgenommen (entsprechend ÖVGW Benchmarking und ÖVGW W63). Der unentgeltliche Wasserverbrauch, die scheinbaren Verluste und die realen Wasserverluste ergeben gemeinsam die sogenannte „Nicht in Rechnung gestellte Wassermenge“ (engl.: non revenue water), abgekürzt als NRW.

4.2 Wasserverbrauch

Vorausschickend ist anzumerken, dass es sich bei dem Wasserverbrauch eigentlich um den Wassergebrauch handelt, da Wasser im globalen Wasserkreislauf nicht verbraucht werden kann. Dem allgemeinen Sprachgebrauch folgend wird aber in der vorliegenden Studie weitestgehend die Diktion Wasserverbrauch verwendet.

In der Wasserbilanz von WVU wird üblicherweise von der Wasserabgabe gesprochen. Sie beinhaltet die entgeltliche Wasserabgabe (Wasserabgabe an Letztverbraucher und an Weiterverteiler) sowie die unentgeltliche Wasserabgabe (Eigenverbrauch für Behälterreinigung, Rohrnetzspülungen, etc. sowie die Abgabe an Feuerwehr, Straßenreinigung, etc.).

Beim Wasserverbrauch (Abgabe) im Sinne dieser Studie handelt es sich nur um den Anteil, der an Letztverbraucher abgegeben wird. Als Letztverbraucher gelten in erster Linie die Haushalte inklusive mitversorgtem Kleingewerbe. Weitere Letztverbraucher können gewerbliche Unternehmen (produzierendes Gewerbe, landwirtschaftliche Betriebe, Handel, Verkehr, Dienstleistungsbetriebe), Industrie (sofern nicht durch Eigenversorgung abgedeckt) und öffentliche Einrichtungen (Krankenhäuser, Schulen, etc.) sein.

In der Regel wird die Abgabe an die Verbraucher durch Messung ermittelt.

4.3 Wasserbedarf

Beim Wasserbedarf handelt es sich um einen Planungswert für die voraussichtlich benötigte Wassermenge, die von einem Wasserversorgungsunternehmen zu liefern ist, um die (künftige) Versorgung sicherzustellen (MUTSCHMANN, STIMMELMAYR, 2007).

Entsprechend der ÖNORM B 2538 (2002) ist zur Ermittlung des derzeitigen Wasserbedarfs, Art und Anzahl der zum Zeitpunkt der Planung festgestellten Wasserverbraucher zu Grunde zu legen. In der ÖNORM sind

diesbezüglich Mindestwerte festgelegt. Der zukünftige Wasserbedarf ist anhand des geplanten Ausbauzieles der Anlage zu ermitteln. Dazu sind vorhersehbare Veränderungen des Versorgungsgebietes zu berücksichtigen. Dies beinhaltet mögliche Strukturänderungen hinsichtlich Bevölkerungsdichte, Industrie, Gewerbe, Fremdenverkehr und Landwirtschaft sowie Entwicklungspläne (z. B. Flächenwidmung) aber auch Verbrauchsänderungen infolge eines veränderten Lebensstandards.

4.4 Spitzenverbräuche

4.4.1 Planungswerte

Der mittlere tägliche Wasserbedarf wird gemäß ÖNORM B 2538 (2002) anhand der Mindestwerte für den derzeitigen Wasserbedarf errechnet. Der zukünftige Wasserbedarf ermittelt sich aus dem derzeitigen Wasserbedarf anhand der erwarteten Verbrauchsänderungen.

Gegenüber dem mittleren täglichen Wasserbedarf werden sogenannte verbrauchsreiche Tage durch Multiplikation mit einem bestimmten Faktor ermittelt. Der Faktor ist dabei umso größer, je kleiner das Versorgungsgebiet ist und reicht von 1,4 bis 1,8.

Der für die Dimensionierung von Rohrnetzen maßgebliche, größte stündliche Wasserbedarf (Q_{hmax}) errechnet sich wiederum als ein %-Anteil eines sogenannten *verbrauchsreichen* Tages. Der Anteil ist dabei wiederum umso größer, je kleiner das Versorgungsgebiet ist und reicht von 6 % bis 17 % des Tagesbedarfes an verbrauchsreichen Tagen.

Bei sehr kleinen Versorgungsgebieten sind die Spitzenwerte sogar noch deutlich höher. Ausgehend von einer immer geringeren Anzahl von versorgten Personen steigt die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Verbrauchs. Für die Spitzendurchflussermittlung von einzelnen Versorgungsleitungen und Versorgungsanlagen, die weniger als 200 Einwohner versorgen, sollte nicht von einer Bezugszeit von einer Stunde, sondern von einer entsprechend kürzeren Bezugszeit (zwischen 10 s und 1 h) ausgegangen werden. Die Grenzen sind hierbei fließend und im Einzelfall zu prüfen (DVGW W410, 2008). Solche Versorgungsfälle entsprechen eher dem Charakter von Hausanschlussleitungen, für die eine Bezugszeit von 10 s relevant ist (DVGW W404, 1994).

4.4.2 Maßzahlen für Spitzenwerte

Der Spitzenverbrauchsfaktor ist als das Verhältnis zwischen Spitzenverbrauch und mittlerem Verbrauch in gleicher Zeitspanne allgemein definiert (ÖNORM B 2530-1, 2006). Entsprechend der Definition in der DVGW W410 (2008) lassen sich folgende Maßzahlen für die relevanten Spitzenverbräuche unterscheiden:

- Tagesspitzenfaktor (f_d) ist das Verhältnis von Spitzentag zu durchschnittlichem Tag (üblicherweise für den Betrachtungszeitraum von einem Jahr):

$$f_d = Q_{dmax} / Q_{dm}$$

- Stundenspitzenfaktor (f_h) ist das Verhältnis der maximalen Stundenabgabe zur mittleren Stundenabgabe (üblicherweise für den Betrachtungszeitraum von einem Jahr):

$$f_h = Q_{hmax} / Q_{hm}$$

- Spitzendurchfluss (Q_S) ist der Durchfluss, der über einen bestimmten Zeitraum pro Tag überschritten wird (zum Beispiel der 10-Sekunden-Wert aus einer Tagesdauerlinie).

5 Zusammenfassung der Literaturstudie

Teil 1 der vorliegenden Studie zum „Wasserverbrauch und Wasserbedarf“ zeigt umfangreich das existierende Datenmaterial zu diesem Thema. Im Folgenden ist daher nur mehr eine sehr kurze Zusammenfassung der wesentlichsten Aussagen enthalten:

5.1.1 Langfristig wirkende Einflussfaktoren

Die Haupteinflussfaktoren für den **durchschnittlichen Wasserverbrauch** sind die sozioökonomischen Rahmenbedingungen.

Bei der **demografischen Entwicklung** gilt es, die Entwicklung der Geburten- und Sterblichkeitsraten sowie Veränderungen der Bevölkerungszahl durch Wanderung möglichst genau zu prognostizieren. Sowohl die demografische als auch die künftige **wirtschaftliche Entwicklung** haben auf den Wasserbedarf aller Sektoren einen mehr oder weniger starken Einfluss. Zwischen 2000 und 2050 soll die Weltbevölkerung von 6,8 auf 9 Milliarden ansteigen. Somit wird der Bedarf an Nahrung und sonstigen Gütern stark ansteigen. Einer der größten Unsicherheitsfaktoren wird sein, wie sich das Klima auf die Wasserressourcen, den Wasserbedarf und auf das Verbraucherverhalten auswirken wird (UNESCO, 2009).

Die **technische Entwicklung** spiegelt den Einsatz neuer Produktionsverfahren und die vermehrte Kreislaufführung von Wasser in der Industrie sowie den Einsatz verbesserter Technologien in den Haushalten wider. Geänderte Tierhaltung oder Bewässerungsverfahren sowie die Züchtung neuer Sorten, können aber zum Beispiel auch den Wasserverbrauch in der Landwirtschaft beeinflussen.

Der **Anschlussgrad** beziehungsweise der Grad der Eigenversorgung spielt zwar in allen Sektoren eine Rolle, aber nur insofern, als sich die Anteile aus der Eigenversorgung gegenüber der Versorgung aus der öffentlichen Wasserversorgung verschieben.

Des Weiteren beeinflussen natürlich die Art und Intensität der **Landwirtschaft** den Bewässerungsbedarf und den Wasserbedarf in den landwirtschaftlichen Betrieben, genauso wie Art und Intensität der **Industrie** und des **Gewerbes** (produzierend aber auch Dienstleistungsgewerbe sowie Fremdenverkehr) den gesamten Wasserverbrauch und den Verbrauch aus der öffentlichen Wasserversorgung bedingen.

Bezüglich des **Haushaltswasserverbrauchs** sind zahlreiche weitere Faktoren zu nennen:

Die Größe des Versorgungsgebietes nimmt zwar nicht unbedingt einen Einfluss auf den Wasserverbrauch selbst, sehr wohl aber auf die Ausprägung der Verbrauchsspitzen. Je kleiner das Versorgungsgebiet ist, desto stärker wirken sich Gleichzeitigkeiten aus und desto höher sind die Spitzenfaktoren.

Die Raumordnung aber auch die wirtschaftliche Attraktivität und der Wohlstand einer Region beeinflussen die Wohnform (verdichteter Wohnbau oder Häuser mit Gärten), wodurch wiederum der Wasserverbrauch für Gartenbewässerung bestimmt wird.

Das Verbraucherverhalten selbst ist wiederum durch weitere Einflussfaktoren bestimmt. Neben allgemeinen Verhaltenscharakteristika, die durch Erziehung und familiären Hintergrund geprägt sein können, spielt die Bildung sowie das Einkommen und der Wasserpreis, beziehungsweise das Bewusstsein darüber, eine Rolle. Zu nennen ist in diesem Zusammenhang auch der Lebensstandard und die technische Ausstattung der Haushalte mit wassersparenden Armaturen und Geräten beziehungsweise die Art der Wasserabrechnung – pauschaliert und somit vom tatsächlichen Verbrauch entkoppelt oder über Einzelwasserzähler.

Letztlich haben auch die Haushaltsgröße und Altersstruktur der Konsumenten sowie die Anwesenheitsdauer im Haushalt in Verbindung mit Berufstätigkeit und Freizeitverhalten einen Einfluss auf den Wasserverbrauch.

Die zukünftigen **Veränderungen der sozioökonomischen Rahmenbedingungen** wirken einander in ihrem Einfluss teilweise entgegen. Durch die steigenden Bevölkerungszahlen ist ein höherer Gesamtverbrauch zu erwarten. Zumindest in Österreich und auch in Deutschland konnte aber durch verschiedene Einsparungsmaßnahmen (technische Entwicklung in Gewerbe, Industrie und Haushalten) in den letzten Jahren ein insgesamt fallender Gesamtverbrauch festgestellt werden.

Letztendlich ist auch die Klimaveränderung als langfristig wirkender Einflussfaktor anzusehen, obwohl die jeweils aktuell vorherrschende Wetterlage eindeutig ein kurzfristig wirkender Einflussfaktor ist.

5.1.2 Kurzfristig wirkende Einflussfaktoren

Wetterlage, Jahreszeit, Wochentag und Uhrzeit beeinflussen den Wasserverbrauch kurzfristig sehr stark. Die Variabilität des Verbrauchs aufgrund der kurzfristigen Einflussfaktoren übersteigt jene von langfristig wirkenden Faktoren jedenfalls deutlich.

Temperatur und **Niederschläge** beziehungsweise die Dauer von **Trockenperioden** beeinflussen naturgemäß den Wasserverbrauch in der Landwirtschaft, sofern die Möglichkeit zur Bewässerung gegeben ist. Auch betreffend den Wasserverbrauch in den Haushalten spielen Temperatur und Niederschlagsverteilung eine wesentliche Rolle, da bei höheren Temperaturen und geringen Niederschlägen verstärkt Wasser in Hausgärten verbraucht wird und auch der Wasserbedarf für Körperhygiene mit der Außentemperatur möglicherweise zu steigen beginnt.

Industrie und Gewerbe sind von der Wetterlage noch am wenigsten beeinflusst, wenngleich alle Betriebe, die mit Fremdenverkehr und Freizeitaktivitäten zu tun haben, zweifellos und sogar verstärkt betroffen sein können.

Was die wahrscheinlichen **Veränderungen des Klimas** angeht, kann nur von einem Anstieg der Durchschnittstemperaturen mit hoher Sicherheit ausgegangen werden. In der Alpenregion könnte bis zum Ende des 21. Jahrhunderts die **Temperatur** um 3°C bis 5°C im Sommer und 4°C und 6°C im Winter ansteigen. Gleichmaßen ist ein Anstieg positiver (heiße Tage) und ein Rückgang negativer (Frost) Temperaturextremwerte zu erwarten.

Wie sich dadurch die **Niederschläge** oder **Trockenperioden** in Mitteleuropa verändern werden, ist mit großen Unsicherheiten behaftet. Tendenziell wird es nördlich der Alpen eher Zunahmen und südlich eher Abnahmen der Niederschläge geben. Ebenso werden für den Winter eher leichte Zunahmen und für den Sommer moderate Abnahmen erwartet. Trotz der Unsicherheit der Prognosen für Niederschläge wird in einigen Studien ein Trend zur Zunahme von Starkniederschlägen vermutet.

Aufgrund der steigenden Temperaturen wird sich jedenfalls der Anteil der festen Komponente des Niederschlages (Schnee) verringern und die Bodenfeuchte wird zunehmend von der Verdunstung infolge höherer Temperaturen beeinflusst werden.

Durch Simulationen von Klimamodellen wurde der Alpenraum als eine der am stärksten vom Klimawandel betroffenen Regionen in Europa klassifiziert. Andererseits konnte eine Veränderung der **Variabilität** der Wetterlagen, also ein vermehrtes Auftreten von Extremereignissen, anhand historischer Daten nicht nachgewiesen werden. Diese Beobachtung steht in klarem Gegensatz zu der momentan vorherrschenden

öffentlichen Wahrnehmung. Durch die vielfältige mediale Verbreitung von Informationen gelangen Stürme, Hochwässer und andere Naturkatastrophen heute viel stärker in das Bewusstsein der Menschen. Gleichzeitig steigen die Zahl der Betroffenen und das Schadensausmaß durch die dichtere Besiedelung stark an.

Genauere Prognosen, speziell in Hinblick auf eine Simulation von Extremwerten bis 2100, sind aufgrund der Unsicherheiten und der begrenzten räumlichen Genauigkeit der Klimamodelle derzeit noch nicht möglich (IPCC, 2007, ClimChalp, 2008, BÖHM, 2011).

6 Verbrauchsscharakteristik ausgewählter Versorgungsgebiete

6.1 Datengrundlagen

6.1.1 Wasserverbrauchsdaten

Die Verbrauchsdaten wurden auf Basis von Tageseinspeisewerten (Systemeinspeisung) von den jeweiligen WVU zur Verfügung gestellt. Von einigen WVU konnten die täglichen Einspeisemengen bis in das Jahr 2000 zurück geliefert werden. Insgesamt ergab sich dadurch die beachtliche Anzahl von knapp 30.000 Datensätzen.

Die jeweiligen Einspeisemengen stellen immer den Gesamtverbrauch eines Versorgungsgebietes dar. Das bedeutet, die Abgabe nach Sektoren (Gewerbe, Industrie, öffentliche Einrichtungen, Haushalte etc.) kann nicht auf Tagesbasis unterschieden werden. Die Unterteilung der Wasserabgabe nach Nutzergruppen konnte von den WVU größtenteils nur auf Jahresbasis geschätzt werden.

Ebenso können Wasserverluste und unentgeltliche Abgaben nur in Form von Jahresdurchschnittswerten angegeben werden. Von jedem Tageswert wurde daher 1/365 der gesamten jährlichen Wasserverluste abgezogen.

(Anm.: Eine proportionale Verminderung der Tageswassermengen um die Verlustanteile in Form eines einheitlichen Faktors würde die Daten stärker verfälschen, da gerade bei hohen Verbräuchen der Wasserdruck in den Netzen sinkt und dadurch die Wasserverluste an Leckstellen eher geringer werden. Eine zum Tagesverbrauch indirekt proportionale Berücksichtigung der Verlustmengen wäre der korrekteste Zugang, um die Systemeinspeisung zu korrigieren. Für die Berechnung einer indirekt proportionalen Beziehung zwischen Tageseinspeisung und Wasserverlusten ist die Datengrundlage jedoch nicht ausreichend.)

6.1.2 Strukturdaten

Die Charakterisierung der Versorgungsgebiete nach Urbanität sowie die Aufteilung des Wasserverbrauchs nach Sektoren und unternehmensspezifischen Kennzahlen wie Wasserverlusten wurden einerseits direkt von den Wasserversorgungsunternehmen bezogen oder andererseits aus vorhandenen Branchendaten DW1 Daten (2007) erhoben. In jedem Fall wurden die Daten auf Plausibilität geprüft.

6.1.3 Einwohnerzahlen

Die Anzahl der versorgten Einwohner eines Versorgungsgebietes wurde ebenso direkt von den Wasserversorgungsunternehmen bezogen oder aus vorhandenen Branchendaten DW1 Daten (2007) erhoben und anhand von Veröffentlichungen der Statistik Austria überprüft. In Fällen problematischer Abgrenzungen zwischen den Einwohnern eines Gemeindegebietes und den versorgten Kunden eines Versorgungsgebietes wurde direkt bei der Gemeinde Rücksprache gehalten.

6.2 Sozioökonomische, strukturelle und regionalspezifische Einflussfaktoren des Versorgungsgebietes

Sozioökonomische, strukturelle und regionalspezifische Einflussfaktoren wirken sich wesentlich auf den durchschnittlichen Verbrauch eines bestimmten Versorgungsgebietes aus. Klimatisch unterschiedliche Regionen haben, bezüglich des jahresdurchschnittlichen Wasserverbrauchs und beschränkt auf das österreichische Staatsgebiet, einen viel geringeren Einfluss als die strukturellen Unterscheidungsmerkmale.

Es lassen sich vier unterschiedliche Strukturgruppen definieren:

- städtische Wasserversorgungsanlagen,
- ländliche Wasserversorgungsanlagen,
- touristisch beeinflusste Wasserversorgungsanlagen und
- gemischt strukturierte Wasserversorgungsanlagen.

Diese Strukturgruppen sind durch unterschiedlich hohe Durchschnittsverbräuche, typische Wochenganglinien und verschieden hohe Anteile von Gewerbe und mitversorgter Industrie charakterisiert.

Die Differenzierung der Strukturgruppen nach Wochen- und Jahresverläufen des Verbrauchs sind Gegenstand des Kapitels 6.3. Die unterschiedlich starken Reaktionen auf Wetterbedingungen werden im Detail in Kapitel 6.4 und 6.5 behandelt. Die Höhe der Tagesspitzenfaktoren ist wesentlich von der Größe des Versorgungsgebietes abhängig. Das Verhältnis von maximalem Monatsverbrauch zu minimalem Monatsverbrauch im Jahresdurchschnitt, ausgedrückt als Monatsvariabilität, zeigt wie unterschiedlich die Versorgungssituation im Laufe eines Jahres ist. Die Spitzenfaktoren und deren Auslöser abseits der Größe des Versorgungsgebietes sind in Kapitel 6.8 beschrieben.

Eine Erklärung für die unterschiedlich hohen Verbrauchszahlen ist - neben einem gegebenenfalls unterschiedlich hohen Haushaltswasserverbrauch, der seinerseits durch verschiedene sozioökonomischen Faktoren beeinflusst ist - der unterschiedlich hohe Anteil der anderen Verbraucher am gesamten Wasserverbrauch sowie das Pendlerverhalten. Arbeitnehmer pendeln dabei typischerweise in ein Ballungszentrum um zu arbeiten. Der Verbrauch gerade an Wochentagen (Werktagen) ist daher in Städten zusätzlich erhöht. Gleichzeitig wird in den reinen Wohngebieten weniger Wasser verbraucht. An den Wochenenden (siehe dazu auch Abbildung 12) ist dieser Effekt nicht oder nur sehr abgeschwächt vorhanden, sodass es zu einem geringeren Verbrauch an den Arbeitsplätzen (Städte) und einem höheren Verbrauch in reinen Wohngebieten (einsichtlich an den ländlichen Gebieten) kommt.

Dennoch bleibt der Pro-Kopf-Verbrauch in den städtischen Versorgungsstrukturen auch an Wochenenden höher als in ländlichen Gebieten, die im Wesentlichen als reine Wohngegenden angesehen werden.

Abbildung 6 zeigt den durchschnittlichen Wasserverbrauch der verschiedenen Strukturgruppen.

Die Aufteilung in die jeweiligen Verbrauchergruppen (Haushalte, Industrie und Gewerbe) kann von einigen WVU nur geschätzt werden. Die Darstellung beschränkt sich vorerst auf den durchschnittlichen Gesamtverbrauch bezogen auf die versorgten Einwohner des Versorgungsgebietes. Die Messungen in Haushalten (vgl. sowie Kapitel 8 ab Seite 67 bzw. 185) haben diesbezüglich gezeigt, dass der reine Haushaltswasserverbrauch in städtischen Gebieten rund 130 l/Ed, in ländlichen und touristischen Gebieten rund 140 l/Ed und in gemischt strukturierten Versorgungsgebieten rund 135 l/Ed beträgt. Der restliche Verbrauch entfällt jeweils auf öffentliche Einrichtungen, Gewerbe und mitversorgte Industrie.

Im Gegensatz zu früher ausgewiesenen Aufteilungen von rund 2/3 Haushalte und 1/3 Gewerbe und mitversorgte Industrie zeigt sich bei den Teilnehmern der gegenständlichen empirischen Studie je Strukturgruppe ein Anteil von 5 % bis 36 % für Gewerbe und mitversorgte Industrie.

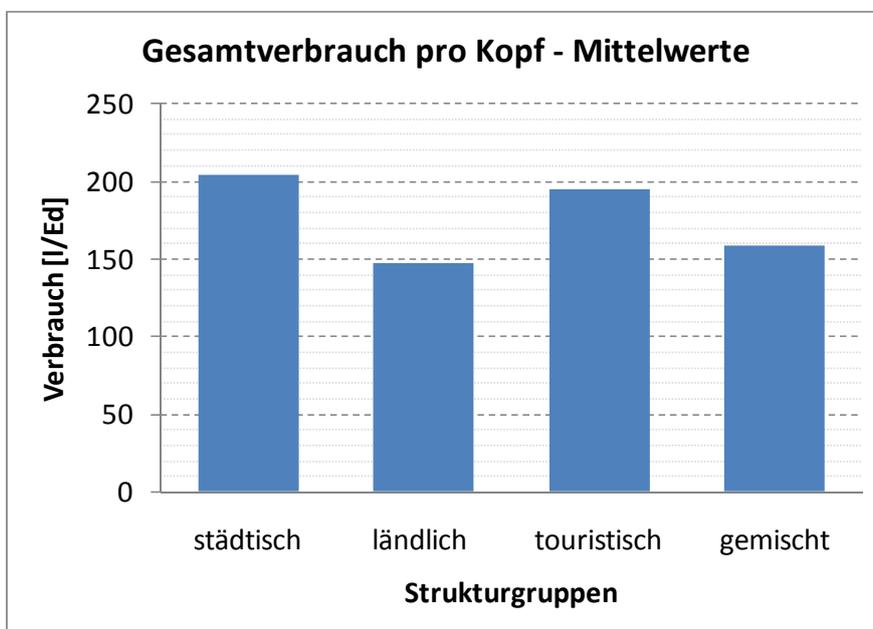


Abbildung 6: Vergleich des durchschnittlichen Wasserverbrauchs (Haushalte inkl. Gewerbe und mitversorgte Industrie) verschiedener Versorgungsstrukturen – Mittelwerte 2000 - 2009

In Abbildung 7 sind die jahresdurchschnittlichen Pro-Kopf-Verbräuche aller untersuchten Versorgungsgebiete dargestellt, für die Tageseinspeisemengen zur Verfügung standen. Städte sind in Rottönen, ländlich strukturierte Versorgungsgebiete in Grüntönen, touristisch geprägte Gemeinden in Blautönen und Gebiete mit Mischformen in Gelb- und Brauntönen dargestellt. Gleichzeitig ist die Periode der Datenlieferung ablesbar. Anhand der Darstellung ist auch zu erkennen, wie unterschiedlich die spezifischen Verbrauchsmengen sind und welchen jährlichen Schwankungen die Werte unterworfen sind. Die Bandbreite reicht von rund 100 l/Ed bis hin zu über 200 l/Ed. Die Schwankungen der Jahresdurchschnittswerte von einem Jahr zum darauffolgenden Jahr, innerhalb eines Versorgungsgebietes, überschreiten den Faktor 1,2 jedoch nicht.

Anm.: Aus Gründen der Anonymität sind keine Namen der Versorgungsgebiete enthalten; die Abbildung dient lediglich dem Überblick.

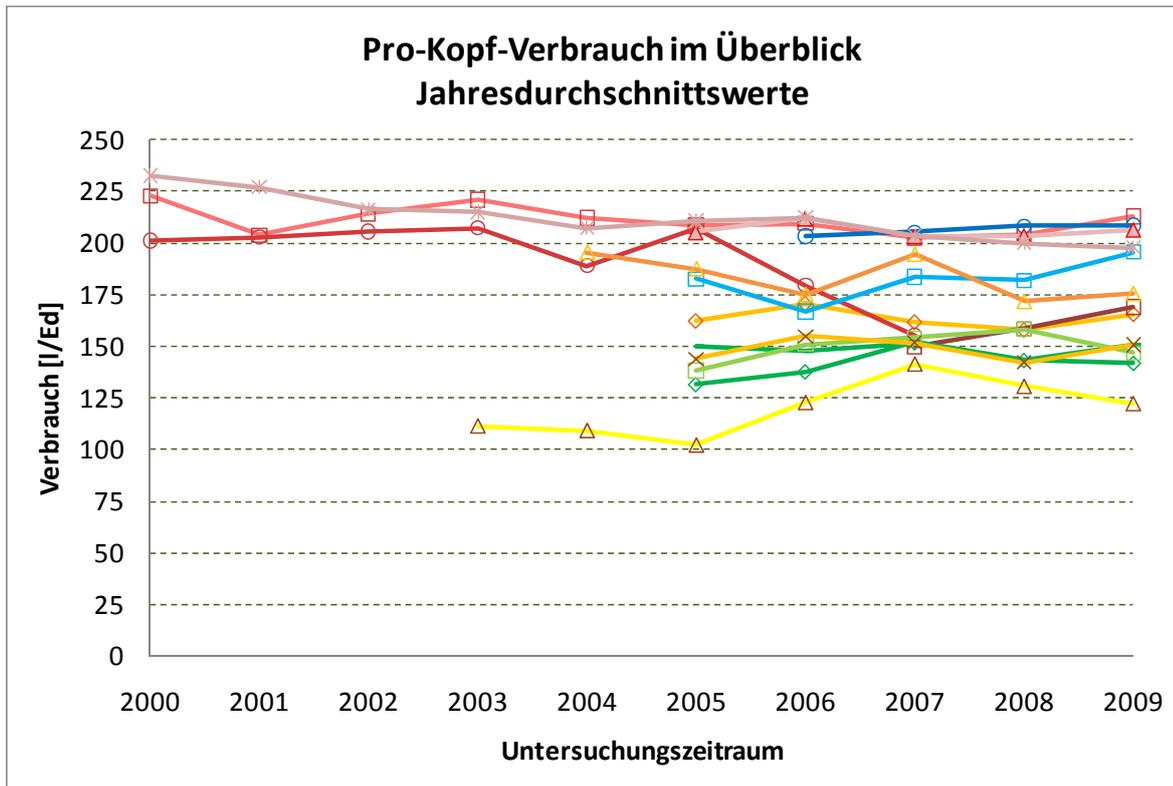


Abbildung 7: Vergleich der Jahresdurchschnittswerte des spezifischen Verbrauchs aller Untersuchungsgebiete (inkl. Gewerbe und Industrie)

Aufgrund der bisherigen Erfahrungen aus dem ÖVGW Statistikprojekt (NEUNTEUFEL et al., 2009) ist eine gesonderte Betrachtung der Wasserverbräuche in Gruppen entsprechend der strukturellen Beschaffenheit des Versorgungsgebietes in vielen Fällen sinnvoll.

Der Vergleich der Jahresdaten aus dem ÖVGW Statistikprojekt mit den Daten der empirischen Studie (Abbildung 7) zeigt ganz ähnliche strukturelle Einflüsse, auch wenn die Stichproben nicht identisch sind. In beiden Fällen weisen städtische Strukturen einen Verbrauch um 200 l/Ed und ländliche Strukturen um 150 l/Ed auf.

Der im ÖVGW Statistikprojekt festgestellte Trend zu sinkenden Verbrauchszahlen findet in den Daten der Stichprobe der vorliegenden Studie nur teilweise eine klare Fortsetzung. Die Verbrauchszahlen haben sich aber eher auf einem niedrigen Niveau eingependelt, sodass die aktuell gültigen Wasserverbräuche bereits etwas geringer sind als die in Abbildung 6 dargestellten Mittelwerte. Dies gilt speziell für die städtischen Versorgungsgebiete, für die Zeitreihen bis zurück ins Jahr 2000 berücksichtigt sind.

Abbildung 8 zeigt die Bandbreiten der erhobenen Daten aufgeteilt in die vier Strukturgruppen.

Abbildung 9 zeigt die Häufigkeitsverteilungen der Wasserverbräuche in den vier Strukturgruppen.

Aus den Abbildungen ist ersichtlich, dass die Strukturgruppen nicht nur unterschiedlich hohe durchschnittliche Verbräuche aufweisen, sondern auch unterschiedliche Verteilungen der Verbräuche haben. Die Häufigkeitsverteilungen der Wasserverbräuche entsprechen in keinem der Fälle einer Normalverteilung (schwarze Kurven in Abbildung 9).

Tests der Datensätze (Mann-Whitney Tests und Kruskal-Wallis Test) zeigen des Weiteren, dass die Wasserverbräuche der vier Strukturgruppen statistisch signifikant unterschiedlich sind.

Die Trennung in die vier Strukturgruppen, die sozioökonomische und strukturelle Unterscheidungen aufweisen, wird daher bei den weiteren Analysen oftmals beibehalten.

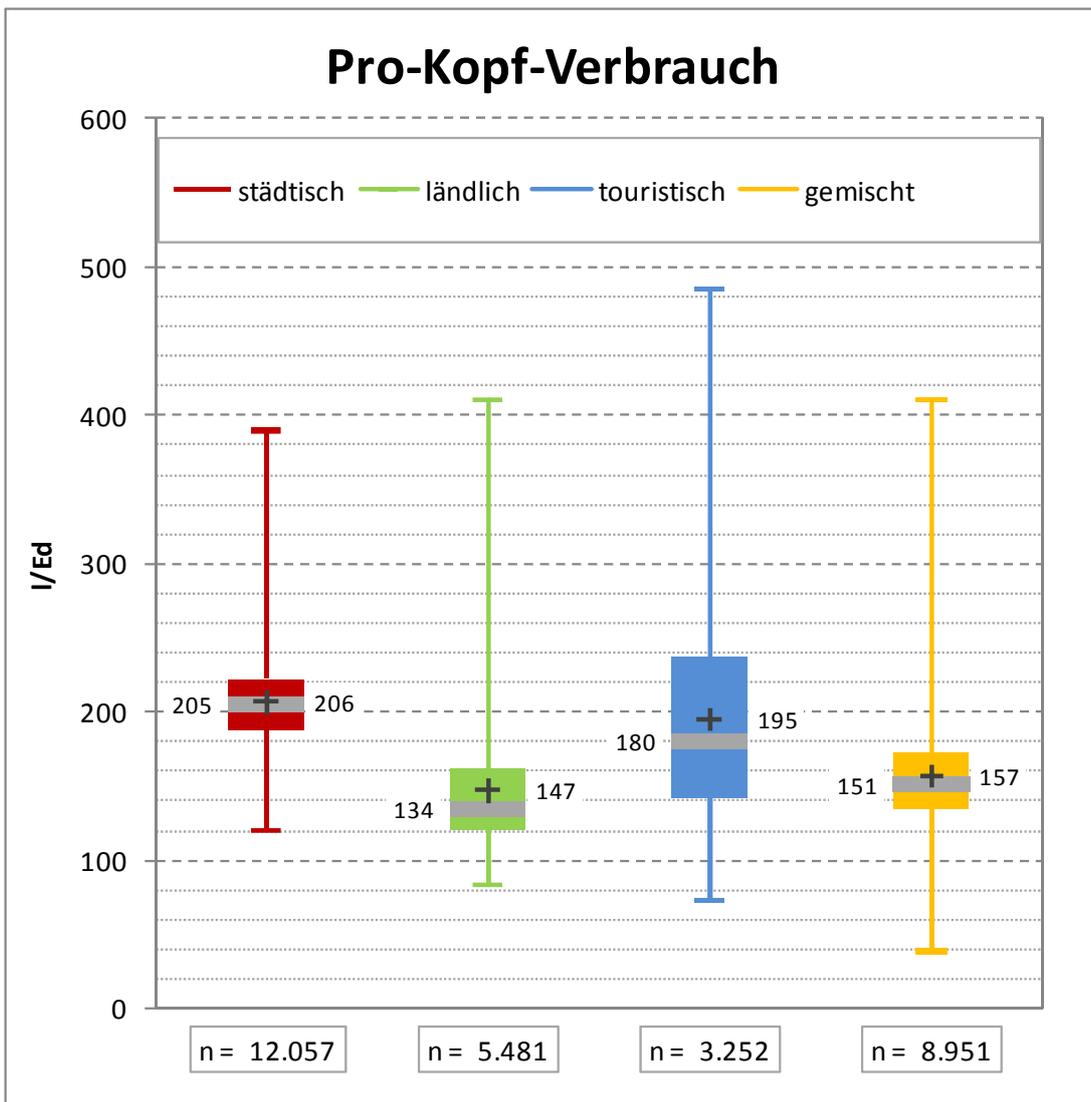


Abbildung 8: Bandbreiten der gesamten Pro-Kopf-Tagesverbräuche nach Strukturgruppen (2000-2009)

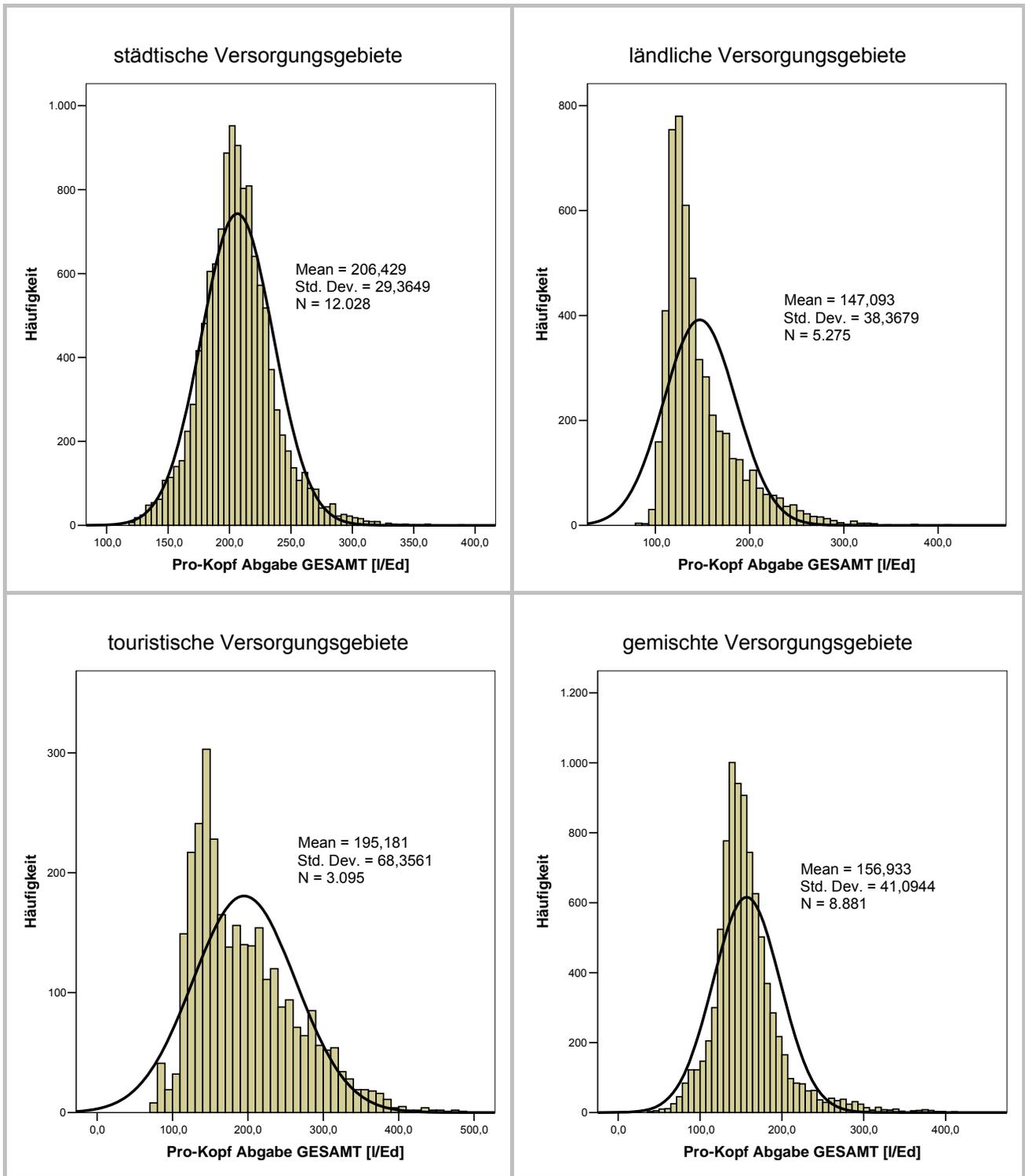


Abbildung 9: Häufigkeitsverteilung des Wasserverbrauchs nach Strukturgruppen

Der Einfluss der Versorgungsstrukturen auf den Wasserverbrauch wirkt gleichmäßig und langfristig und ist in Abbildung 8 (Median, Min, Max, Quartilen) und Abbildung 9 (Mittelwert, Standardabweichung, Verteilung) beschrieben.

Die Maximalwerte liegen in allen Strukturen bei rund 400 l/Ed (bzw. 500 l/Ed in touristischen Gebieten).

Ein anderer Einflussfaktor, der auf den Wasserverbrauch auch gleichmäßig und langfristig wirkt, wird in regionalspezifischen Gegebenheiten (Klimaregionen) gesehen.

Für Österreich lassen sich vier große Klimaregionen zusammenfassen:

- Pannonisches Klima,
- Übergangsklima,
- Alpines / Subalpines Klima und
- Illyrisches Klima.

Abbildung 10 zeigt die Häufigkeitsverteilungen der Wasserverbräuche in den vier Klimaregionen.

Aus den Abbildungen ist ersichtlich, dass der Wasserverbrauch in den Regionen wiederum unterschiedlich hohe Durchschnittswerte und auch unterschiedliche Verteilungen aufweist. Die Häufigkeitsverteilungen entsprechen auch hier keiner Normalverteilung (schwarze Kurven).

Tests der Datensätze (Mann-Whitney Tests und Kruskal-Wallis Test) zeigen ebenso, dass die Wasserverbräuche in den vier Klimaregionen statistisch signifikant unterschiedlich sind, aber nicht alle auf dem gleichen, hohen Niveau, das bei den Strukturgruppen festgestellt wurde.

Da in den jeweiligen Klimaregionen die zuvor genannten Strukturgruppen unterschiedlich stark repräsentiert sind, muss angenommen werden, dass die gefundenen Unterschiede mitunter auf Strukturunterschiede zurückzuführen sind. Insbesondere die Illyrische Klimaregion ist nur durch ein WVU mit gemischten Versorgungsstrukturen vertreten. Die Pannonische Klimaregion ist von einer Mischung aus städtisch und ländlich strukturierten WVU geprägt. In der Häufigkeitsverteilung in Abbildung 10 wird dies durch das Vorhandensein von zwei Maxima (eines bei rund 130 l/Ed und eines bei rund 200 l/Ed) ersichtlich. Die Unterscheidung in die vier Klimaregionen steht daher bei den weiteren Analysen nicht im Vordergrund.

Bezüglich der Spitzenverbräuche ist festzuhalten, dass die Auslöser für die Maximalverbräuche weder in speziellen Strukturparametern noch in besonderen regionalspezifischen Gegebenheiten (Klimaregionen) zu suchen sind. Spitzenwerte kommen in allen Strukturgruppen und allen Klimaregionen in ähnlichem Umfang vor. Einzige Ausnahme bilden dabei die touristisch beeinflussten Versorgungsgebiete, in denen saisonal bedingt höhere Maximalverbräuche auftreten können.

Es geht in weiterer Folge darum festzustellen, welche anderen Einflussfaktoren den Verbrauch kurzfristig beeinflussen und für Spitzentage verantwortlich sind.

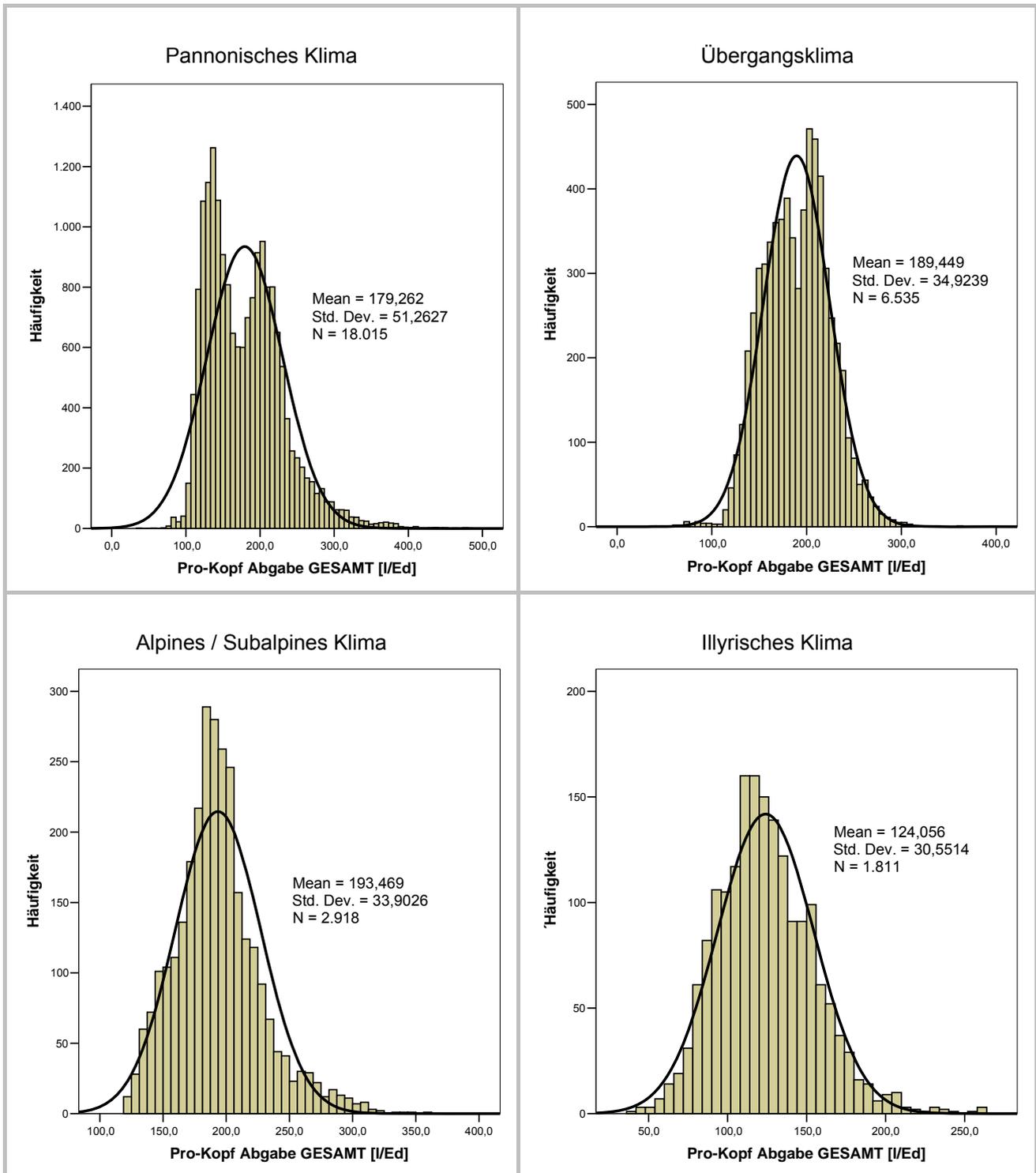


Abbildung 10: Häufigkeitsverteilung des Wasserverbrauchs nach Klimaregionen

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass klimatische Unterschiede in Österreich einen viel geringeren Einfluss als die strukturellen Unterscheidungsmerkmale haben. So weisen städtische Strukturen einen durchschnittlichen Gesamtverbrauch um 200 I/Ed und ländliche um 150 I/Ed auf. Grund dafür ist im Wesentlichen der unterschiedlich hohe Anteil der von Gewerbe und Industrie am gesamten Wasserverbrauch sowie das Pendlerverhalten. Auslöser für Spitzenverbräuche sind temporär und kurzfristig wirkende Einflussfaktoren.

6.3 Einfluss der Jahreszeit und des Wochentages

Jahreszeiten und Wochentage sind temporär wirkende Einflussfaktoren. Der kurzfristige Wasserverbrauch ist zusätzlich noch von der Tageszeit beeinflusst. Vorerst soll aber nur der durchschnittliche Monatsverbrauch bzw. Tagesverbrauch ausgedrückt als Pro-Kopf-Verbrauch untersucht werden.

Abbildung 11 zeigt die Unterschiede der durchschnittlichen Monatsverbräuche für die vier Strukturgruppen. Der höhere Verbrauch im Sommer liegt an den höheren Temperaturen und den damit in Zusammenhang stehenden Änderungen im Nutzerverhalten wie zum Beispiel Verbräuche im Außenbereich für Bewässerung.

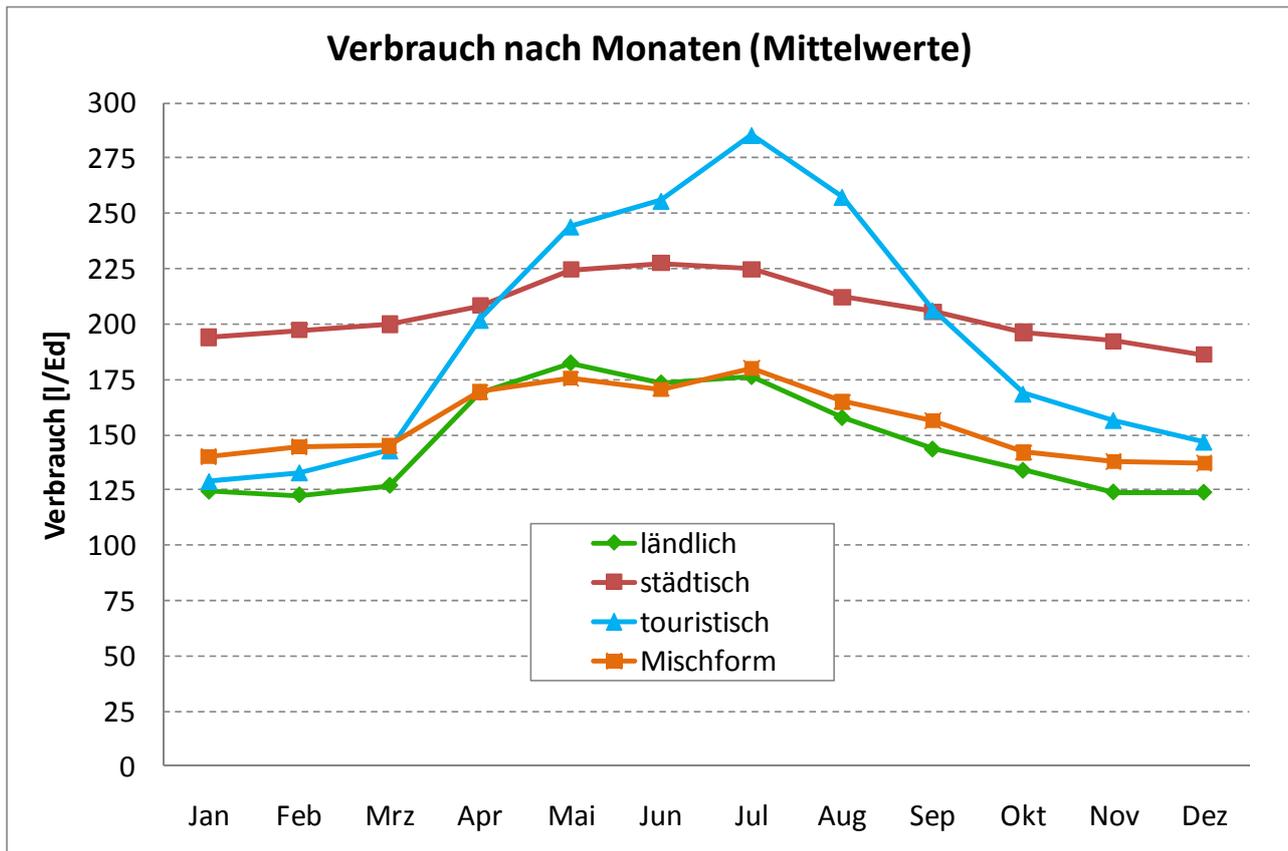


Abbildung 11: Jahresganglinien nach Strukturgruppen (Autokorrelation)

Gut zu erkennen ist in Abbildung 11, dass der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch in städtischen Versorgungsgebieten zu jeder Jahreszeit über dem der ländlichen Versorgungsgebiete liegt und dass die Mischformen im Allgemeinen tatsächlich einen Verbrauch aufweisen, der zwischen städtischen und ländlichen Versorgungsgebieten liegt.

Die vom Tourismus beeinflussten Versorgungsgebiete der gegenständlichen Studie sind reine Sommertourismusgebiete. In der kalten Jahreszeit weisen diese Gebiete einen Verbrauch ähnlich dem der ländlichen Versorgungsgebiete auf. In der warmen Jahreszeit steigt der Verbrauch durch die Gäste deutlich an. Als Bezugszahl der versorgten Einwohner kann aber innerhalb eines Jahres nur ein gleichbleibender Jahresdurchschnitt herangezogen werden, sodass der hohe Verbrauch im Sommer auf diese konstante Einwohnerzahl bezogen werden muss.

Weitere Einblicke in das Nutzerverhalten erlaubt die Darstellung der Wochenganglinien (Abbildung 12). Dabei ist ersichtlich, dass der Verbrauch städtischer Versorgungsgebiete während der Werkzeuge bei rund 210 l/Ed relativ konstant bleibt und zum Wochenende hin deutlich absinkt. Ländliche Versorgungsgebiete hingegen weisen während der Werkzeuge einen Verbrauch von rund 140 l/Ed auf und zeigen zum Wochenende hin einen klaren Anstieg.

Während in städtischen und gemischten Versorgungsgebieten der Verbrauch von Industrie, Gewerbe und öffentlichen Einrichtungen den Verbrauch an den Werktagen deutlich steigert, wird in den ländlichen Gebieten am Wochenende mehr Wasser durch Tätigkeiten in Haushalt und Garten verbraucht. Tages- oder Wochenpendler tragen noch zusätzlich zu einer Verstärkung dieses Effekts bei.

Die touristisch geprägten Versorgungsgebiete weisen den höchsten Verbrauch an Samstagen auf. Der Grund dafür wird im Urlauberwechsel und darauffolgender verstärkter Reinigungstätigkeit sowie durch den Verbrauch von Wochenend-Tagestouristen vermutet.

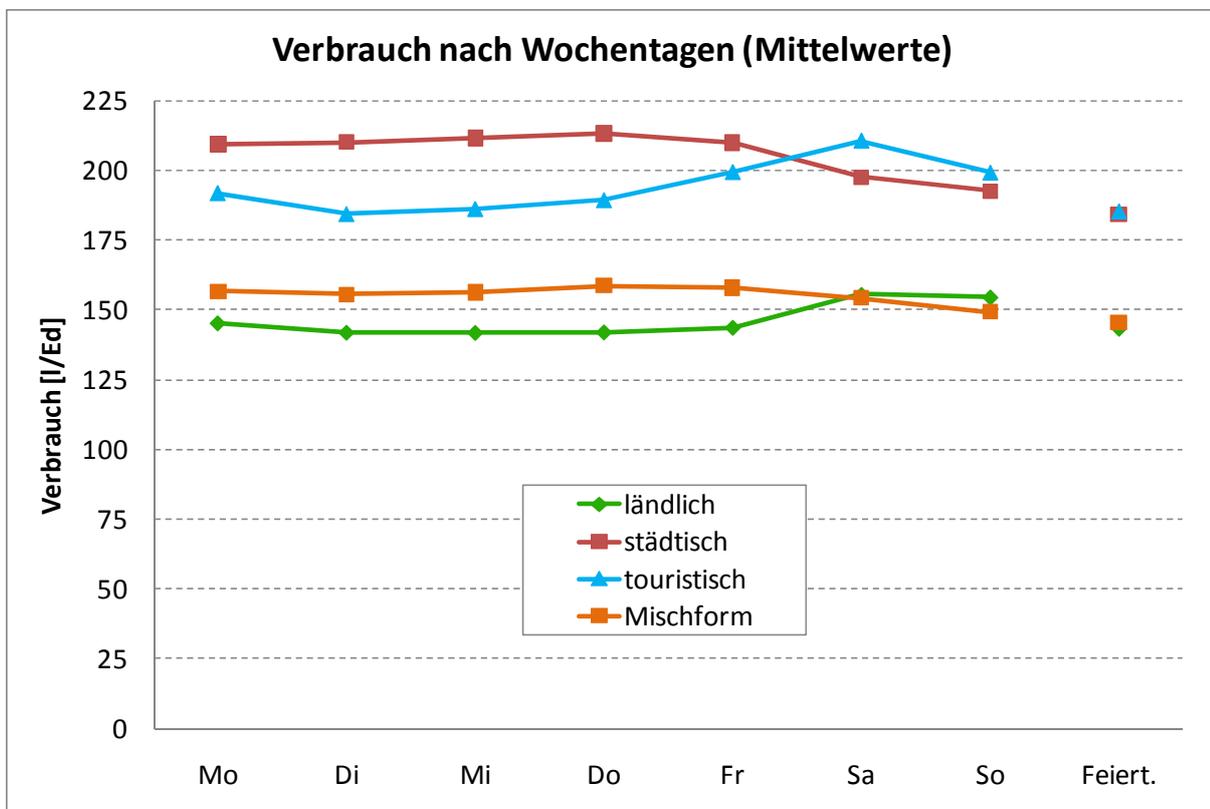


Abbildung 12: Wochenganglinien nach Strukturgruppen (Autokorrelation)

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der Verbrauch städtischer Versorgungsgebiete durch Berufstätigkeit und Produktion sowie durch das Pendler- und Freizeitverhalten während der Werkzeuge deutlich höher ist als an Wochenenden. In ländlichen Versorgungsgebieten ist dies genau umgekehrt.

6.4 Einfluss der Tagestemperatur auf den Verbrauch

Ein ganz wesentlicher kurzfristig wirkender Einflussfaktor auf den Wasserverbrauch ist das Wetter.

Die Korrelationen der Tageswasserverbräuche mit dem Wetter, insbesondere von der Temperatur, zeigen Abhängigkeiten auf hoch signifikantem Niveau. Die modellhafte Nachbildung (Regression) zeigt aufgrund der großen Streuung der einzelnen Verbrauchsdaten zumeist nur einen niedrigen Regressionskoeffizient R^2 . Die Datenpaare (Punktwolken) aus Verbrauch und mittlerer Tagestemperatur sind in Streudiagrammen darstellbar. Abbildung 13 zeigt die Datenpaare aller Versorgungsgebiete unterteilt in die vier Strukturgruppen. Des Weiteren sind in der Abbildung die jeweiligen Regressionen (Linien samt zugehöriger polynomialer Formel und Regressionskoeffizient R^2) ersichtlich. Sie stellen den bei bestimmten Temperaturen zu erwartenden, mittleren Verbrauch einer Strukturgruppe dar.

Anm.: Der bisherigen Farbgebung folgend steht rot für städtische, grün für ländliche, blau für touristische und orange für gemischt strukturierte Versorgungsbetriebe.

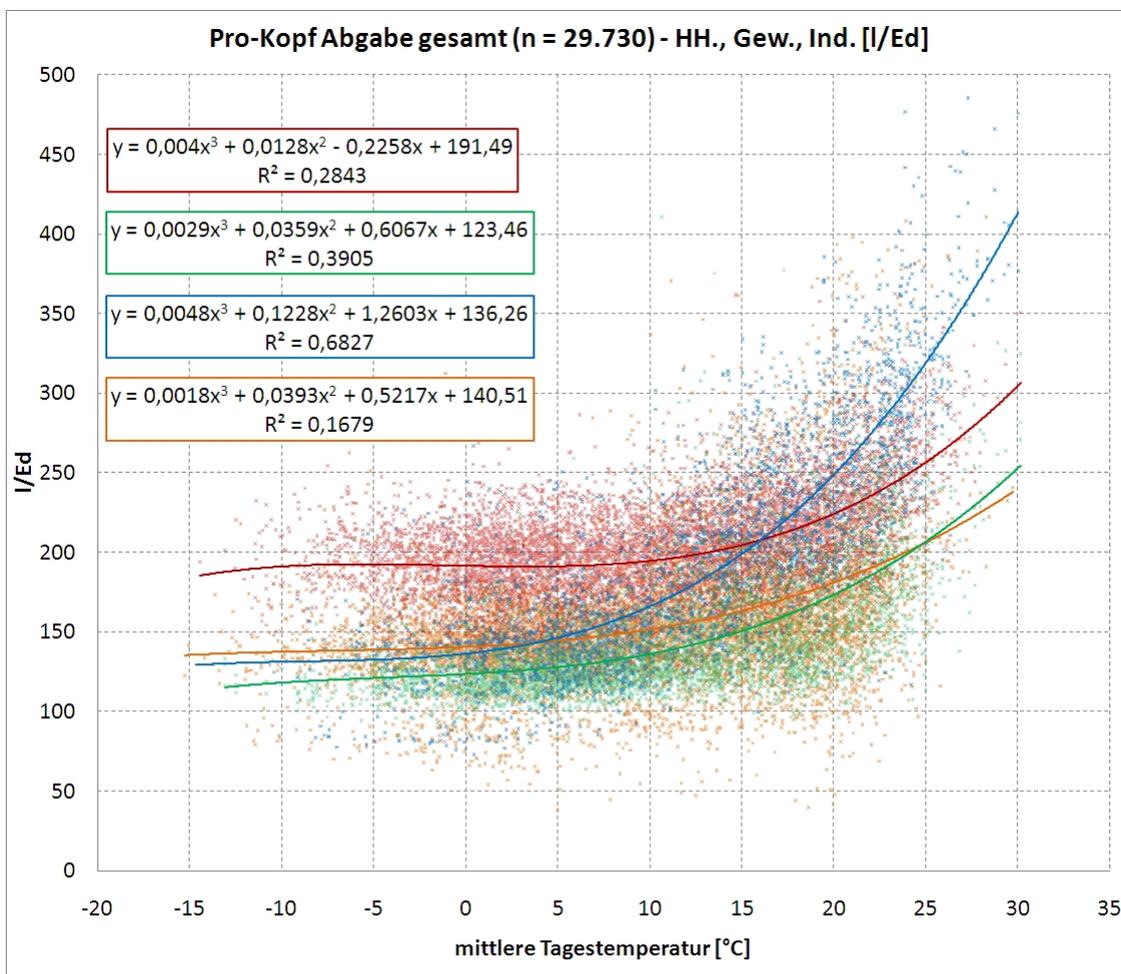


Abbildung 13: Wasserverbrauch je Strukturgruppe in Abhängigkeit von der mittleren Tagestemperatur

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Temperaturabhängigkeit des Verbrauchs eindeutig nachweisbar ist. Hohe Tagesdurchschnittstemperaturen führen im Schnitt und je nach Strukturgruppe zu einer Verbrauchssteigerung von 50 bis 100 % (in Tourismusgebieten auch bis zu 200 %) bezüglich des durchschnittlichen Verbrauchs an kühlen Tagen.

In Kombination mit anderen Einflussfaktoren wie zum Beispiel Trockenperioden, können sich auch noch wesentlich höhere Verbrauchssteigerungen ergeben.

Wie stark der Einfluss der Temperatur ist, hängt zusätzlich noch von den individuell vorhandenen Versorgungsstrukturen und der Zusammensetzung der Verbraucher ab. Verbraucher wie Industrie und Gewerbe vergleichmäßigen den Verbrauch und verringern somit den Einfluss der Temperatur.

6.5 Einfluss von Trockenperioden und Niederschlägen auf den Verbrauch

Weitere Einflussfaktoren auf den Wasserverbrauch werden einerseits in der Trockenheit bzw. der Dauer von Trockenperioden und andererseits im Niederschlag bzw. dessen Intensität gesehen.

Der Zusammenhang von Wasserverbrauch und Tagesniederschlag in mm bzw. der Dauer von Trockenperioden in Tagen wird in einem Streudiagramm ersichtlich (Abbildung 14).

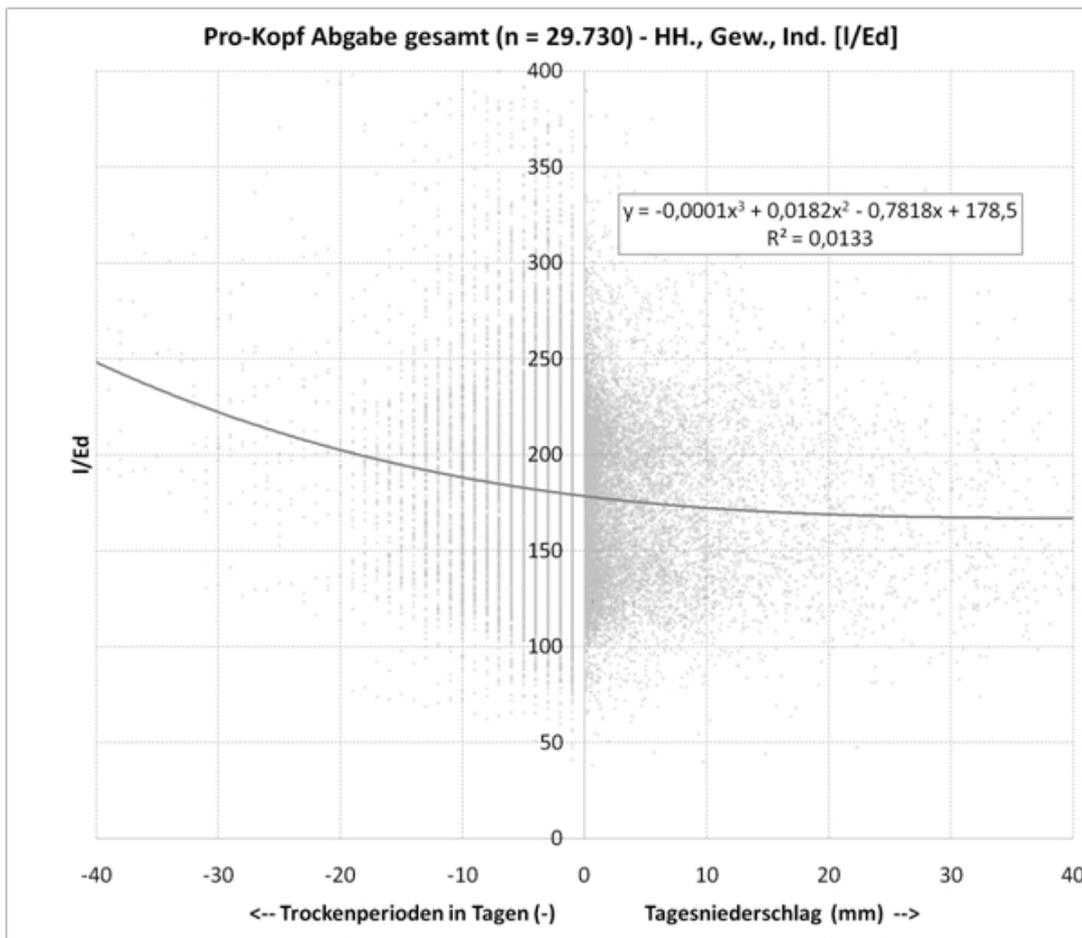


Abbildung 14: Wasserverbrauch in Abhängigkeit von der Dauer von Trockenperioden (Negativwerte links) bzw. der Niederschlagsintensität (Positivwerte rechts); Gesamtbetrachtung aller Untersuchungsgebiete

Die Regression stellt den mittleren Wasserverbrauch bei unterschiedlichen Regenintensitäten bzw. Trockenperioden dar.

Die starke Streuung der einzelnen Wasserverbräuche führt zu einem sehr niedrigen Regressionskoeffizienten, sodass die Regressionslinie nur als ganz grober Anhaltspunkt gesehen werden kann. Grund für die große Streuung der Daten ist, dass gleichzeitig noch andere, zum Teil wesentlich stärker wirkenden Faktoren wie z.B. die Temperatur den Wasserverbrauch beeinflussen.

Da die Anzahl der Datensätze mit langanhaltenden Trockenperioden bzw. hohen Regenintensitäten (Extremwerte) stark begrenzt sind, führt eine Gruppierung in die vier Strukturgruppen zu sehr niedrigen Fallzahlen für diese Extremwerte, und die Nachbildung mittels Regression wird unsicher (R^2 sehr niedrig). Daher wurde auf die Strukturgruppen verzichtet und die Datensätze nur in Sommer- und Winterhalbjahr aufgeteilt, um zumindest die Temperatur ansatzweise zu berücksichtigen.

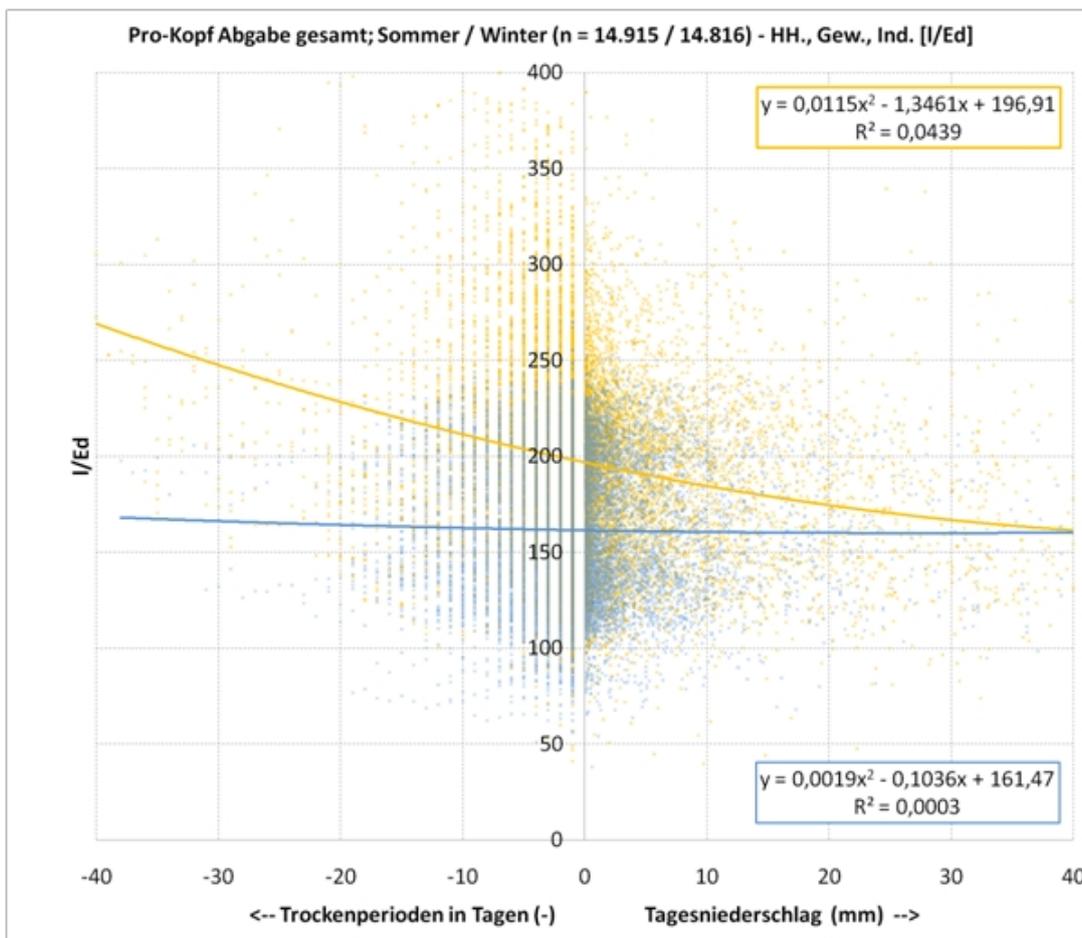


Abbildung 15: Wasserverbrauch aufgeteilt in Sommerhalbjahr (gelb) und Winterhalbjahr (blau) jeweils in Abhängigkeit von der Dauer der Trockenperioden (Negativwerte links) bzw. der Niederschlagsintensität (Positivwerte rechts); Gesamtbetrachtung aller Untersuchungsgebiete

Für das Winterhalbjahr (blaue Datenpunkte bzw. blaue Regressionslinie) zeigt sich nur eine geringe Veränderung des durchschnittlichen Verbrauchs zwischen Tagen mit Niederschlägen (rechte Diagrammhälfte) und Trockenperioden (linke Hälfte).

Für das Sommerhalbjahr hingegen (gelbe Datenpunkte bzw. gelbe Regressionslinie) zeigt sich eine deutliche Veränderung. Der Verbrauch verringert sich mit zunehmender Intensität der Niederschläge, bis bei rund 40 mm Niederschlag kein Unterschied mehr zwischen dem Winterdurchschnitt und dem

Sommerdurchschnitt erkennbar ist. Mit zunehmender Dauer von Trockenperioden steigt der durchschnittliche Wasserverbrauch hingegen deutlich an, bis bei rund 40 Tagen ohne Regen (-40 im Diagramm) ein um 2/3 höherer Verbrauch erreicht wird als im Winterdurchschnitt bei gleicher Dauer von Trockenperioden.

Der naheliegende Grund dafür ist, dass im Wesentlichen der Außenwasserverbrauch von Haushalten durch die Witterung beeinflusst wird und dass der Verbrauch im Außenbereich hauptsächlich im Sommerhalbjahr stattfindet.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sowohl Trockenperioden als auch Niederschlagsereignisse nur im Sommerhalbjahr bzw. der warmen Jahreszeit einen merklichen Einfluss auf den Wasserverbrauch haben. Folglich müssen Trockenperioden bzw. Niederschlag mit dem Einfluss der Temperatur gemeinsam betrachtet werden (siehe Kap. 6.7).

6.6 Einfluss von Sonnenscheindauer und relativer Luftfeuchtigkeit

Luftfeuchtigkeit und Niederschlag sowie Sonnenscheindauer und Temperatur sind als Einflussfaktoren auf den Wasserverbrauch nicht nur ähnlich, die jeweiligen Parameter stehen vielmehr selbst miteinander in kausalem Zusammenhang.

(Abbildungen im Anhang: Zusammenhänge von Sonneneinstrahlung und Temperatur bzw. Niederschlägen und Luftfeuchtigkeit)

Es ist daher naheliegend, dass für den Wasserverbrauch ähnliche Abhängigkeiten für Sonnenscheindauer und Temperatur gefunden werden. Der Zusammenhang des Verbrauchs mit der Temperatur ist allerdings deutlicher.

(Abbildung 13 bzw. weitere Abbildungen im Anhang: Wasserverbrauch in Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung bzw. Wasserverbrauch je Strukturgruppe in Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung)

Auch für die Abhängigkeit des Wasserverbrauchs von der relativen Luftfeuchtigkeit zeigt sich ein ähnlicher Zusammenhang wie mit den Einflussparametern Trockenheit und Niederschlagsintensität.

(Abbildungen im Anhang: Wasserverbrauch in Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit sowie Wasserverbrauch je Strukturgruppe in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit)

Da bei besonders hohen bzw. besonders niedrigen Werten relativer Feuchtigkeit nur sehr wenige Datensätze zur Verfügung stehen, ist die Gültigkeit des Zusammenhanges auf den mittleren Bereich (zwischen 30 und 90 % rel. Luftfeuchte bzw. zwischen 50 und 90 % rel. Luftfeuchte bei Unterteilung in Strukturgruppen) beschränkt. Die polynomischen Regressionen können für diese Bereiche durch lineare Näherungen ersetzt werden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Korrelation des Wasserverbrauchs mit der Sonnenscheindauer ein ganz ähnliches Bild ergibt wie die Korrelation mit der Temperatur. Der Zusammenhang des Verbrauchs mit der mittleren Tagestemperatur ist aber wesentlich stärker ausgeprägt und wird daher in weiterer Folge beibehalten.

Der Zusammenhang des Verbrauchs mit der relativen Luftfeuchtigkeit ist stärker ausgeprägt als der Zusammenhang mit der Dauer von Trockenperioden bzw. der Niederschlagsintensität. Der stärkere Zusammenhang rührt zu einem Teil daher, dass die relative Luftfeuchtigkeit speziell in der kühlen Jahreszeit oft höher sein kann als bei hohen Temperaturen. So kommt es zu einer Umwegkorrelation mit der Temperatur. Um bei der Kombination der Einflussparameter die Temperatur nicht mehrfach zu berücksichtigen, wird in weiterer Folge nur der Einfluss von Trockenheit und Niederschlägen gleichzeitig mit Temperatureinflüssen verwendet.

6.7 Kombiniertes Einfluss von Temperatur und Trockenperioden bzw. Niederschlag

Die Kombinationen der am stärksten auf den tagesdurchschnittlichen Wasserverbrauch wirkenden und voneinander eher unabhängigen Einflussfaktoren sind in Abbildung 16 (Trockenperioden x Temperatur) und Abbildung 17 (Niederschlag x Temperatur) dargestellt.

Die Abbildungen zeigen jeweils den durchschnittlichen Verbrauch (gemittelter Pro-Kopf-Verbrauch aller Strukturgruppen gemeinsam, inkl. Gewerbe und Industrie) in Abhängigkeit von der Temperatur bei zunehmender Dauer von Trockenperioden bzw. zunehmender Intensität von Niederschlägen.

Zusätzlich ist hier die Unterteilung in Sommerhalbjahr (April - Sept.) und Winterhalbjahr (Okt. – März) dargestellt. Es zeigt sich, dass die Unterteilung in die vier Temperaturgruppen noch deutlichere Einflüsse erkennen lässt als lediglich die Unterteilung in Sommer- und Winterhalbjahr.

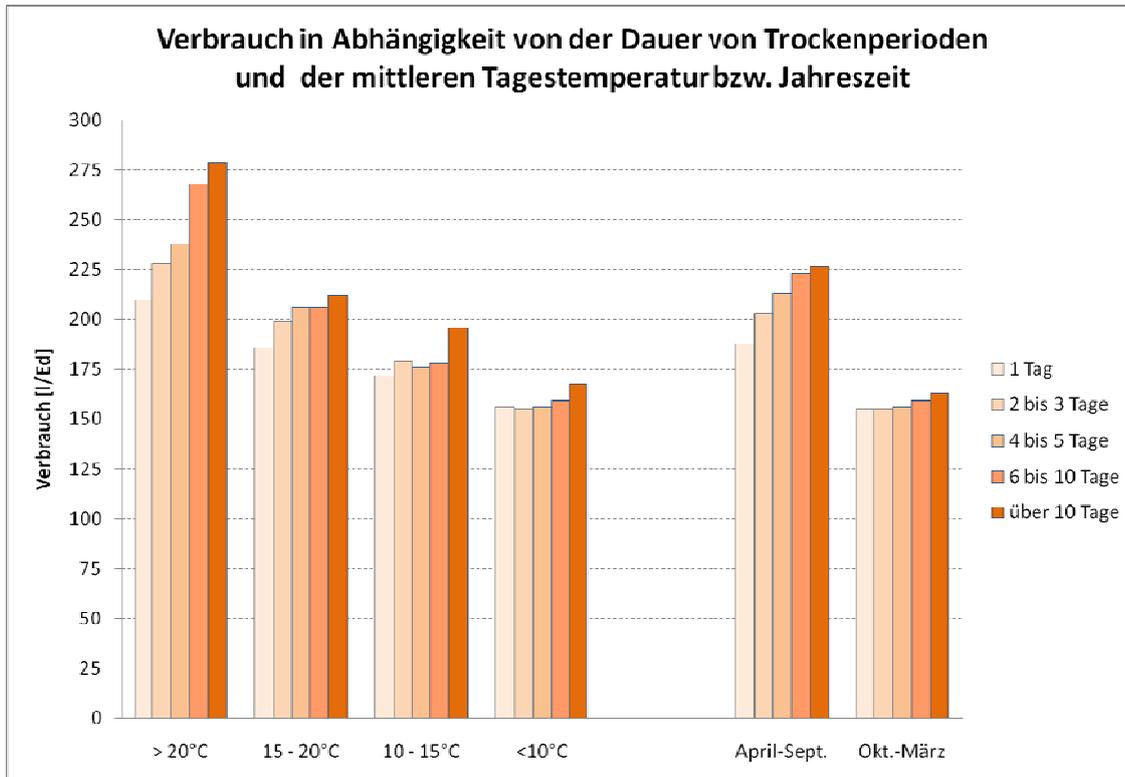


Abbildung 16: Vergleich der gemittelten Pro-Kopf-Verbrauchszahlen aller Strukturgruppen gemeinsam, in Abhängigkeit von der Dauer von Trockenperioden und Temperatur beziehungsweise Jahreszeit

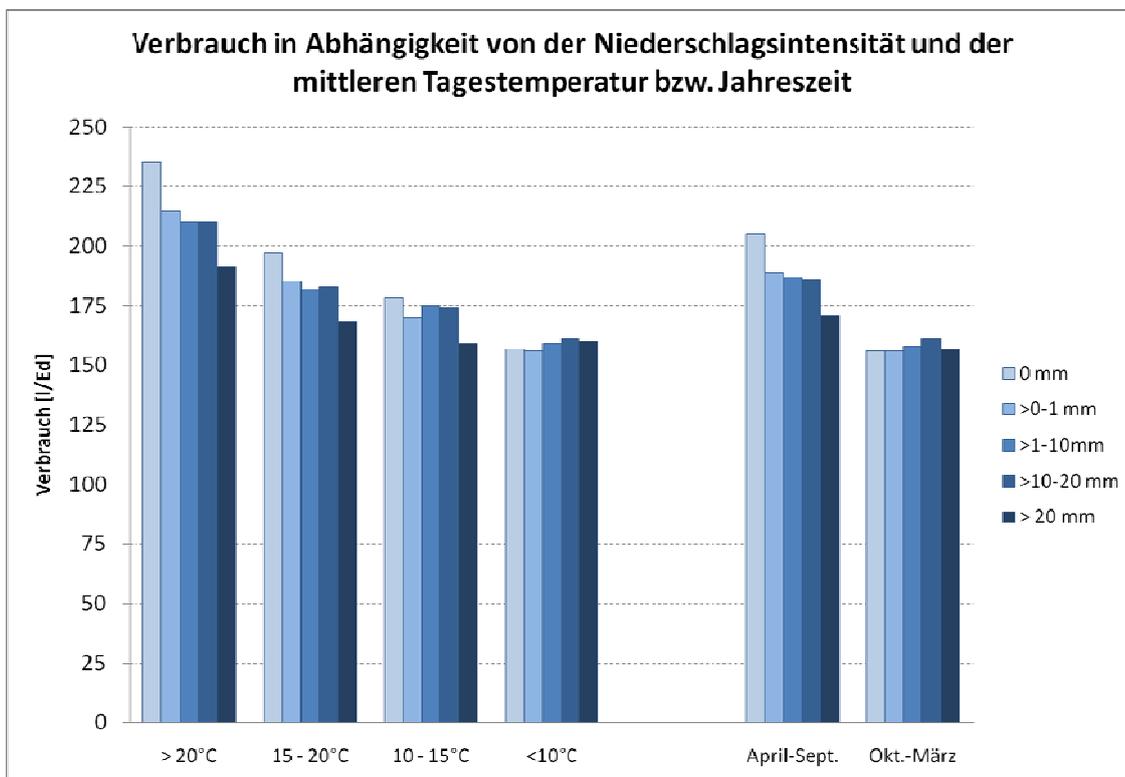


Abbildung 17: Vergleich der gemittelten Pro-Kopf-Verbrauchszahlen aller Strukturgruppen gemeinsam, in Abhängigkeit von Jahreszeit beziehungsweise von der Temperatur bei unterschiedlichen Niederschlagssummen

In weiterer Folge können Niederschlagsereignisse und Trockenperioden auch gemeinsam betrachtet werden. Abbildung 18 zeigt dieses Bild beginnend mit starken Niederschlägen über 20 mm (links) bis zu langen Trockenperioden von über 10 Tagen (rechts) für die vier Temperaturgruppen der mittleren Tagestemperatur. Die Verbrauchsänderungen sind hierbei als %-Werte ausgehend vom durchschnittlichen Verbrauch an kühlen Tagen (160 l/Ed = 100 %) angegeben.

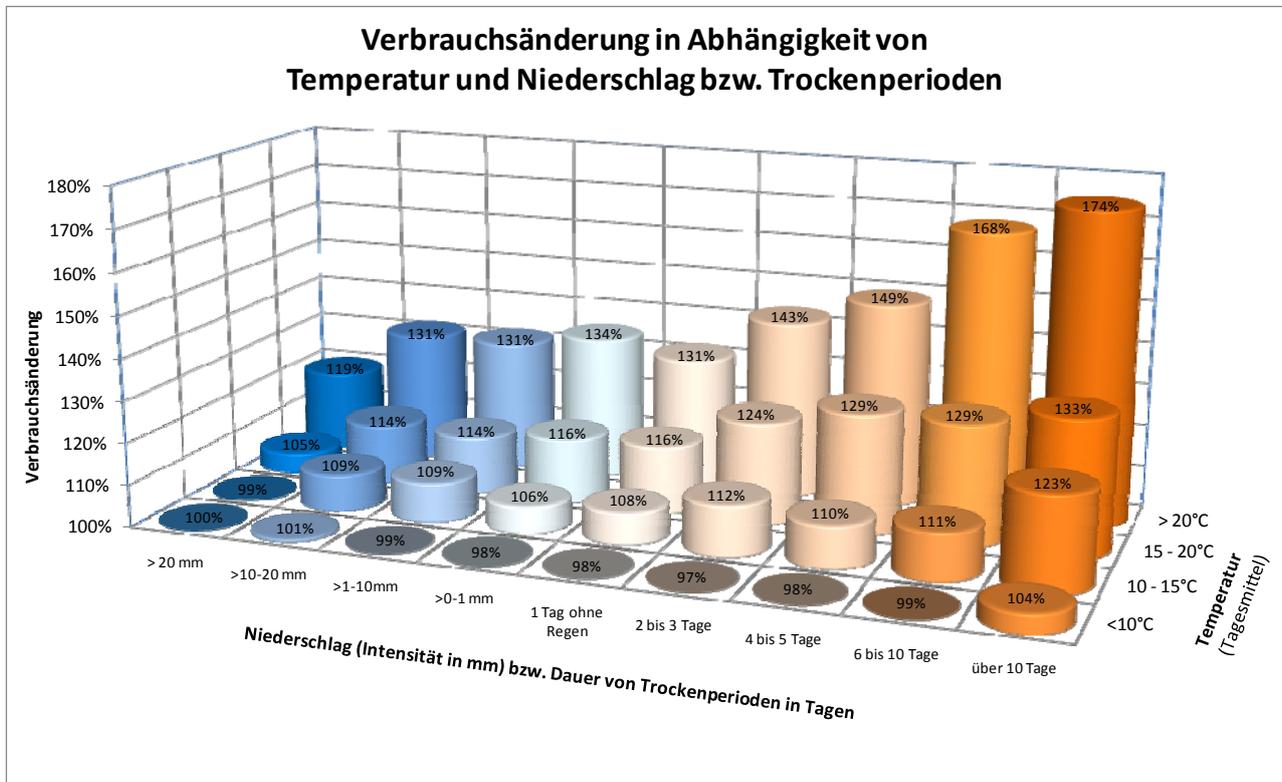


Abbildung 18: Einfluss von Temperatur und Niederschlagsintensität bzw. Dauer von Trockenperioden auf den Verbrauch (bezogen auf den durchschnittlichen Verbrauch an kühlen Tagen von 160 l/Ed)

Zusammenfassend kann noch einmal bestätigt werden, dass sowohl der Einfluss der Dauer von Trockenperioden als auch der Intensität von Niederschlagsereignisse mit steigenden durchschnittlichen Tagestemperaturen immer deutlicher hervortritt, während sie bei niedrigen Temperaturen nicht wirksam sind.

6.8 Spitzenfaktoren

Ein mit der Siedlungsstruktur zumeist eng in Zusammenhang stehender Faktor ist die Siedlungsgröße. In der Literatur sowie in Normen und Regelwerken wird die Einwohnerzahl als maßgeblicher Faktor für die Bemessung der Versorgungsanlagen hinsichtlich Verbrauchsspitzen herangezogen. Abbildung 19 zeigt die jährlich aus den vorhandenen Messwerten der Jahre 2000-2009 errechneten Tagesspitzenfaktoren in Abhängigkeit der Siedlungsgröße.

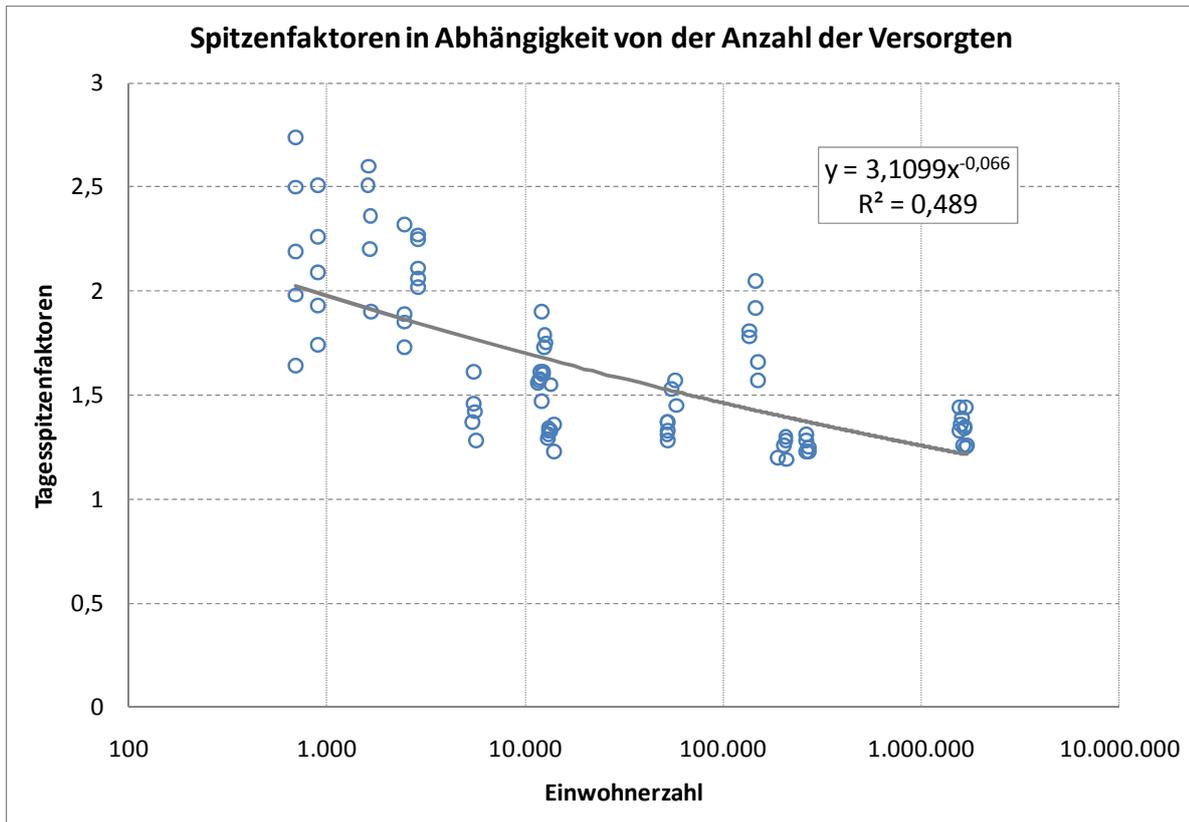


Abbildung 19: Tagesspitzenfaktoren in Abhängigkeit der Siedlungsgröße (Messwerte der Jahre 2000-2009)

Neben dem aus der Literatur bekannten und anhand der Messwerte wiedergefundenen Einflusses der Siedlungsgröße wurden auch die Einflüsse der Siedlungsstruktur, der Wochentage und verschiedener Tagesmerkmale (Temperatur, Trockenperiode oder Tage an langen Wochenenden) untersucht.

Abbildung 20 bis Abbildung 22 zeigen die Bandbreiten der Tagesspitzenfaktoren zuerst in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur, danach in Abhängigkeit von den Wochentagen und schließlich kombiniert in Abhängigkeit von Siedlungsstruktur und Wochentagen. Dabei ist zu erkennen, dass die besonders hohen Spitzenfaktoren an den Wochenenden von den ländlichen und touristischen Versorgungsgebieten herrühren. Daraus wird ersichtlich, dass bei Betrachtungen der Einflussfaktoren auf die Verbrauchsspitzen immer der grundsätzliche Einfluss der Siedlungsstruktur zu bedenken ist.

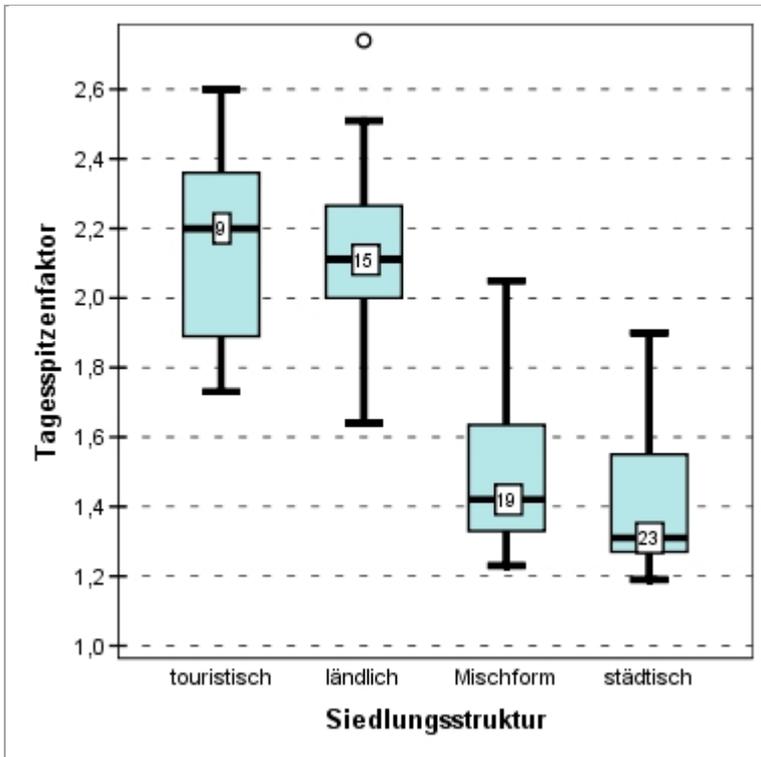


Abbildung 20: Bandbreiten der Tagesspitzenfaktoren in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur

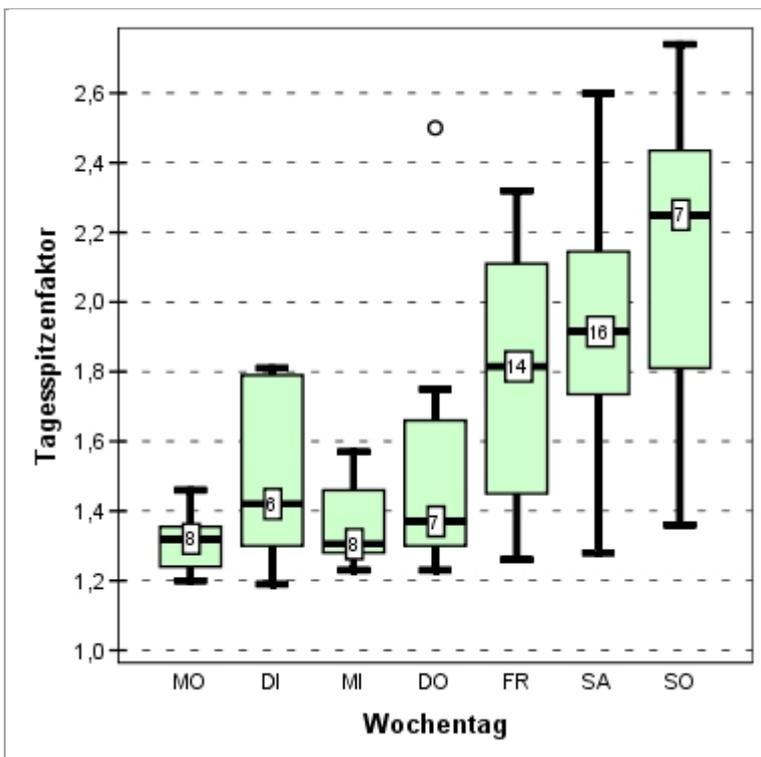


Abbildung 21: Bandbreiten der Tagesspitzenfaktoren in Abhängigkeit von den Wochentagen

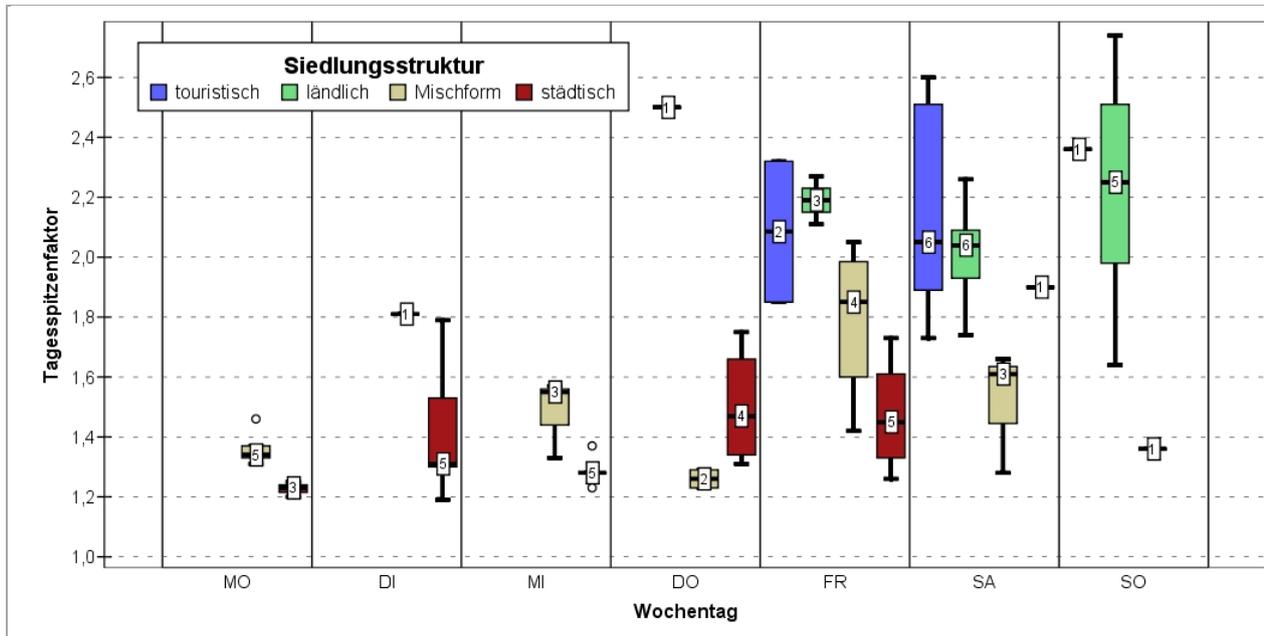


Abbildung 22: Verteilung der Tagesspitzenfaktoren über die Wochentage unter Berücksichtigung der Siedlungsstruktur

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die maximalen und durchschnittlichen Tagesspitzenfaktoren der jeweiligen Versorgungsgebiete in Abhängigkeit der Siedlungsstruktur bzw. der Siedlungsgröße. Der Maximalwert ist dabei der absolut höchste Tagesspitzenfaktor aller Jahre und aller gleichartigen Versorgungsgebiete bzw. Siedlungsgrößen. Der mittlere Tagesspitzenfaktor ist der Medianwert aller jährlichen Tagesspitzenfaktoren der gleichartigen Versorgungsgebiete bzw. Siedlungsgrößen.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Tagesspitzenfaktoren unterschiedlicher Versorgungsstrukturen (oben) und Siedlungsgrößen (unten)

Siedlungsstruktur	touristisch	ländlich	Mischform	städtisch
maximaler Tagesspitzenfaktor	2,6	2,7	2,1	1,9
mittlerer Tagesspitzenfaktor	2,2	2,1	1,4	1,3
Siedlungsgröße	1.000 EW	10.000 EW	100.000 EW	1 Mio. EW
maximaler Tagesspitzenfaktor	2,7	1,9	2,1	1,5
mittlerer Tagesspitzenfaktor	2,0	1,7	1,5	1,3

Tabelle 2 zeigt die Referenzwerte der ÖNORM und des DVGW Regelwerkes. Der Vergleich zeigt, dass die tatsächlich gemessenen maximalen Spitzenwerte in ländlich strukturierten, kleinen Versorgungsgebieten und in touristisch beeinflussten Versorgungsgebieten deutlich höher liegen können als laut ÖNORM B 2538. Selbst wenn nur der Durchschnitt aller Tagesspitzenfaktoren einer Größenklasse herangezogen wird, liegen die Messwerte noch durchwegs über den Referenzwerten der ÖNORM. Die von Haus aus höheren Referenzwerte der DVGW W 410 werden nur noch teilweise von den maximalen Spitzenwerten überschritten.

Tabelle 2: Tagesspitzenfaktor (nach ÖNORM B 2538 bzw. berechnet nach DVGW W 410) – (Details: siehe Teil 1 der Studie)

Einwohner im Versorgungsgebiet...	Österreich (ÖNORM B 2538)	Deutschland (DVGW W 410) berechnet
bis 1500	1,8	bis 2,3
über 1500 bis 5 000	1,7	von 2,3 bis 2,1
über 5000 bis 20 000	1,6	von 2,1 bis 1,9
über 20 000 bis 50 000	1,5	von 1,9 bis 1,7
über 50 000	1,4	von 1,7* bis 1,3*

* für Berlin

Tagesmerkmale, die als Spitzentagauslöser erkannt wurden, sind in Abbildung 23 dargestellt. Dabei ergeben sich Trockenperioden und lange Wochenenden als Ursache der höchsten Spitzenfaktoren. Als alleiniger Faktor lösen heiße Tage keine besonders hohen Spitzen aus. Die insgesamt meisten Werte konnten keiner einzelnen Ursache zugeordnet werden. Qualitativ ist der Einfluss von verschiedenen Spitzentagauslösern nach Charakterisierung des Versorgungsgebietes in Tabelle 3 beschrieben. In dieser Tabelle finden sich auch die Bandbreiten der berechneten Monatsvariabilitäten (Verhältnis von maximalem Monatsverbrauch zu minimalem monatlichen Verbrauch im Jahresdurchschnitt). Ähnlich den Tagesspitzenfaktoren zeigt auch die Monatsvariabilität wie unterschiedlich die Versorgungssituation im Laufe eines Jahre ist.

Tabelle 3: Spitzentagauslöser in verschiedenen Versorgungsgebieten

Charakterisierung		Einflussfaktoren			
Struktur	Monatsvariabilität	Tag	Monat	Temperatur	Niederschlagsfreie Zeit
ländlich	1,42-1,70	SA, SO, langes WE	Apr. - Juli	mittel	stark
städtisch	1,16-1,35	Werktage	Apr. - Sept. (Juni!)	mittel	mittel
touristisch	2,11-2,34	Wochenende (SA!)	Mai - Juli	stark	stark
Mischform	1,18-1,81	alle Tage	Apr. - Aug.	wenig	stark

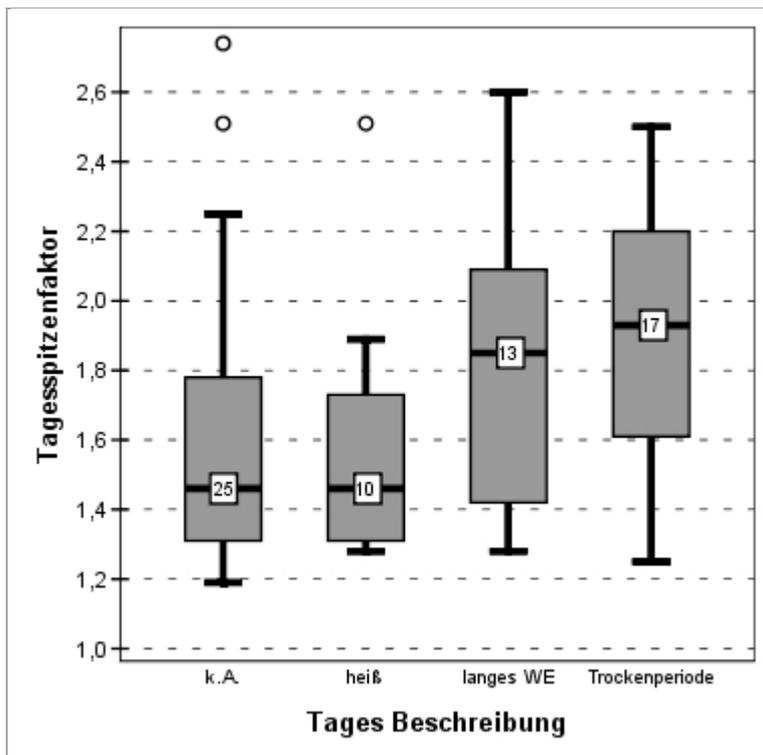


Abbildung 23: Qualitative Auslöser von Spitzenverbräuchen

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Referenzwerte der ÖNORM B 2538 von den tatsächlich gemessenen Spitzenwerten speziell in ländlich strukturierten, kleinen Versorgungsgebieten und in touristisch beeinflussten Versorgungsgebieten deutlich überschritten werden. Die von Haus aus höheren Referenzwerte der DVGW W 410 werden nur noch teilweise von den maximalen Spitzenwerten überschritten.

Heiße Tage alleine lösen nur selten besonders hohe Spitzen aus. Die meisten Verbrauchsspitzen können nicht explizit einer einzelnen Ursache zugeordnet werden. Trockenperioden und lange Wochenenden sind die häufigsten Ursachen besonders hoher Spitzenfaktoren.

6.9 Modelle

(Anm.: Die Modelle orientieren sich an den ermittelten empirischen Daten des Wasserverbrauchs verschiedener Gebiete. Dennoch ist in diesem Kapitel grundsätzlich die Diktion „Bedarf“ verwendet, da es sich um Modelle zur Vorhersage handelt.)

Zusammenfassend für alle Versorgungsstrukturen lässt sich mittels Regressionsanalyse ein polynomisches Modell des durchschnittlichen Wasserbedarfs in Abhängigkeit von der mittleren Tagestemperatur, wie in Abbildung 24 dargestellt, ableiten. Da aufgrund der geringen Datendichte bei extrem niedrigen Temperaturen die Regressionslinie (schwarz strichliert) einen wenig plausiblen Verlauf annimmt, wurde der Zusammenhang des Wasserbedarfs in Abhängigkeit von der mittleren Tagestemperatur modelliert (blaue Linie).

In Tabelle 4 sind die konkreten Pro-Kopf-Bedarfszahlen entsprechend dem Modell angegeben.

Die Korrelation, auf der das Modell basiert, zeigt Abhängigkeiten auf hoch signifikantem Niveau, wenngleich der Regressionskoeffizient R^2 aufgrund der großen Streuung der einzelnen Verbrauchsdaten nur 0,18 beträgt. Wie in Abbildung 13 auf Seite 45 dargestellt, steigen die Regressionskoeffizienten deutlich an, wenn die Datensätze nach Strukturgruppen aufgeteilt werden. Somit können auch mittlere ($R^2 > 0,5$) bis hohe ($R^2 > 0,7$) Korrelationen erreicht werden. In den folgenden Abschnitten (Kap. 6.9.1 bis 6.9.5) sind einige Modelle dargestellt, in denen die Datensätze nach unterschiedlichen Einflussfaktoren gruppiert wurden.

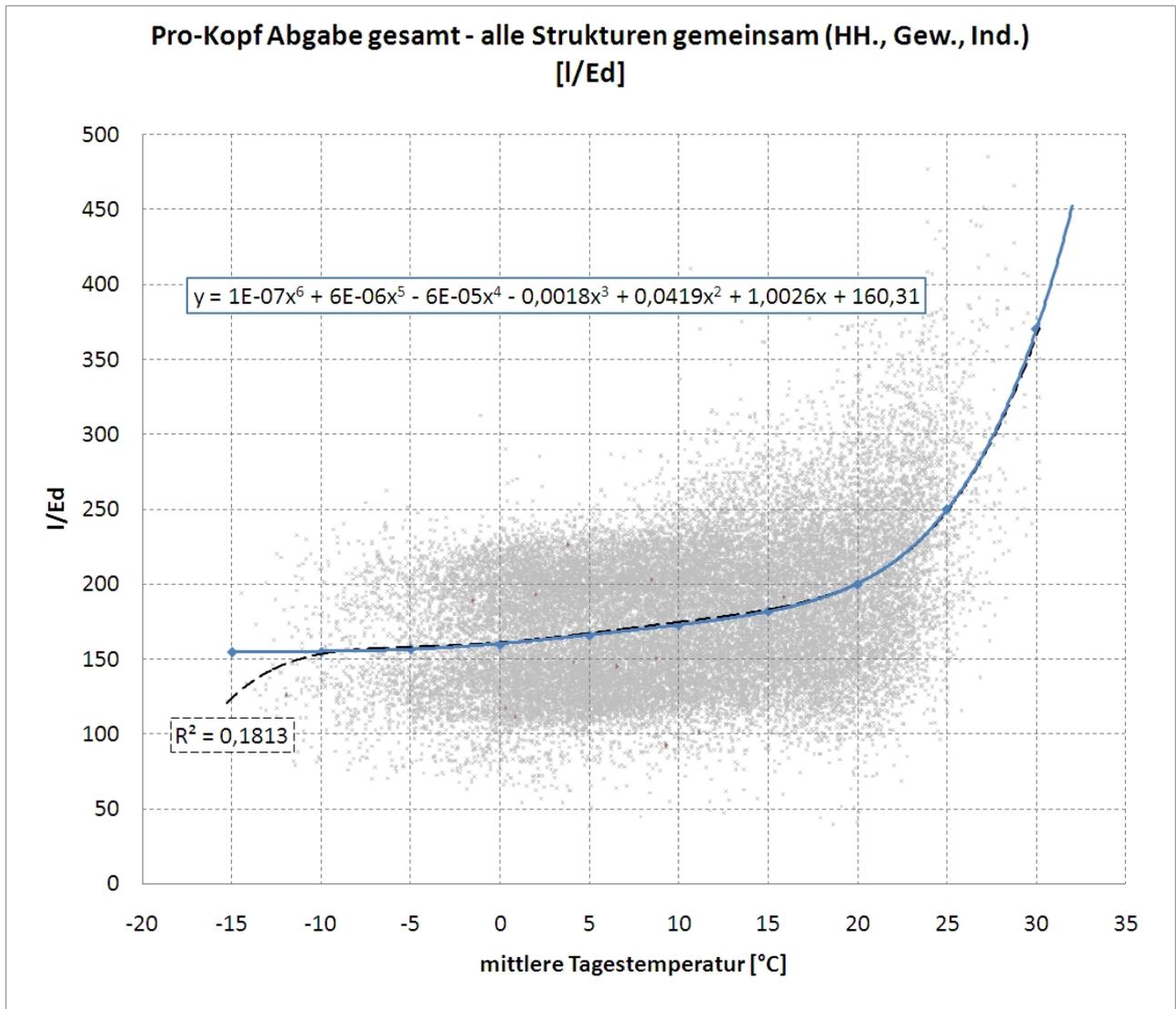


Abbildung 24: Modell des durchschnittlichen Wasserbedarfs in Abhängigkeit von der mittleren Tagestemperatur

Tabelle 4: Durchschnittlicher Wasserbedarf in Abhängigkeit von der mittleren Tagestemperatur

Mittlere Tagestemperatur (°C)	Durchschnittlicher Gesamt-Pro-Kopf-Bedarf (l)
-15	155
-10	155
-5	157
0	160
5	166
10	173
15	182
20	200
25	250
30	370

6.9.1 Temperatur und zeitliche Einflüsse

6.9.1.1 Jahreszeit

Abbildung 25 zeigt, wie durch die Berücksichtigung der Jahreszeit die Temperaturmodelle jeder Strukturgruppe differenziert werden können. Die Einzelmodelle weisen einen höheren Regressionskoeffizienten auf als die nicht differenzierten Modelle.

Eine Temperatur von z. B. 10°C im Winterhalbjahr ergibt somit einen geringeren Wasserbedarf als im Sommerhalbjahr. Der Unterschied ist für städtische Strukturen mit rund 10 l/Ed am geringsten und für touristisch beeinflusste Strukturen mit bis zu 40 l/Ed am höchsten.

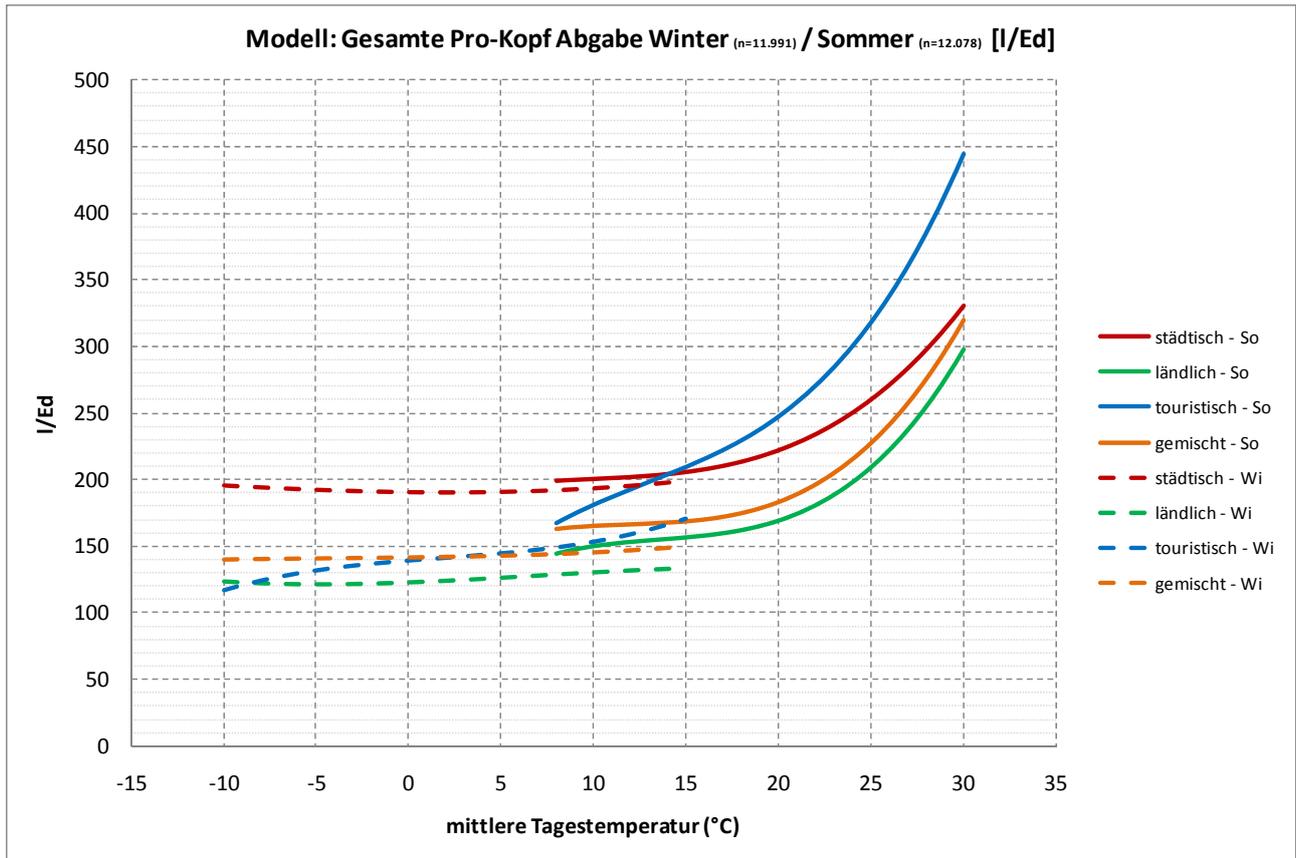


Abbildung 25: Modelle für den Einfluss von Temperatur und Jahreszeit auf den Bedarf (differenzierte Ergebnisse nach Strukturgruppen)

6.9.1.2 Wochentag

Abbildung 26 zeigt modellhaft den Einfluss von Temperatur und Wochentag auf den Bedarf städtischer Versorgungsstrukturen. Dabei ist ersichtlich, dass alle Werktage (Montag bis Freitag) durchschnittlich einen um 20 bis 25 I/Ed höheren Bedarf aufweisen als Wochenenden und Feiertage. Dieser Mehrbedarf an den Wochentagen gilt für alle Temperaturbereiche ähnlich.

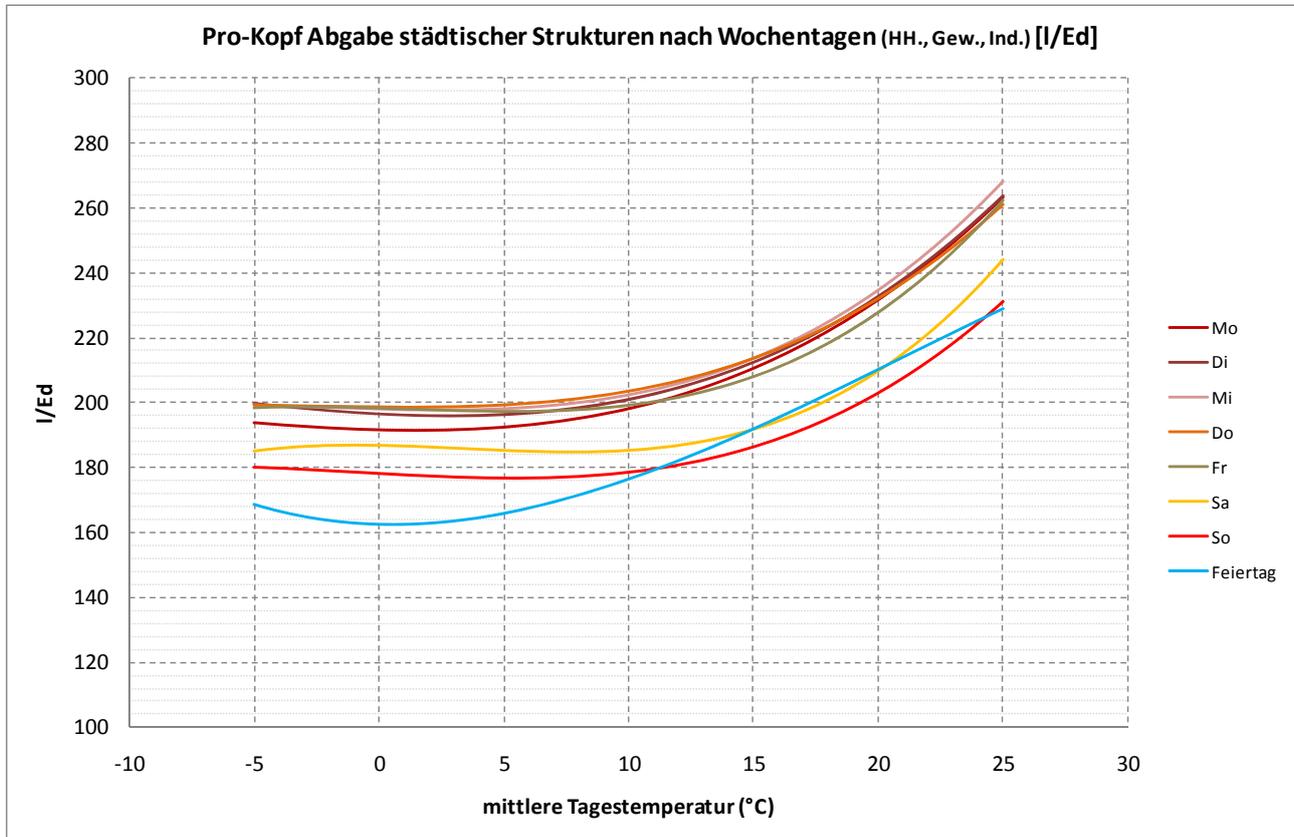


Abbildung 26: Modelle für den Einfluss von Temperatur und Wochentag auf den Bedarf städtischer Versorgungsstrukturen

Gegenüber den städtischen Versorgungsstrukturen zeigen die Modelle der ländlichen Versorgungsstrukturen (ohne Abbildung) den bereits bekannten, gegenteiligen Trend am Wochenende. Das heißt die Bedarfszahlen an Wochenenden und Feiertagen liegen in allen Temperaturbereichen durchschnittlich um 10 bis 15 I/Ed höher als an den Wochentagen.

In touristischen Versorgungsgebieten (ohne Abbildung) ist, wie bereits gezeigt, der Samstag der Tag mit den höchsten durchschnittlichen Verbräuchen. Dies gilt in Sommertourismusgebieten speziell an warmen Tagen mit mittleren Tagestemperaturen von über 20°C.

In gemischt strukturierten Versorgungsgebieten (ohne Abbildung) treten kaum Unterschiede zwischen Werktagen und Wochenenden zutage.

6.9.2 Temperatur x Niederschlag

In Abbildung 27 ist der Einfluss der Temperatur und der Regenintensität auf den Bedarf ohne Differenzierung nach Versorgungsstrukturen dargestellt.

Der Einfluss ist nur bei höheren Temperaturen ab 10°C ausgeprägt und beschränkt sich im Wesentlichen auf die Unterscheidung zwischen Regentagen und Tagen ohne Niederschlag. Die Intensität des Niederschlages gewinnt erst bei hohen Regenmengen an Bedeutung.

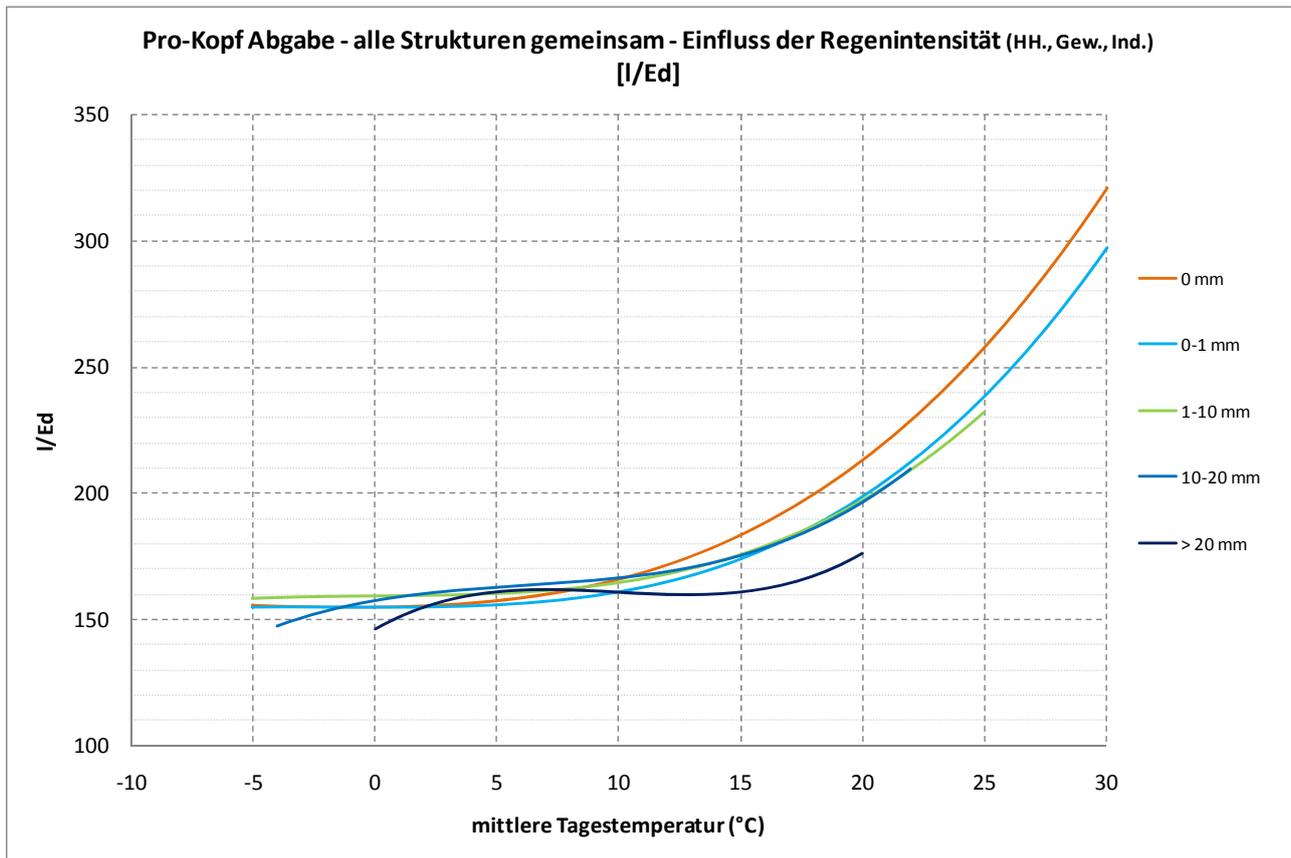


Abbildung 27: Modell für den Einfluss der Temperatur und der Regenintensität auf den Bedarf

6.9.3 Temperatur x Trockenperiode

Abbildung 28 zeigt im Modell, wie sich der Bedarf gemischt strukturierter Versorgungsgebiete an Tagen ohne Niederschlag und in längeren Trockenperioden gegenüber Regentagen verändert. Deutlich sichtbar ist dabei, dass der Mehrbedarf in Trockenperioden erst in Kombination mit höheren Temperaturen hervortritt.

Für städtisch, ländlich und touristisch strukturierte Versorgungsgebiete (ohne Abbildungen) gelten die gleichen Gesetzmäßigkeiten, wenngleich sie nicht so deutlich ausgeprägt sind wie in Abbildung 28 und von unterschiedlichen Anfangswerten (Minimalwerten an kühlen Tagen) ausgehen.

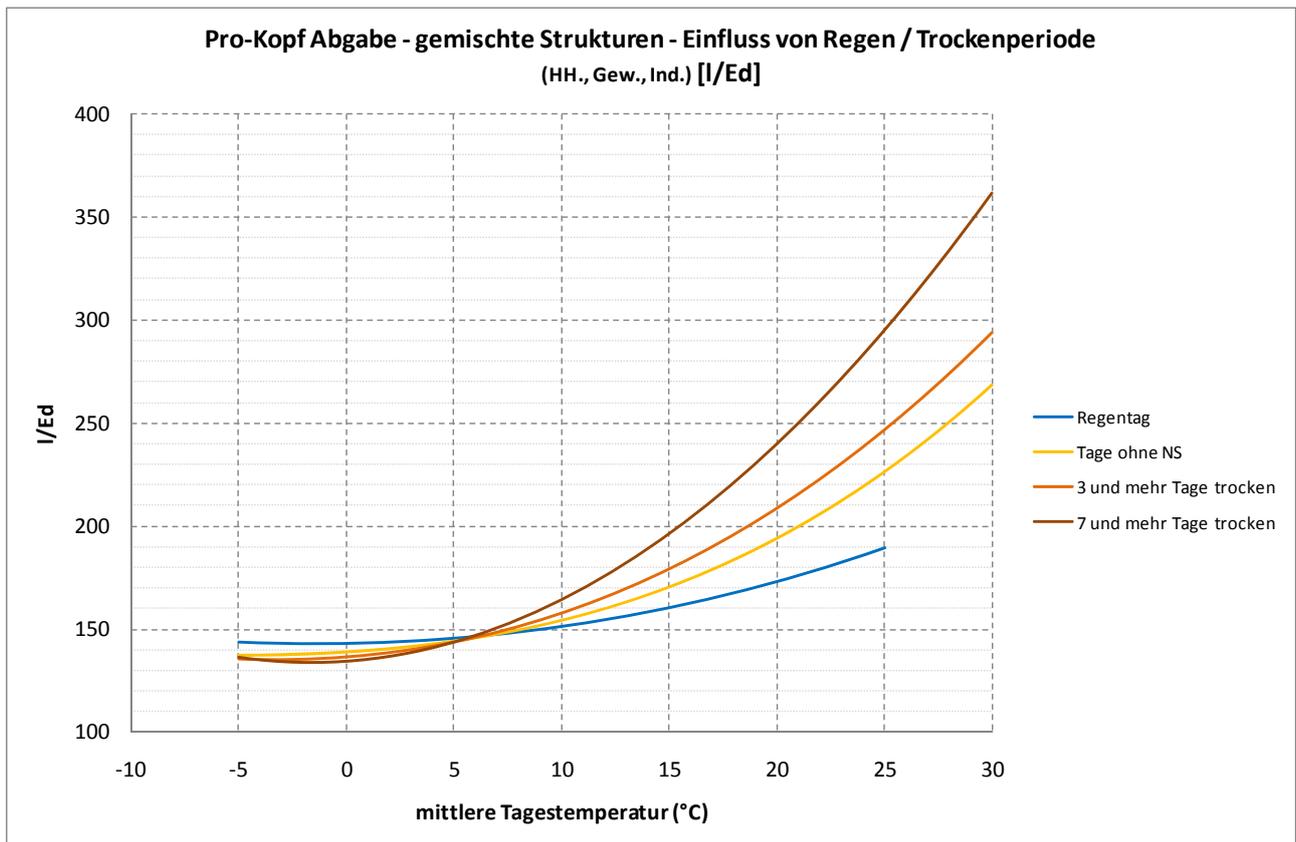


Abbildung 28: Modell für den Einfluss von Temperatur und Dauer von Trockenperioden auf den Bedarf gemischter Versorgungsstrukturen

6.9.4 Temperatur x Luftfeuchtigkeit

Abbildung 29 zeigt im Modell ohne Differenzierung nach Versorgungsstrukturen, wie sich der Bedarf unter dem Einfluss von Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit ändert.

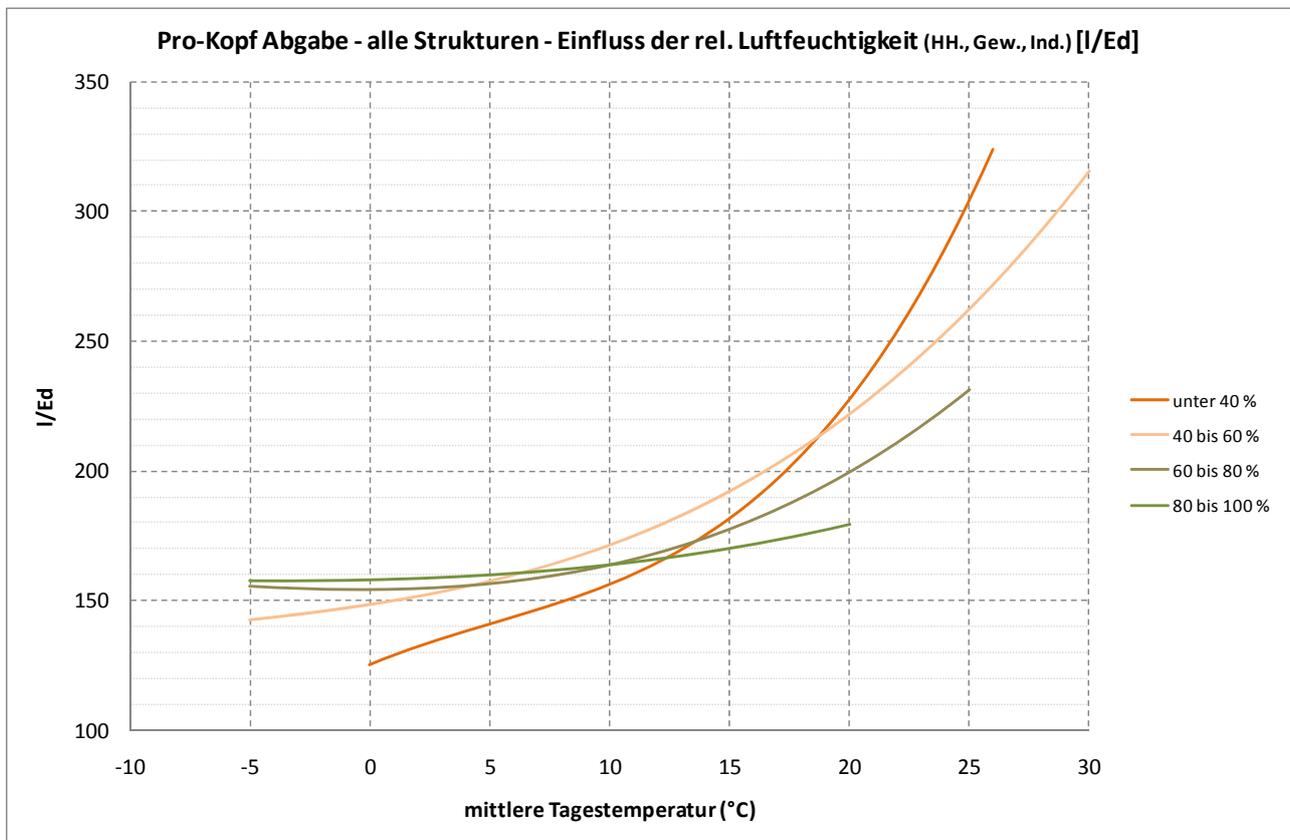


Abbildung 29: Modell für den Einfluss von Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit auf den Bedarf

6.9.5 Durchschnittsverbräuche und Spitzenverbräuche je Struktur

Abbildung 30 und Abbildung 31 zeigen, jeweils differenziert nach Versorgungsstrukturen, wie sich die mittleren und die maximalen Wasserverbräuche in Abhängigkeit der Temperatur verändern. Die durchgehenden, stärkeren Linien repräsentieren dabei den mittleren Wasserverbrauch, die dünnen, strichlierten Linien sind einhüllende Linien für 99,9 % (Abbildung 30) bzw. für 99,99 % (Abbildung 31) aller gemessenen Tagesverbräuche. Die einzelnen Punkte in den Abbildungen zeigen exemplarisch einige besonders hohe Spitzentage, auf denen das Modell beruht. Für das 99,9 % Modell liegt rechnerisch jeder 1.000. Tagesbedarf außerhalb der einhüllenden Linie. Für das 99,99 % Modell nur noch jeder 10.000. Tagesbedarf.

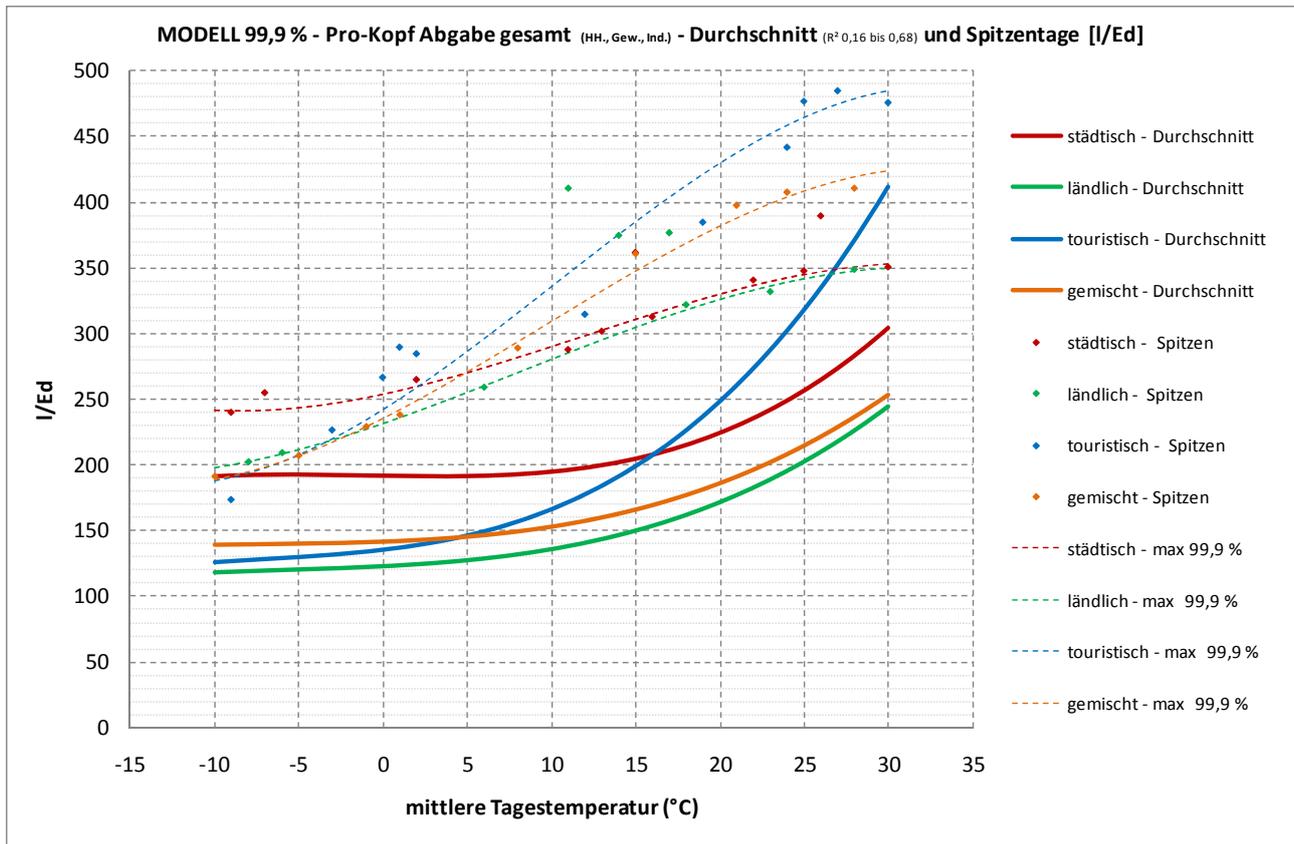


Abbildung 30: Modelle für den durchschnittlichen und maximalen (99,9 %) Bedarf unter Einfluss der Temperatur (differenzierte Ergebnisse nach Strukturgruppen)

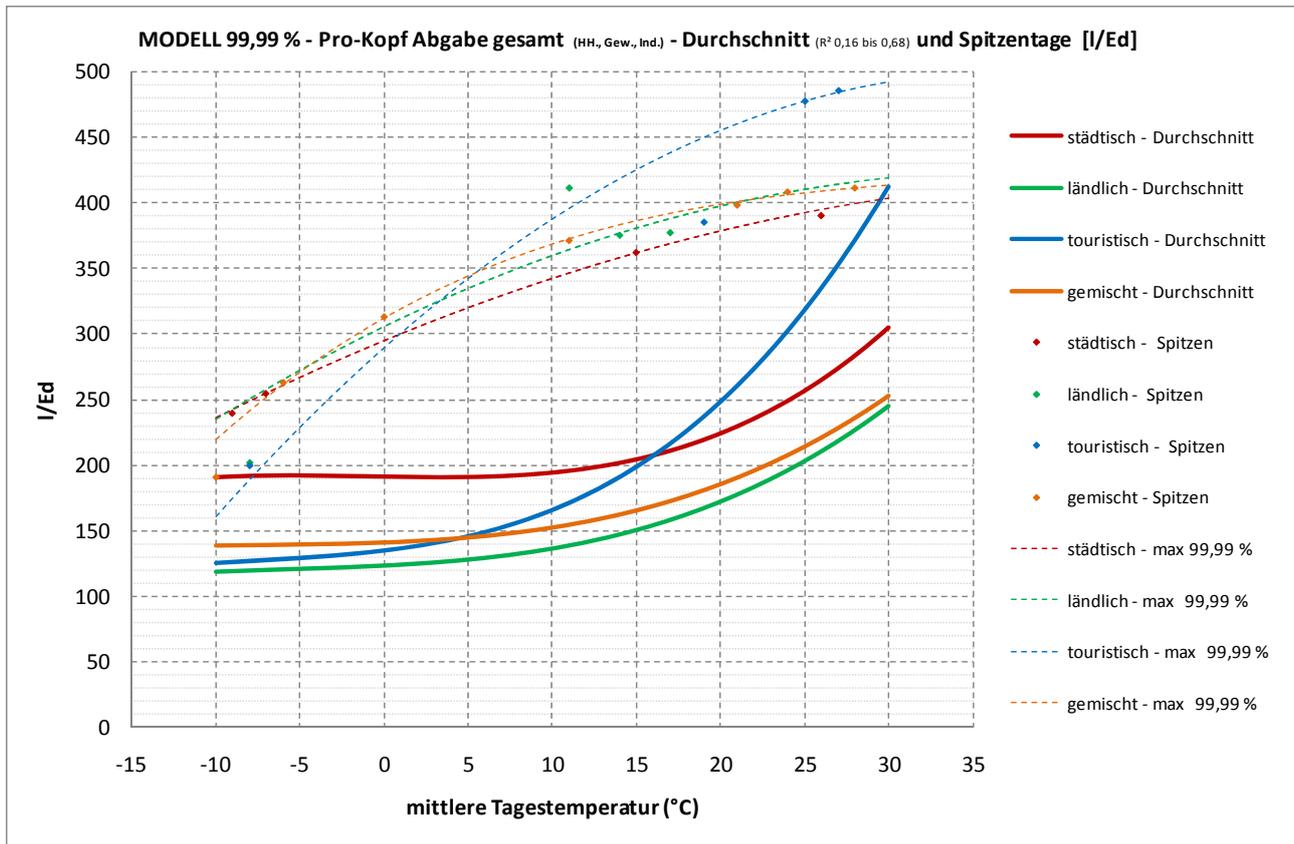


Abbildung 31: Modelle für den durchschnittlichen und maximalen (99,99 %) Bedarf unter Einfluss der Temperatur (differenzierte Ergebnisse nach Strukturgruppen)

Für beide Modelle ist zu erkennen, dass die Spitzenverbräuche mit zunehmender Temperatur zwar stetig zunehmen, die Steigerung der Zunahme aber mit höheren Temperaturen wieder geringer wird (abnehmende Steigung der einhüllenden Linie).

In Abbildung 32 sind, basierend auf den 99,99 % Modellen, Kurven für Tagesspitzenfaktoren dargestellt. Die durchgehenden, stärkeren Linien zeigen dabei Tagesspitzenfaktoren in Abhängigkeit von der Temperatur, wenn sie auf den durchschnittlichen Jahresbedarf (übliche Berechnungsweise) bezogen werden.

Die dünnen, strichlierten Linien zeigen den Faktor zwischen dem mittleren und dem maximalen Bedarf in Abhängigkeit von der Temperatur. Sie können als temperaturspezifische Tagesspitzenfaktoren angesehen werden, die ebenso auf den 99,99 % Modellen basieren, zu deren Berechnung aber nicht der durchschnittliche Jahresbedarf, sondern der temperaturabhängige Bedarf verwendet wird. Diese Linien zeigen, dass die Schwankungsbreite zwischen durchschnittlichem Bedarf und Spitzenbedarf im mittleren Temperaturbereich am größten ist und bei hohen Temperaturen wieder geringer wird.

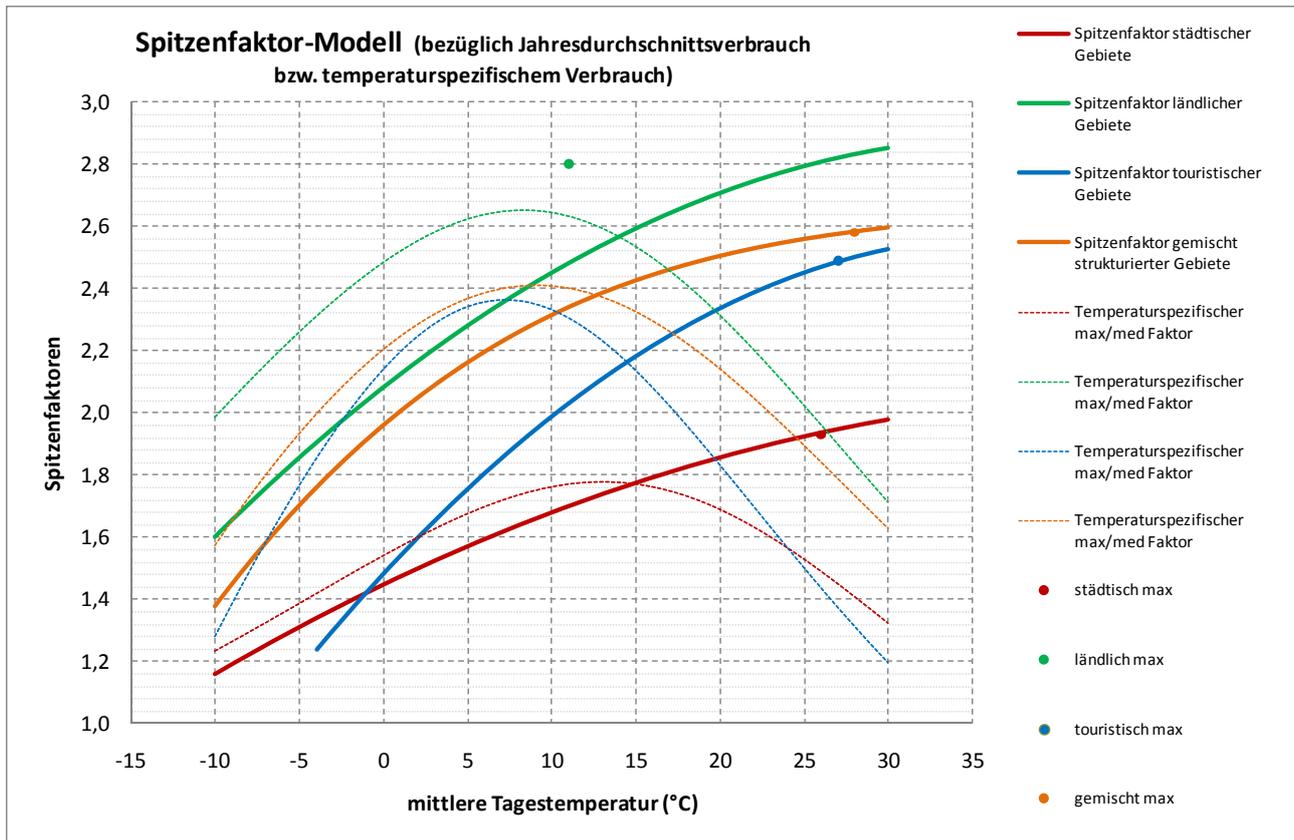


Abbildung 32: Modelle für die absoluten und temperaturspezifischen Spitzenfaktoren (basierend auf den 99,99 % Kurven; differenzierte Ergebnisse nach Strukturgruppen)

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die höchsten Tagesspitzen bei hohen Temperaturen erreicht werden. Die Kurven flachen aber je nach Strukturgruppe unterschiedlich rasch ab, sodass auch bei weiter steigenden, mittleren Tagestemperaturen nur noch eine geringe Steigerung der Tagesspitzen zu erwarten ist. Diese Überlegung ist speziell in Hinblick auf Prognosen bezüglich der Klimaerwärmung von Bedeutung.

7 Wasserverbrauch einzelner Objekte

In diesem Kapitel sind die verschiedenen Einflussfaktoren auf die Wasserverbräuche einzelner Objekte beschrieben. Die Analysen erstrecken sich exemplarisch auf verschiedene private und gewerbliche Wasserverbraucher:

- 4 Wohnhausanlagen
- 64 Reihenhäuser
- 35 Einfamilienhäuser
- 2 Wochenendhäuser
- Hotel
- Schwimmbad
- Ferienappartement
- Büro
- Wäscherei
- Einkaufszentrum
- Lebensmittelindustriebetrieb
- Getränkehersteller

7.1 Privathaushalte - Wohnungen in Wohnhausanlagen, Reihenhäuser, Einfamilienhäuser, Wochenendhäuser

7.1.1 Charakterisierung und Datengrundlagen

In diesem Kapitel ist der Wasserverbrauch von Wohnhausanlagen, Reihenhäusern, Einfamilienhäusern und Wochenendhäusern genauer untersucht. Zur Ursachenanalyse werden dabei auch die Nutzungsarten der Detailuntersuchungen (Kapitel 8) betrachtet. Der Wasserverbrauch ist zur besseren Vergleichbarkeit auf die Anzahl der Einwohner und eine entsprechende Zeiteinheit bezogen (üblicherweise Liter pro Einwohner und Tag, Abkürzung l/Ed).

7.1.1.1 Wohnhausanlage in Kärnten

(städtische Versorgungsstruktur, subalpines Klima)

Die Strukturdaten und Einwohnerzahlen der Wohnhausanlage wurden vom zuständigen Wasserwerk zur Verfügung gestellt. Es handelt sich um eine Wohnhausanlage mit 29 Wohneinheiten welche von 52 Erwachsenen und 20 Kindern bewohnt werden. Die Wasserabrechnung erfolgt nicht über einzelne Wohnungswasserzähler, sondern ist pauschaliert den Betriebskosten jeder Wohnung hinzugerechnet. Es liegen keine Informationen vor, wie groß etwaige Balkone sind oder ob und wie Grünflächen bewässert werden. Die Wohnhausanlage wird im Folgenden als *WHA K* bezeichnet.

Die Wasserverbrauchsdaten liegen in 2-Minutenschritten für den Zeitraum von Juni 2010 bis Februar 2011 und von Mai 2011 bis Oktober 2011 vor. Die vom Wasserversorgungsunternehmen gemessen und zur

Verfügung gestellten Daten wurden auf Aufzeichnungsfehler überprüft und eindeutig falsche Datensätze eliminiert. Aufzeichnungsfehler konnten nur an 5 Tagen festgestellt werden. Die Kennwerte sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 5: Kennwerte WHA K - Wasserverbrauch

	WHA K
Minimaler Tagesdurchschnitt in der Messperiode	92 l/Ed
Durchschnittlicher Verbrauch in der Messperiode	117 l/Ed
Maximaler Tagesdurchschnitt in der Messperiode	143 l/Ed

7.1.1.2 Wohnhausanlagen in Niederösterreich (städtische Versorgungsstruktur, pannonisches Klima)

Die Strukturdaten und Einwohnerzahlen der Wohnhausanlagen wurden von der Gemeinde zur Verfügung gestellt.

- Wohnhausanlage 1 (WHA NÖ1), 351 Bewohner
- Wohnhausanlage 2 (WHA NÖ2), 297 Bewohner
- Wohnhausanlage 3 (WHA NÖ3), 356 Bewohner

Die Wasserverbrauchsdaten wurden vom Wasserversorgungsunternehmen gemessen und zur Verfügung gestellt und liegen in Stundenschritten für jede Wohnhausanlage vor (Dezember 2010 – Februar 2011). Eine Messung in der Sommermessperiode konnte nicht vorgenommen werden. Die Wasserabrechnung innerhalb der Wohnhausanlagen erfolgt nicht über einzelne Wohnungswasserzähler, sondern ist pauschaliert den Betriebskosten jeder Wohnung hinzugerechnet.

Es liegen keine genauen Angaben bezüglich der Größe der Wohneinheiten, der Balkone und Grünflächen sowie deren etwaigen Bewässerung vor.

Die Überprüfung der Messwerte auf Aufzeichnungsfehler ergab bei Wohnhausanlage 1 ab Jänner eine deutliche Erhöhung des Verbrauchs, was vor allem in den erhöhten Nachtminima zu erkennen war. Vermutlich handelt es sich hierbei um eine Leckstelle. Um die Vergleichbarkeit der Wohnhäuser zu gewährleisten, wurden die abweichenden Werte nicht in der Auswertung berücksichtigt. Aufzeichnungsfehlern traten vor allem an Tagen der Datenauslesung auf (3 Tage). Die eindeutig falschen Datensätze wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt.

Tabelle 6 zeigt die Kennwerte des Wasserverbrauchs der drei untersuchten Wohnhausanlagen.

Tabelle 6: Kennwerte WHA NÖ - Wasserverbrauch

	WHA NÖ 1	WHA NÖ 2	WHA NÖ 3
Minimaler Tagesdurchschnitt in der Messperiode	108 l/Ed	105 l/Ed	100 l/Ed
Durchschnittlicher Verbrauch in der Messperiode	120 l/Ed	120 l/Ed	118 l/Ed
Maximaler Tagesdurchschnitt in der Messperiode	139 l/Ed	141 l/Ed	141 l/Ed

Bei gemeinsamer Betrachtung der Verbrauchsdaten aller Wohnungen in den Wohnhausanlagen werden die Objekte nur als *Wohnhausanlage* (Abkürzung: WHA) bzw. *Wohnung* (Abkürzung: Whg) bezeichnet.

7.1.1.3 Reihenhäuser und Einfamilienhäuser

a) Zusammenhängendes Siedlungsgebiet in Niederösterreich

Die Wasserverbräuche, Strukturdaten und Einwohnerzahlen eines zusammenhängenden Siedlungsgebietes in Niederösterreich, im pannonischen Klima, wurden vom WVU bzw. der Gemeinde gemessen und zur Verfügung gestellt. Es handelt sich um eine Siedlung mit 78 Objekten und insgesamt 216 Bewohnern. Aufgeteilt ist die Siedlung auf 57 Reihenhäuser mit insgesamt 163 Bewohnern und 18 Einfamilienhäuser mit insgesamt 53 Bewohnern. Des Weiteren befinden sich 3 unbewohnte Grundstücke in der Siedlung, die in der Auswertung nicht weiter berücksichtigt werden. Die Gartengrößen der Reihenhäuser liegen entsprechend einer Abschätzung aus Luftbildern zwischen 60 und 150 m² ohne Bebauung. Der Durchschnitt beträgt rund 80 m². Die bebauten Flächen der Reihenhäuser liegen zwischen 70 und 80 m². Die durchschnittliche Grundstücksgröße der Reihenhäuser beträgt somit rund 165 m². Die Grundstücke der Einfamilienhäuser sind zwischen 700 und 1.600 m² groß, wobei die durchschnittlichen Grundstücksgrößen bei rund 1.000 m² liegen. Die verbauten Grundflächen liegen zwischen 150 und 300 m², sodass durchschnittlich rund 750 m² Gartenfläche übrig ist.

Die Wasserabrechnung erfolgt über Einzelwasserzähler. Für jedes Objekt liegen die Wasserverbrauchsdaten als Tagesverbrauchswerte für eine Sommermessperiode (Juni 2010) und eine Wintermessperiode (Februar 2011) vor. Es ist anzumerken, dass die Aufzeichnungen in der Wintermessperiode nicht für alle Objekte an denselben Tagen erfolgten. Es gibt keine Angaben, ob für die Bewässerung Brunnenwasser verwendet wird oder ausschließlich Wasser aus der öffentlichen Trinkwasserversorgung.

Alle Messwerte wurden auf Aufzeichnungsfehler überprüft und eindeutig falsche Datensätze eliminiert.

Innerhalb dieser Siedlung erfolgte eine Unterscheidung zwischen Einfamilienhäuser und Reihenhäuser, um etwaige Unterschiede im Verbrauch aufzuzeigen.

Des Weiteren stehen die Verbrauchswerte des gesamten Siedlungsgebietes zum Vergleich zur Verfügung. Der Wasserverbrauch des WVU gesamt wurde ebenfalls ermittelt (Jänner 2005 – Juli 2010). Für die Winterdaten konnte keine vergleichende Messung des gesamten WVU erfolgen.

Tabelle 7 zeigt die Kennwerte der unterschiedlichen Wohnformen des Siedlungsgebietes.

Tabelle 7: Kennwerte EFH und RH der Siedlung in Niederösterreich - Wasserverbrauch

	Reihenhäuser der Siedlung	Einfamilienhäuser der Siedlung	Durchschnitt WVU gesamt
Minimaler Tageswert eines Objektes in der Messperiode	0 l/Ed	0 l/Ed	Minimaler Tagesverbrauch
Objekt mit dem minimalen Durchschnittswert in der Messperiode	77 l/Ed	70 l/Ed	164 l/Ed
Durchschnittlicher Verbrauch aller Objekte in der Messperiode	137 l/Ed	199 l/Ed	197 l/Ed
Objekt mit dem maximalen durchschnittlichen Tageswert in der Messperiode	270 l/Ed	652 l/Ed	257 l/Ed
Maximaler Tageswert eines Objektes in der Messperiode	5187 l/Ed	5406 l/Ed	Maximaler Tagesverbrauch

Die Häuser werden im Folgenden als *Reihenhäuser Niederösterreich* (Abkürzung RH NÖ) bzw. *Einfamilienhäuser Niederösterreich* (Abkürzung: EHF NÖ) bezeichnet.

b) Einfamilienhäuser und Reihenhäuser verteilt über ganz Österreich

Des Weiteren stehen 24 Einfamilienhäuser und Reihenhäuser (HH1 bis HH24) der Detailuntersuchung zur Verfügung. Diese Häuser liegen über das gesamte Bundesgebiet verteilt. Es handelt sich dabei um jene Haushalte, die zur Messung des nutzungsbezogenen Haushaltswasserverbrauchs herangezogen wurden (Kapitel 8).

Um eine Ursachenanalyse verschiedener Einflussfaktoren zu erleichtern, sind im Vorgriff auf die Analysen des Kapitel 8 bereits in den nachfolgenden Abschnitten des Kapitel 7 die nutzungsdifferenzierten Verbrauchsanteile dargestellt.

Zu beachten ist dabei, dass die zur Analyse des nutzungsbezogenen Haushaltswasserverbrauchs verwendete Stichprobe (Detailhaushalte HH1 bis HH24) wesentlich kleiner ist als die Stichprobe aller Einfamilien- und Reihenhäuser und es dadurch zu leichten unterschiedlichen Mittelwertbildungen kommen kann.

Insgesamt wurden 7 Reihenhäuser und 17 Einfamilienhäuser gemessen. Weitere Details zu den Messobjekten finden sich in Kapitel 3.3 (Methodik).

Die Kennwerte aller Einfamilienhäuser und Reihenhäuser (Siedlung in Niederösterreich und HH1 bis HH24) sind in Abbildung 35 auf Seite 76 dargestellt, die Kennwerte der einzelnen Nutzungen der 24 Einfamilienhäuser und Reihenhäuser finden sich im Detail in Kapitel 8.

Die Häuser werden im Folgenden als Reihenhäuser und Einfamilienhäuser (HH1 bis HH24) bezeichnet.

7.1.1.4 Wochenendhäuser

Wochenendhaus in der Steiermark

Das Wochenendhaus in der Steiermark liegt in einer ländlichen Region im subalpinen Klima. Dieses Wochenendhaus wird teilweise auch längerfristig bewohnt und über das ganze Jahr verteilt genutzt, wobei bis zu 10 Personen gleichzeitig übernachten können.

Es wurden für die jeweiligen Aufenthalte die Anzahl der Personen (Erwachsene, Kinder) und die Anzahl der Nächtigungen bekanntgegeben.

Die Wasserverbrauchsdaten stehen für die jeweiligen Aufenthalte als Gesamtverbrauch zur Verfügung. Es liegen Daten für den Zeitraum Februar 2008 bis März 2011 vor. Insgesamt wurde das Wochenendhaus in der Steiermark an 386 Tagen der Messperiode (1124 Tage) genutzt. Das entspricht 34 % der Tage.

Die nachfolgend angegebenen Kennwerte (Tabelle 8) des Verbrauchs beziehen sich einerseits nur auf Tage mit Anwesenheit und andererseits auf die gesamte Messperiode. Letztere Werte sind jedoch wenig aussagekräftig, da sie viel stärker von der Anwesenheit als von anderen Faktoren beeinflusst werden.

Tabelle 8: Kennwerte Wochenendhaus Steiermark

	Tage mit Anwesenheit	Gesamte Messperiode
Minimaler Verbrauch	21 l/Ed	0 l/Ed
Durchschnittlicher Verbrauch	101 l/Ed	35 l/Ed
Median	100 l/Ed	0 l/Ed
Maximaler Verbrauch	313 l/Ed	

Das Objekt wird im weiteren Bericht als *Wochenendhaus Stmk.* bezeichnet.

Wochenendhaus in Niederösterreich

Das Wochenendhaus in Niederösterreich liegt in einer ländlichen Region im pannonischen Klima. Es handelt sich um ein Wochenendhaus mit ausschließlicher Nutzung im Sommer. Im Normalfall erfolgt eine Belegung mit 3 Personen. Für die Messperioden wurden jeweils die Anzahl der Personen und der Wasserverbrauch bekanntgegeben.

Die Wasserverbräuche wurden als Tageswerte für die Zeiträume 17. Juli bis 15. August 2010 und 20. Mai bis 4. September 2011 bekannt gegeben. In diesen Zeiträumen war das Haus teilweise durchgehend und teilweise nur an Wochenenden bewohnt. Für den Zeitraum im Sommer 2011 wurde der Wasserverbrauch im Haushalt (68 %) und im Außenbereich (32 %) differenziert gemessen. Eine genaue Aufzeichnung des Wasserverbrauchs und der Anwesenheiten außerhalb der Messperioden besteht nicht. Üblicherweise wird das Wochenendhaus in Niederösterreich an rund 65 Tagen innerhalb eines Kalenderjahres genutzt. Das entspricht knapp 18 % der Tage im Jahr.

Unter den nachfolgend angegebenen Kennwerten (Tabelle 9) des Verbrauchs sind daher jene, die sich nur auf Tage mit Anwesenheit beziehen weitaus aussagekräftiger. Die Bildung des Durchschnitts über die gesamte Messperiode soll nur zeigen, wie gering der Verbrauch von nicht dauerhaft bewohnten Objekten sein kann.

Tabelle 9: Kennwerte Wochenendhaus Niederösterreich

	Tage mit Anwesenheit	Gesamte Messperiode
Minimaler Verbrauch	18 l/Ed	0 l/Ed
Durchschnittlicher Verbrauch	71 l/Ed	44 l/Ed *) 17 l/Ed **)
Median	74 l/Ed	0 l/Ed
Maximaler Verbrauch	147 l/Ed	

*) nur Sommersaison

***) gesamtes Jahr

Das Objekt wird im weiteren Bericht als *Wochenendhaus NÖ* bezeichnet.

Bei gemeinsamer Betrachtung der Verbrauchsdaten beider Wochenendhäuser werden die Objekte nur als *Wochenendhäuser* (Abkürzung: WEH) bezeichnet.

7.1.1.5 Zusammenfassung

Die Aufzeichnung des Wasserverbrauchs erfolgte entweder durch tägliche Zählerauslesungen von Funkzählern oder durch Aufzeichnung mittels Datenloggern. Die Aufzeichnung mittels Datenloggern erfolgte in den Fällen der Wohnhausanlagen durch das WVU. Ausgewählte Haushalte in Einfamilienhäusern und Reihenhäusern wurden durch gesonderte Messungen im Zuge der Studie gemessen. Zusätzliche Eigenwasserversorgungen z. B. durch Brunnen oder auch Regenwassernutzung zur Gartenbewässerung sind nicht in den Aufzeichnungen des Wasserverbrauchs enthalten. Für die Untersuchung des nutzungsbezogenen Haushaltswasserverbrauchs (Kap. 8) sind etwaige Eigenwasserversorgungen nach Angaben der Haushalte abgeschätzt und gesondert ausgewiesen.

Durch die Datenerhebung wurden Datensätze von folgenden Objekten gesammelt:

- Wohnungen in **4 Wohnhausanlagen** mit jeweils 72, 297, 351 und 356 Bewohnern
gesamt 641 Datensätze mit Datum, Tageswasserverbrauch und Wetter
- **64 Reihenhäuser** mit 1 bis 5 Bewohnern;
7 Reihenhäuser davon mit Wasserverbrauchsdaten in einer 10 Sekunden-Auflösung und umfangreichen sozioökonomischen Daten;
gesamt 2.770 Datensätze mit Datum, Tageswasserverbrauch und Wetter
- **35 Einfamilienhäuser** mit 1 bis 5 (einmal mit 7) Bewohnern
17 Einfamilienhäuser davon mit Wasserverbrauchsdaten in einer 10 Sekunden-Auflösung und umfangreichen sozioökonomischen Daten;
gesamt 2.338 Datensätze mit Datum, Tageswasserverbrauch und Wetter
- **2 Wochenendhäuser**
gesamt 1.262 (469 ohne leerstehende Tage) Datensätze mit Datum, Tageswasserverbrauch

In Summe =7.008 Datensätze

Zur Verdeutlichung ist festzuhalten, dass die zur Verfügung stehenden nutzungsbezogenen Detaildaten (10 Sekunden-Wasserverbrauchsdaten) nur in geringerem zeitlichen Umfang und auch für weniger Haushalte zur Verfügung stehen als die Gesamtheit aller gemessenen Tageswasserverbräuche. Für alle Betrachtungen, z. B. jene die den gesamten Pro-Kopf-Verbrauch betreffen, werden immer die jeweils größtmöglichen Stichproben herangezogen. Um nicht einige Haushalte stärker zu gewichten, wenn für diese längere Zeitreihen zur Verfügung stehen als für andere Haushalte, werden für allgemeine Betrachtungen immer zuerst Mittelwerte der einzelnen Haushalte gebildet und erst diese Mittelwerte zu einem Gesamtmittelwert je Gruppierung verwendet.

Da aber nicht für alle Datensätze die gleiche Detailtiefe vorliegt, muss die Stichprobe gegebenenfalls dementsprechend reduziert werden. Für die Auswertungen des nutzungsbezogenen Wasserverbrauchs stehen nur die 24 Detailhaushalte zur Verfügung. Daraus folgt, dass die Mediane und Mittelwerte der gesamten Pro-Kopf-Verbräuche nicht immer den exakt gleichen Wert aufweisen und auch, dass nicht auf alle Unterschiede die in der größeren Stichprobe auftreten, eine zufriedenstellende Ursachenanalyse anhand der kleineren Stichprobe (Detaildaten) erfolgen kann, wenn z.B. diese Unterschiede in der kleineren Stichprobe nicht ausgeprägt sind. Diesem Umstand wird Rechnung getragen, indem die Detaildaten zusätzlich auf Einzelhaushaltsebene mit den Mittelwerten der größeren Stichprobe verglichen werden und gegebenenfalls exemplarische Einzelhaushalte zur Ursachenanalyse herangezogen werden.

7.1.2 Sozioökonomische Einflussfaktoren auf den Wasserverbrauch in Haushalten- (Wohnhausanlagen, Reihenhäusern, Einfamilienhäuser und Wochenendhäuser)

Innerhalb der gesamten Stichprobe von 4 Wohnhausanlagen, 65 Reihenhäusern, 35 Einfamilienhäusern und 2 Wochenendhäusern stehen für einige Reihenhäuser und Einfamilienhäuser (HH1 bis HH 24) durch Detailerhebungen zum nutzungsbezogenen Haushaltswasserverbrauch sehr detaillierte Daten zur Verfügung und können für eine genauere Analyse der Zusammenhänge sozioökonomischer Parameter mit dem Wasserverbrauch herangezogen werden. In weiterer Folge ist daher zu Beginn jedes Kapitels darauf hingewiesen, für welche Haushalts bzw. Wohnformen die jeweiligen Einflussparameter erhoben werden konnten und auf welche Objekte sich die Darstellungen beziehen.

7.1.2.1 Wohnformen

Die Wohnform ist für alle untersuchten Objekte bekannt. Es wird in Wohnhausanlagen, Reihenhäusern, Einfamilienhäuser und Wochenendhäuser unterschieden. Die nutzungsbezogenen Auswertungen des Haushaltswasserverbrauchs bezieht sich nur auf die Stichprobe der Detailhaushalte HH1 bis HH24 und dienen der Ursachenanalyse.

Die Wohnform repräsentiert gleich mehrere sozioökonomische Einflussfaktoren auf den Wasserverbrauch. Einfamilienhäuser haben im Allgemeinen größere Gärten als Reihenhäuser. Wohnungen haben, wenn überhaupt, nur Balkone, Terrassen oder Loggien. Der Wasserbedarf im Außenbereich verändert sich dementsprechend, und unterschiedliche Verbrauchscharakteristika von Wohnungshaushalten, Reihenhäusern und Einfamilienhäusern sind die Folge.

Die regional vorherrschende Wohnform, ursprünglich von der Siedlungsstruktur vorgegeben, zeigt das Maß der Urbanität von Versorgungsgebieten.

Die individuelle Wohnform innerhalb eines Siedlungsgebietes kann aber im weiteren Sinne auch als Indikator für Wohlstand bzw. Haushaltseinkommen gewertet werden.

In Abbildung 33 sind die Bandbreiten des Pro-Kopf-Verbrauchs der gemessenen Objekte in Form von Boxplots dargestellt. Die durchschnittlichen täglichen Verbräuche sind mit dem „+“ Symbol in den Grafiken gekennzeichnet.

Die Darstellung der Bandbreiten bedeutet, dass die in der Abbildung angegebenen Fallzahlen für die Summe aller einzelnen Tagesdatensätze der Objekte stehen. Für die Einfamilienhäuser, Reihenhäuser und Wochenendhäuser ist dadurch eine extreme Schwankungsbreite des Verbrauchs zu erkennen. Sie reicht von Nullverbräuchen an Tagen ohne Anwesenheit in einem Haushalt bis zu Maximalwerten von rund 8.800 l/Ed durch Swimmingpoolfüllungen. Für die Wohnhausanlagen ist in Abbildung 33 nur eine wesentlich geringere Schwankungsbreite ersichtlich, da alle Bewohner der Anlage nur über einen Wasserzähler gemessen werden und sich somit eine starke Vergleichmäßigung des Verbrauchs ergibt.

Zu beachten ist, dass in den einzelnen Haushalten teilweise unterschiedlich lange Messreihen zur Verfügung stehen (z.B. Langzeitmessstellen und Kurzzeitmessstellen). Die in Abbildung 33 ausgewiesenen

Mediane und Mittelwerte können durch die unterschiedlich starke Gewichtung einzelner Haushalte verzerrt sein und werden nicht für Hochrechnungen herangezogen. Einheitlich gewichtete Mittelwerte je Haushalt bzw. je Hausanschluss sind in Abbildung 35 auf Seite 76 dargestellt.

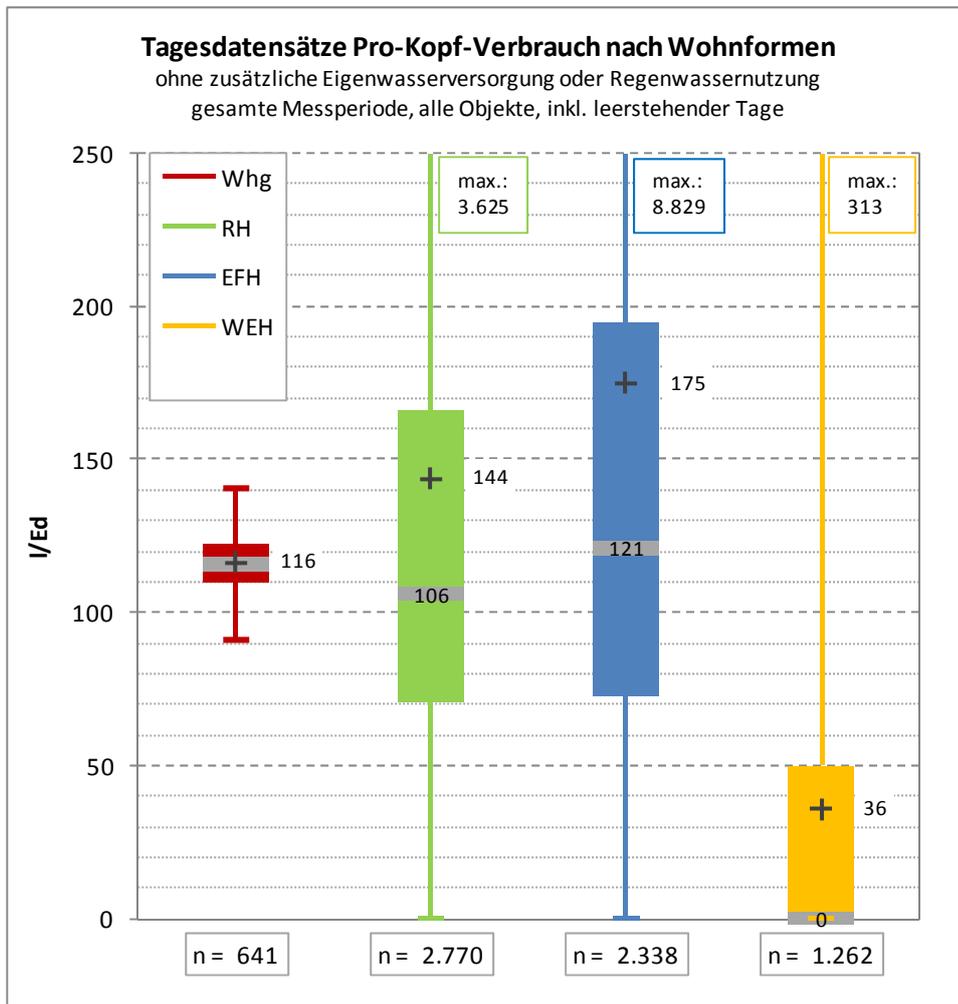


Abbildung 33: Bandbreiten des Pro-Kopf-Verbrauchs für Wohnhausanlagen (Whg), Reihenhäuser (RH), Einfamilienhäuser (EFH), Wochenendhäuser (WEH)

In Abbildung 34 ist der Unterschied der Bandbreite des Wasserverbrauchs zwischen Einfamilienhäusern, Reihenhäusern, Wohnhausanlagen und Wochenendhäusern im Winter und im Sommer dargestellt.

Bei den Einfamilienhäusern und Reihenhäusern ist zu erkennen, dass die große Bandbreite im Verbrauch vor allem im Sommer entsteht. Die durchschnittlichen Verbräuche („+“ Symbol) jener Objekte mit eigenem Garten (EFH und RH) werden durch den Verbrauch im Außenbereich (Bewässerung und Swimmingpools) stark angehoben. Die Mediane liegen hingegen im Speziellen in den Sommermonaten wesentlich tiefer als die durchschnittlichen Verbräuche. Dies ist ein Zeichen dafür, dass die Mittelwerte durch einzelne Extremwerte stark beeinflusst werden.

Auffällig ist, dass die Pro-Kopf-Verbräuche in Einfamilienhäusern und Reihenhäusern, welche im Sommer erwartungsgemäß besonders hohe Werte aufweisen, im Winter vielfach deutlich niedriger sind als in Wohnhausanlagen (Median) bzw. zumindest ganz ähnliche Mittelwerte aufweisen.

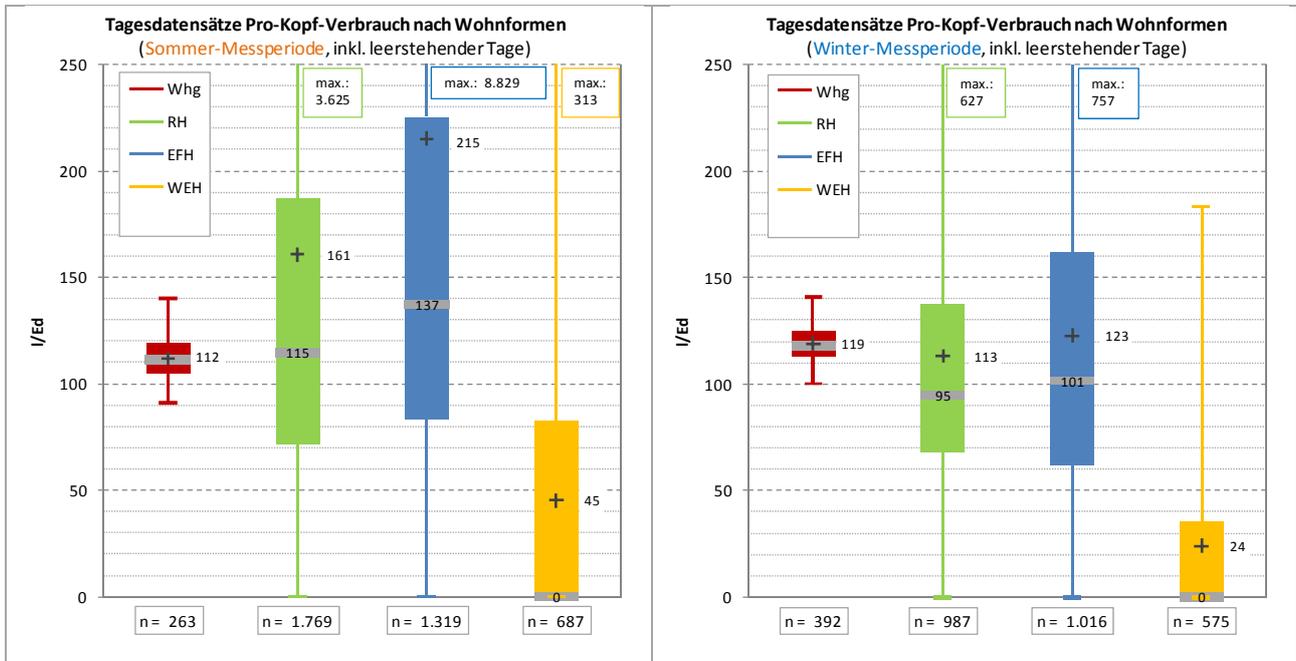


Abbildung 34: Bandbreiten des Pro Kopf Verbrauchs der jeweiligen Wohnformen im Vergleich zwischen Winter und Sommer

Anm: Die in Abbildung 33 dargestellten Durchschnittswerte errechnen sich aus den Bandbreiten aller Datensätze und weichen von einer Durchschnittsbildung aus den Werten für Sommer und Winter in der Abbildung 34 teilweise ab. Grund dafür ist, dass nicht für alle Objekte die gleiche Messdauer für Sommer und Winter zur Verfügung steht und bei der Verwendung der Bandbreiten Verzerrungen durch unterschiedlich starke Gewichtungen auftreten. Diesem Fakt wird in weiterer Folge durch entsprechende vorherige Mittelwertbildungen für Sommer- und Wintermessungen und je Haushalt bzw. je Hausanschluss begegnet.

Um einheitlich gewichtete Mittelwerte und Mediane angeben zu können, werden für die Darstellung in Abbildung 35 nur noch die Durchschnittswerte jedes einzelnen Haushaltes bzw. jedes Hausanschlusses sowie der Sommer- und Wintermessperioden herangezogen. Die Schwankungsbreiten und Fallzahlen sind dementsprechend geringer, da hier jeder Haushalt bzw. jeder Hausanschluss nur noch als ein Mittelwert vertreten ist und so mit der gleichen Gewichtung in die endgültige Durchschnittsbildung eingeht.

Die Schwankungsbreiten der Durchschnittsverbräuche aller Haushalte sind in Abbildung 35 erkennbar. In den Wohnhausanlagen ist durch die Gesamtbetrachtung aller Wohnungen der Anlagen und der damit verbundenen höheren Anzahl an Bewohnern, die Schwankungsbreite weitaus geringer als bei den einzeln gemessenen Einfamilienhäusern und Reihenhäusern.

Bei den Einfamilien- und Reihenhäusern liegen die durchschnittlichen Verbräuche („+“ Symbol) deutliche höher als die mittleren Werte (Mediane). Grund dafür ist, dass es in beiden Fällen einzelne Haushalte gibt, die besonders hohe Durchschnittswerte aufweisen.

Im Bereich der Wochenendhäuser zeigen sich insgesamt die geringsten durchschnittlichen Verbräuche. Ursache dafür ist, dass zur Durchschnittsbildung je Wochenendhaus auch die unbewohnten Tage mit einfließen. Werden hier nur die tatsächlich bewohnten Tage herangezogen, ergibt sich für die Wochenendhäuser ein durchschnittlicher Pro-Kopf-Verbrauch von 86 I/Ed.

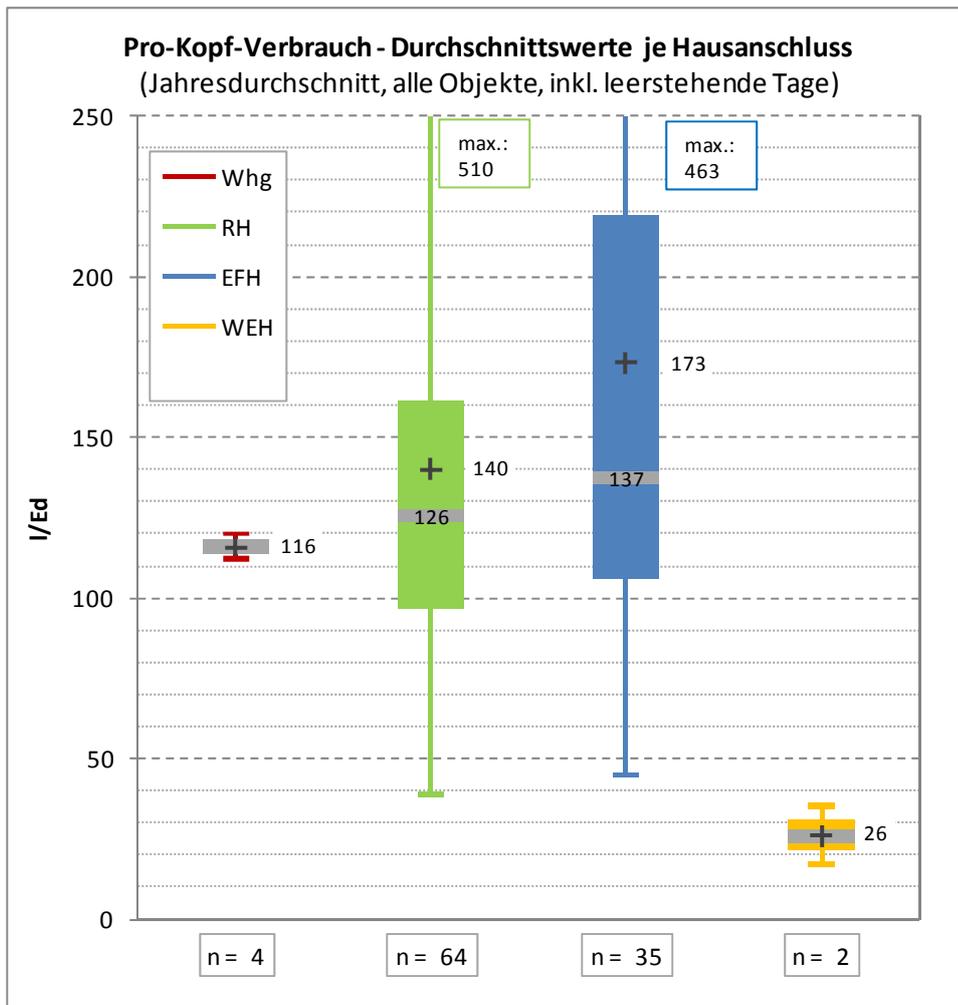


Abbildung 35: Jahresdurchschnittlicher Pro-Kopf-Verbrauch je Hausanschluss für Wohnhausanlagen, Reihenhäuser, Einfamilienhäuser und Wochenendhäuser

Anm: Unterschiede der Mittelwerte (bzw. Verbrauchssummen) zwischen Abbildung 33 bzw. Abbildung 36 und Abbildung 35 sind darin begründet, dass nicht für alle Objekte die gleiche Messdauer (z. B. Jahresmessstellen und Kurzzeitmessstellen) bzw. für alle Mittelwertbildungen die gleiche Stichprobe zur Verfügung steht und es dadurch zu Verzerrungen kommt. Für die Darstellung in Abbildung 35 wurden daher nur Mittelwerte je Haushalt bzw. je Hausanschluss verwendet, welche zuvor selbst als Durchschnitt der Mittelwerte aller Sommermessungen und aller Wintermessungen je Haushalt bzw. je Hausanschluss gebildet wurden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der durchschnittliche tägliche Pro-Kopf-Verbrauch in Wohnungen 116 I/Ed, in Reihenhäusern 140 I/Ed, in Einfamilienhäusern 173 I/Ed und in Wochenendhäusern 26 I/Ed (Jahresdurchschnitt) bzw. 40 I/Ed (in der Nutzungssaison) beträgt.

Die Untersuchung der einzelnen Nutzungen (weitere Details siehe Kapitel 8) zeigt deutlich, dass ein großer Anteil des höheren Verbrauchs der Reihenhäuser und insbesondere der Einfamilienhäuser auf die Nutzung im Außenbereich zurückzuführen ist. Im nachfolgenden Kapitel 7.1.2.2 wird gezeigt, dass dieser Zusammenhang wesentlich von der Gartengröße und dem Vorhandensein von Swimmingpools abhängig ist. Des Weiteren treten bei Einfamilienhäusern noch etwas höhere Verbräuche für die Waschmaschine und die

WC-Spülung auf (siehe Abbildung 36). Mögliche Ursachen dafür finden sich unter anderem im Baujahr (bzw. dem Zeitpunkt der letzten Renovierung) der Objekte. Einfamilienhäuser sind im Schnitt deutlich älter als Reihenhäuser. Dies bedingt zumindest teilweise noch die Verwendung älterer WC-Spülkästen mit größeren Volumen oder ohne Wasserstoptasten sowie älteren Waschmaschinen mit höherem spezifischen Verbrauch.

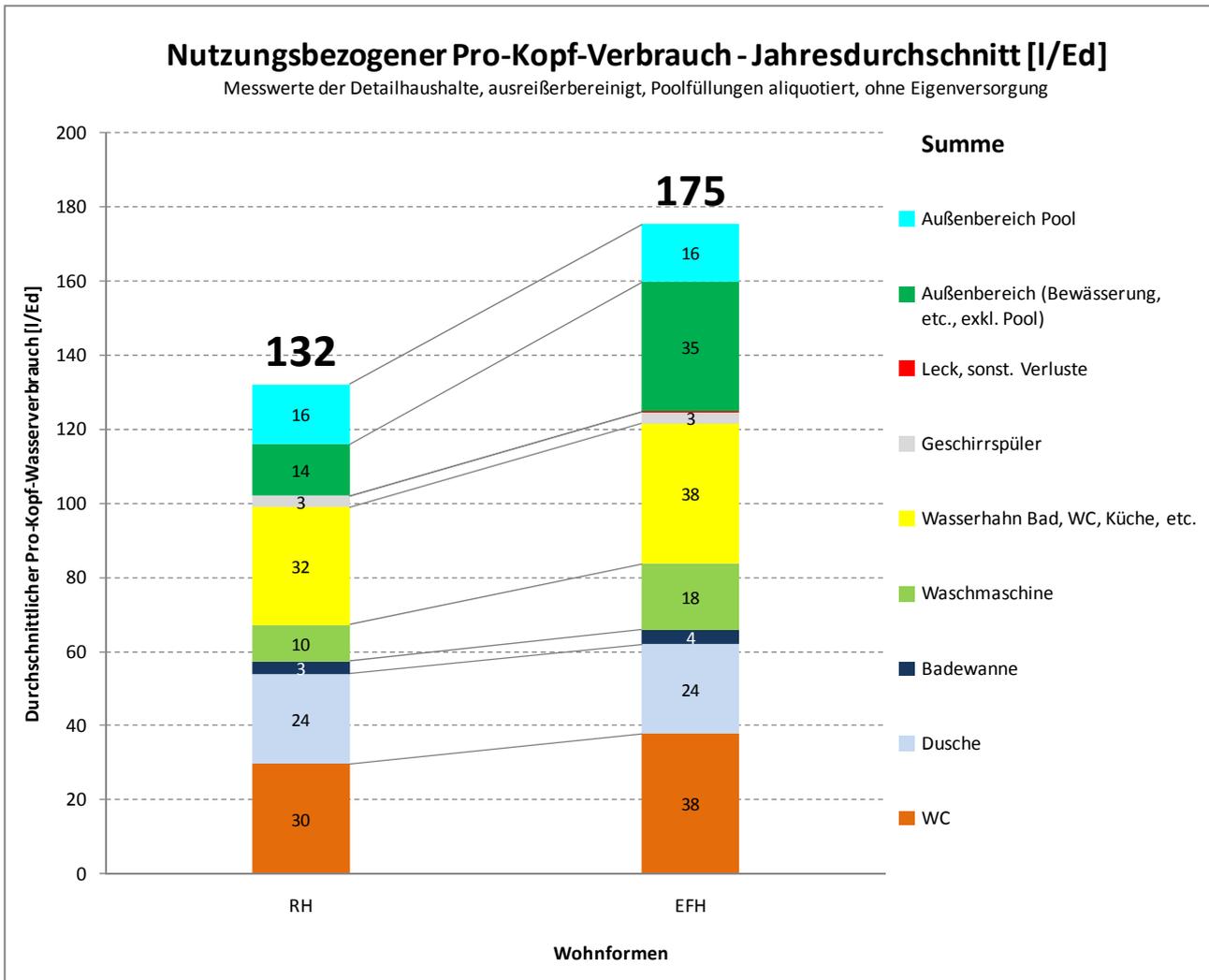


Abbildung 36: Durchschnittlicher, nutzungsdifferenzierter Pro-Kopf-Verbrauch je Hausanschluss für die Detailhaushalte (HH1 bis HH24) der Reihenhäuser (RH) und Einfamilienhäuser (EFH)

Bezüglich der Urbanität wird grob in ländlich und städtisch strukturierte Versorgungsgebiete unterschieden. Eine weitere Differenzierung ist touristisch beeinflusste Versorgungsgebiete separat zu behandeln und letztendlich auch gemischte Strukturen zu definieren, die Charakteristika von städtischen und ländlichen Versorgungsgebieten aufweisen.

Durch die Urbanität ist im Wesentlichen die Zusammensetzung der unterschiedlichen Wohnformen innerhalb eines Versorgungsgebietes vorgegeben. Durch die unterschiedlichen Anteile von Wohnhausanlagen, Reihenhäusern und Einfamilienhäusern gemeinsam mit sonstigen Verbrauchern (Industrie, Gewerbe, öffentliche Einrichtungen etc.) entsteht der typische Verbrauch verschiedener Versorgungsstrukturen.

Der Einfluss der Urbanität auf den Wasserverbrauch einzelner Haushalte (Reihenhäuser und Einfamilienhäuser) zeigt sich in der Zusammensetzung der Wassermengen des Außenverbrauchs. In

ländlichen Regionen wird deutlich weniger Wasser für die Bewässerung der Hausgärten verwendet als in städtischen Gebieten. Grund dafür ist, dass in städtischen Gebieten weniger zusätzliche Eigenversorgungen existieren und weniger Regenwasser für die Bewässerung genutzt wird. Andererseits haben die Haushalte in den ländlichen Gebieten deutlich mehr Swimmingpools und dementsprechend einen höheren Verbrauch für diese Nutzung. Insgesamt ist der durchschnittliche Außenverbrauch beider Strukturen fast gleich hoch.

Bei den gesamten Innennutzungen weisen die Haushalte in städtischen Gebieten einen etwas geringeren Verbrauch auf, sodass insgesamt ein leicht höherer Verbrauch in den ländlichen Gebieten erkennbar ist. Da die Zusammensetzungen der Wohnformen und auch die Grundstücksgrößen für beide Gruppen beinahe identisch und auch sonst keine Differenzierungsmerkmale erkennbar sind, muss vermutet werden, dass es sich beim Einfluss der Urbanität auf den Innenverbrauch eher um zufällige Verbrauchsunterschiede handeln dürfte.

Gegenüberstellung des Verbrauchs ausgewählter Versorgungsgebiete mit dem Verbrauch unterschiedlicher Wohnformen

In Abbildung 37 sind die ermittelten Messwerte des Wasserverbrauchs für Einfamilienhäuser (EFH), Reihenhäuser (RH), Wohnhausanlagen (WHA) und Wochenendhäuser in der Nutzungssaison (WEH) mit den Verbräuchen unterschiedlicher Versorgungsstrukturen (städtische, ländliche, touristische und gemischte Gebiete) verglichen.

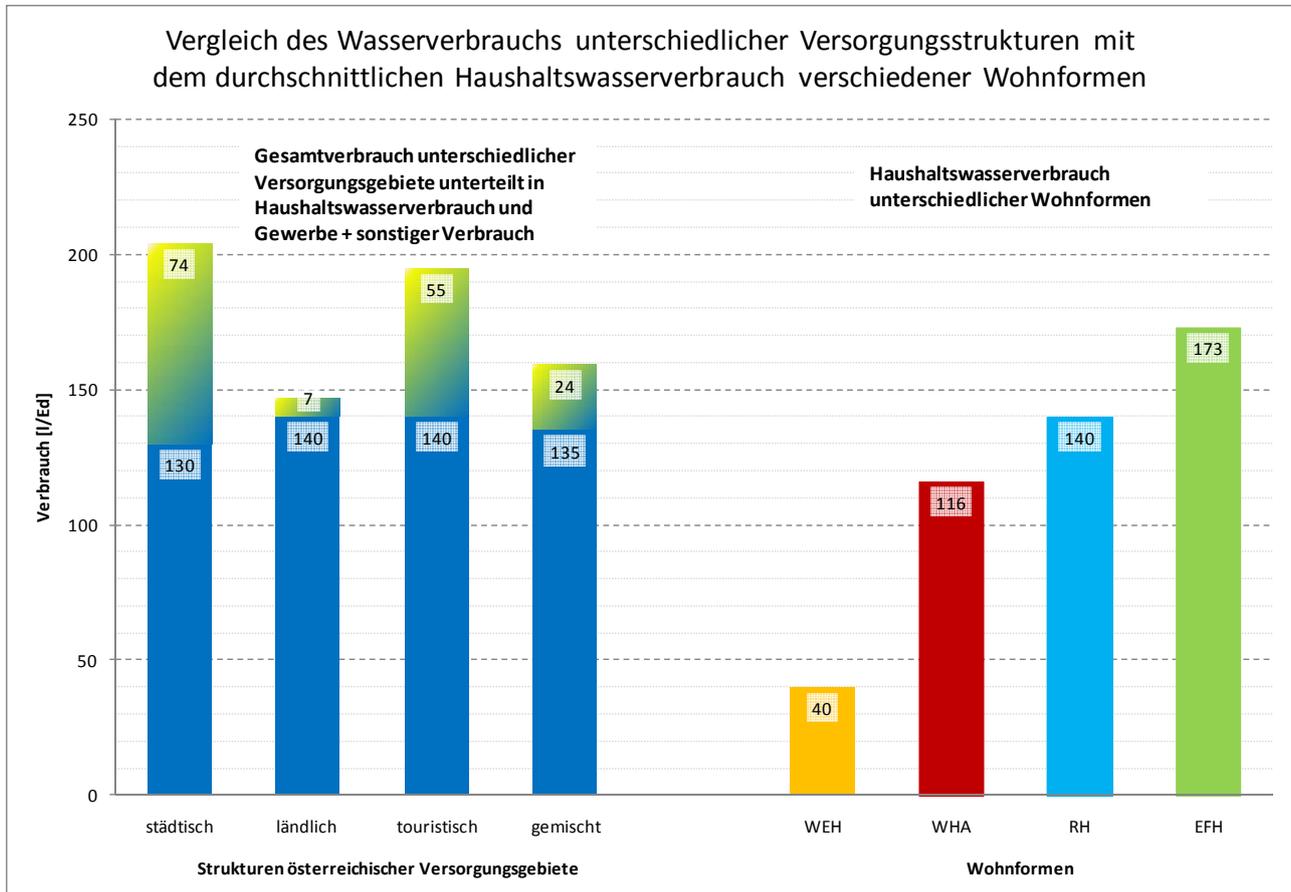


Abbildung 37: Vergleich des Verbrauchs unterschiedlicher Versorgungsstrukturen mit dem Verbrauch unterschiedlicher Wohnformen

Anm: Die aktuell gültigen Wasserverbräuche unterschiedlicher Versorgungsstrukturen sind derzeit bereits etwas niedriger als die in der Abbildung (links) dargestellten Mittelwerte, da diese Zeitreihen zum Teil Daten bis zurück ins Jahr 2000 berücksichtigen.

Im **städtischen Bereich** wurde der höchste Gesamt-Pro-Kopf-Verbrauch von knapp über 200 l/Ed gemessen. Für die städtischen Versorgungsstrukturen wird davon ausgegangen, dass Wohnhausanlagen (WHA) mit einem durchschnittlichen Verbrauch von 116 l/Ed den Haushaltswasserverbrauch dominieren. Gemeinsam mit dem höheren Verbrauch der Reihenhäuser und Einfamilienhäuser wird der durchschnittliche **Haushaltswasserverbrauch** für den städtischen Bereich auf rund **130 l/Ed** geschätzt. Der restliche Verbrauch von 74 l/Ed (in der Abbildung 37 der blau-gelbe Übergangsbereich) ist auf Gewerbe, Industrie und öffentliche Einrichtungen, etc. zurückzuführen.

In **ländlichen Versorgungsgebieten** bzw. Versorgungsgebieten, die beinahe ausschließlich aus Wohngebieten bestehen, wurde der niedrigste Gesamt-Pro-Kopf-Verbrauch von knapp 150 l/Ed gemessen. Reihenhäuser und Einfamilienhäuser mit charakteristischen Verbräuchen von rund 140 l/Ed bis 170 l/Ed sind hier die dominanten Wohnformen. Durch Wohnhausanlagen aber auch durch Wochenendhäuser (Zweitwohnsitze sind anteilig in die Zahl der versorgten Einwohner eingerechnet) wird der durchschnittliche **Haushaltswasserverbrauch** in ländliche Siedlungsstrukturen jedenfalls verringert und somit auf rund **140 l/Ed** geschätzt. Der Verbrauch für Gewerbe und öffentliche Einrichtungen würde damit einem für ländliche Strukturen erwartungsgemäß geringen Wert von unter 10 l/Ed entsprechen.

Die in der Studie untersuchten **gemischten Versorgungsgebiete** weisen einen Gesamt-Pro-Kopf-Verbrauch von rund 160 l/Ed auf. In diesen Versorgungsgebieten sind alle Strukturen der Wohnformen ähnlich stark vertreten. Auf den **Haushaltswasserverbrauch** entfallen hier geschätzt **135 l/Ed** und weitere 24 l/Ed auf Gewerbe, Industrie und öffentliche Einrichtungen, etc.

Die in der Studie vertretenen **touristischen Versorgungsgebiete** sind am ehesten den ländlichen Strukturen zuzuordnen. Zweitwohnsitze und Nächtigungen sind anteilig in die Zahl der versorgten Einwohner eingerechnet. Ausgehend von einem durchschnittlichen **Haushaltswasserverbrauch** von geschätzt **140 l/Ed** zeigt sich hier allerdings mit 55 l/Ed ein deutlich höherer Verbrauch für Gewerbe, Industrie und öffentliche Einrichtungen, der natürlich wesentlich von den Tourismuseinrichtungen geprägt ist.

Je nach Siedlungsstruktur und der daraus folgenden Zusammensetzung der jeweiligen Wohnformen stellen sich unterschiedlich hohe Gesamtverbräuche eines Versorgungsgebietes ein.

Die österreichweite Hochrechnung (vgl. Kapitel 0 auf Seite 187) ergab insgesamt einen durchschnittlichen **Haushaltswasserverbrauch** von **135 l/Ed**.

7.1.2.2 Grundstücksgröße

Die Fallzahlen für diesen Vergleich sind auf 14 der 24 Detailhaushalte HH1 bis HH24 beschränkt, die keine zusätzliche Eigenwasserversorgung (Brunnen oder Regenwasser) nutzen.

Die bereits in Abbildung 33 bis Abbildung 36 gezeigten unterschiedlichen Verbräuche von Einfamilienhäusern und Reihenhäusern lassen sich auch anhand der zu meist deutlich unterschiedlichen Gartengrößen dieser Wohnformen und dem daraus resultierenden Bewässerungsbedarf nachweisen. Abbildung 38 zeigt dazu die durchschnittlichen Wasserverbräuche jener Haushalte, für die die Grundstücksgröße bekannt ist und die keine zusätzliche Eigenwasserversorgung nutzen.

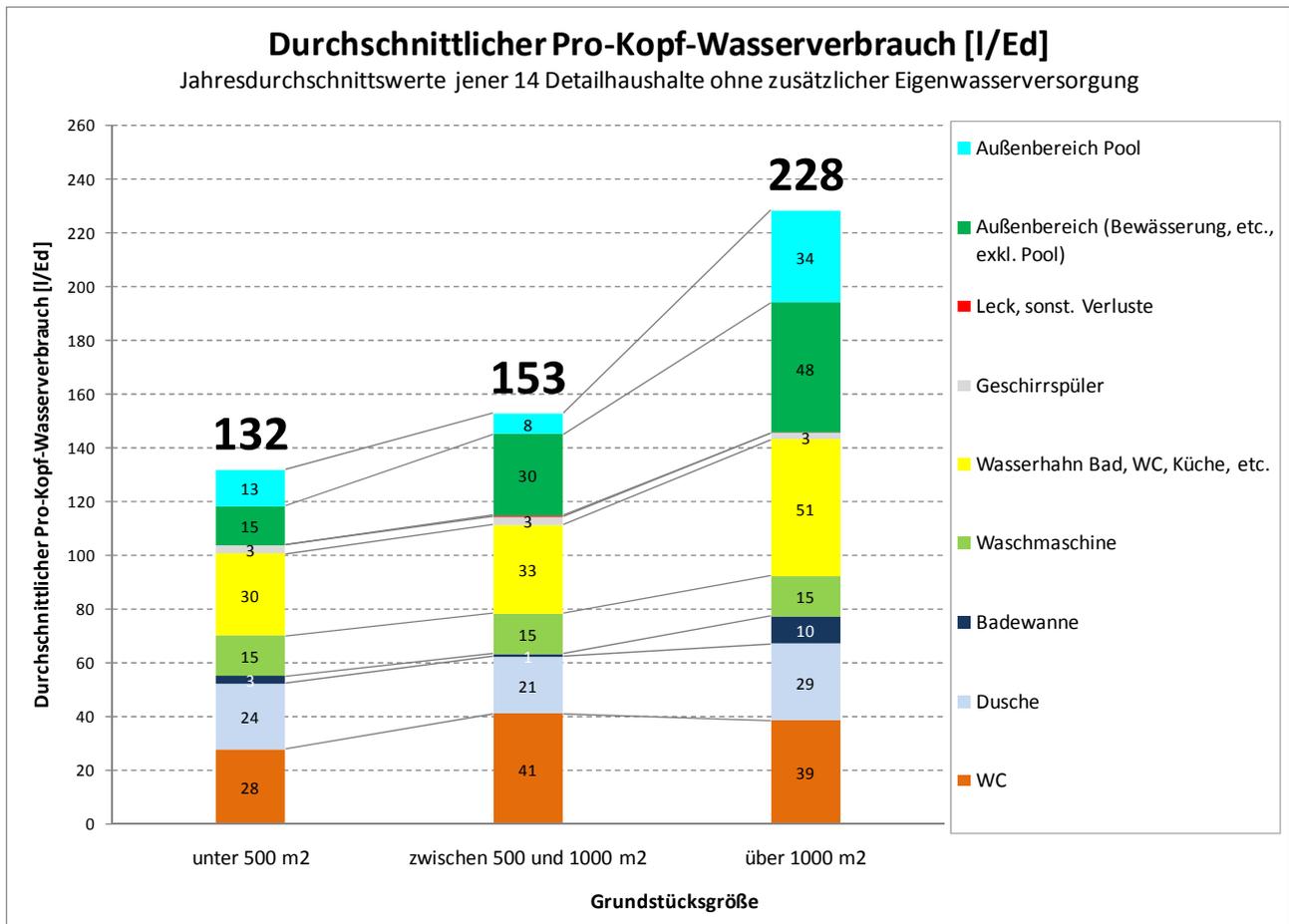


Abbildung 38: Einfluss der Grundstücksgröße auf den Pro-Kopf-Verbrauch – dargestellt sind Durchschnittswerte aller Reihenhäuser und Einfamilienhäuser mit bekannter Gartengröße und gänzlich ohne zusätzlicher Eigenversorgung durch Brunnen oder auch Regenwassernutzung

Der höhere Verbrauch der Haushalte mit größeren Gärten ist dabei im Wesentlichen auf die Sommermonate beschränkt. In den Wintermonaten ist ein höherer Verbrauch der Haushalte mit größeren Gärten nur teilweise und in geringerem Umfang feststellbar. Dennoch zeigt die nutzungsbezogene Analyse (siehe auch Kap. 8), dass der steigende Verbrauch großer Gärten bzw. Grundstücke nicht ausschließlich auf den Verbrauch im Außenbereich zurückzuführen ist und sich auch im Innenbereich einzelne Nutzungen finden, die zumindest eine Scheinkorrelation mit der Grundstücksgröße aufweisen.

7.1.2.3 Haushaltgröße und Kinderzahl

Die Haushaltgröße (Anzahl der im Haushalt lebenden Personen) ist für alle Einfamilienhäuser und Reihenhäuser bekannt. Die Anzahl der im Haushalt lebenden Kinder ist nur für die 24 Detailhaushalte HH1 bis HH24 bekannt. Die nutzungsbezogenen Auswertungen des Haushaltswasserverbrauchs beziehen sich ebenfalls nur auf die Stichprobe der Detailhaushalte und dienen der Ursachenanalyse.

Die Wohnungen in Wohnhausanlagen und Wochenendhäuser sind nicht berücksichtigt, da nur Summenwerte aller Haushalte jeder Wohnhausanlage verfügbar sind.

Abbildung 39 zeigt, wie sich der Pro-Kopf-Verbrauch mit steigender Personenzahl in den Haushalten verändert. **Die Tendenz zu besonders hohen durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbräuchen in Ein- und Zweipersonenhaushalten ist ganz klar erkennbar.** Die niedrigsten Werte in der Gruppe der Einpersonenhaushalte stammen von älteren Menschen.

Der Vergleich der Messwerte (Abbildung 39) mit den in der Literatur gefundenen Daten (Abbildung 40) zeigt den gleichen Trend. Es ist jedoch zu erkennen, dass die österreichischen Messwerte gegenüber den europäischen Literaturdaten einen stärkeren Zusammenhang mit der Haushaltsgröße aufweisen.

Die in Österreich gemessenen durchschnittlichen Verbräuche von kleinen Haushalten beginnen höher, nehmen mit steigender Personenzahl aber stärker ab und liegen schließlich unter den Werten der Literatur. Die Bandbreite der unterschiedlichen Verbräuche ist speziell in kleinen Haushalten besonders groß und verbrauchsintensive Nutzungen wie z. B. das Gartengießen oder das Füllen und Nachfüllen von Swimmingpools fallen besonders ins Gewicht, da sie nur auf wenige Personen aufgeteilt werden.

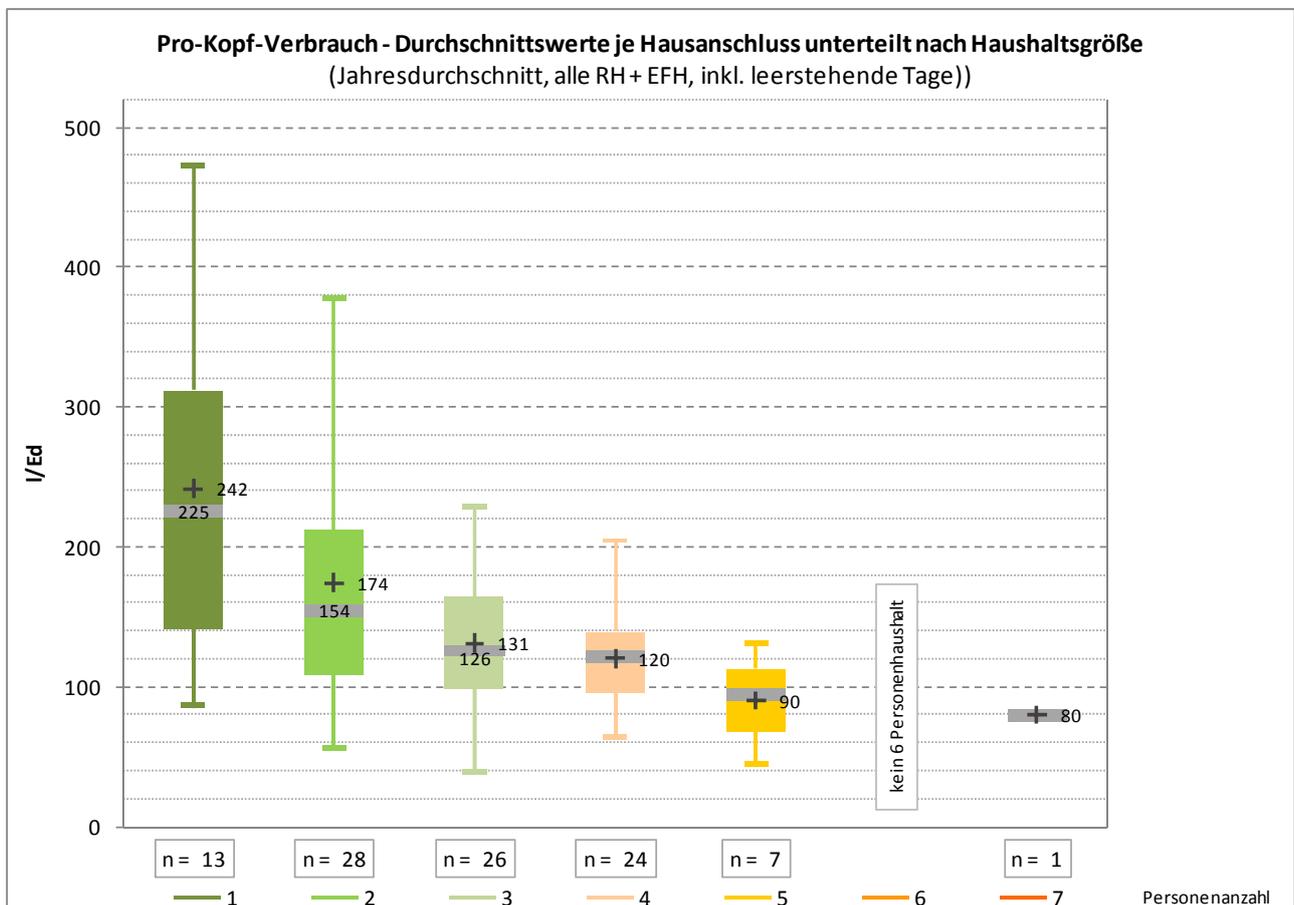


Abbildung 39: Einfluss der Haushaltsgröße auf den Pro-Kopf-Verbrauch - dargestellt sind Durchschnittswerte aller Reihenhäuser und Einfamilienhäuser mit bekannter Haushaltsgröße

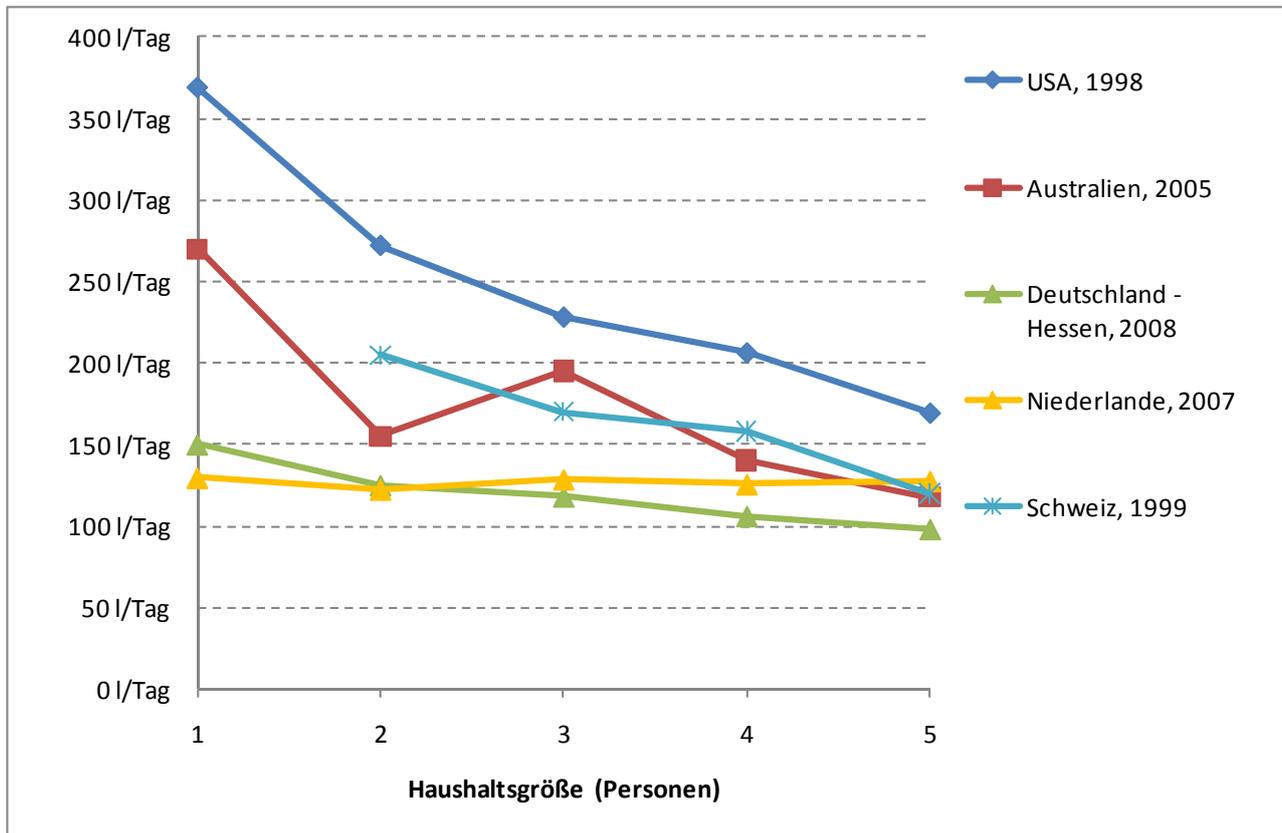


Abbildung 40: Literaturdaten: Einfluss der Haushaltsgröße auf den Pro-Kopf-Verbrauch in Haushalten (vgl. Teil 1 der Studie)

Die Betrachtungsweise getrennt in Sommer und Wintermonate (Abbildung 41) zeigt, dass die Verbrauchscharakteristik in Abhängigkeit von der Haushaltsgröße wesentlich von den Außennutzungen geprägt wird.

Dennoch ist auch in den Wintermonaten ein höherer Verbrauch bei kleineren Haushaltsgrößen erkennbar. Ursache dafür ist, dass in kleineren Haushalten, wie bereits für die Gartenbewässerung beschrieben, einzelne Nutzungen nur auf wenige Personen aufgeteilt werden. Dies gilt natürlich auch für den Verbrauch der Waschmaschine oder die Verbräuche in der Küche sowie zur Raumreinigung, die durch die Nutzungen des Wasserhahnes repräsentiert sind.

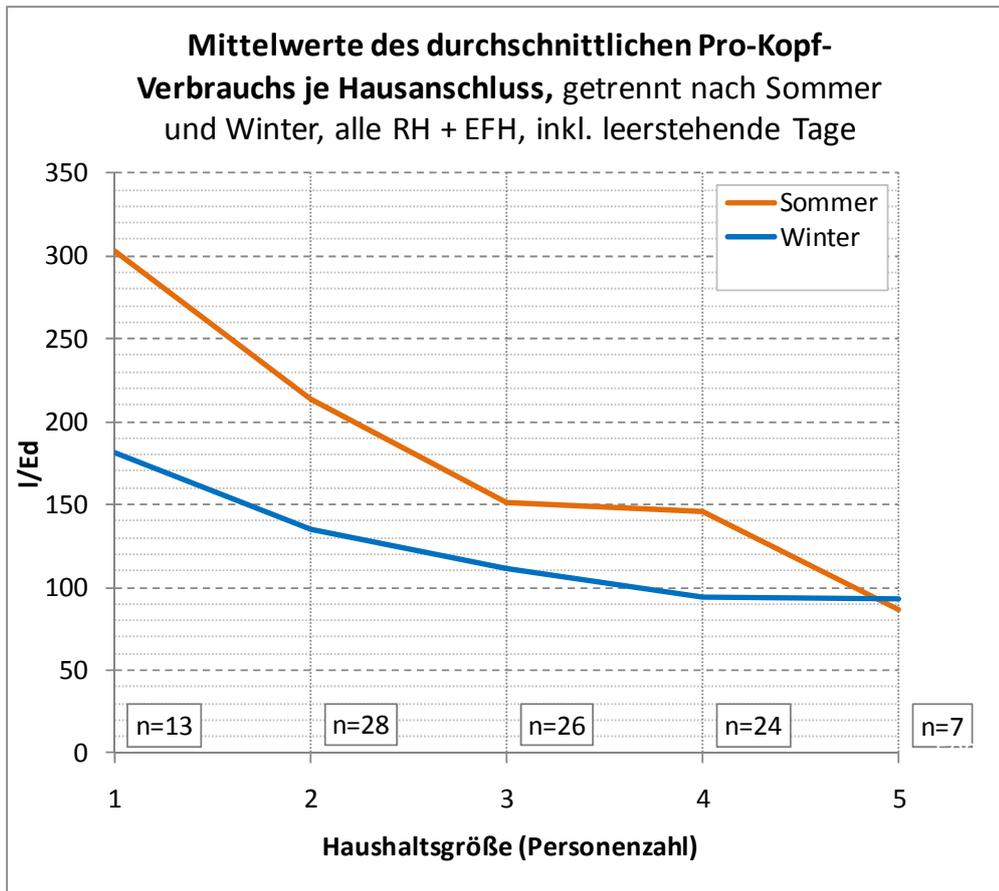


Abbildung 41: Einfluss der Haushaltsgröße auf den Pro-Kopf-Verbrauch getrennt nach Sommer und Winter - dargestellt sind Mittelwerte des durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbrauchs je Hausanschluss aller Reihenhäuser und Einfamilienhäuser mit bekannter Haushaltsgröße

Die Betrachtung der Kinderzahl (2 bis 12 Jahre) im Haushalt ist in Abbildung 42 dargestellt. Dabei sind nur Haushalte inkludiert, die aufgrund der gesamt Personenzahl vergleichbar sind. Das bedeutet, es sind nur Dreipersonenhaushalte mit und ohne Kindern und zum Vergleich ein Fünfpersonenhaushalt mit drei Kindern danebengestellt. In einem Vorgriff auf Kapitel 8 sind die nutzungsdifferenzierten Verbrauchsanteile dargestellt.

Aus Abbildung 42 geht deutlich hervor, dass mit Ausnahme des Geschirrspülers und der Waschmaschine jede Nutzungsart in den Haushalten ohne Kinder höher ist als in Haushalten mit einem Kind. Kinder bis zu einem Alter von 12 Jahren benötigen weniger Wasser am Wasserhahn, da Tätigkeiten wie Kochen, Raumreinigung oder Abwaschen von ihnen eher nicht durchgeführt werden. Hingegen wird für diese allgemeinen Tätigkeiten kaum mehr Wasser benötigt, wenn ein Kind im Haushalt mitversorgt wird. Des Weiteren sind Kinder je nach Kindergarten- oder Schulform zumindest den halben Tag nicht im Haushalt anwesend. Dies ist möglicherweise mit ein Grund für den stark verminderten Wasserverbrauch für die WC-Spülung.

Es kann somit gefolgert werden, dass sich Kinder im Haushalt eindeutig dämpfend auf den Pro-Kopf-Verbrauch auswirken.

Wenn nun davon ausgegangen wird, dass in kleinen Haushalten eher wenige Kinder leben (Ausnahme: alleinerziehende Eltern), hingegen in größeren Haushalten fast immer Kinder vertreten sind, dann kann damit zusätzlich der Trend zu deutlich höheren Verbräuchen in kleineren Haushalten erklärt werden.

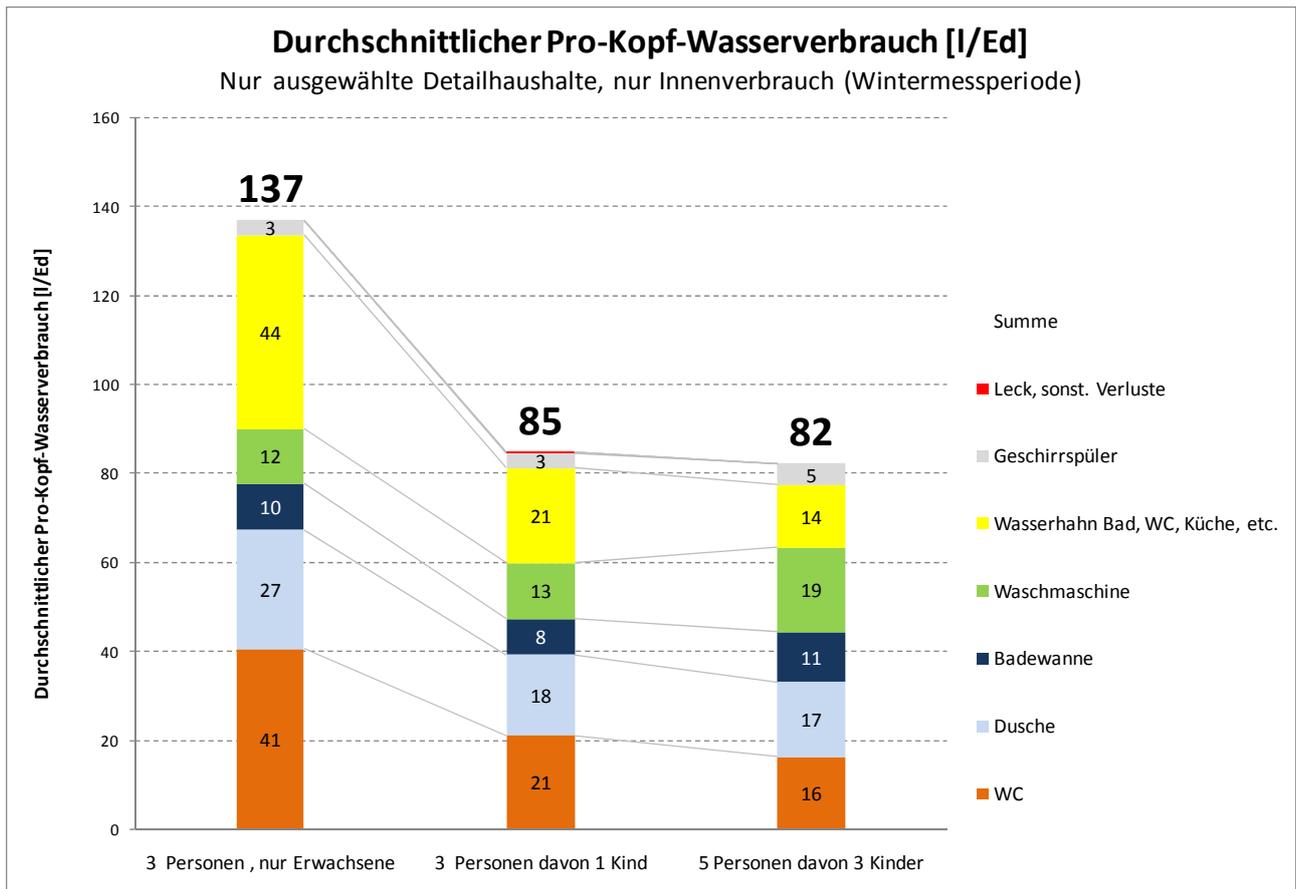


Abbildung 42: Einfluss der Kinderanzahl im Haushalt auf den Pro-Kopf-Verbrauch - dargestellt sind die nutzungsdifferenzierten durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbräuche der Reihenhäuser und Einfamilienhäuser (HH1 bis HH24) ohne zusätzliche Eigenversorgungen in der Wintermessperiode

Zusammenfassend könnte der Effekt des höheren Pro-Kopf-Verbrauchs in kleineren Haushalten als ineffizientere Nutzung von Haushaltsgeräten (z.B. Waschmaschine) aber auch bei Tätigkeiten im Haushalt (Kochen, Raumreinigung) angesehen werden. Des Weiteren hat die Familienzusammensetzung mit oder ohne Kinder einen entscheidenden Einfluss.

7.1.2.4 Alter

Das Alter der Bewohner ist nur für die Detailhaushalte (HH1 bis HH24) der Reihenhäuser und Einfamilienhäuser bekannt. Von der Gruppe ausgenommen und hier nicht berücksichtigt, sind jene Haushalte mit zusätzlicher Eigenversorgung für Garten, WC oder Waschmaschine etc.

Für die Darstellung in Abbildung 43 ist das Durchschnittsalter der in einem Haushalt lebenden Personen verwendet, da keine gesonderten, personenspezifischen Verbrauchsdaten innerhalb von einzelnen Haushalten erhoben werden konnten. Zur Ursachenanalyse sind wieder die nutzungsdifferenzierten Verbrauchsanteile dargestellt.

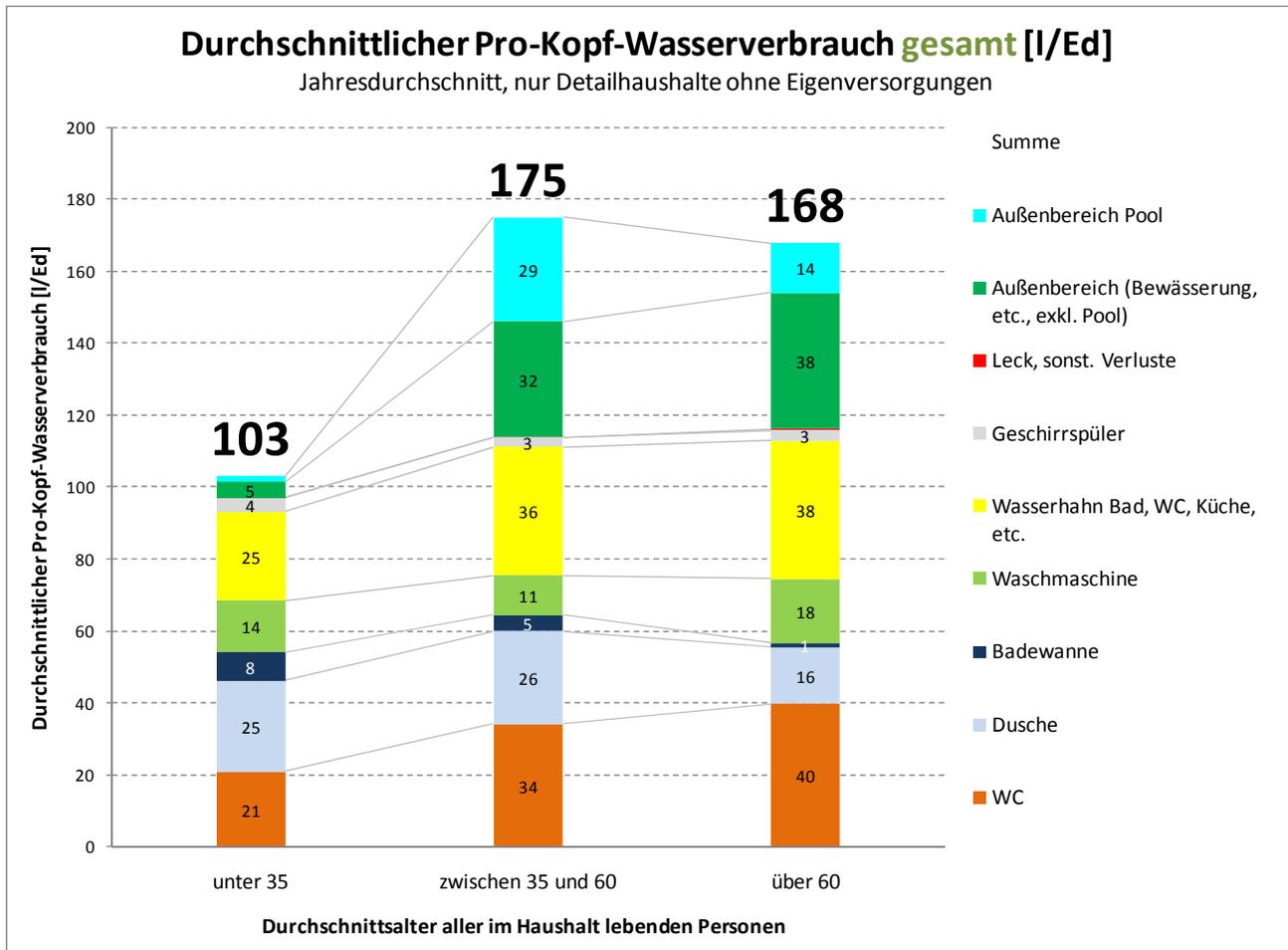


Abbildung 43: Einfluss des Durchschnittsalters der im Haushalt lebenden Personen auf den Pro-Kopf-Verbrauch - dargestellt sind die nutzungsdifferenzierten durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbräuche der Reihenhäuser und Einfamilienhäuser (HH1 bis HH24) ohne zusätzliche Eigenversorgungen

Über die Frage, welchen Einfluss eine Veränderung der Altersstruktur auf den Wasserbedarf haben wird, herrscht in der Literatur Uneinigkeit. Jedenfalls gibt es einerseits Hinweise und Vermutungen in Richtung veränderte Waschgewohnheiten und andererseits größeren die Zeitanteile, die ältere Personen zu Hause verbringen. Ebenso wird eine krankheitsbedingte, vermehrte Benutzung der Toilette zur Diskussion gestellt. Aus Abbildung 43 ist ersichtlich, dass sich der Wasserverbrauch nicht einheitlich mit zunehmendem Alter verändert, sondern von den jungen Familien, deren Wasserverbrauch sicher durch Kinder beeinflusst ist, stark zu den Haushalten mit mittlerem Durchschnittsalter ansteigt und schließlich wieder leicht zu den Haushalten mit hohem Durchschnittsalter, die von Pensionisten geprägt sind, abfällt. Auffällig ist dabei, dass sich zwischen den Altersgruppen die Verbrauchsanteile auch ganz deutlich verschieben. So haben Haushalte mit niedrigem Durchschnittsalter einen besonders geringen Verbrauch im Außenbereich (obwohl hier nur Objekte untersucht sind, die einen Garten aufweisen) sowie für die WC-Spülung. Haushalte mit hohem Durchschnittsalter weisen hingegen einen besonders hohen Verbrauch für WC-Spülung und Außenbereich auf, verwenden aber deutlich weniger Wasser für die Dusche und Badewanne.

Gründe für die Verbrauchsunterschiede bei unterschiedlichem Durchschnittsalter im Haushalt sind unter anderem:

- Unterschiedliche Wohnformen – Reihenhäuser mit kleineren Gärten sind in der Gruppe unter 35 Jahre verstärkt vorzufinden,
- Familienzusammensetzung – Kinder, Berufstätige, Pensionisten,
- Zeitanteile der Anwesenheit im Haushalt – Verbrauch am Wasserhahn (z.B. Küche) und WC,
- Nutzerverhalten – speziell bei Dusche und Badewanne sichtbar,
- Bau- bzw. Renovierungsjahre der Häuser – Korrelation mit dem Durchschnittsalter der Haushaltsbewohner; Ausstattung mit neueren Spülkästen oder Waschmaschinen mit niedrigerem Verbrauch

7.1.2.5 Bildungsniveau

Die höchste abgeschlossene Ausbildung der Bewohner ist nur für die Detailhaushalte (HH1 bis HH24) der Reihenhäuser und Einfamilienhäuser bekannt. Alle anderen Objekte sind hier nicht berücksichtigt.

Vorauszuschicken ist, dass *Bildung* und *Ausbildung* nicht grundsätzlich gleichzusetzen sind. Da das Bildungsniveau aber nicht direkt erfassbar ist, wird auf die einfach zu erhebende *höchste abgeschlossene Ausbildung* zurückgegriffen.

Die Ausbildung ist für die Betrachtung in Abbildung 44 in gering bis mittel (Lehre bis Maturaniveau) und mittel bis hoch (Matura bis akademisches Niveau) unterteilt.

Insgesamt zeigt sich für die Gruppe mit dem höheren Ausbildungsniveau ein geringerer Wasserverbrauch.

Verbrauchsmindernd würde für diese Gruppe wirken, dass sie mehr Haushalte mit Kindern aufweist, verbrauchserhöhend hingegen, dass diese Gruppe im Durchschnitt die größeren Gärten hat. Ebenso ist das Haushaltsnettoeinkommen in der Gruppe mit Matura bis akademischem Niveau deutlich höher.

Die Auswertung des nutzungsbezogenen Wasserverbrauchs ergibt, dass die Innenverbräuche beider Gruppen annähernd gleich sind und der geringere Verbrauch der Gruppe mit dem höheren Ausbildungsniveau eher daraus resultiert, dass in diesen Haushalten weniger Swimmingpools vorhanden sind.

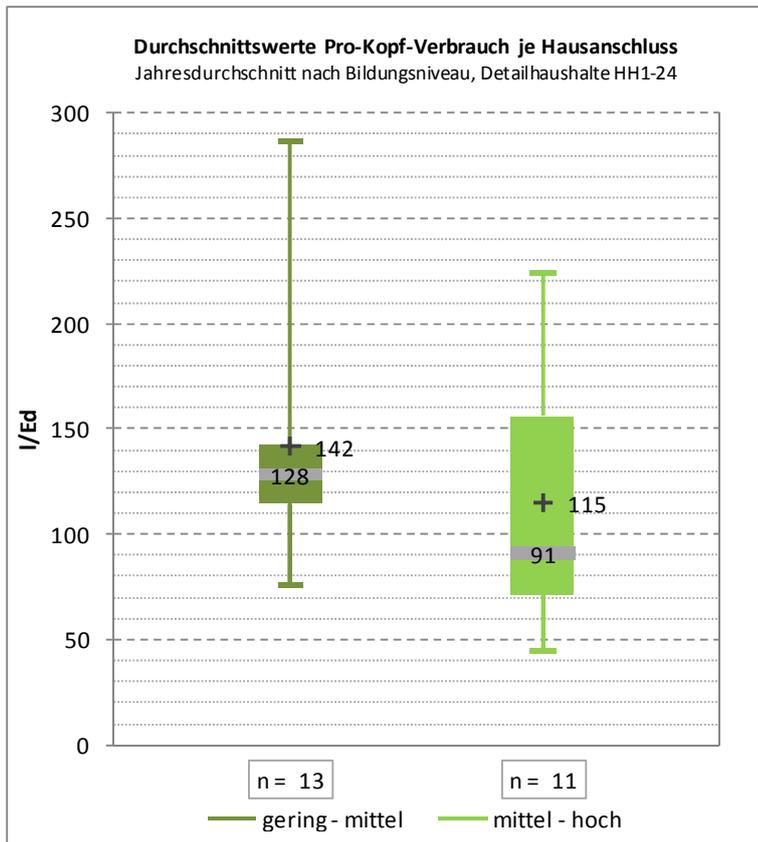


Abbildung 44: Einfluss des Bildungsniveaus der im Haushalt lebenden Personen auf den Pro-Kopf-Verbrauch - dargestellt sind die durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbräuche aller Detailhaushalte (HH1 bis HH24) der Reihenhäuser und Einfamilienhäuser

7.1.2.6 Einkommen

Das Haushaltsnettoeinkommen ist nur für 13 Detailhaushalte (HH1 bis HH24) der Reihenhäuser und Einfamilienhäuser bekannt. Alle anderen Objekte sind hier nicht berücksichtigt.

Zur Untersuchung der Einkommenselastizität ist der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch in Abbildung 45 in Gruppen nach dem Haushaltseinkommen unterteilt. Zu beachten ist, dass das Einkommen nur von wenigen Haushalten bekanntgegeben wurde und somit die Stichprobe besonders klein ist.

Gemeinsam mit der Gruppierung nach dem Haushaltseinkommen ist zu beachten, dass die Gruppe bis € 2.000 vorwiegend aus Pensionisten und Einpersonenhaushalten besteht. Einpersonenhaushalte an sich müssten eigentlich verbrauchssteigernd wirken, aber gerade die von älteren Menschen bewohnten Einpersonenhaushalte weisen eher niedrige Verbräuche auf, und die Bewohner dieser Haushalte schätzen sich selbst zudem als sehr sparsam ein.

Verbrauchssteigernd würde für die Gruppe mit dem höchsten Einkommen wirken, dass es sich nur um Haushalte ohne Kinder handelt, in denen neben ein oder zwei erwerbstätigen Personen auch eine ständig anwesende Person lebt und diese Haushalte auch durchschnittlich die größten Gärten aufweisen.

Die Auswertung des nutzungsbezogenen Wasserverbrauchs zeigt, dass die meisten Nutzungsarten mit steigendem Haushaltseinkommen mehr oder weniger stark zunehmen und der gefundene Trend nicht auf eine oder wenige Nutzungsarten zurückgeführt werden kann.

Da das Haushaltsnettoeinkommen nur für eine sehr kleine Stichprobe von 13 Detailhaushalten bekannt ist, soll bezüglich der Einkommenselastizität keine Aussage getroffen werden. **Mit dem Haushaltsnettoeinkommen stehen weitere verbrauchssteigernde oder –senkende Einflussfaktoren wie zum Beispiel die Gartengröße oder Wohnfläche in Verbindung, wodurch die Verbrauchsunterschiede besser beschrieben werden können.**

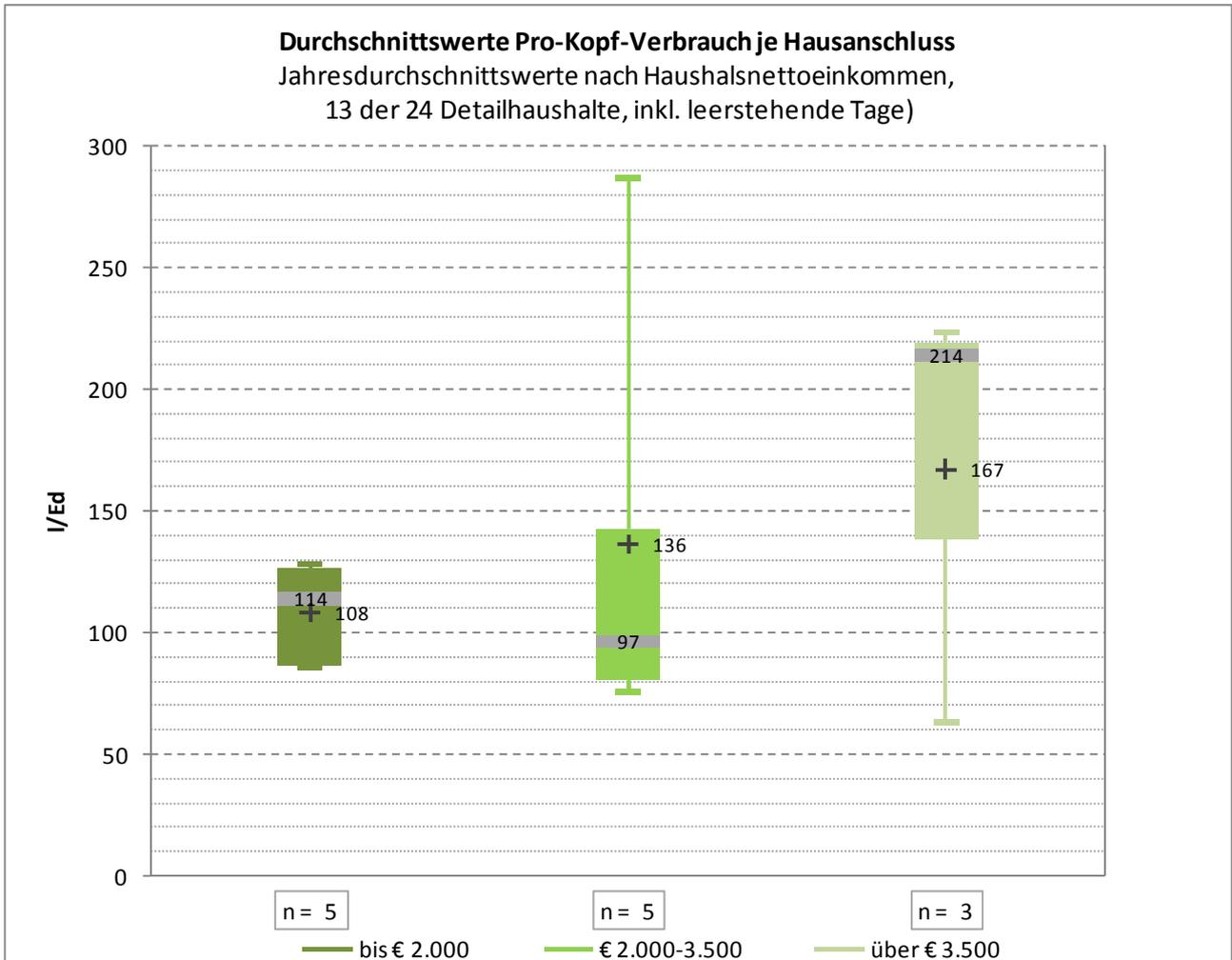


Abbildung 45: Einfluss des Haushaltseinkommens auf den Pro-Kopf-Verbrauch - dargestellt sind die durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbräuche der 13 Detailhaushalte (HH1 bis HH24), für die das Haushaltsnettoeinkommen bekannt ist.

7.1.2.7 Wohnfläche bzw. Zimmerzahl

Die Wohnfläche und Zimmerzahl der Objekte sind nur für die Detailhaushalte (HH1 bis HH24) der Reihenhäuser und Einfamilienhäuser bekannt. Von der Gruppe ausgenommen und hier nicht berücksichtigt, sind jene Haushalte mit zusätzlicher Eigenversorgung für Garten, WC oder Waschmaschine etc.

Abbildung 46 zeigt die durchschnittlichen nutzungsdifferenzierten Verbrauchsanteile unterteilt nach unterschiedlichen Wohnflächen. Der insgesamt Innenverbrauch unterscheidet sich nur geringfügig, wengleich die Aufteilung auf die Nutzungen variiert. Der Trend zu höheren Pro-Kopf-Verbräuchen mit steigender Wohnfläche und Zimmerzahl ist hingegen klar erkennbar und resultiert im Wesentlichen aus dem

Außenverbrauch, welcher wiederum weitgehend eine Folge der Grundstücksgröße ist. Ein Zusammenhang von Wohnfläche und Grundstücksgröße ist auch direkt herstellbar, wie in Abbildung 47 gezeigt ist. Die Einflussparameter Wohnfläche und Grundstücksgröße wirken dementsprechend ähnlich, wobei die Grundstücksgröße an sich den stärkeren Einfluss ausübt.

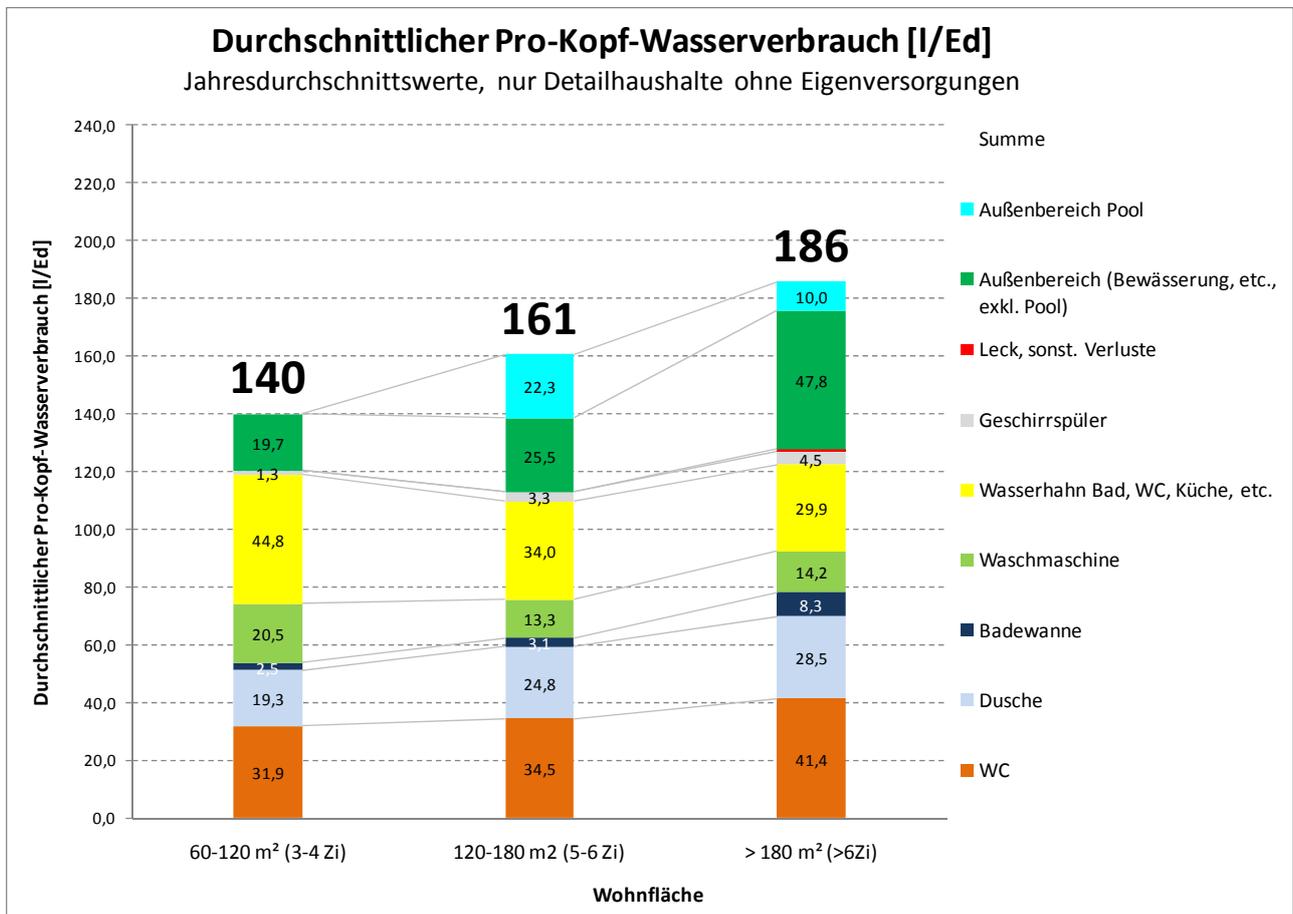


Abbildung 46: Einfluss der Wohnfläche je Haushalt auf den Pro-Kopf-Verbrauch - dargestellt sind die nutzungsdifferenzierten durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbräuche der Reihenhäuser und Einfamilienhäuser (HH1 bis HH24) ohne zusätzliche Eigenversorgungen

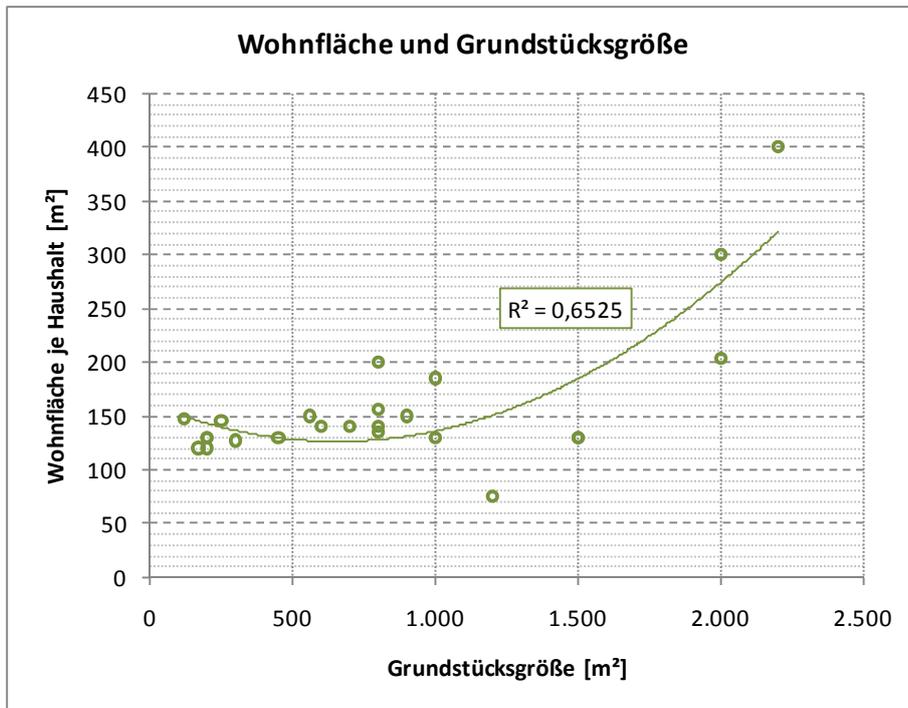


Abbildung 47: Zusammenhang der Wohnfläche mit der Grundstücksgröße bei Reihenhäusern und Einfamilienhäusern

Bei Betrachtung der spezifischen Wohnfläche (ohne Abbildung) zeigt sich, dass Haushalte mit der höchsten Wohnfläche je Bewohner nur noch den zweithöchsten Verbrauch aufweisen. Grund dafür ist, dass ein Großteil dieser Haushalte Einpersonenhaushalte mit älteren Bewohnern sind, die bekanntlich eher einen geringen Verbrauch haben.

In jedem Fall weisen die Haushalte in der Gruppe der geringsten Wohnflächen, egal ob spezifisch oder gesamt, im Durchschnitt auch die geringsten Wasserverbräuche auf.

7.1.2.8 Baujahr, Renovierung, Modernisierung, Ausstattung und Wasserdruck

Das Baujahr bzw. letzte Renovierung der Objekte ist nur für die Einfamilienhäuser HH1 bis HH24 bekannt. Von der Gruppe ausgenommen und hier nicht berücksichtigt, sind jene Haushalte mit zusätzlicher Eigenversorgung für WC oder Waschmaschine.

Die Betrachtung des Verbrauchs nach dem Baujahr bzw. letzte Renovierung der Wohnobjekte soll zeigen, ob daraus ein Einfluss auf den Wasserverbrauch entsteht.

Der Gesamtverbrauch zeigt eine sinkende Tendenz bei neueren Häusern. Einer der Gründe dafür ist, dass gerade die neueren Häuser auch kleinere Gärten besitzen und so ein geringerer Außenverbrauch zustande kommt.

Insgesamt weisen neuere Häuser aber auch einen etwas geringeren Verbrauch im Innenbereich auf, wobei sich manche Verbrauchsanteile mit dem Alter des Bauwerkes unterschiedlich verändern. Am stärksten verbrauchssteigernd für die älteren Häuser wirkt der höhere Verbrauch für das WC und am Wasserhahn.

Abbildung 48 zeigt die durchschnittlichen nutzungsdifferenzierten Verbrauchsanteile im Innenbereich unterteilt nach dem Baujahr bzw. der letzten Renovierung. Die Nutzungshäufigkeit des WC ist zwar sehr

unterschiedlich, zeigt aber erwartungsgemäß keine Abhängigkeit vom Bau- bzw. Renovierungsjahr. Der spezifische Verbrauch je Spülvorgang weist hingegen schon eine gewisse Abhängigkeit vom Bau- bzw. Renovierungsjahr auf.

In älteren Häusern (um 1970) werden im Durchschnitt 8 Liter je Spülvorgang benötigt, während es in neueren Häusern (ab 2000) nur noch rund 5 Liter sind. Dementsprechend wird davon ausgegangen, dass das Alter der WC-Spülkästen mit dem Alter des Hauses in Zusammenhang steht und Spülkästen bei Renovierungsarbeiten gegebenenfalls erneuert werden.

Bezüglich der Nutzung am Wasserhahn ist in der Analyse der nutzungsdifferenzierten Verbrauchsanteile zu erkennen, dass die Häufigkeit der Verwendung in älteren Häusern viel höher ist, wenngleich der Verbrauch je Nutzung etwas geringer ist. Dieser Zusammenhang ist jedoch nicht aufgrund des Alters der Häuser, sondern aufgrund des Durchschnittsalters der Bewohner gegeben, welches eine klare Korrelation mit dem Baujahr der Häuser aufweist. Es bedeutet, dass ältere Menschen, die im Schnitt auch in älteren Häusern leben, öfter den Wasserhahn benutzen als jüngere. Zusammen mit dem etwas geringeren Verbrauch je Nutzung ergibt dies dennoch für ältere Menschen und somit für ältere Häuser einen insgesamt höheren Verbrauch am Wasserhahn.

In diesem Zusammenhang wurde auch der Einfluss von Armaturentypen untersucht und es zeigte sich, dass die älteren Zweigriffarmaturen (zwei getrennt zu bedienende Wasserhähne für Kalt- und Warmwasser) je Nutzung weniger Wasser verbrauchen als moderne Einhandmischer. Der Grund dafür könnte sein, dass Einhandmischer mit einem Handgriff voll aufgedreht werden können, während Zweigriffarmaturen nur selten bis zum Maximaldurchfluss aufgedreht werden.

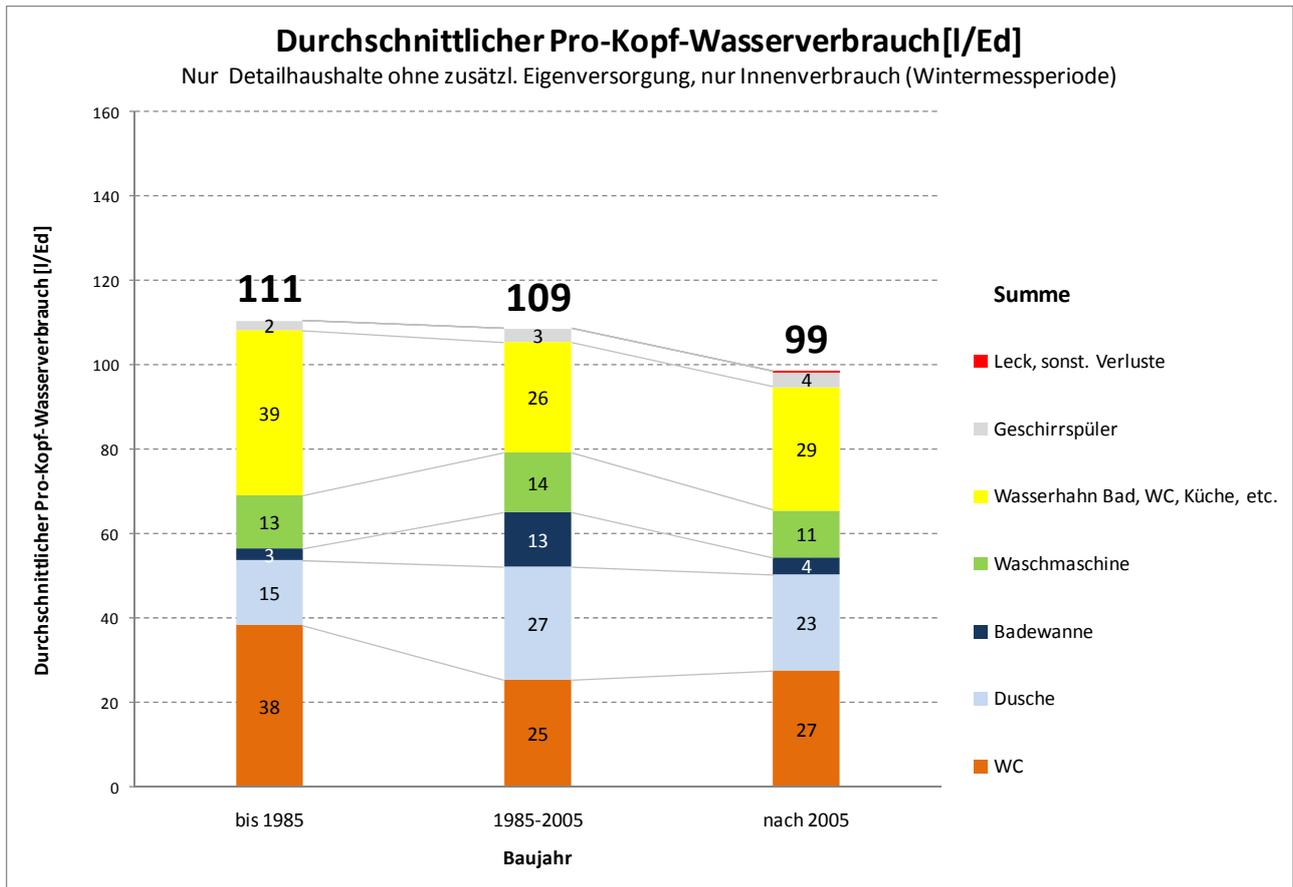


Abbildung 48: Einfluss des Bau- bzw. Renovierungsjahres auf den Pro-Kopf-Verbrauch - dargestellt sind die nutzungsdifferenzierten durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbräuche, Detailhaushalte (HH1 bis HH24) der Reihenhäuser und Einfamilienhäuser ohne zusätzliche Eigenversorgungen

Wie sich die Ausstattung eines Haushaltes mit oder ohne Swimmingpool, Schwimmteich oder Sauna im Haus auf den Verbrauch auswirkt, ist in Abbildung 49 dargestellt.

Dabei ist deutlich zu erkennen, wie stark Swimmingpools den Verbrauch erhöhen. Die jeweilige Wassermenge ist dabei natürlich von der Poolgröße abhängig. Diese reicht von wenigen Kubikmetern bei kleinen, frei aufgestellten Pools aus Folien bis hin zu gemauerten Becken oder Schwimmteichen mit durchschnittlichen Größen um die 50 m³. Im Durchschnitt wird der tägliche Pro-Kopf-Verbrauch durch die Ausstattung mit Swimmingpools oder Schwimmteichen und das jährliche Füllen bzw. Nachfüllen um knapp 40 l/Ed erhöht.

Zusätzlich ist in diesen Haushalten auch die sonstige Wassernutzung im Außenbereich, z. B. für Bewässerung, erhöht. Alle anderen Verbrauchsanteile sind durchwegs ähnlich.

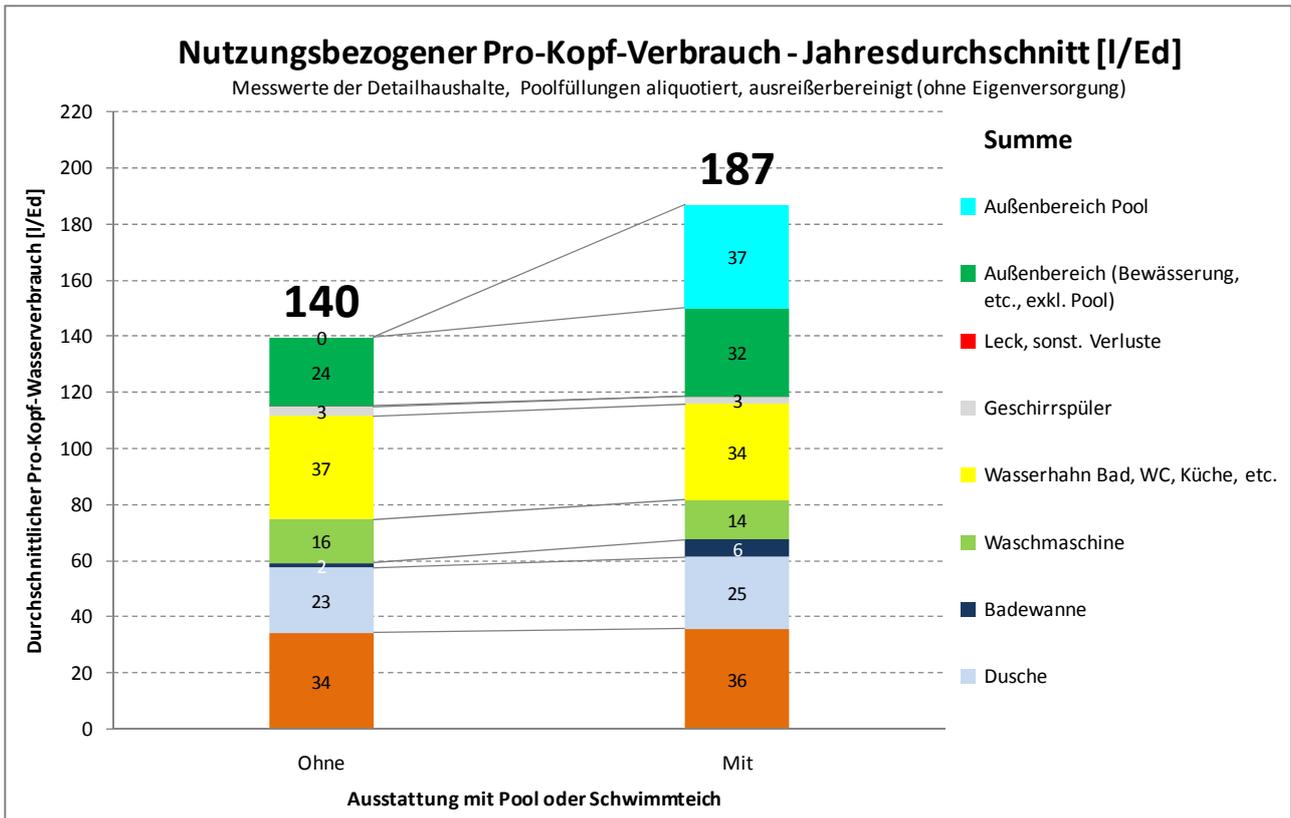


Abbildung 49: Einfluss der Ausstattung auf den Pro-Kopf-Verbrauch - dargestellt sind die nutzungsdifferenzierten durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbräuche, Detailhaushalte (HH1 bis HH24) der Reihenhäuser und Einfamilienhäuser ohne zusätzliche Eigenversorgungen

Ein Zusammenhang von geräteunabhängigen Wasserverbräuchen (Dusche, Wasserhahn oder Bewässerung im Außenbereich) vom Wasserdruck konnte nicht festgestellt werden, obwohl der Wasserdruck von knapp über 3 bar bis knapp über 7 bar eine sehr große Bandbreite aufweist.

7.1.2.9 Sparsamkeit - Verbrauchsverhalten

Das Verbrauchsverhalten der Bewohner ist nur für die Detailhaushalte (HH1 bis HH24) der Reihenhäuser und Einfamilienhäuser bekannt. Von der Gruppe ausgenommen und hier nicht berücksichtigt sind jene Haushalte mit zusätzlicher Eigenversorgung für Garten, WC oder Waschmaschine etc.

Um die Sparsamkeit einschätzen zu können, wurden im Zuge der Interviews in den Detailhaushalten folgende Frage gestellt und mit 1 (ja / immer) bis 4 (nein / nie) bewertet.

- *Ich verwende den Spülstopp (oder kleine Spülmenge) am WC*
- *Ich dusche kurz und drehe zwischendurch das Wasser ab*
- *Am Handwaschbecken drehe ich auch für kurze Zeit immer wieder ab (z.B. beim Rasieren)*
- *Im Garten gieße ich nur wenn nötig und nur gezielt*
- *Ich schalte den Geschirrspüler nur ein, wenn er ganz voll ist.*
- *Ich schalte die Waschmaschine nur ein, wenn sie ganz voll ist.*
- *Ich verwende Sparprogramme bei Geschirrspüler und Waschmaschine*

Die Selbsteinschätzung der Haushaltsbewohner ist mittels Durchschnittsbildung aller Nennungen und aller Bewohner eines Haushaltes als Indexwert aggregiert.

Abbildung 50 zeigt den Einfluss des Nutzerverhaltens hinsichtlich der Sparsamkeit im Umgang mit Wasser anhand der durchschnittlichen nutzungsdifferenzierten Verbrauchsanteile.

Die meisten Haushalte fallen in die Kategorie *eher sparsam*. Das bedeutet, die Bewohner sind grundsätzlich schon sparsam im Umgang mit Wasser, aber es gibt vereinzelte Nutzungskategorien, in denen nicht gespart wird.

Am deutlichsten tritt das *wenig sparsame* Verhalten bei der WC-Spülung und der Dusche hervor.

Im Falle des WCs werden Spülstop- oder Zweimengensysteme gar nicht oder nur von manchen Haushaltsbewohnern verwendet oder sind nicht vorhanden.

Betreffend die Dusche sind mit Abstand die wenigsten bereit, sparsam zu sein. Haushalte in denen beim Duschen das Wasser zwischendurch abgedreht wird, sind im Wesentlichen von älteren Menschen bewohnte Einpersonenhaushalte. Haushalte in denen das Wasser beim Duschen strikt von keinem Bewohner zwischendurch abgedreht wird, sind vorwiegend jene mit niedrigem Durchschnittsalter und Kindern oder Jugendlichen im Haushalt.

Nutzungen, bei denen am ehesten sparsam mit Wasser umgegangen wird, sind das Gartengießen und die Verwendung von Waschmaschinen und Geschirrspülern. Die Haushaltsgeräte werden vorwiegend nur in Betrieb genommen, wenn die maximale Füllmenge erreicht ist. Sparprogramme werden nicht so häufig verwendet.

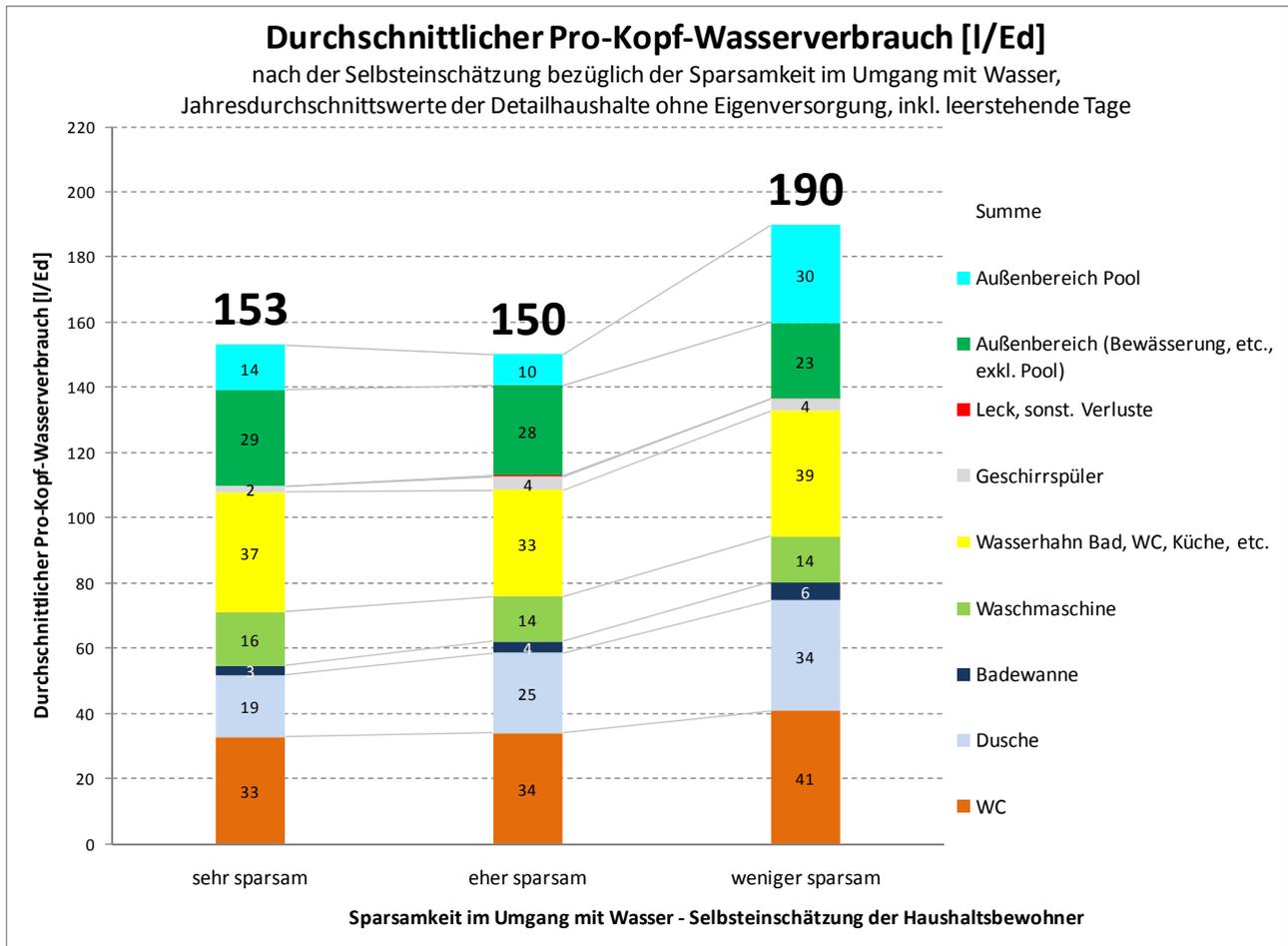


Abbildung 50: Einfluss der Sparsamkeit (Selbsteinschätzung) auf den Pro-Kopf-Verbrauch - dargestellt sind die nutzungsdifferenzierten durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbräuche, Detailhaushalte (HH1 bis HH24) der Reihenhäuser und Einfamilienhäuser ohne zusätzliche Eigenversorgungen

7.1.2.10 Berufstätigkeit / Anwesenheit im Haushalt

Angaben über die Berufstätigkeit der Bewohner sind nur für die Detailhaushalte (HH1 bis HH24) der Reihenhäuser und Einfamilienhäuser bekannt. Von der Gruppe ausgenommen und hier nicht berücksichtigt sind jene Haushalte mit zusätzlicher Eigenversorgung für Garten, WC oder Waschmaschine etc.

Abbildung 51 zeigt den Einfluss der Berufstätigkeit in Form von Anwesenheitszeit im Haushalt anhand der durchschnittlichen nutzungsdifferenzierten Verbrauchsanteile.

Von der gesamten Stundenzahl pro Woche sind 30 % Ruhezeit bzw. Schlaf abgezogen, in der kein Wasser verbraucht wird. In den restlichen 70 % der Zeit, die als *aktive Zeit* bezeichnet wird, kann Wasser verbraucht werden. Unter Berücksichtigung der Wochenenden ergibt sich bei Vollzeitbeschäftigung eine Anwesenheit im Haushalt von knapp 60 %; bei Halbtagsbeschäftigung, Schülern oder Studenten 80 % und die Kategorie Hausfrau/-mann, Pensionisten oder Arbeitslose sind mit 95 bis 100 % Anwesenheit eingeschätzt

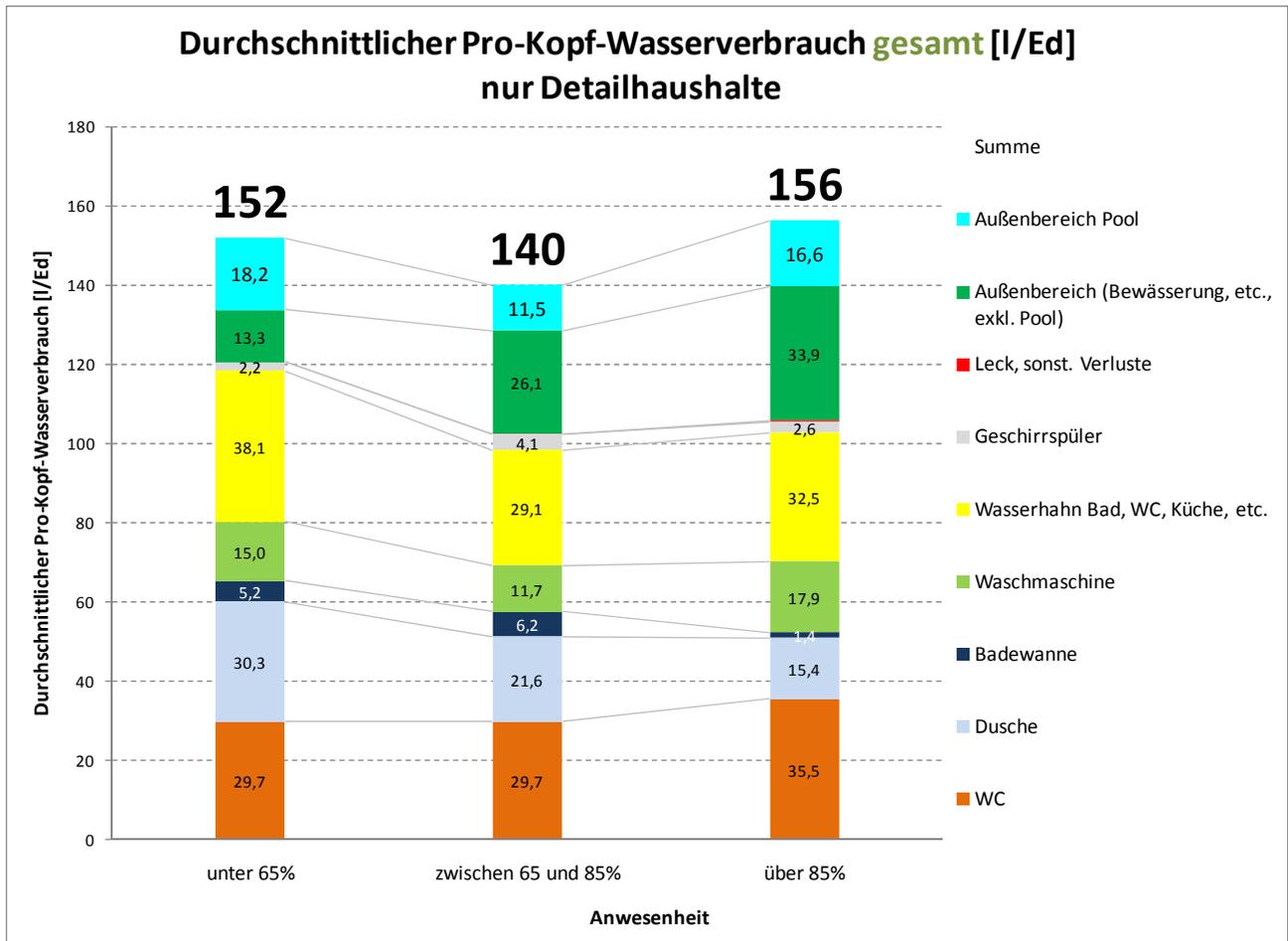


Abbildung 51: Einfluss Berufstätigkeit auf den Pro-Kopf-Verbrauch im Haushalt - dargestellt sind die nutzungsdifferenzierten durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbräuche, Detailhaushalte (HH1 bis HH24) der Reihenhäuser und Einfamilienhäuser ohne zusätzliche Eigenversorgungen

Bei vorwiegender Anwesenheit im Haushalt (über 85 %) wird mehr Wasser für das WC verbraucht. Dies liegt einerseits an der häufigeren Nutzung und andererseits auch daran, dass ein wesentlicher Teil der Gruppe mit hoher Anwesenheit Pensionisten sind, die auch in älteren Häusern wohnen und diese Häuser auch ältere und somit größere Spülkästen haben und je Spülung mehr Wasser verbrauchen.

Haushalte mit vorwiegend berufstätigen Personen (Anwesenheit im Haushalt unter 65 %) verbrauchen hingegen erheblich mehr Wasser für die Dusche. Grund dafür ist eine häufigere, fast tägliche Nutzung der Dusche bei gleichzeitig höherem Wasserverbrauch je Duschvorgang. Personen mit vorwiegender Anwesenheit im Haushalt duschen hingegen nur etwa jeden zweiten Tag und verwenden dabei auch noch weniger Wasser.

7.1.2.11 Wasserpreis

Angaben über das Wissen der Bewohner um den Wasserpreis sind nur für die Detailhaushalte (HH1 bis HH24) der Reihenhäuser und Einfamilienhäuser bekannt. Von der Gruppe ausgenommen und hier nicht berücksichtigt, sind jene Haushalte mit zusätzlicher Eigenversorgung für Garten, WC oder Waschmaschine etc.

Der dargestellte Preis muss nicht der tatsächliche Preis sein, sondern ist jene Angabe, die im Haushalt als realer Preis angenommen wird, da nur aufgrund dieses Preisbewusstseins das Konsumverhalten beeinflusst werden könnte.

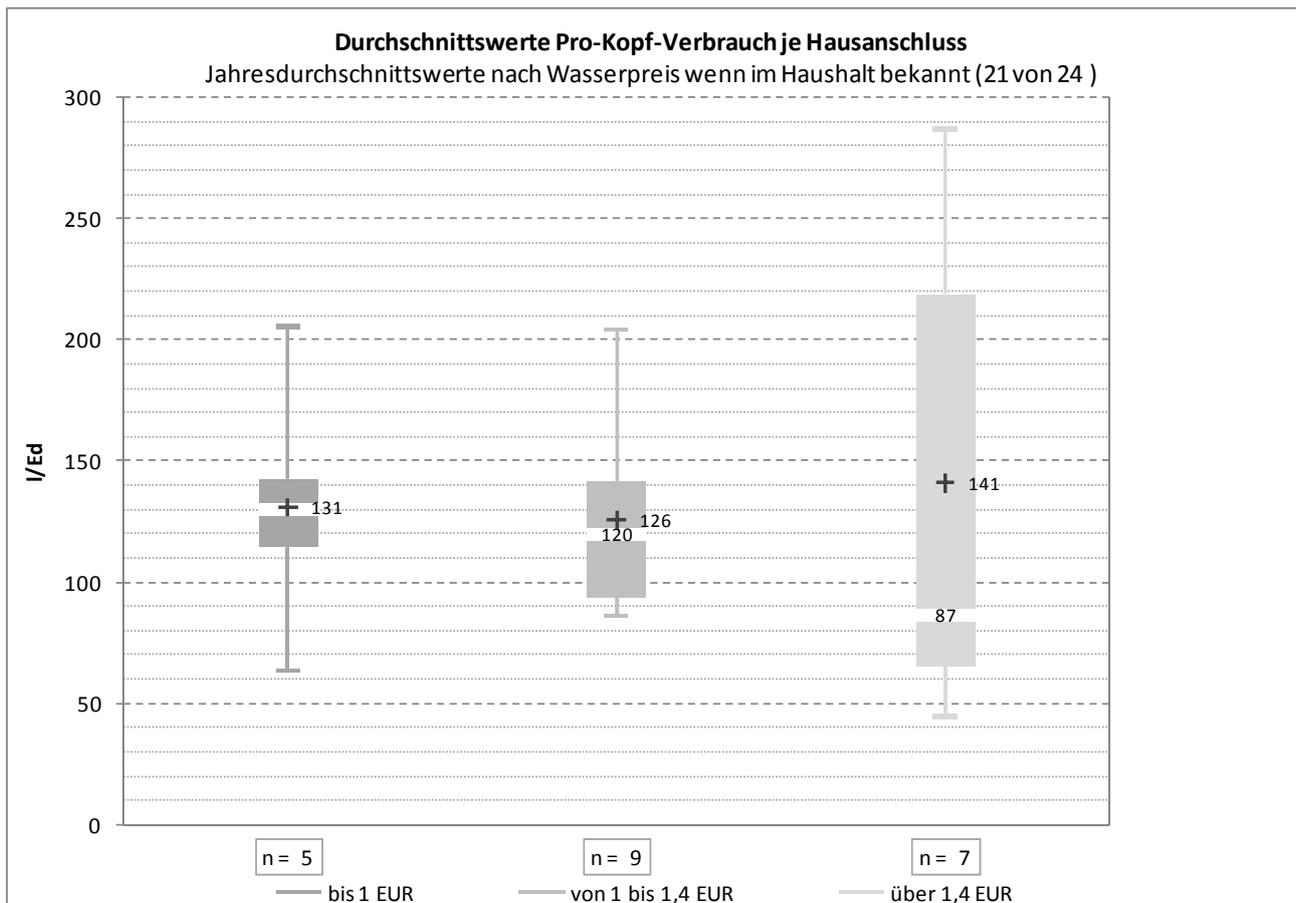


Abbildung 52: Einfluss des Wasserpreises auf den Pro-Kopf-Verbrauch im Haushalt - dargestellt sind jene 21 Detailhaushalte (HH1 bis HH24) der Reihenhäuser und Einfamilienhäuser, in denen der Wasserpreis bekannt ist

Die Mehrheit der Haushalte (siehe Mediane) verbraucht weniger, wenn das Wasser teurer ist oder zumindest ein hoher Preis vermutet wird. In einigen Haushalten wird trotz des eher höheren Wasserpreises besonders viel verbraucht, sodass ein hoher Durchschnitt entsteht.

Die Auswirkung des Preises ist nicht besonders stark ausgeprägt, kann aber jedenfalls nachvollzogen werden und möglicherweise bei größeren Preisdifferenzen deutlich stärker wirksam werden.

Für Wohnhausanlagen ist mit großer Wahrscheinlichkeit die Verwendung von Wohnungswasserzählern im Gegensatz zu einer pauschalierten Abrechnung ein Einflussfaktor. Da im Zuge der Untersuchung aber keine

Wohnhausanlagen mit Einzelwasserzählern gemessen werden konnten, kann diese Vermutung nicht bestätigt oder quantifiziert werden.

7.1.2.12 Alternative Wasserversorgungen

Angaben über alternative Wasserversorgungen sind nur für die Detailhaushalte (HH1 bis HH24) der Reihenhäuser und Einfamilienhäuser bekannt.

In Abbildung 53 sind die nutzungsdifferenzierten Verbräuche aus dem öffentlichen Wasserversorgungsnetz für unterschiedliche Situationen von zusätzlichen Eigenversorgungen mit alternativen Wasserressourcen dargestellt.

Haushalte, die keine zusätzlichen Eigenversorgungen verwenden (nur WVU), weisen erwartungsgemäß den höchsten Verbrauch auf, der auch wesentlich von den Außenwassernutzungen beeinflusst wird.

Eine zusätzliche bzw. ausschließliche Eigenversorgung für den Außenbereich, durch Regenwasser oder eigenen Brunnen, reduziert den Verbrauch für Bewässerung merklich.

Wird die zusätzliche Eigenversorgung auch noch für die teilweise Versorgung des Innenbereichs herangezogen (WC, Waschmaschine), so sind besonders geringe Verbräuche aus dem öffentlichen Wasserversorgungsnetz die Folge.

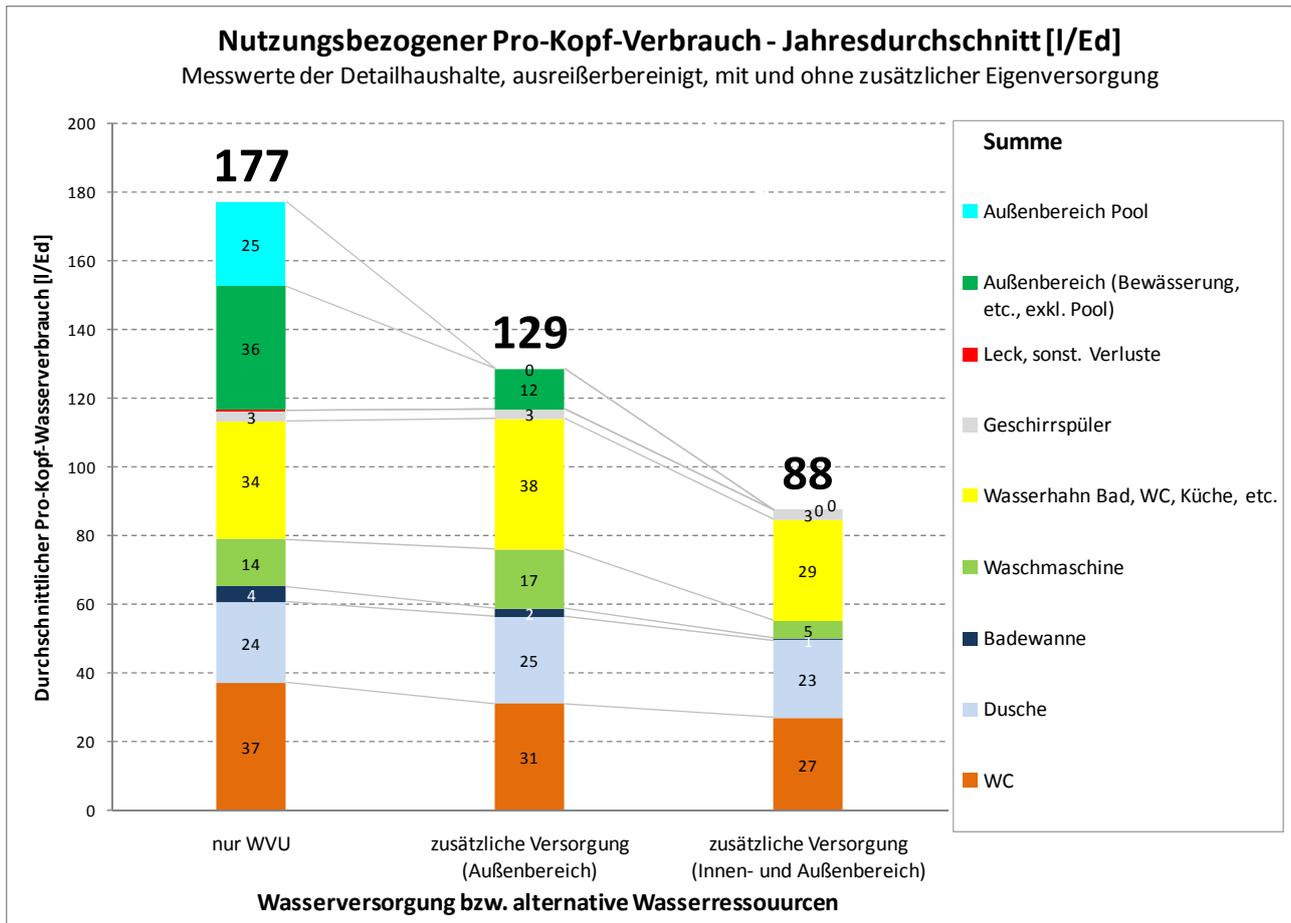


Abbildung 53: Einfluss einer verfügbaren alternativen Wasserversorgung auf den Pro-Kopf-Verbrauch im Haushalt - dargestellt sind die Verbräuche aus dem öffentlichen Wasserversorgungsnetz der Detailhaushalte (HH1 bis HH24)

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass zusätzliche Eigenversorgungen bei Reihen- und Einfamilienhäusern, angefangen von Regenwassernutzung im Garten bis hin zur Nutzung eigener Brunnen für Bewässerung, WC und Waschmaschine, im Durchschnitt einen Verbrauch von unter 90 l/Ed aus dem öffentlichen Wasserversorgungsnetz bewirken kann. Im Einzelfall, bei sehr hohem Grad der zusätzlichen Eigenversorgung, beträgt der mittlere Verbrauch aus der öffentlichen Wasserversorgung sogar nur rund 50 l/Ed.

7.1.2.13 Zusammenfassung und Vergleich mit Literaturdaten

Bezüglich der **Wohnformen** zeigt Abbildung 54 die durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbräuche der in Österreich gemessenen Einfamilienhäuser, Reihenhäuser, Wohnhausanlagen und Wochenendhäuser sowie die in der Literatur gefundenen Mittelwerte für Haushalte in Europa sowie in USA und Australien.

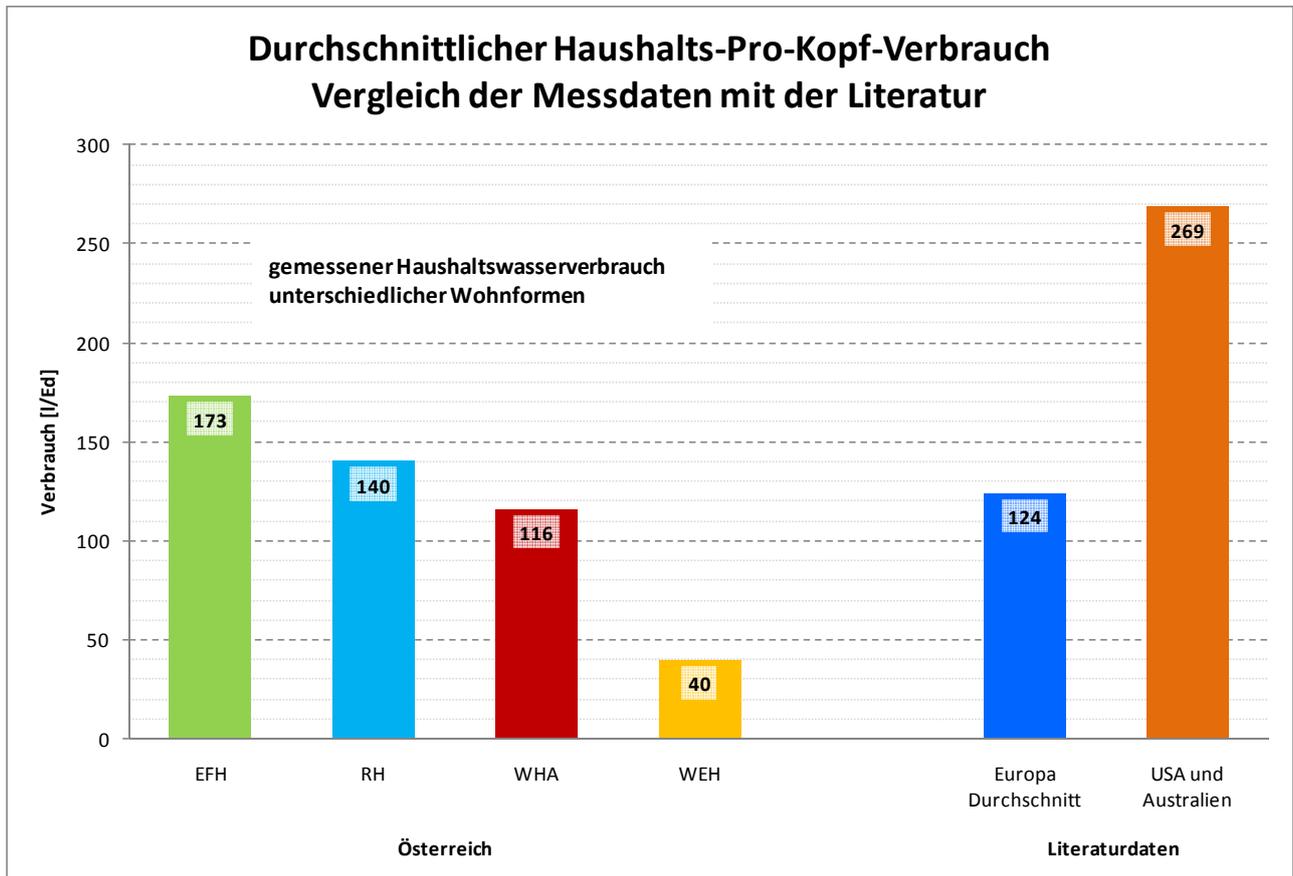


Abbildung 54: Durchschnittlicher Pro-Kopf-Verbrauch - Vergleich zwischen gemessenen Einfamilienhäusern, Reihenhäusern, Wohnhausanlagen, Wochenendhäuser und der Literatur

Der durchschnittliche österreichische Haushaltswasserverbrauch ganzer Versorgungsgebiete liegt, je nach Zusammensetzung der Wohnformen, zwischen 130 und 140 l/Ed (siehe auch Abbildung 37) und liegt damit etwas über dem in der Literatur ausgewiesenen, europäischen Durchschnitt (124 l/Ed).

7.1.3 Einfluss von Wetter und Klima auf den Wasserverbrauch von Einfamilienhäusern, Reihenhäusern, Wohnhausanlagen

7.1.3.1 Einfluss des Wetters

Da das Wetter einen wesentlichen Einfluss auf den Wasserverbrauch hat, werden im Folgenden die Verbräuche der unterschiedlichen Wohnformen in Abhängigkeit von Temperatur, Niederschlag und Trockenheit betrachtet. Abbildung 55 zeigt einen Vergleich des durchschnittlichen Wasserverbrauchs von Einfamilienhäusern, Reihenhäusern und Wohnhäusern in Abhängigkeit von der mittleren Tagestemperatur. Insbesondere bei den Einfamilienhäusern aber auch bei den Reihenhäusern ist ein starker Anstieg des Verbrauchs bei höheren Temperaturen zu erkennen. Die Ursache dafür ist ein vermehrter Wasserverbrauch im Außenbereich.

Auffällig ist die Trendumkehr des Verbrauchs der unterschiedlichen Wohnformen zwischen Winter- und Sommerverbrauch. Einfamilienhäuser und im Speziellen Reihenhäuser, welche im Sommer erwartungsgemäß besonders hohe Verbräuche aufweisen, haben in der kalten Jahreszeit vielfach sogar geringere Verbräuche als die Wohnungen in Wohnhausanlagen.

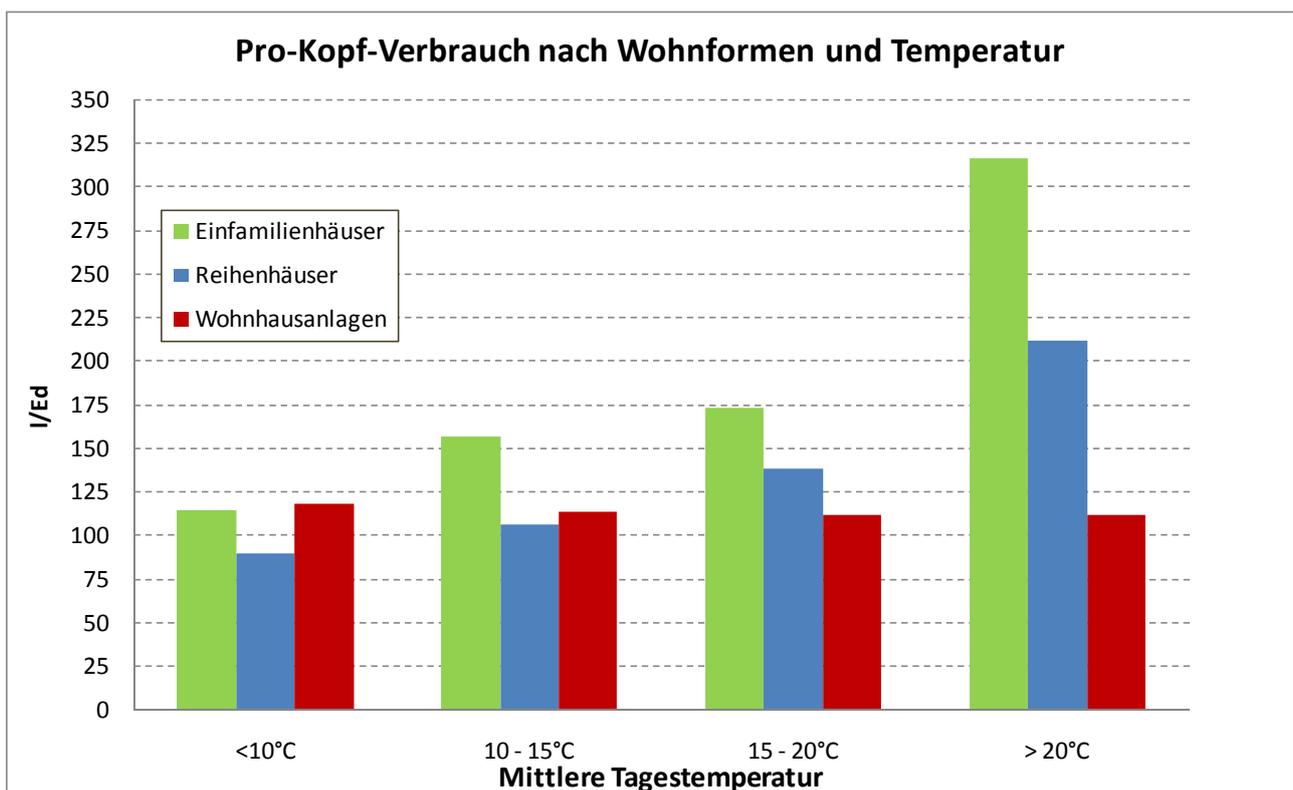


Abbildung 55: Abhängigkeit des Wasserverbrauchs unterschiedlicher Wohnformen von der Temperatur

In Abbildung 56 ist eine Woche der Sommermessperiode im Juni 2010 im Detail betrachtet. Es sind die durchschnittlichen Tagesverbräuche für Einfamilienhäuser und Reihenhäuser der Siedlung in Niederösterreich gegenüber der Verbräuche der Wohnhausanlage in Kärnten betrachtet. Diese Woche wurde gewählt, da sich die mittleren Tagestemperaturen in beiden Messgebieten innerhalb dieser kurzen Zeitspanne von deutlich unter 15° auf 22° besonders stark und beinahe gleich entwickelten.

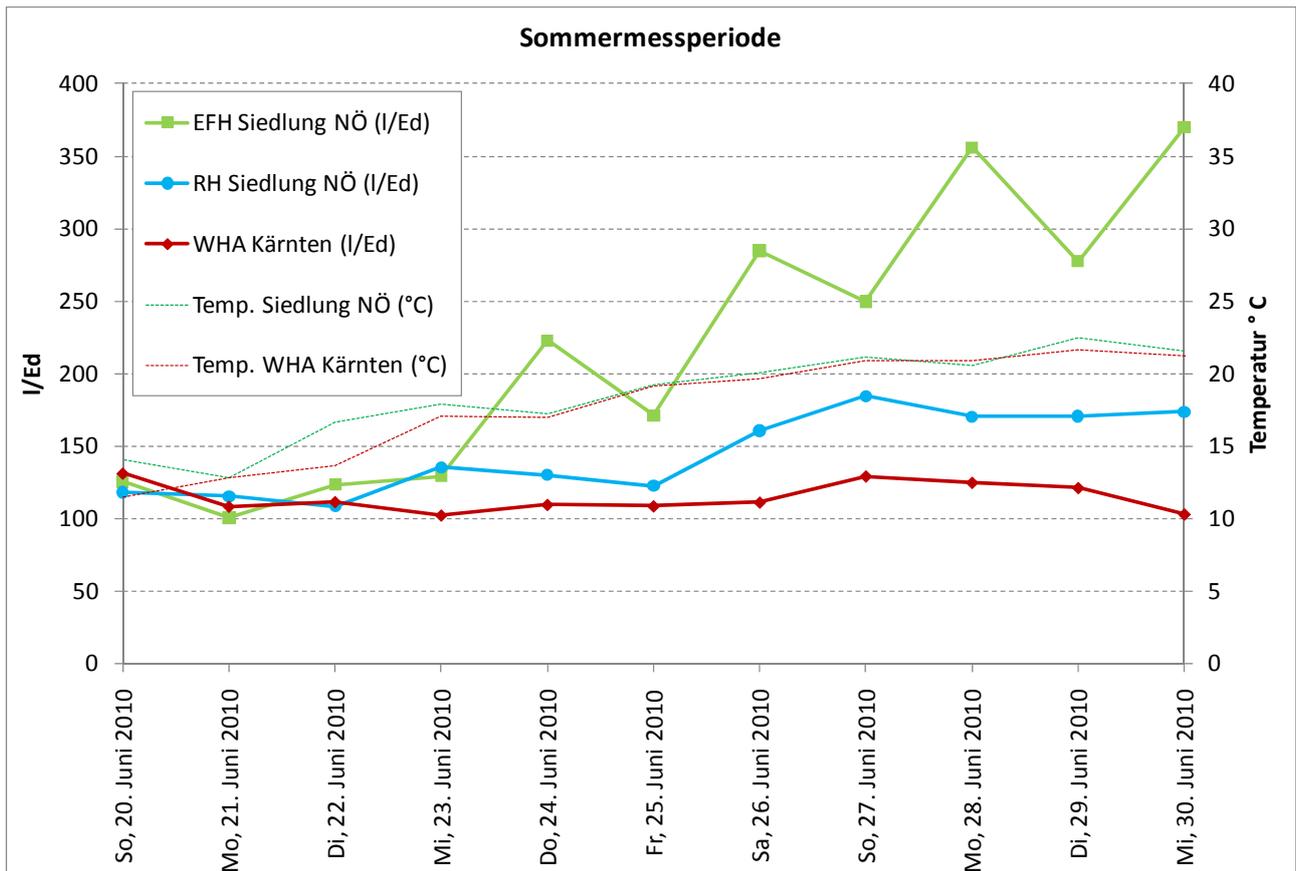


Abbildung 56: Pro-Kopf-Verbrauch während einer Woche der Sommermessperiode; Vergleich von der Durchschnittswerte von Einfamilienhäusern und Reihenhäusern der Siedlung in Niederösterreich mit der Wohnhausanlage in Kärnten

Es zeigt sich, dass bei steigenden Temperaturen auch der Wasserverbrauch bei den Einfamilienhäusern bis zu einem Wert von knapp 370 l/Ed ansteigt, während bei der Wohnhausanlage dieser Effekt nicht beziehungsweise bei den Reihenhäusern nur stark abgeschwächt eintritt.

In den unteren Temperaturbereichen ist ein beinahe gleicher Pro-Kopf-Verbrauch für alle Objekte, der bei rund 120 l/Ed liegt, zu sehen.

In der Abbildung 57 ist eine Woche der Wintermessperiode im Februar 2011 im Detail betrachtet. Es sind die durchschnittlichen Tagesverbräuche für Einfamilienhäuser und Reihenhäuser der Siedlung in Niederösterreich mit den Verbräuchen der Wohnhausanlagen in Kärnten und Niederösterreich verglichen. Die mittleren Tagestemperaturen liegen für alle niederösterreichischen Objekte durchwegs unter dem Gefrierpunkt, für die Wohnhausanlage in Kärnten knapp unter oder um den Gefrierpunkt. Ein Wasserverbrauch in Außenbereichen und damit eine Temperaturbeeinflussung des Verbrauchs ist bei diesen Temperaturen sehr unwahrscheinlich.

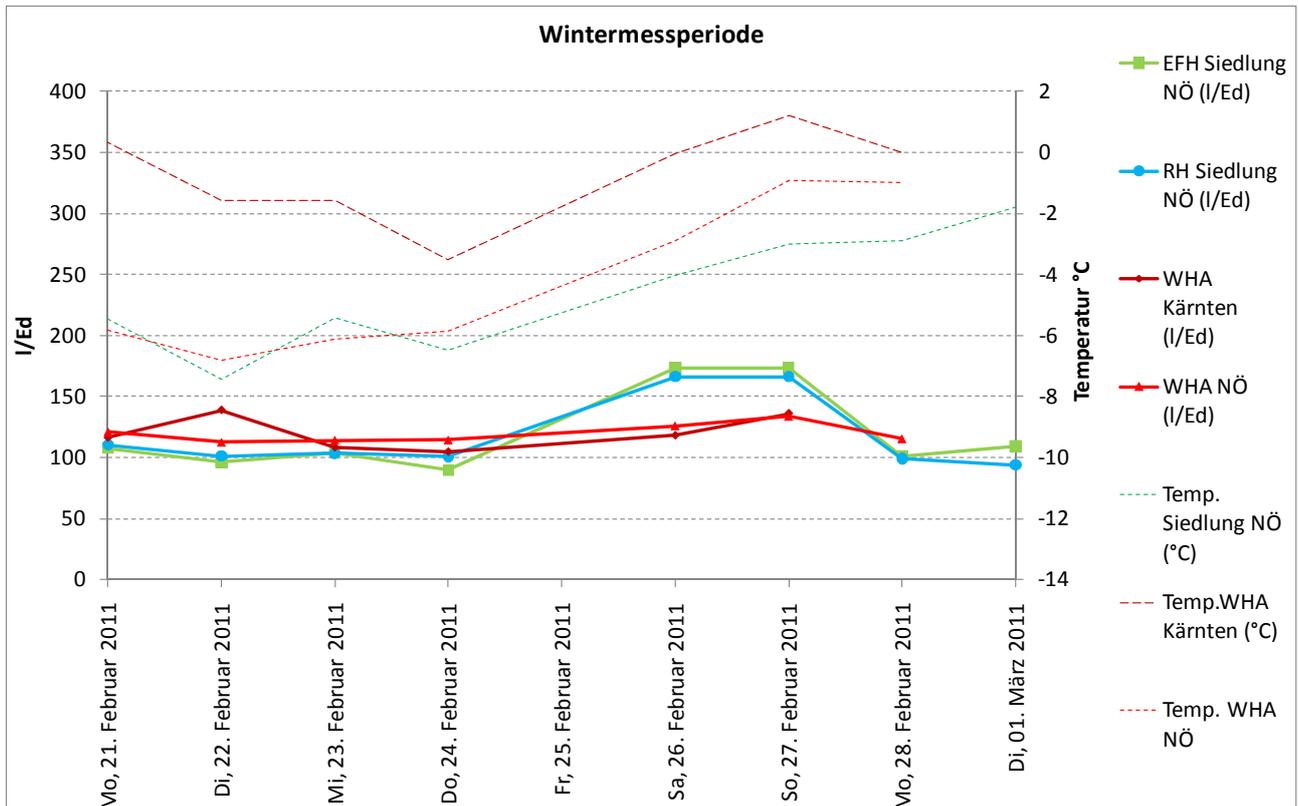


Abbildung 57: Durchschnittlicher Pro-Kopf-Verbrauch während einer Woche der Wintermessperiode; Vergleich von Einfamilienhäusern und Reihenhäusern der Siedlung in Niederösterreich mit den Wohnhausanlagen in Kärnten und Niederösterreich

Es zeigt sich bei niedrigen Temperaturen und während den Arbeitstagen (Mo bis Fr) für alle Objekte ein eher gleichmäßiger Verbrauch rund um 110 bis 120 I/Ed. Bei den Reihenhäusern und Einfamilienhäusern ist am Wochenende ein starker Anstieg im Verbrauch bis zu 175 I/Ed zu erkennen. Bei den Wohnhausanlagen ist dieser Anstieg viel weniger deutlich ausgeprägt.

Eine genauere Analyse der Zusammenhänge des Wetters mit dem Wasserverbrauch ist auf Einzeldatenebene der Detailhaushalte möglich.

Abbildung 58 zeigt exemplarisch die Messwerte des Wasserverbrauchs eines Haushaltes (Langzeitmessstelle) in Abhängigkeit von der Temperatur. Es handelt sich dabei um einen Zweipersonenhaushalt, dessen Bewohner bereits in Pension sind und die eher sparsam mit Wasser umgehen. Die Messdaten und Regressionskurven sind nach Sommerhalbjahr (orange) und Winterhalbjahr (blau) getrennt. Es besteht eine deutlich positive Korrelation des Wasserverbrauchs mit der Temperatur. Die Maximalverbräuche im Sommer sind durch Bewässerung im Außenbereich begründet. Der einzelne Maximalwert im Winter wurde durch eine für rund fünf Stunden undichte WC-Spülung verursacht.

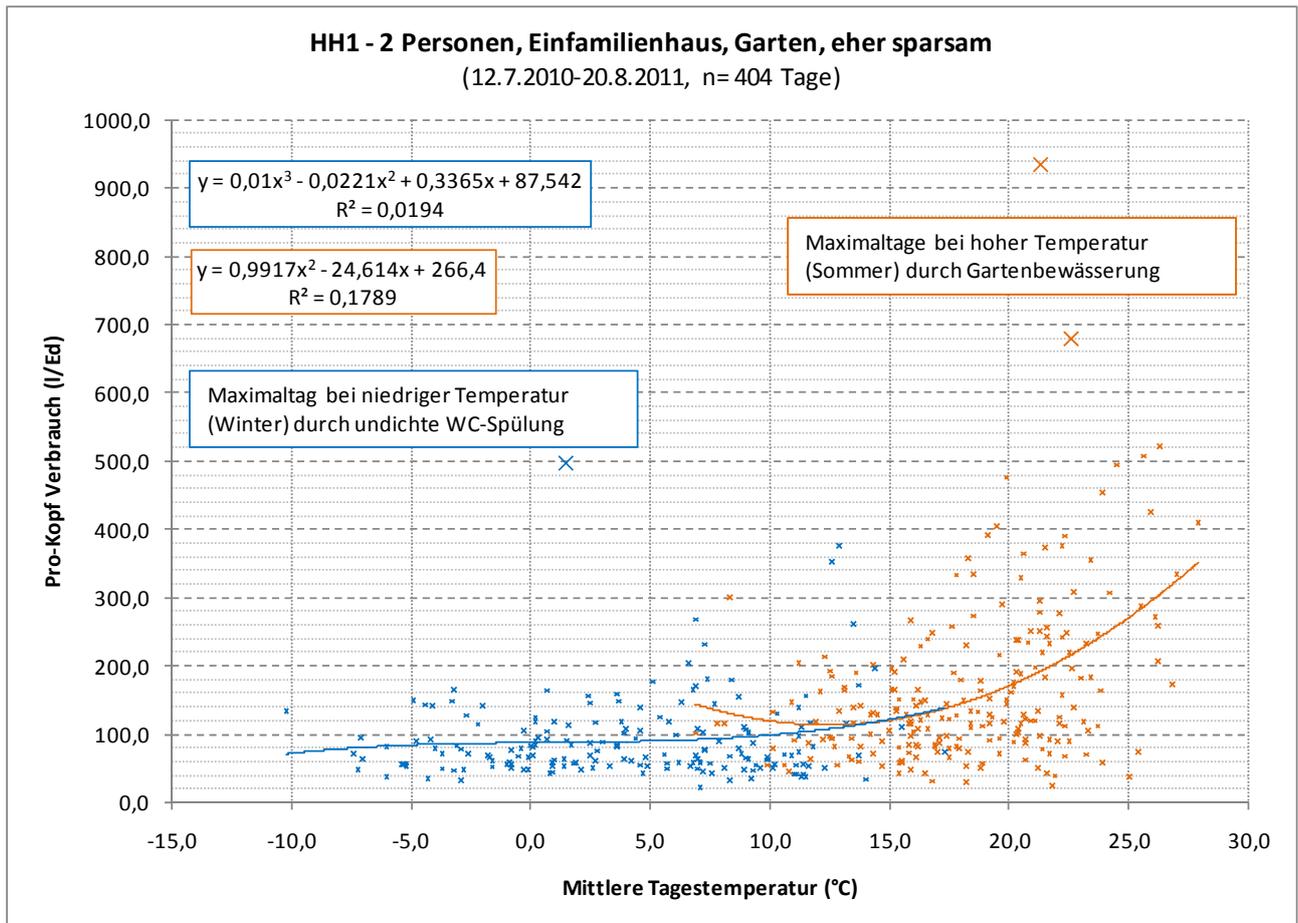


Abbildung 58: Abhängigkeit des Wasserverbrauchs eines Einfamilienhauses von der Temperatur (exemplarisch a)

Nicht in allen Haushalten konnte der Einfluss der Temperatur so deutlich erkannt werden. Speziell dann nicht, wenn es sich um eine Kurzzeitmessstelle handelt und in der zweiwöchigen Messperiode gerade kein erhöhter Verbrauch im Außenbereich stattfand. Gründe dafür waren z.B. regelmäßige Niederschläge, die eine Bewässerung der Außenflächen nicht nötig machten oder auch die Alternative Nutzung von Regenwasser oder einer Eigenversorgung durch einen Brunnen für die Gartenbewässerung. Abbildung 59 zeigt exemplarisch die Messwerte eines solchen Haushaltes (Kurzzeitmessstelle).

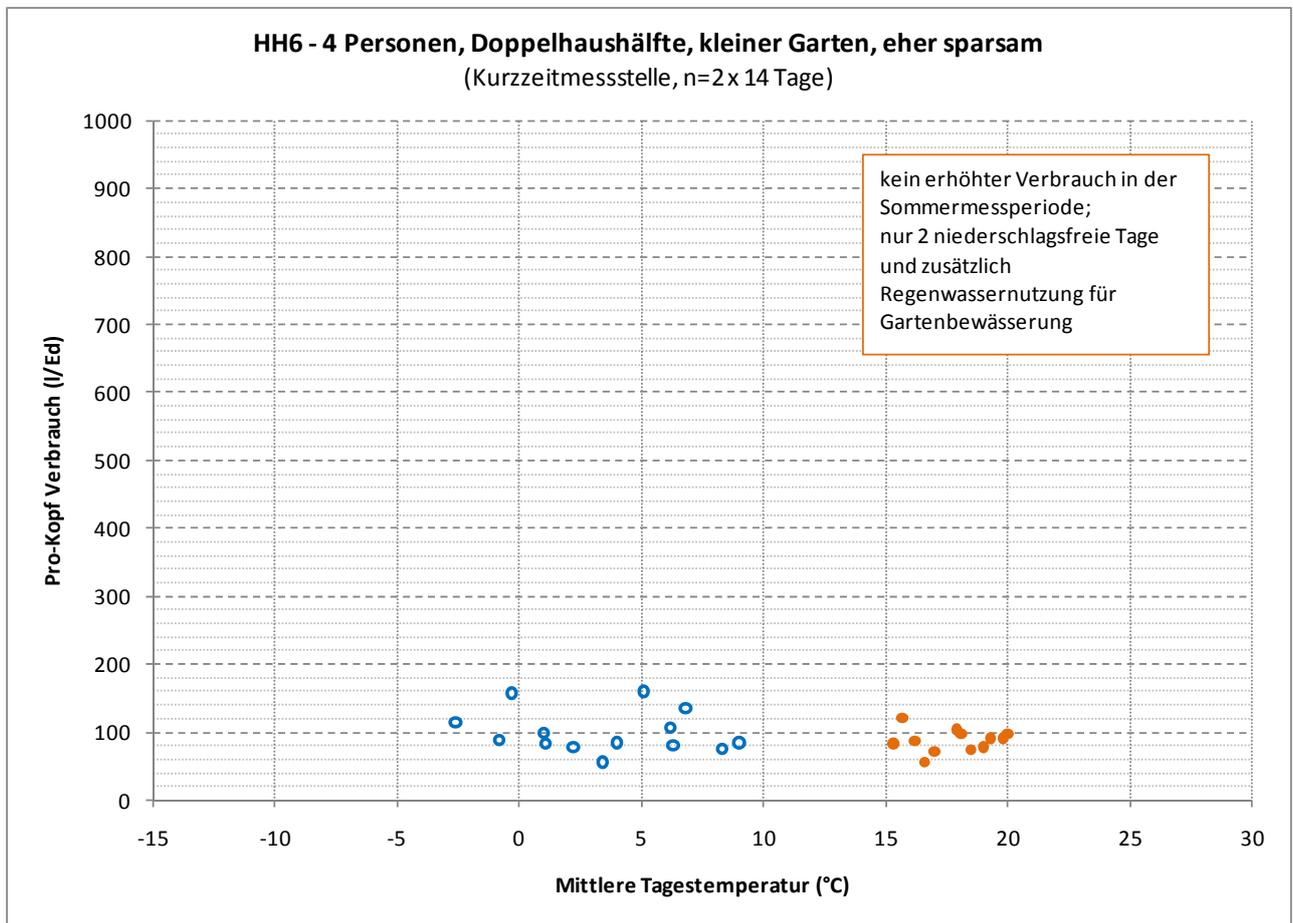


Abbildung 59: Abhängigkeit des Wasserverbrauchs eines Einfamilienhauses von der Temperatur (exemplarisch b)

Des Weiteren gibt es Haushalte, die nur an einigen Tagen innerhalb der Sommermessperiode einen erhöhten Verbrauch z.B. durch Bewässerung aufwiesen. Tage ohne Außenverbrauch sind hingegen unabhängig von der aktuellen Tagestemperatur und in ihrem Verbrauch nicht von Tagen der Wintermessperiode zu unterscheiden. Abbildung 60 zeigt exemplarisch die Messwerte eines solchen Haushaltes (Kurzzeitmessstelle).

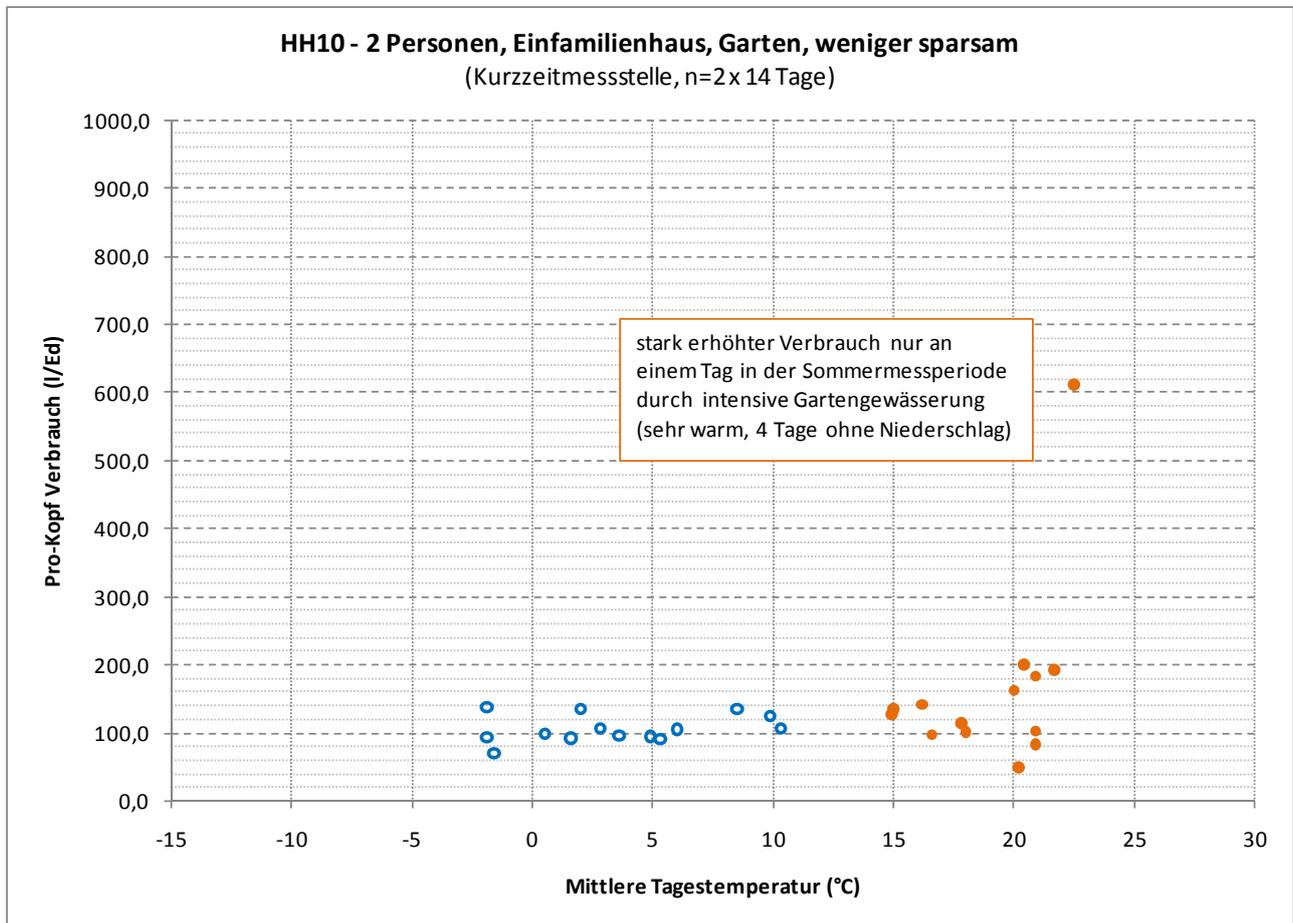


Abbildung 60: Abhängigkeit des Wasserverbrauchs eines Einfamilienhauses von der Temperatur (exemplarisch c)

Abbildung 61 zeigt die Messdaten aller Reihenhäuser und Einfamilienhäuser sowie deren Regressionskurve (graue Linie) nach dem Zusammenführen aller Messdaten. Der Regressionskoeffizient R^2 ist aufgrund der weiten Streuung der Werte naturgemäß niedrig.

Diese Temperaturabhängigkeiten sind den Ergebnissen der Untersuchung ausgewählter Versorgungsgebiete (Kap. 6) schon durchwegs ähnlich (siehe Abbildung 24 auf Seite 58). Die Übereinstimmung steigert sich noch, wenn der relativ konstante Wasserverbrauch von Wohnhausanlagen und der ebenso nur gering temperaturbeeinflusste Anteil von mitversorgter Industrie und Gewerbe mitberücksichtigt werden.

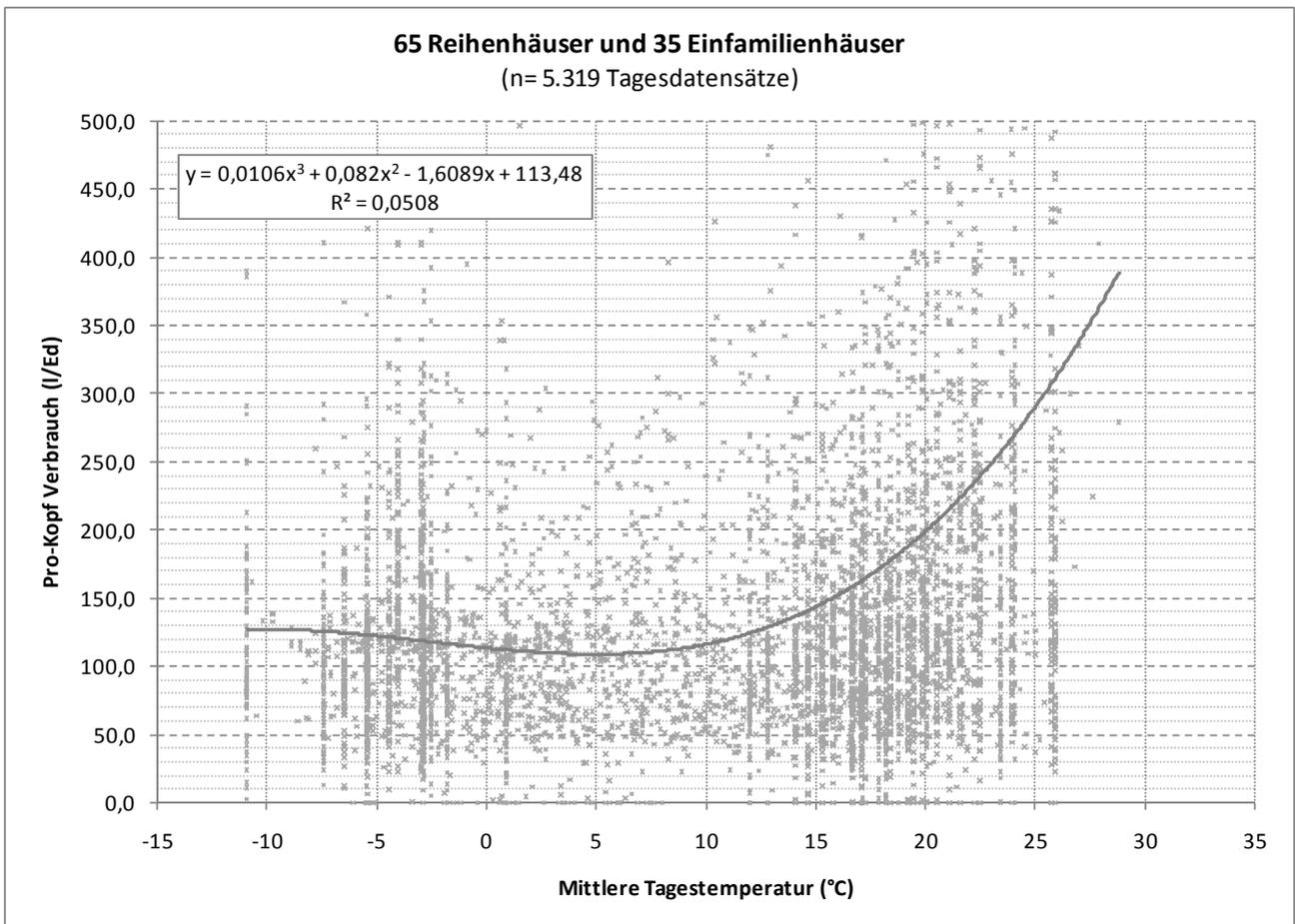


Abbildung 61: Abhängigkeit des Wasserverbrauchs der Haushalte von der Temperatur (alle Messhaushalte gemeinsam betrachtet)

Die Ursachen für die Verbrauchsunterschiede zwischen kalten und warmen Tagen sind anhand von Abbildung 62 nachvollziehbar.

Bis zu einer mittleren Tagestemperatur von rund 15°C wird im Außenbereich von Reihenhäusern und Einfamilienhäusern kaum Wasser verbraucht. Im Temperaturbereich von 15 bis 20°C werden immerhin schon durchschnittlich 40l/Ed verbraucht, aber erst bei Temperaturen über 20°C kommt der Außenverbrauch mit rund 160l/Ed richtig zur Geltung und überwiegt den Innenverbrauch bei weitem.

Betreffend den Innenbereich ist ein etwas höherer Verbrauch für das WC an wärmeren Tagen auffällig und die Wassermengen für die Badewanne verringern sich mit steigenden Temperaturen zugunsten der Dusche.

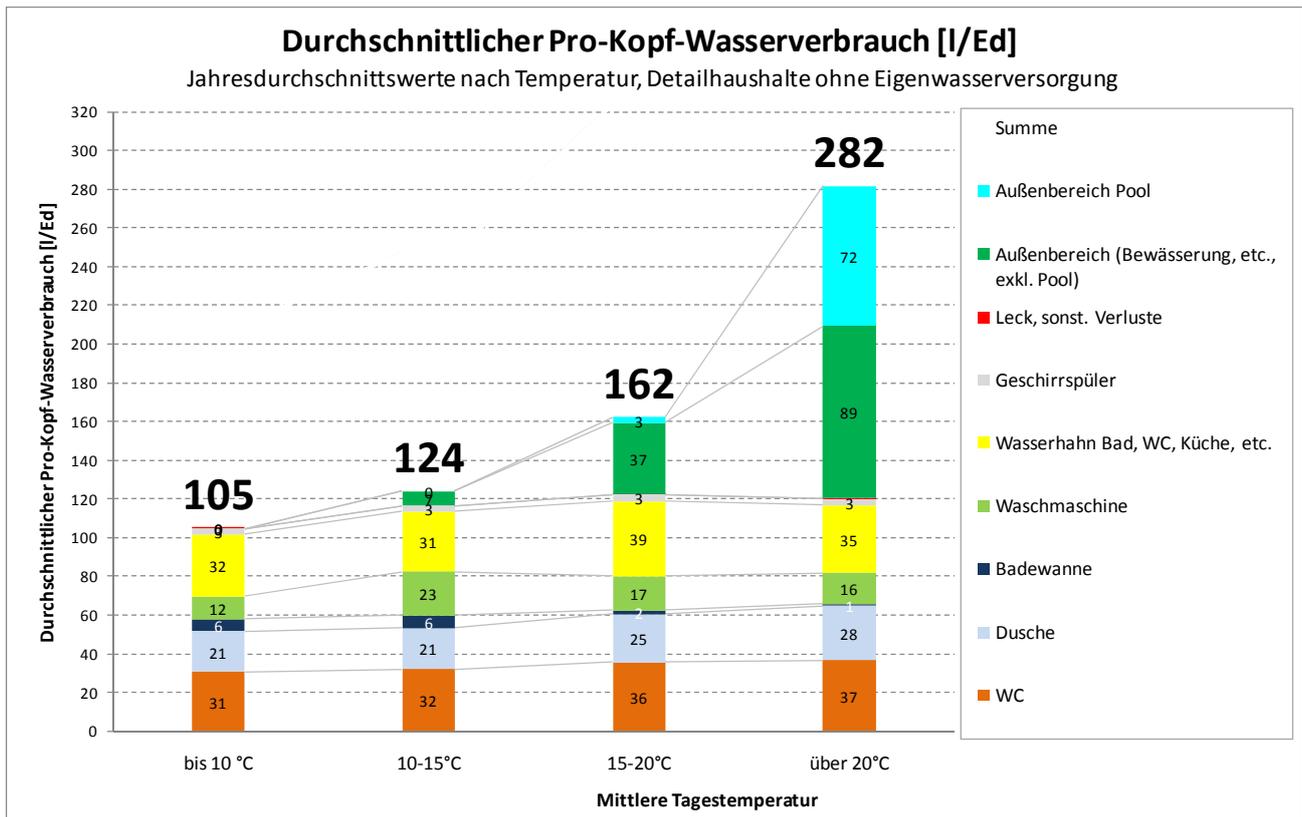


Abbildung 62: Einfluss der Temperatur auf den Pro-Kopf-Verbrauch im Haushalt - dargestellt sind die nutzungsdifferenzierten durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbräuche, 20 Detailhaushalte (HH1 bis HH24) der Reihenhäuser und Einfamilienhäuser ohne zusätzliche Eigenversorgungen

Niederschläge bzw. **Trockenperioden** haben, wie bereits in Kap. 6.7 beschrieben, nur bei höheren Temperaturen einen dämpfenden bzw. erhöhenden Einfluss auf den Wasserverbrauch. Für die Ursachenanalyse sind daher nur die Sommermessperioden von Interesse.

Die Ursachen für die Verbrauchsdämpfung bei Niederschlägen (Abbildung 63) sind durch den Verbrauch im Außenbereich begründet. Es kommt aber auch an Tagen mit höheren Niederschlagsmengen durchaus zu Verbräuchen im Außenbereich. Grund dafür könnte sein, dass Bewässerungen vielfach bereits in der Früh durchgeführt werden, während sich die Regenfälle gegebenenfalls erst im Laufe des Tages einstellen.

Die im Fall von Trockenperioden (Abbildung 64) erkennbaren Verbrauchssteigerung gegenüber Regentagen zeigen mit zunehmender Dauer der Trockenperioden aber keine weiteren Veränderungen. Die scheinbare Abnahme des Verbrauchs im Falle von über 10 Tagen dauernden Trockenperioden ist nur noch auf vier Datensätzen begründet, da so lange Trockenperioden nur selten auftreten. Die Messwerte dieser Kategorie können nicht mehr als repräsentativ angesehen werden.

Auf den Verbrauch im Innenbereich haben weder Niederschläge noch Trockenperioden einen Einfluss.

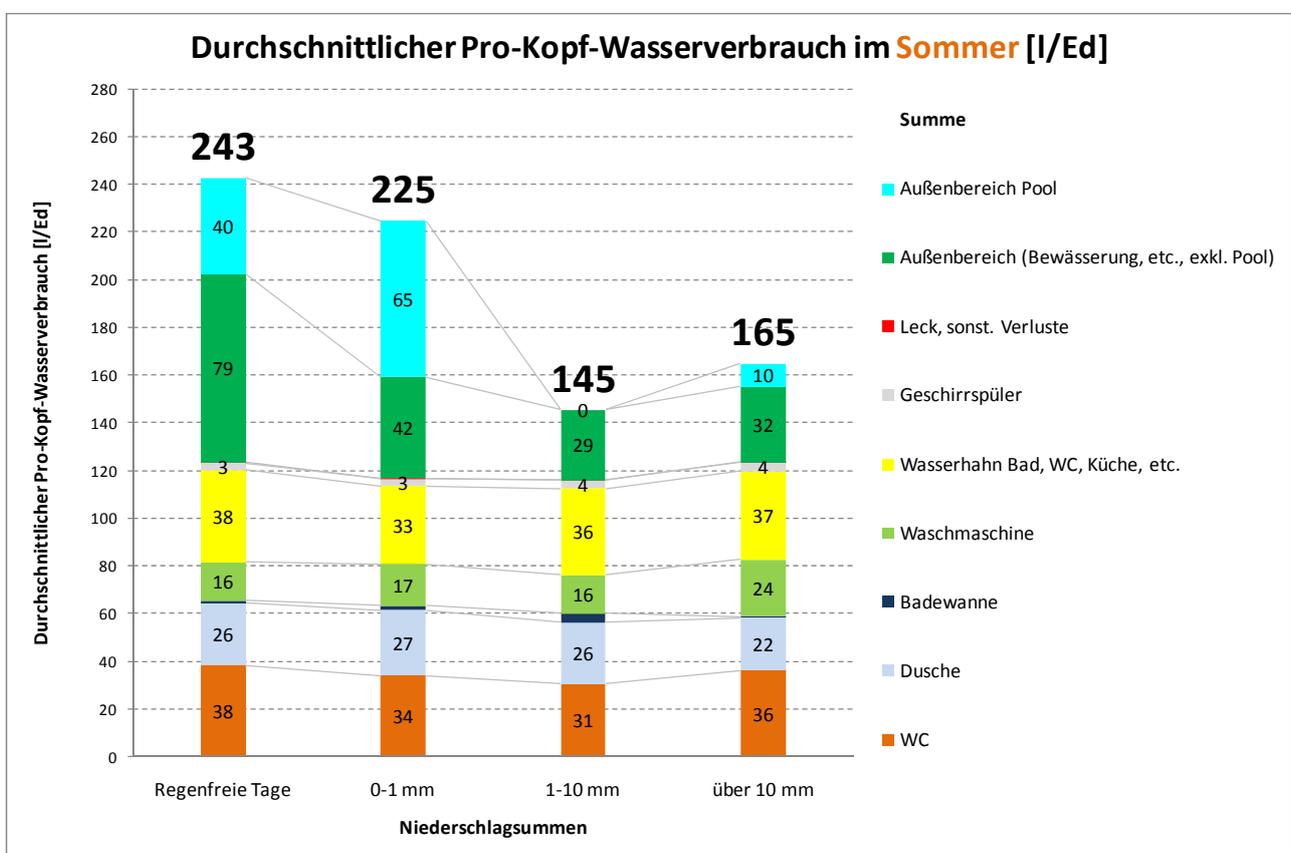


Abbildung 63: Einfluss des Niederschlags auf den Pro-Kopf-Verbrauch im Haushalt - dargestellt sind die nutzungsdifferenzierten durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbräuche, 20 Detailhaushalte (HH1 bis HH24) der Reihenhäuser und Einfamilienhäuser ohne zusätzliche Eigenversorgungen

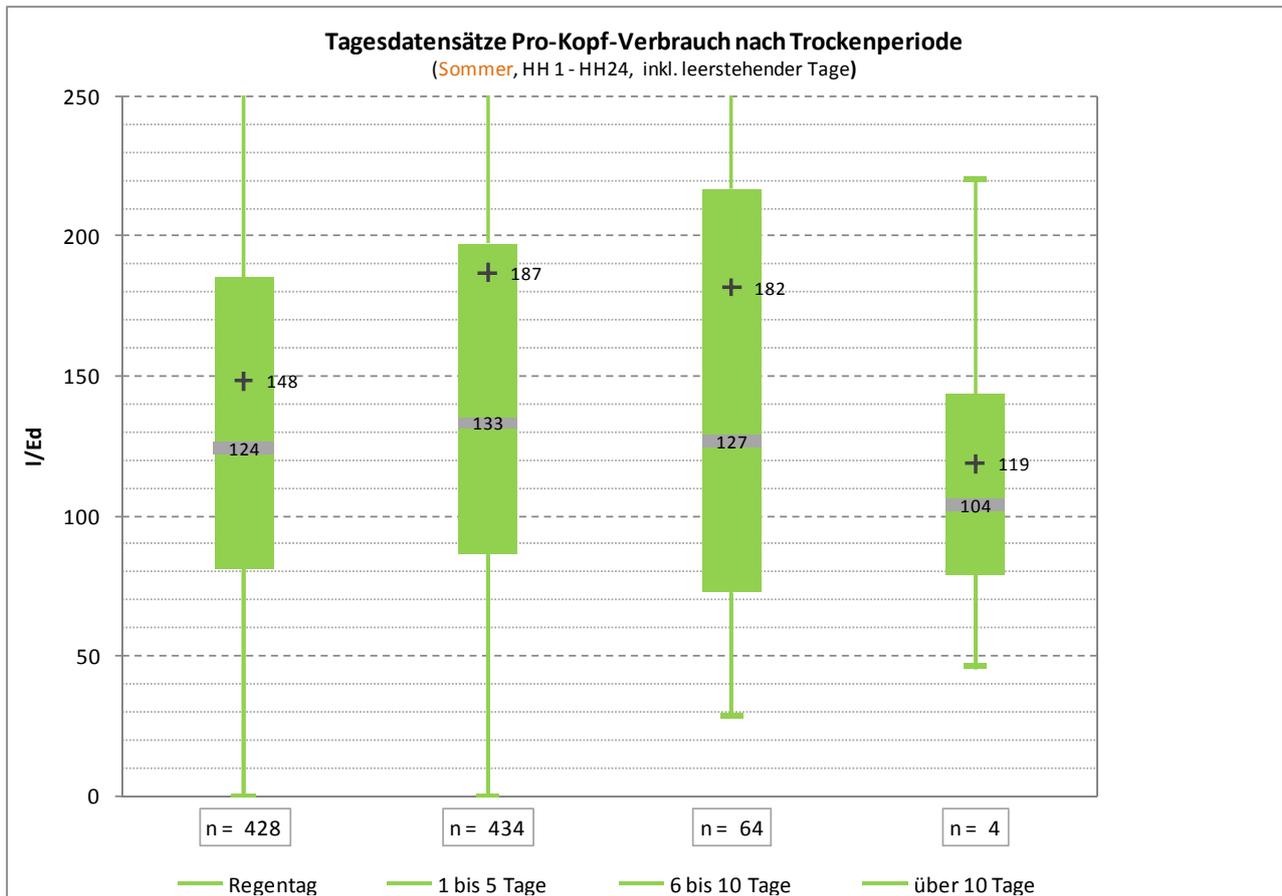


Abbildung 64: Einfluss von Trockenperioden auf den Pro-Kopf-Verbrauch im Haushalt - dargestellt sind die Tagesdatensätze der Pro-Kopf-Verbräuche, Detailhaushalte (HH1 bis HH24) der Reihenhäuser und Einfamilienhäuser

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der Verbrauch an heißen Tagen in Reihen- und Einfamilienhäusern mehr als doppelt so hoch ist wie an durchschnittlichen Tagen und in der Bewässerung der Außenflächen und dem Verbrauch für private Swimmingpools begründet ist. Der Einfluss von Niederschlägen oder Trockenperioden ist ebenso erkennbar, kommt aber nur bei höheren Temperaturen zu tragen.

Der durchschnittliche Verbrauch in Wohnhausanlagen, ohne nennenswerte private oder öffentliche Außenbereiche, ist im Sommer, vermutlich durch die Urlaubszeit, sogar geringfügig niedriger ist als im Winter.

Die Mischung von Wohnformen mit und ohne Außenbereich in den Siedlungsgebieten dämpft die Verbrauchssteigerung bei steigenden Temperaturen (vgl. Abbildung 18 auf Seite 51).

Anm.: Der Einfluss der Temperatur wird in weiterer Folge bei der Untersuchung anderer Einflussfaktoren in einer aggregierten Weise als „Sommer-“ oder „Wintermessperiode“ berücksichtigt.

7.1.3.2 Klima

Wie bereits in Kap. 6.2 festgestellt, handelt es sich bei dem Einfluss des Klimas auf den Wasserverbrauch um einen langfristig wirkenden Faktor, der einerseits hinsichtlich der Variabilität von den Kurzfristig

wirkenden Einflüssen bei weitem Übertroffen wird und andererseits von den stärker wirkenden strukturellen Unterscheidungsmerkmalen überlagert ist.

Alle Aussagen zur Klimaabhängigkeit des Haushaltswasserverbrauchs sind daher nur mit dem Vorbehalt gültig, dass es sich dabei zum Teil auch um Scheinkorrelationen infolge struktureller Unterschiede handeln könnte.

Mit Ausnahme des Verbrauchs für Pools und kleinen Verschiebungen im Innenwasserverbrauch haben die Haushalte im Pannonischen Klima und im Übergangsklima einen beinahe identischen Wasserverbrauch. Die Haushalte der Alpen- und Subalpinen Klimazone zeigen hingegen einen etwas geringeren innen- und außenwasserverbrauch und haben keinen Wasserverbrauch für Swimmingpools. Die Analyse auf Einzeldatenebene zeigt jedoch, dass die Messstellen dieser Klimaregion, durch sozioökonomische Einflussfaktoren einen verminderten Verbrauch und mit einer Ausnahme keine Swimmingpools aufweisen. Daher muss von einem eher zufälligen Verbrauchsunterschied ausgegangen werden.

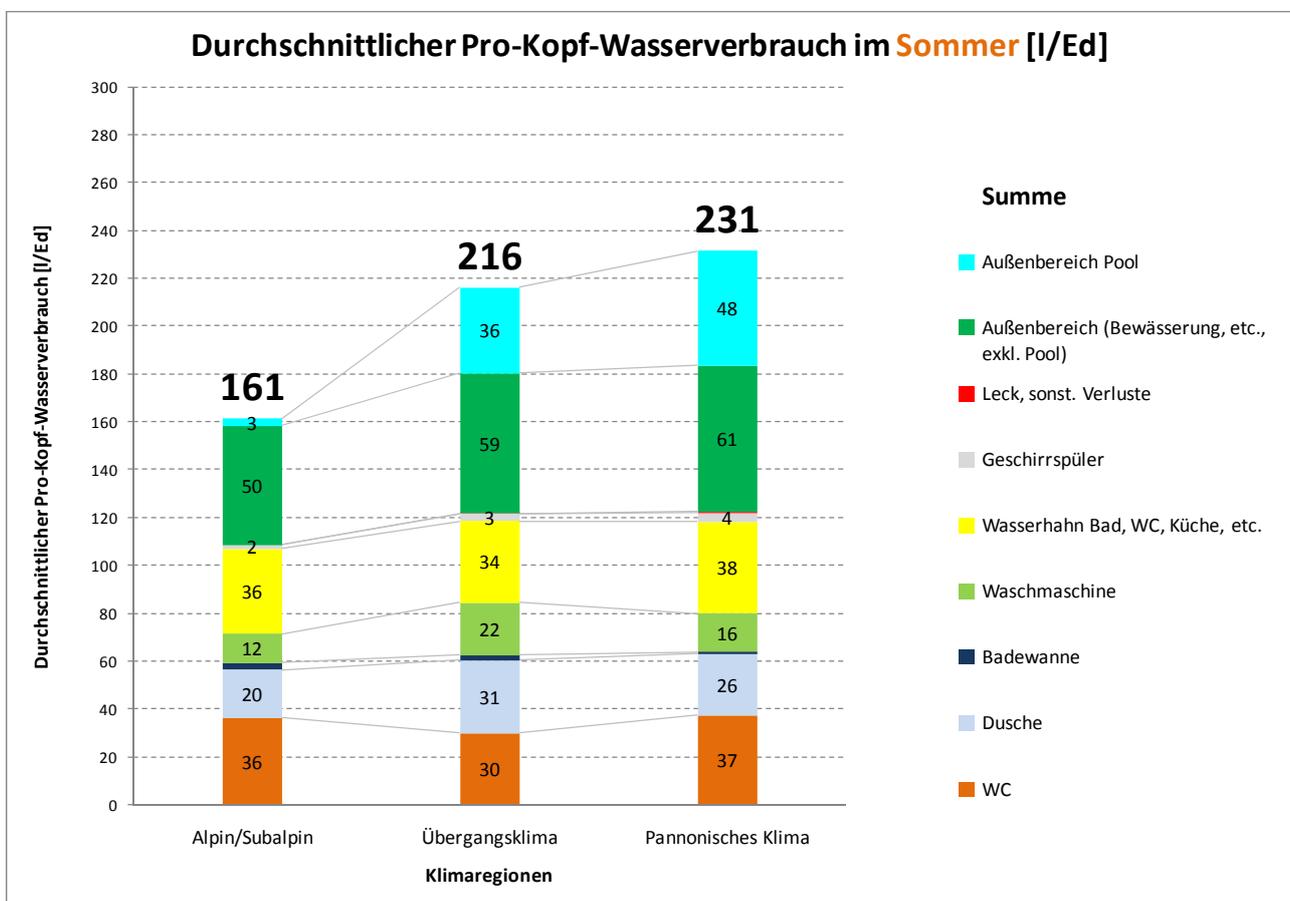


Abbildung 65: Wasserverbrauch von Einfamilienhäusern und Reihenhäusern in unterschiedlichen Klimaregionen – zufälliger Verbrauchsunterschied aufgrund anderer Einflussfaktoren

Abschließend ist festzuhalten, dass von einem Einfluss unterschiedlicher Klimaregionen nicht gesichert ausgegangen werden kann, da sozioökonomische und strukturelle Faktoren den Wasserverbrauch wesentlich stärker beeinflussen, sodass etwaige Verbrauchsunterschiede zwischen den Klimaregionen eher anderen Faktoren zugeschrieben werden müssen.

7.1.4 Zeitliche Einflussfaktoren auf den Wasserverbrauch von Wohnhausanlagen, Reihen-, Einfamilien- und Wochenendhäuser

7.1.4.1 Jahresganglinien

In der Abbildung 66 sind exemplarische Jahresganglinien der jeweiligen Wohnform (Wohnhausanlagen, Reihen-, Einfamilien- und Wochenendhäuser) dargestellt.

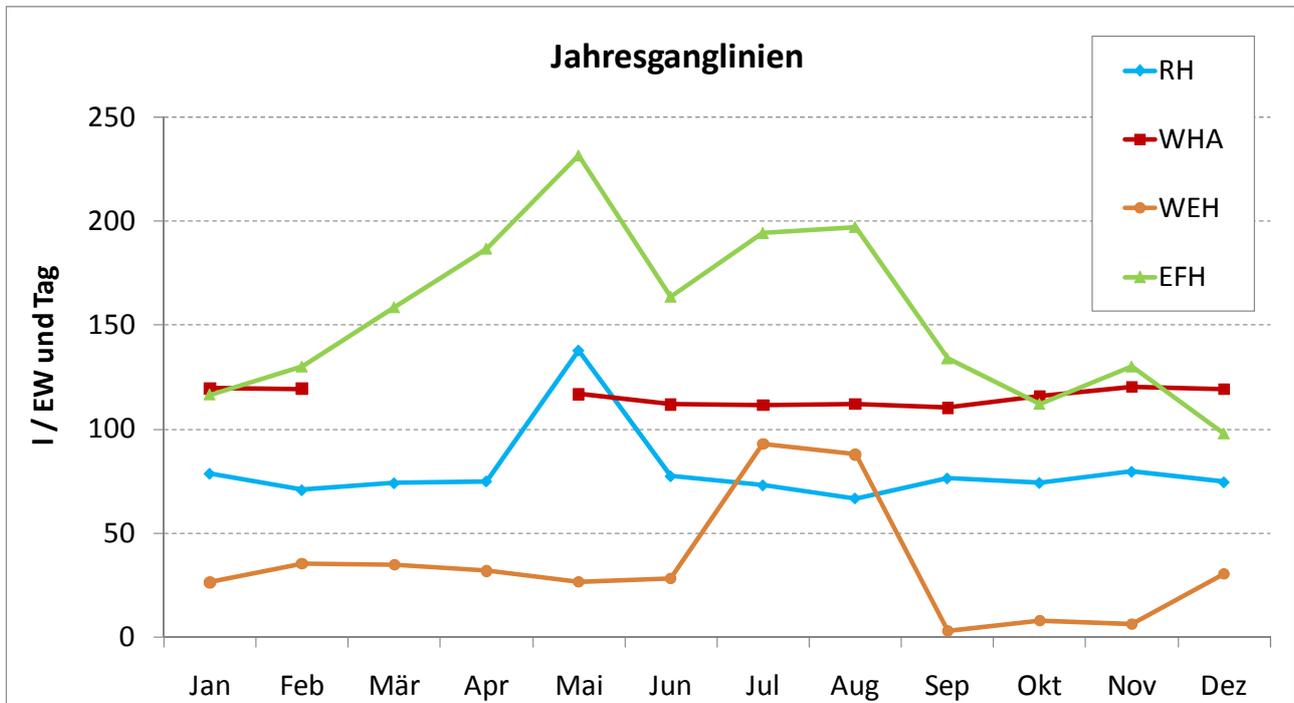


Abbildung 66: Exemplarische Jahresganglinien – Einfamilienhäuser: Durchschnitt der drei Jahresmessstellen; Reihenhaus: Jahresmessstelle; Wohnhausanlage: Durchschnitt der vier Messstellen; Wochenendhaus: Steiermark

Für die Wohnhausanlagen zeigt sich ein sehr konstanter Wasserverbrauch mit nur geringen Schwankungen. In den Sommermonaten ist der Verbrauch in den Wohnungen etwas geringer, was mit hoher Wahrscheinlichkeit durch die Ferienzeit und somit durch Abwesenheiten bedingt ist.

Für das Reihenhaus zeigt sich im Mai ein einmalig erhöhter Verbrauch, der durch die Poolfüllung hervorgerufen wird. Ansonsten ist dieses konkrete Beispiel kaum von der Jahreszeit beeinflusst. Die Einfamilienhäuser zeigen bereits ab März einen steigenden Verbrauch, der die ganze Gartensaison über anhält. Für das Wochenendhaus ist speziell in den Ferienmonaten im Sommer ein deutlich höherer Verbrauch als im restlichen Jahr zu erkennen.

Jahresganglinien, die nicht exemplarisch, sondern für ganze Versorgungsgebiete gemittelt gelten, sind in Abbildung 11 auf Seite 43 dargestellt.

7.1.4.2 Wochenganglinien

Wochenganglinie der Wohnhausanlage in Kärnten

Abbildung 67 zeigt die Ganglinien des Verbrauchs im Verlauf der Wochentage (Autokorrelation der gesamten Messperiode) in der Wohnhausanlage in Kärnten.

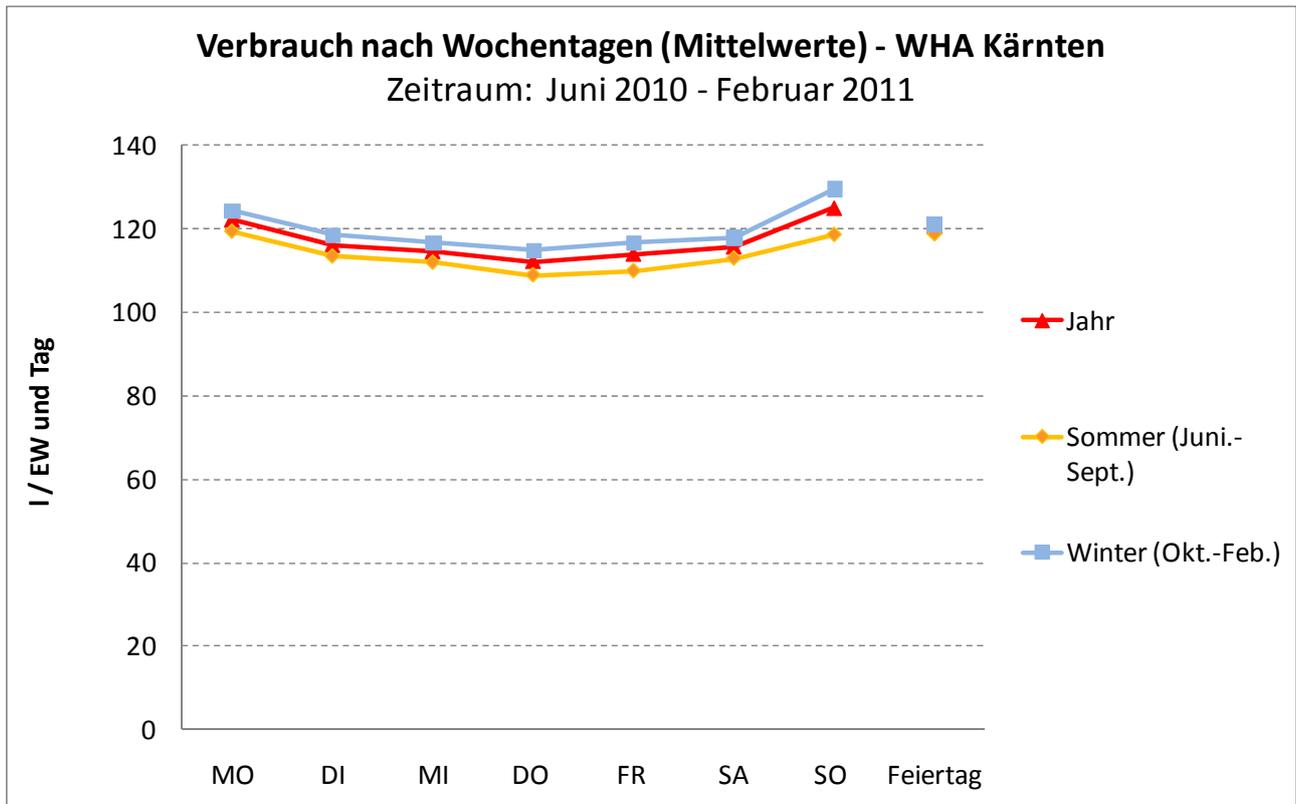


Abbildung 67: Wochenganglinie (Autokorrelation) - WHA Kärnten

Ein interessantes Detail ist, wie bereits in Abbildung 34 auf Seite 75 gezeigt, dass der Verbrauch in der kalten Jahreszeit in Wohnhausanlagen durchwegs etwas höher liegt als im Sommer. Der Unterschied beträgt für die Wohnhausanlage in Kärnten rund 12 I/Ed. Grund dafür dürften, wie bereits beschrieben, die Abwesenheiten im Sommer durch Urlaubsaufenthalte sein.

Des Weiteren ist zu erkennen, dass der geringste Wasserverbrauch zur Wochenmitte hin stattfindet, während der höchste Verbrauch am Wochenende, speziell am Sonntag, zu verzeichnen ist.

Es ist anzunehmen, dass vor allem am Sonntag ein hoher Anteil an Tätigkeiten im Haushalt stattfinden und während der Woche viele Bewohner einen großen Teil der Zeit auswärts verbringen.

Wochenganglinie für die Wohnhausanlagen Niederösterreich

In der Abbildung 68 sind die Ganglinien des Verbrauchs im Verlauf der Wochentage (Autokorrelation der gesamten Messperiode) für die Wohnhausanlagen in Niederösterreich dargestellt (nur Wintermessperiode).

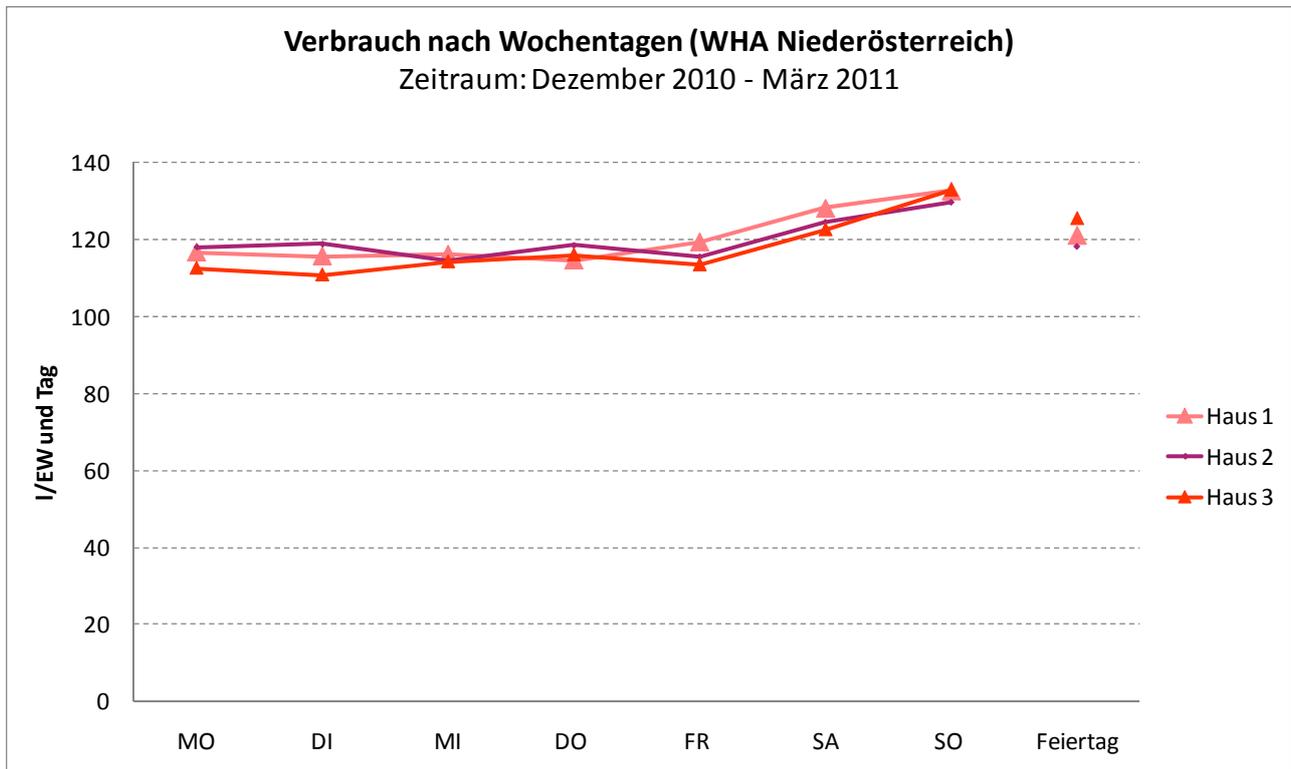


Abbildung 68: Wochenganglinie (Autokorrelation) - WHA NÖ

An den Wochenenden zeigt sich auch hier ein deutlich erhöhter Verbrauch, welcher an den Sonntagen bis 132 l/Ed reicht. Im Vergleich zu der Wohnhausanlage in Kärnten zeigt sich ein ausgeglichenerer Verbrauch während der Werkstage ohne das Minimum zur Wochenmitte.

Wochenganglinie für Einfamilien- und Reihenhäuser

In Abbildung 69 ist der durchschnittliche Wasserverbrauch während der Woche für die Einfamilien- und Reihenhäuser der Siedlung in Niederösterreich, getrennt für Sommer und Winter, dargestellt. Des Weiteren wurde noch die Verbrauchsentwicklung des gesamten Versorgungsgebietes (WVU gesamt) in die Darstellung aufgenommen.

Die Sommermessung erfolgte im Juni 2010, die Wintermessung über ausgewählte Tage zwischen Dezember 2010 und Februar 2011.

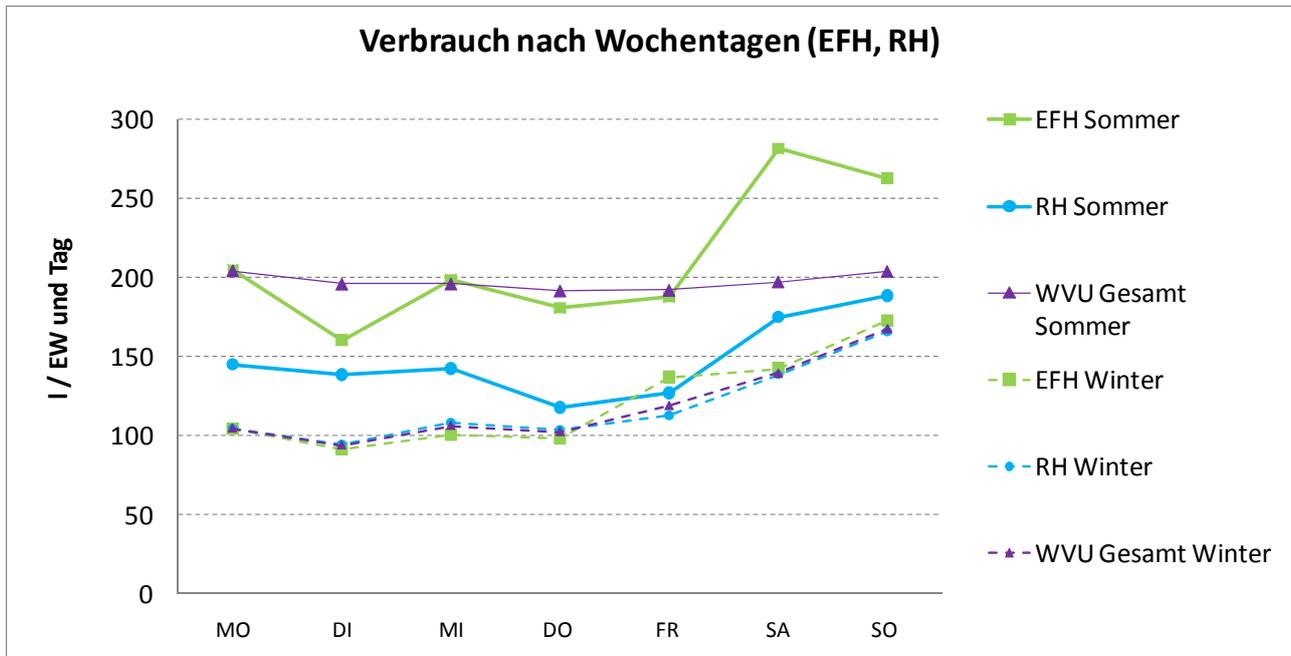


Abbildung 69: Wochenganglinie (Mittelwerte) – Einfamilien- und Reihenhäuser im Siedlungsgebiet Niederösterreich

Während der Wintermessung zeigt sich für alle untersuchten Objekte wie auch für das gesamte Versorgungsgebiet, ein ähnlicher Verbrauch von rund 110 I/Ed an Werktagen und ein erhöhter Verbrauch an den Wochenenden von bis zu 170 I/Ed.

In der Sommermessperiode ergibt sich an Werktagen bei den Einfamilienhäusern und für das gesamte Versorgungsgebiet ein Verbrauch von rund 200 I/Ed. Am Wochenende weisen die Einfamilienhäuser eine Steigerung des durchschnittlichen Wasserverbrauchs auf bis zu 280 I/Ed auf. Die Reihenhäuser haben an Werktagen einen geringeren Verbrauch von rund 145 I/Ed, welcher an den Wochenenden bis 190 I/Ed ansteigt.

Bei der Betrachtung des gesamten Versorgungsgebietes ist kaum eine Änderung zum Wochenende hin zu erkennen. Der Wegfall des Gewerbe- und Industrieverbrauchs am Wochenende wird durch den Mehrverbrauch in den Haushalten kompensiert.

Abbildung 70 gibt einen Überblick über Bandbreiten aller Tagesdatensätze der Einfamilien- und Reihenhäuser. Der Anstieg zum Wochenende ist sowohl an den Medianen als auch an den Mittelwerten zu erkennen. Die Untersuchung der Nutzungsanteile zeigt, dass an Samstagen verstärkt die Waschmaschine, an Sonn- und Feiertagen hingegen die Badewanne genutzt wird und an Sommerwochenenden die Außenwassernutzung stark an Bedeutung gewinnt.

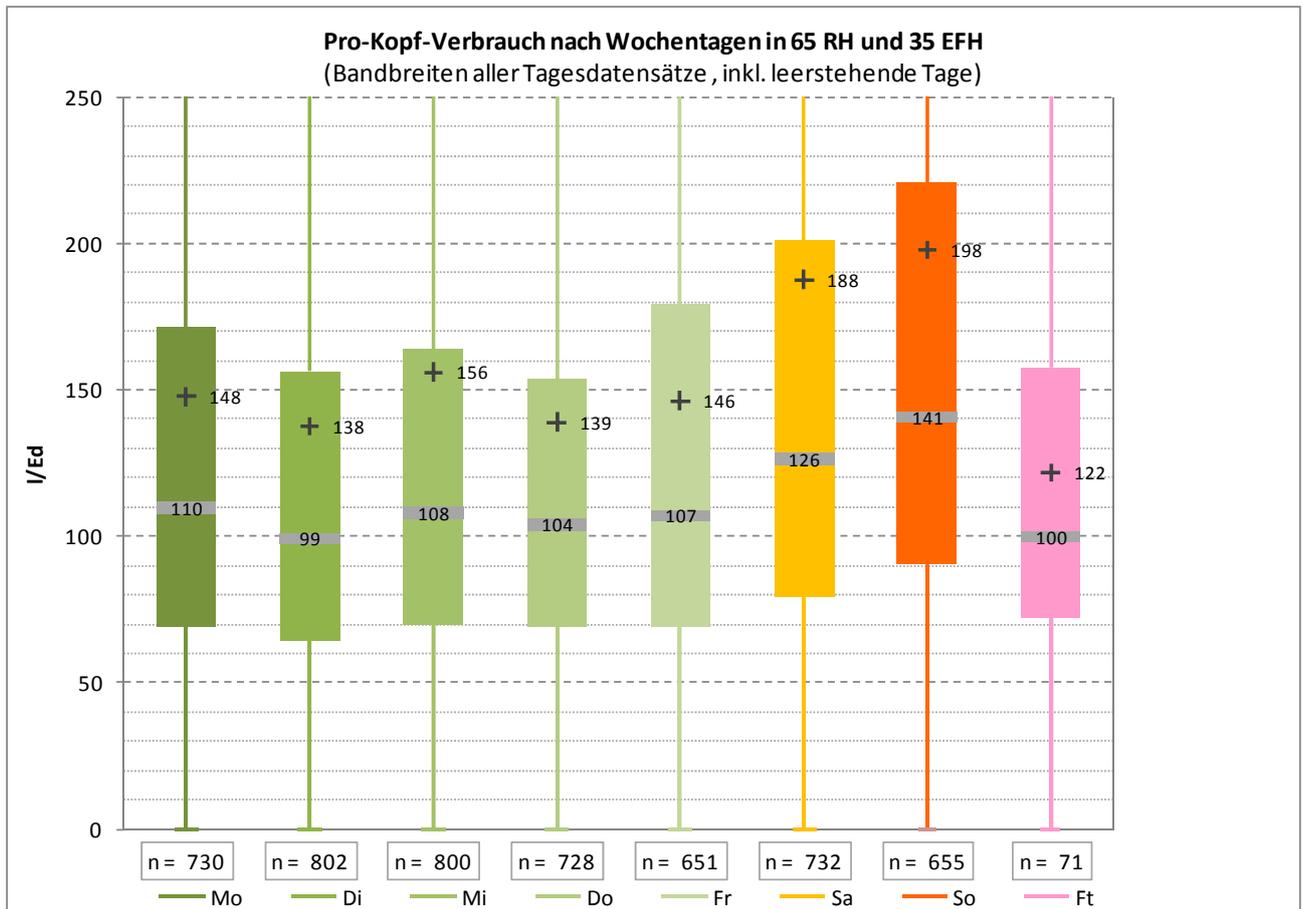


Abbildung 70: Verbrauch nach Wochentagen (Mittelwerte) – Bandbreite der Tagesdatensätze aller Einfamilien- und Reihenhäuser

7.1.4.3 Tagesganglinien

Wohnhausanlagen, Reihen- und Einfamilienhäuser

In Abbildung 71 sind die Mittelwerte des Verbrauchs der Wohnhausanlage in Kärnten während der Werkstage (rot) und für das Wochenende und Feiertage (grün) dargestellt.

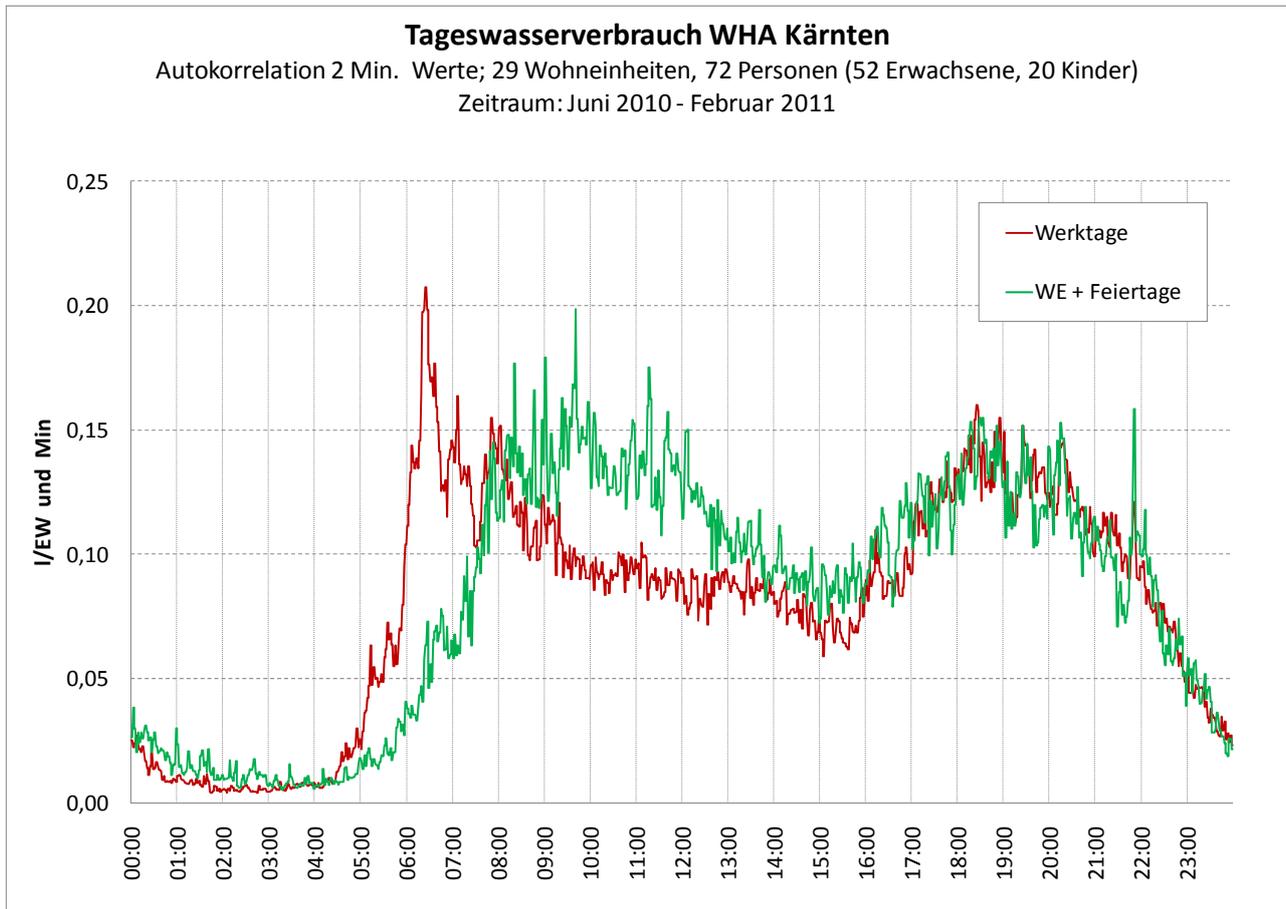


Abbildung 71: Vergleich der mittleren Verbrauchsganglinie (Autokorrelation) von Werktagen und Wochenenden (inkl. Feiertagen), dargestellt als 2-Minutenmittelwerte; Wohnhausanlage in Kärnten mit 72 Bewohnern.

Es zeigen sich sowohl an Werktagen als auch am Wochenende typische Morgen- und Abendspitzen von bis zu 0,2 I/EW min. Der Verbrauch beginnt an Werktagen um 5:00 Uhr zu steigen und weist eine Spitze zwischen 6:00 und 7:00 Uhr auf. Die Morgenspitze an den Wochenenden erreicht fast die gleichen Maximalwerte, findet jedoch erst später statt und ist eher in die Länge gezogen (8:00 – 10:00 Uhr). Der Verbrauch während des Wochenendes sinkt über den Tag gesehen nicht so weit ab wie an Werktagen, was mit großer Wahrscheinlichkeit auf die vermehrte Anwesenheit der Personen zurückzuführen ist. Gegen 16:00 Uhr kommt es zu einer Vergleichmäßigung der Verbräuche von Werktagen und Wochenenden, die bis in die Nachtstunden erhalten bleibt. Zwischen 18:00 und 21:00 Uhr gibt es eine langgezogene Abendspitze von bis zu 0,15 I/EW und Min, danach eine stetige Abnahme des Verbrauchs bis zum Nachtminimum.

Auch die Wohnhausanlagen in Niederösterreich zeigen einen ähnlichen Verlauf. In Abbildung 72 sind die Tagesganglinien der Wohnhausanlage in Niederösterreich dargestellt (Werktage rot, Wochenende in Grüntönen).

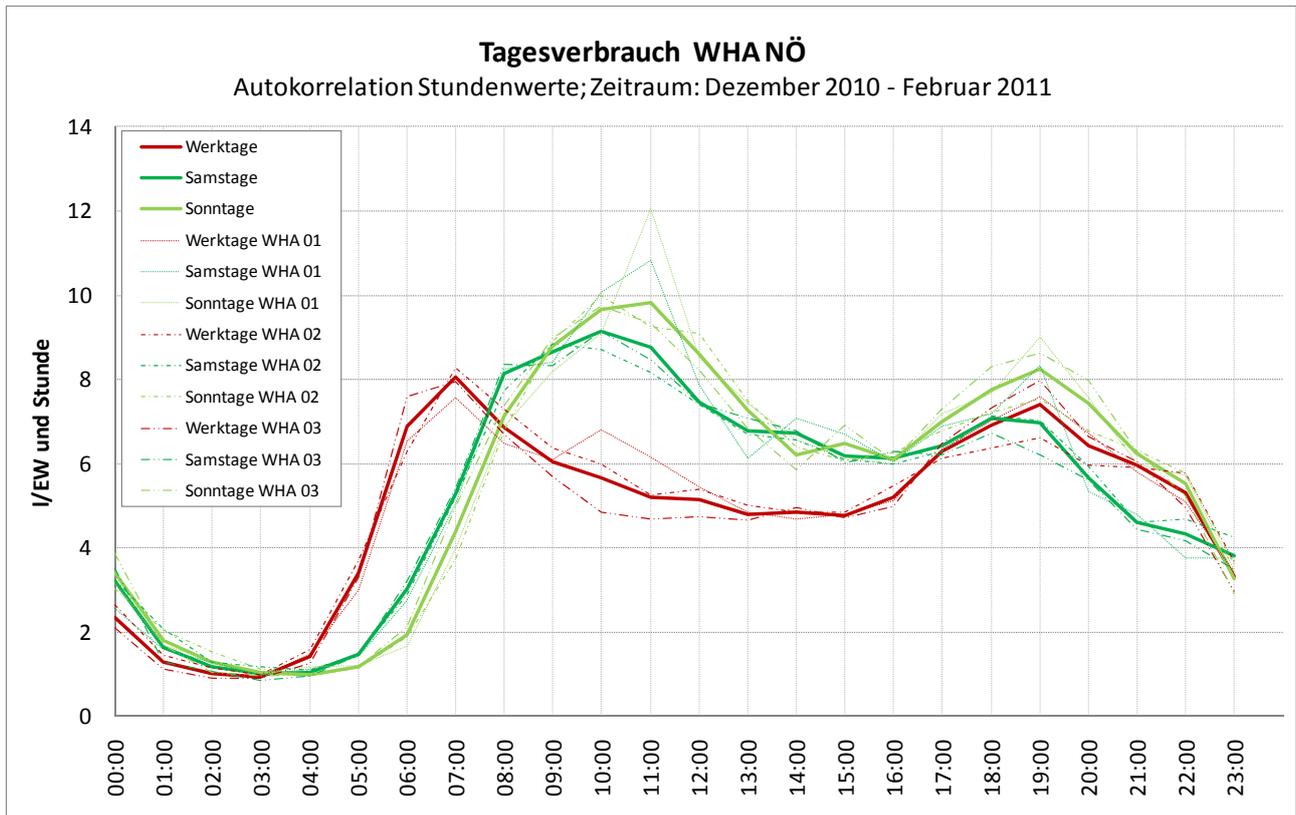


Abbildung 72: Vergleich der mittleren Verbrauchsganglinie (Autokorrelation) von Werktagen und Wochenenden, dargestellt als Stundenmittelwerte; drei Wohnhausanlagen in Niederösterreich mit je 300 bis 350 Bewohnern

Bei der Wohnhausanlage in Niederösterreich zeigten sich, ähnlich wie bei der Wohnhausanlage in Kärnten, sowohl an Werktagen wie auch an Wochenenden typische Morgen- und Abendspitzen.

Der Verbrauch beginnt an Werktagen ab 4:00 Uhr zu steigen und weist eine Spitze gegen 7:00 Uhr auf. Die Morgenspitzen an den Wochenenden erreichen deutlich höhere Maximalwerte und ergeben sich zwischen 10:00 und 11:00 Uhr.

Während des Wochenendes bleibt der Verbrauch bis etwa 17:00 Uhr höher als an Werktagen, danach sind Verbräuche von Werktagen und Wochenenden wieder bis in die Nachtstunden ähnlich. Um 19:00 Uhr kommt es zu einer langgezogenen Abendspitze von rund 8 I/Eh und danach zu einer stetigen Abnahme des Verbrauchs bis zum Nachtminimum.

Der Vergleich der Wohnhausanlagen zeigt an Werktagen höhere Morgenspitzenwerte in Kärnten (0,2 I/E min = 12 I/Eh) als in Niederösterreich (8 I/Ed). An den Wochenenden sind sowohl die Morgenspitzen mit rund 12 I/Eh gleich als auch die Abendspitzen für alle Wohnhäuser ähnlich hoch (0,15 I/E min = 9 I/Eh).

Die Betrachtung von konkreten Tagesdatensätzen in der Auflösung von Zwei-Minuten-Messwerten ermöglicht einen sehr guten Einblick in das Spitzenverbrauchsverhalten.

In den folgenden Abbildungen sind die mittels Autokorrelation errechneten durchschnittlichen Tagesganglinien (dicke rote bzw. dicke grüne Linie) des Wasserverbrauchs der Wohnhausanlage in Kärnten (Abbildung 71) im Vergleich zu exemplarischen Tagesganglinien (dünne blaue Linie) mit einer hohen Verbrauchsspitze dargestellt.

Zusätzlich werden ausgewählte Spitzenverbräuche als Punkte gezeigt (alle Tagesspitzenverbräuche $\geq 0,75$ l/E min - dieser Grenzwert ist willkürlich festgelegt und dient lediglich der Übersichtlichkeit).

In der Abbildung 73 sind die Werktage, in Abbildung 74 die Wochenenden und Feiertage zusammengefasst.

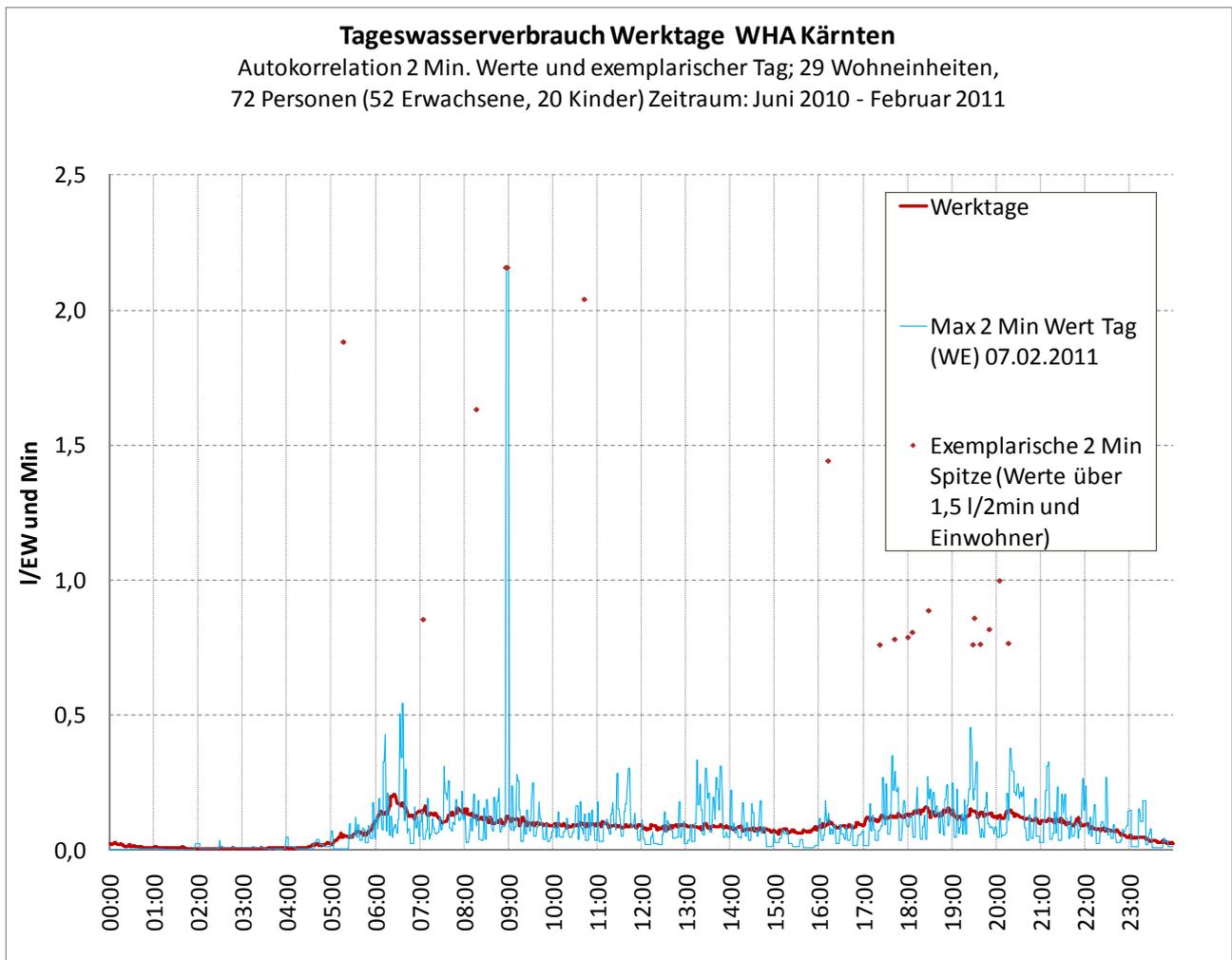


Abbildung 73: Mittlere Verbrauchsganglinie (Autokorrelation), Verbrauchsganglinie des Tages mit maximalem 2-Minutenverbrauch und exemplarische Spitzenverbräuche; Wochentage (Werktage), Wohnhausanlage in Kärnten mit 72 Bewohnern

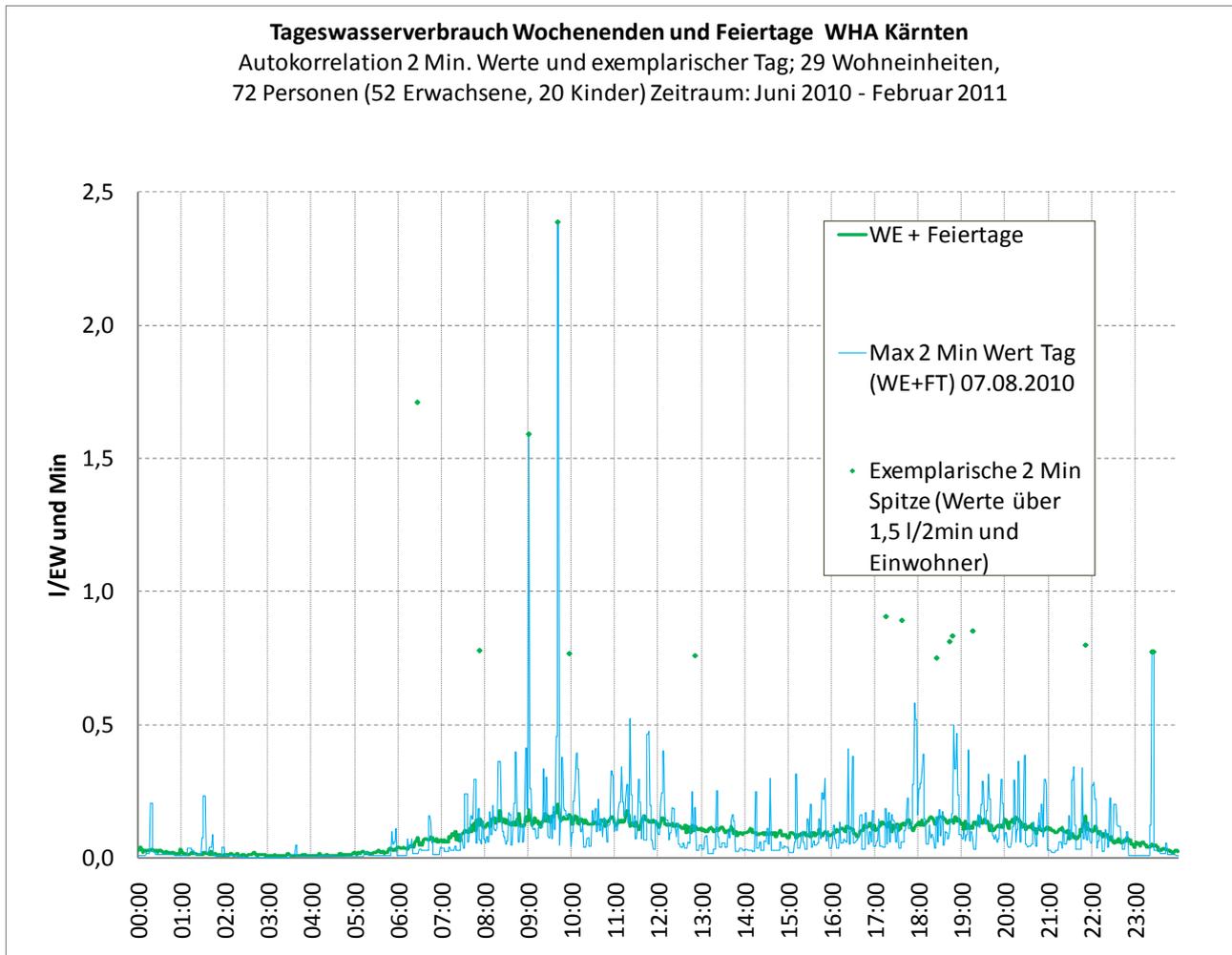


Abbildung 74: Mittlere Verbrauchsganglinie (Autokorrelation), Verbrauchsganglinie des Tages mit maximalem 2-Minutenverbrauch und exemplarische Spitzenverbräuche; Wochenenden (inkl. Feiertage), Wohnhausanlage in Kärnten mit 72 Bewohnern

Die auftretenden Spitzenwerte innerhalb des Zwei-Minuten-Beobachtungszeitraums können bis zum 20-fachen des durchschnittlichen Verbrauchs betragen. Die höchsten Maximalwerte werden sowohl Wochentags als auch an Wochenenden in den Vormittagsstunden erreicht. Nicht so hohe, dafür aber häufigere Spitzenwerte, treten in den Abendstunden zwischen 17:00 bis 21:00 Uhr auf.

Die exemplarische Tagesganglinie eines Einfamilienhauses ist in Abbildung 75 dargestellt. Je nach Jahreszeit und Wochentag beginnt der Wasserverbrauch morgens zwischen 5:00 und 7:00 Uhr. Von 21:00 bis 22:00 Uhr verringert sich der Verbrauch wieder und zwischen 1:00 und 3:00 Uhr nachts tritt kaum mehr ein nennenswerter Verbrauch auf.

Verbrauchsspitzen durch Gartenbewässerung treten in der Sommermessperiode an den Wochentagen vormittags und abends auf, am Wochenende hingegen nur abends dafür aber stärker.

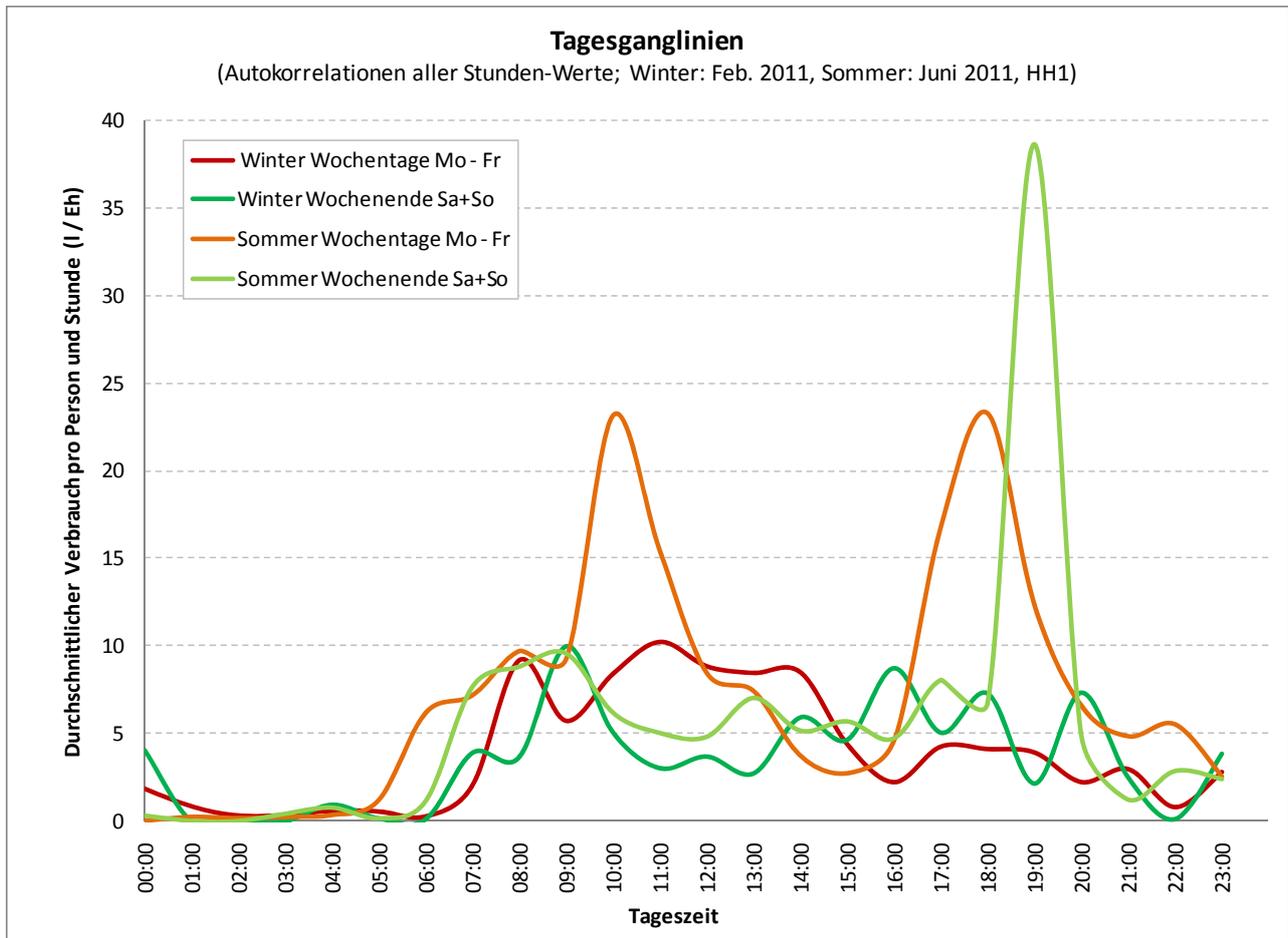


Abbildung 75: Exemplarische Tagesganglinie an Werktagen und Wochenenden - dargestellt ist die Autokorrelation einer Winter- und einer Sommermessperiode als Stundenmittel

Aussagekräftiger als die exemplarische Tagesganglinie eines einzelnen Haushaltes ist die Zusammenstellung aller Verbrauchsspitzen der Detailhaushalte. Abbildung 76 zeigt diese Maximalverbräuche geordnet nach der Haushaltsgröße und nach der Höhe der Spitzenwerte.

In Abhängigkeit von der Haushaltsgröße kann davon ausgegangen werden, dass mit mehreren Personen in einem Haushalt auch tendenziell mehrere Wassernutzungen gleichzeitig stattfinden. Die höchsten Verbrauchsspitzen wurden jedoch in Dreipersonenhaushalten ohne Kinder und nicht in Vier- oder Fünfpersonenhaushalten mit mehreren Kindern festgestellt.

Wodurch die Verbrauchsspitzen ausgelöst werden und wie sie sich zusammensetzen, ist exemplarisch anhand von zwei Beispielen in Kap. 7.1.5.3 ab Seite 132 beschrieben.

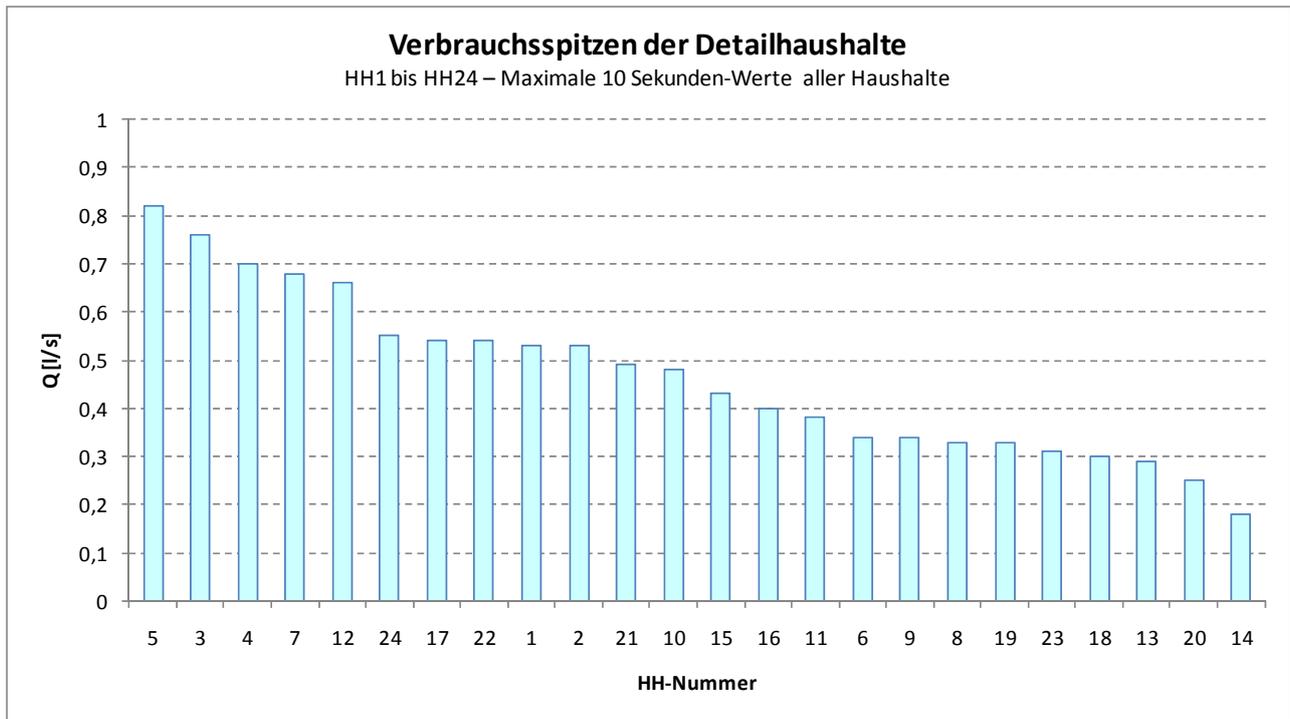


Abbildung 76: Verbrauchsspitzen der Detailhaushalte HH1 bis HH24 – Maximale 10 Sekunden-Werte aller Haushalte

7.1.4.4 Nachtminima

Gerade im Bereich der Wasserverlustberechnung und zur Identifizierung etwaiger Leckagen ist das Wissen bezüglich der Nachtminima von großer Bedeutung.

In den folgenden Darstellungen sind daher die Nachtminima für die untersuchten Wohnhausanlagen in Kärnten und Niederösterreich sowie exemplarisch für ein Einfamilienhaus charakterisiert.

Abbildung 77 zeigt die Nachtminima zwischen 0:00 und 6:00 Uhr für die Wohnhausanlage in Kärnten. Die Werkzeuge sind (rot) und die Wochenenden (grün) dargestellt.

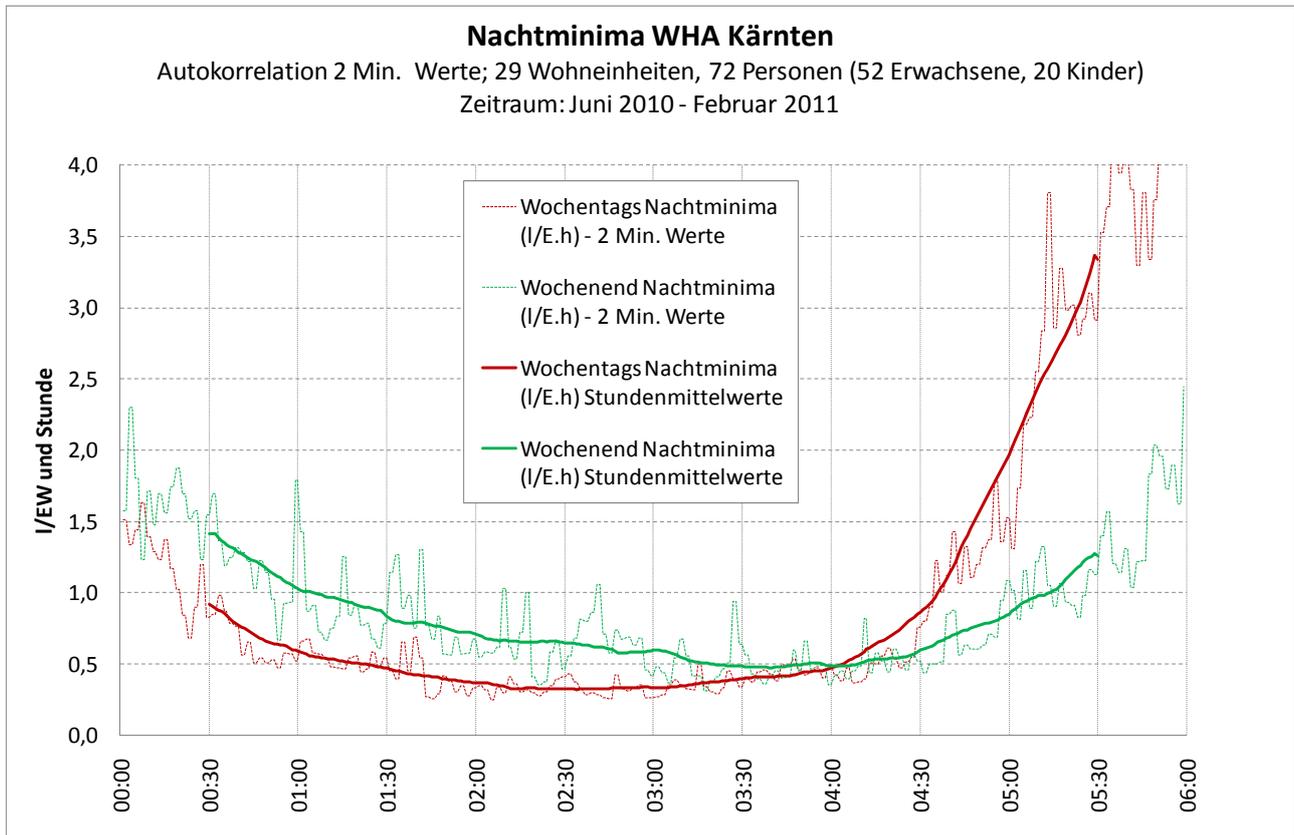


Abbildung 77: Vergleich der mittleren Nachtminima (Autokorrelation), 2 Minuten- und Stundenwerte (geglättet), Wohnhaus in Villach mit 72 Bewohnern

Die 2-Minuten-Verbräuche der Wohnhausanlage in Kärnten mit 72 Bewohnern gehen in den Nächten immer wieder kurzfristig auf Null zurück. Durch Autokorrelation wird ein Mittelwert der 2-Minuten-Messwerte über alle Tage gebildet. Des Weiteren sind die 2-Minuten-Werte über ganze Stunden gleitend gemittelt, sodass eine geglättete Linie als Stundenmittelwert sichtbar wird.

Es zeigt sich, dass an Wochenenden (grün) das Nachtminimum höher (0,5 I/Eh) als an Werktagen (rot, 0,3 I/Eh) ist und der Anstieg in der Früh später und langsamer erfolgt als an Wochentagen.

Abbildung 78 zeigt die Nachtminima zwischen 0:00 und 6:00 für die Wohnhausanlagen in Niederösterreich. Es sind die Wochentage (rot) und die Wochenenden (grün) dargestellt.

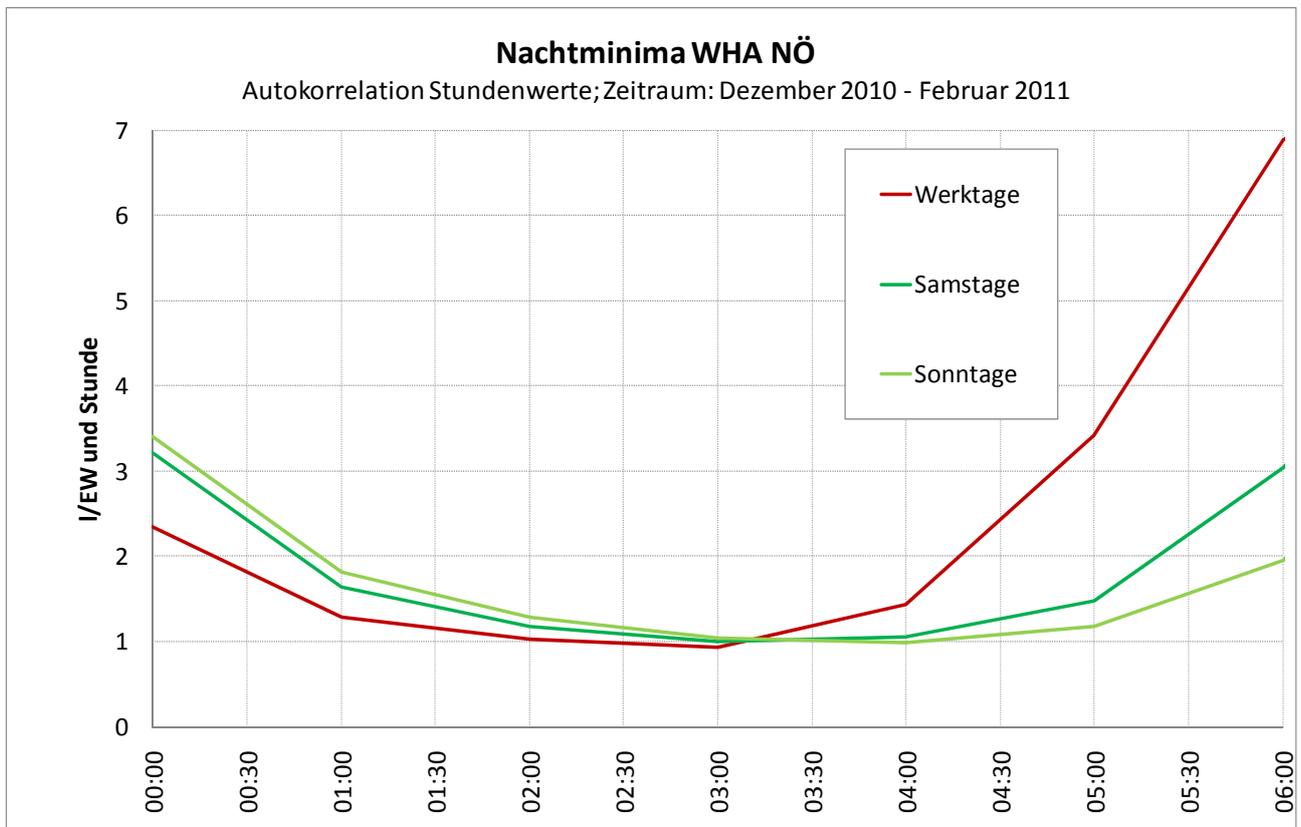


Abbildung 78: Vergleich der mittleren Nachtminima (Autokorrelation), Stundenwerte; Mittelwert von drei Wohnhausanlagen in NÖ mit je 300 bis 350 Bewohnern

Da für die drei Wohnhausanlagen in Niederösterreich mit je 300 bis 350 Bewohnern keine 2-Minuten-Verbräuche, sondern nur Stundenverbräuche zur Verfügung stehen, existiert nur die segmentierte Linie der Stundenmittelwerte.

Durch die geringere zeitliche Auflösung und auch weil deutlich mehr Bewohner in den drei Wohnhausanlagen wohnen als in der Anlage in Kärnten, kann ein Rückgang auf Null hier nicht beobachtet werden. Die geringsten Verbräuche, die gelegentlich in der Nacht in zwei der drei Wohnhäuser gemessen wurden, betragen 0,25 I/Eh.

Es zeigt sich auch hier, dass der Anstieg an Samstagen und Sonntagen am Morgen deutlich später und langsamer erfolgt als an Werktagen. Das erhöhte Nachtminimum an Wochenenden gegenüber Werktagen ist hier nur sehr schwach ausgeprägt.

Abbildung 79 zeigt exemplarisch die Nachtminima eines Einfamilienhauses mit zwei Bewohnern. Die meiste Zeit ist der Verbrauch in diesem kleinen Haushalt in den Nachtstunden bei Null (durchgehende blaue Linie) und steigt nur gelegentlich und in kurzen Zeitabschnitten z.B. für die WC-Spülung, an. Die häufigen Verbräuche von 0,01 I/Emin sind keine Verbräuche im eigentlichen Sinn sondern wurden durch eine undichte WC-Spülung verursacht.

Um den durchschnittlichen Verbrauch sichtbar zu machen, wurde in Abbildung 80 jeweils für den Zeitraum von einem Monat der Winter- und Sommermessperiode eine Autokorrelation und Aggregation auf Stundenwerte durchgeführt.

Im Durchschnitt treten die geringsten Verbräuche zwischen 2:00 und 3:00 Uhr nachts auf und betragen nicht mehr als 0,2 I/Eh.

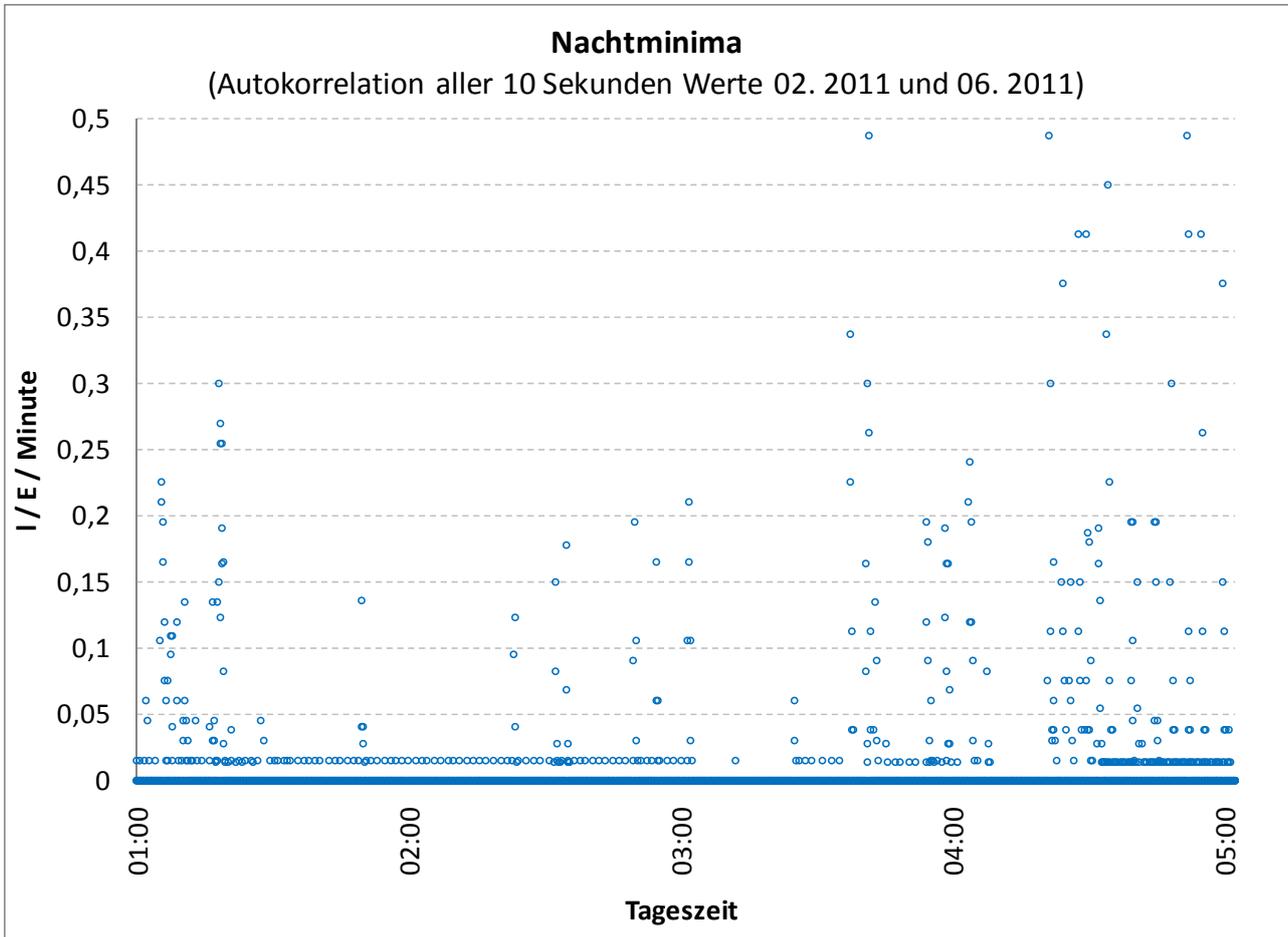


Abbildung 79: Exemplarische Nachtminima eines Einfamilienhauses - dargestellt ist die Autokorrelation jeweils eines Monats im Winter und Sommer als 10-Sekunden-Werte

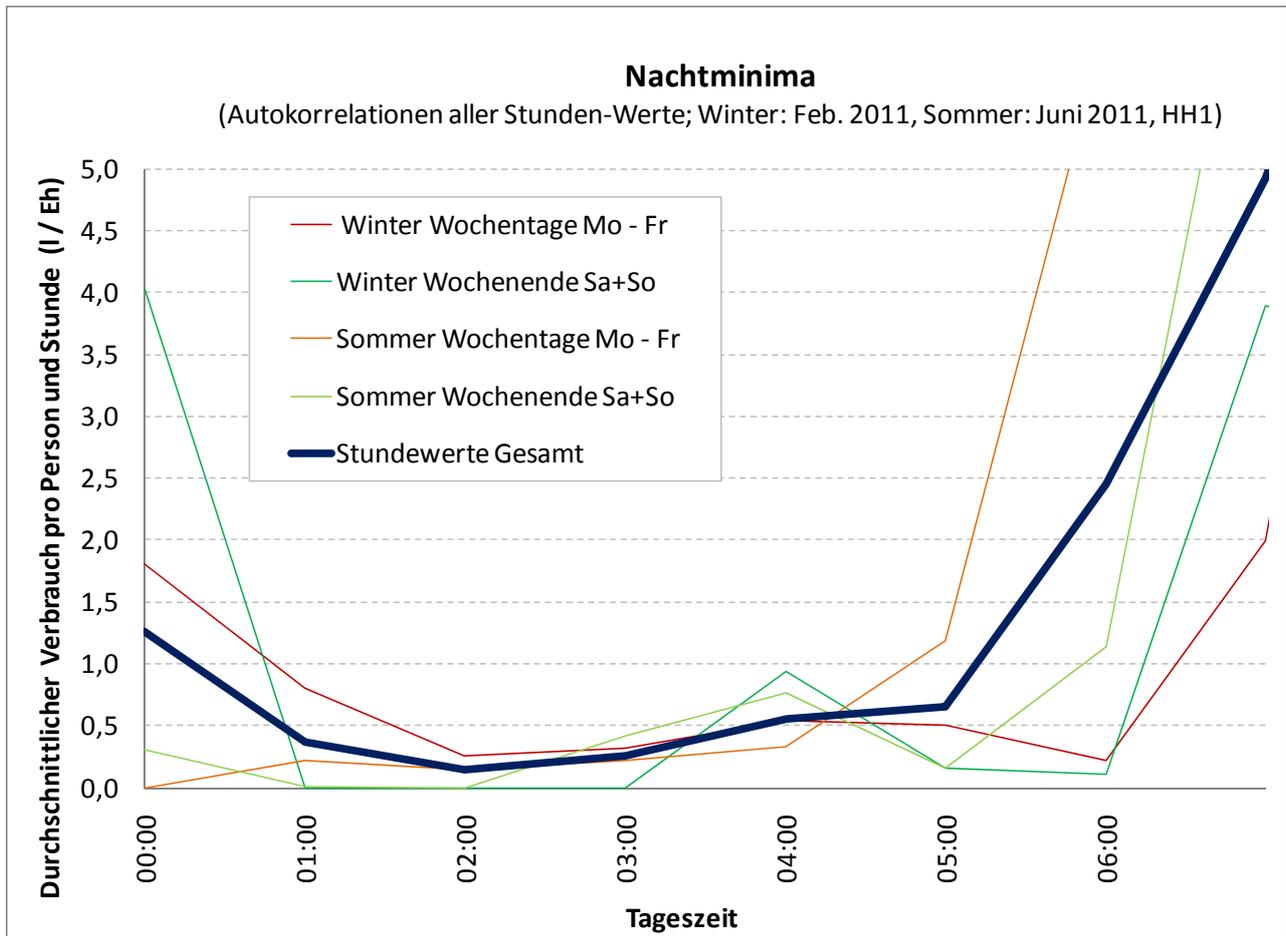


Abbildung 80: Exemplarische Nachtminima eines Einfamilienhauses - dargestellt sind die Autokorrelation jeweils eines Monats im Winter und Sommer als Stundenmittel

Im Durchschnitt liegt das Nachtminimum bei den größeren Wohnhausanlagen (300 bis 350 Bewohner) bei rund 1 l/Eh beziehungsweise bei der kleineren Wohnhausanlage (72 Bewohner) bei 0,3 bis 0,5 l/Eh. Im Falle des Einfamilienhauses mit zwei Bewohnern beträgt das durch Autokorrelation gebildete, stundendurchschnittliche Nachtminimum rund 0,2 l/Eh. Je kürzer die beobachteten Zeitabschnitte gewählt werden und je weniger Bewohner von einem Hausanschluss versorgt werden, desto häufiger werden Nullverbräuche gemessen.

Generell wird in der Zeit von 02:00 bis 04:00 Uhr hauptsächlich das WC und der Wasserhahn verwendet.

7.1.5 Durchflussdauerkurven und Spitzenverbräuche

Der Spitzenfaktor in einem Wohngebäude ist von der Anzahl der Bewohner abhängig. Durch die Zahl der versorgten Personen wird die mögliche Gleichzeitigkeit der Entnahmen beeinflusst (DVGW, 2008).

Um zu zeigen wie hoch die Spitzenverbräuche durch gleichzeitige Wassernutzung der Bewohner eines Hauses werden können, sind in diesem Kapitel die Dauerlinien der Wohnhausanlagen und Reihen- bzw. Einfamilienhäuser dargestellt. Von den Wochenendhäusern sind nur Tageswerte vorhanden und somit können keine Aussagen zu den kurzzeitigen Spitzenverbräuchen getroffen werden.

7.1.5.1 Wohnhausanlage in Kärnten

In der Abbildung 81 sind folgende 2-Minuten-Dauerlinien der WHA Kärnten dargestellt.

- Max Tag: Tag mit dem insgesamt höchsten Wasserverbrauch
- Median Tag: Tag mit dem mittleren (Median) Wasserverbrauch
- Minimaler Tag: Tag mit dem geringsten Wasserverbrauch
- Max 2 Min Wert Tag: Tag an dem der höchste Wasserverbrauch in 2 Minuten aufgetreten ist

Für eine bessere Veranschaulichung wurden zwei Details ausgewählt (in Abbildung 82 der Wasserverbrauch bis 3 m³/Wohnhaus und Stunde, in der Abbildung 83 der Wasserverbrauch der maximalen Stunde der Dauerlinie).

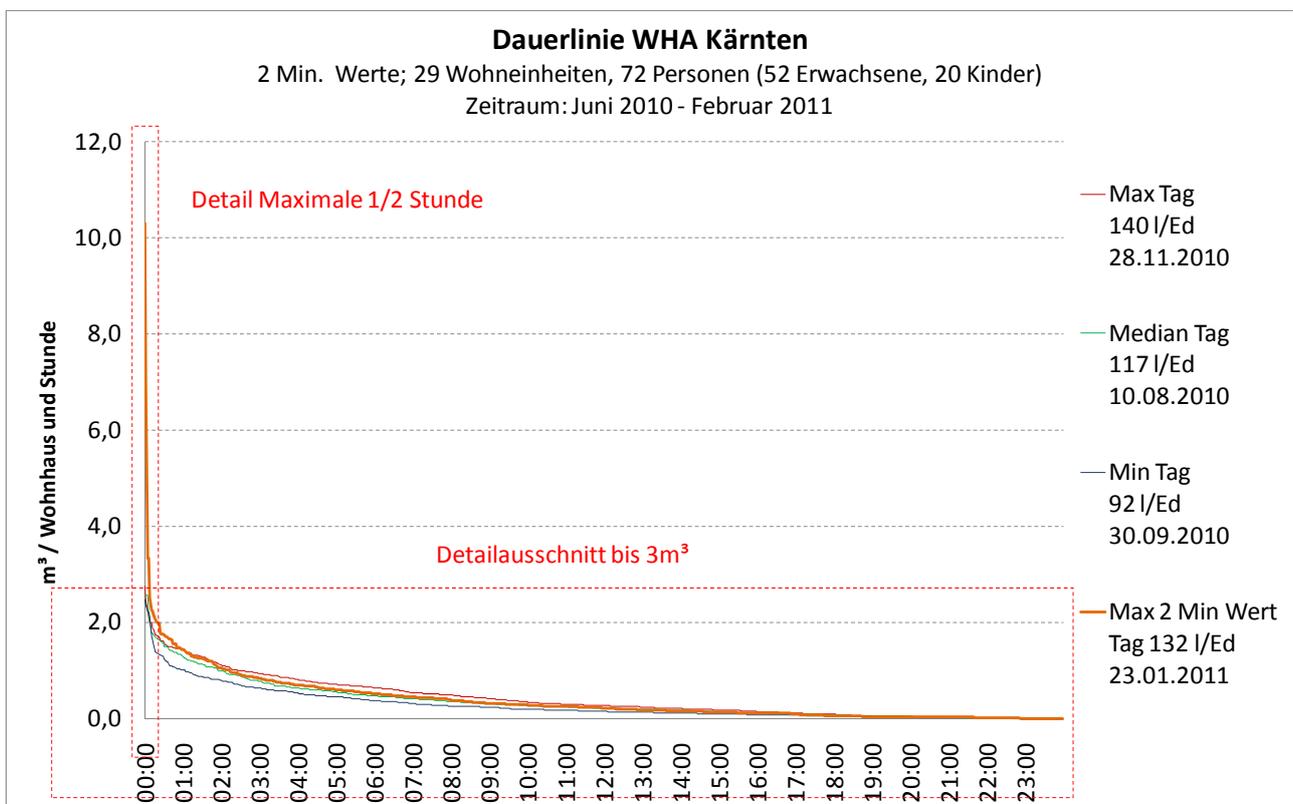


Abbildung 81: 2-Minuten-Dauerlinie einer Wohnhausanlage in Kärnten

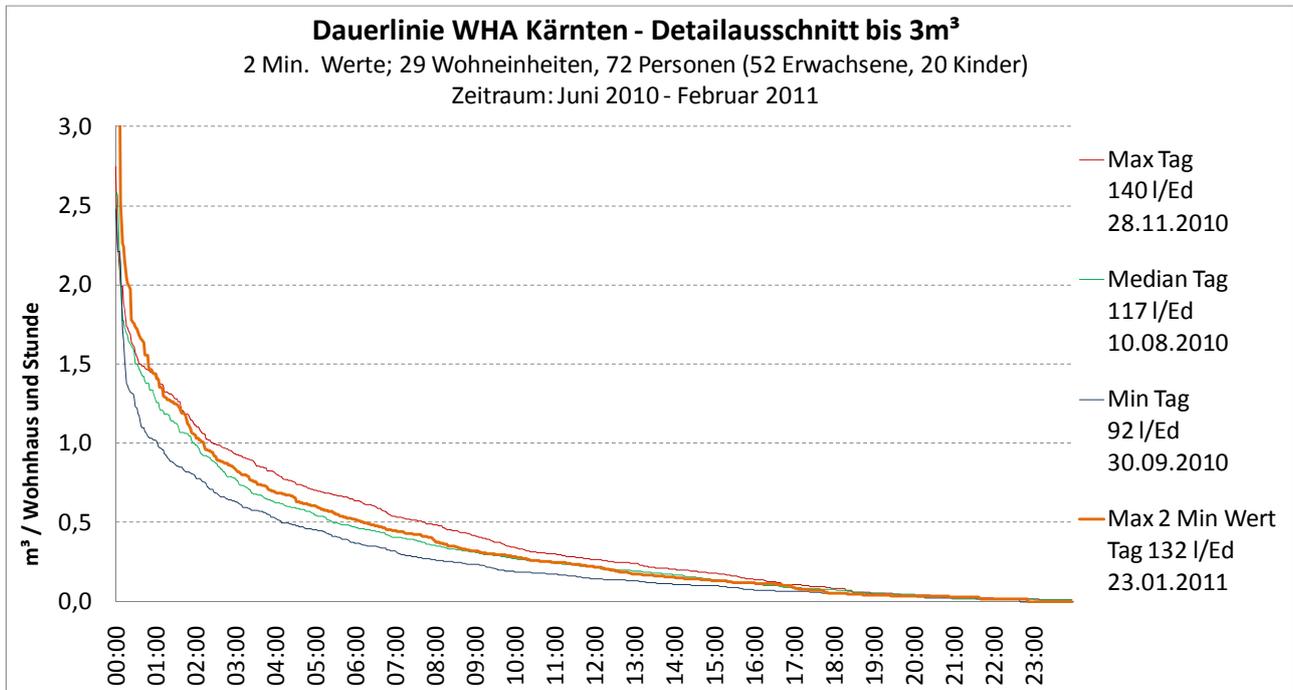


Abbildung 82: 2-Minuten-Dauerlinie einer Wohnhausanlage in Kärnten, Detailausschnitt bis 3m³

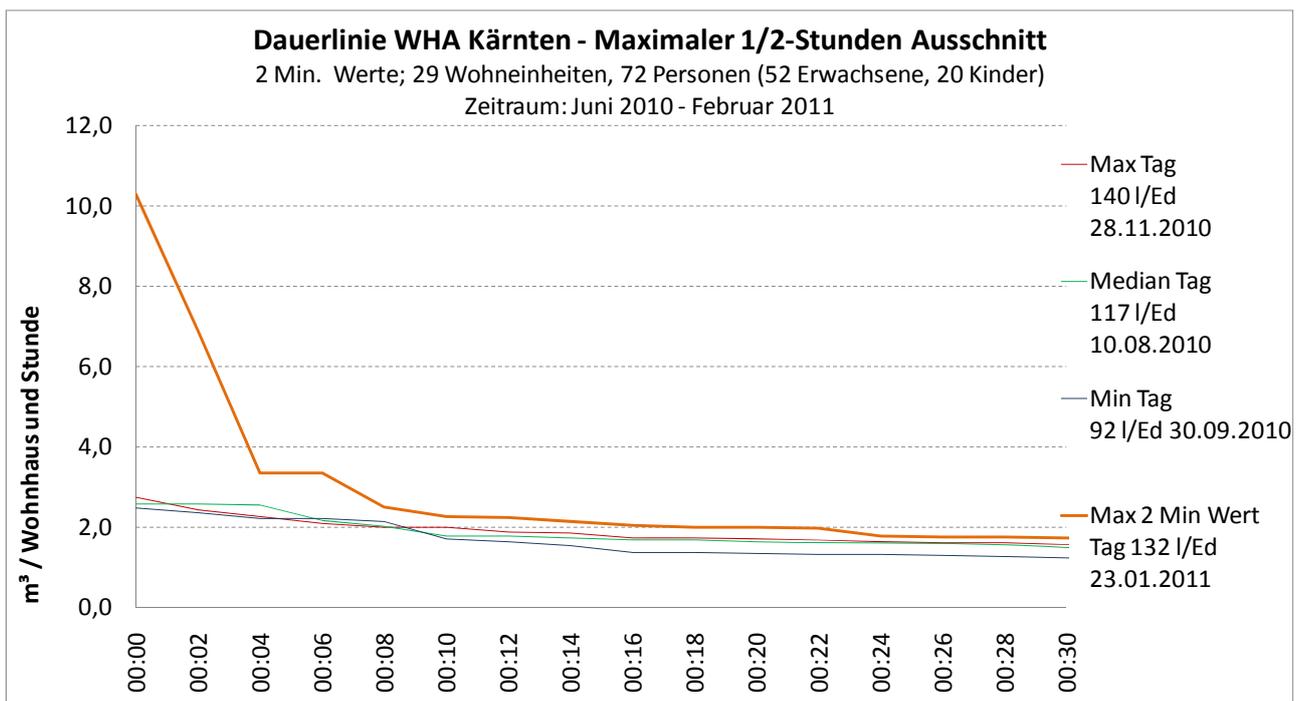


Abbildung 83: 2-Minuten-Dauerlinie einer Wohnhausanlage in Kärnten, maximale 1 Stunden Ausschnitt

Während die höchsten Wasserverbräuche für den maximalen, den mittleren (Median) und den minimalen Wasserverbrauchstag jeweils zwischen 2,6 und 3,0 m³/Wohnhaus und Stunde liegen, zeigt sich, dass am Tag mit dem maximalen 2-Minuten-Wert kurzfristig 10,3 m³/Wohnhaus und Stunde erreicht werden.

Für die Zusammenstellung der relevanten Verbrauchswerte in Tabelle 10 und die Berechnung der Spitzenfaktoren sind alle Werte auf Liter pro Einwohner und Tag (l/Ed) umgerechnet, unabhängig davon, wie kurzfristig sie in Wahrheit auftreten.

Tabelle 10: Spitzenfaktoren Wohnhausanlage Kärnten

	I/Ed	Spitzenfaktor bezüglich Durchschnittsverbrauch am maximal Tag	Spitzenfaktor bezüglich Durchschnittstag	Bezugszeit
max 2 Min Spitze	3.436	24,0	29,4	2 min
max 1 h Spitze	460	3,2	3,9*	1 h
2 Min Spitze max Tag	1.000	7,0	8,5	2 min
1 h Spitze max Tag	367	2,6	3,1	1 h
Mittelwert maximal Tag	143	1,0	1,2**	24 h
Durchschnittstag	117	-	1,0	24 h

* Stundenspitzenfaktor

** Tagesspitzenfaktor

7.1.5.2 Wohnhausanlagen in Niederösterreich

Abbildung 84 zeigt die Dauerlinien der Tage mit maximalem Verbrauch und Abbildung 85 die Dauerlinien der Tage mit maximalen 1-Stunden-Werten der Wohnhausanlagen NÖ 1, 2 und 3.

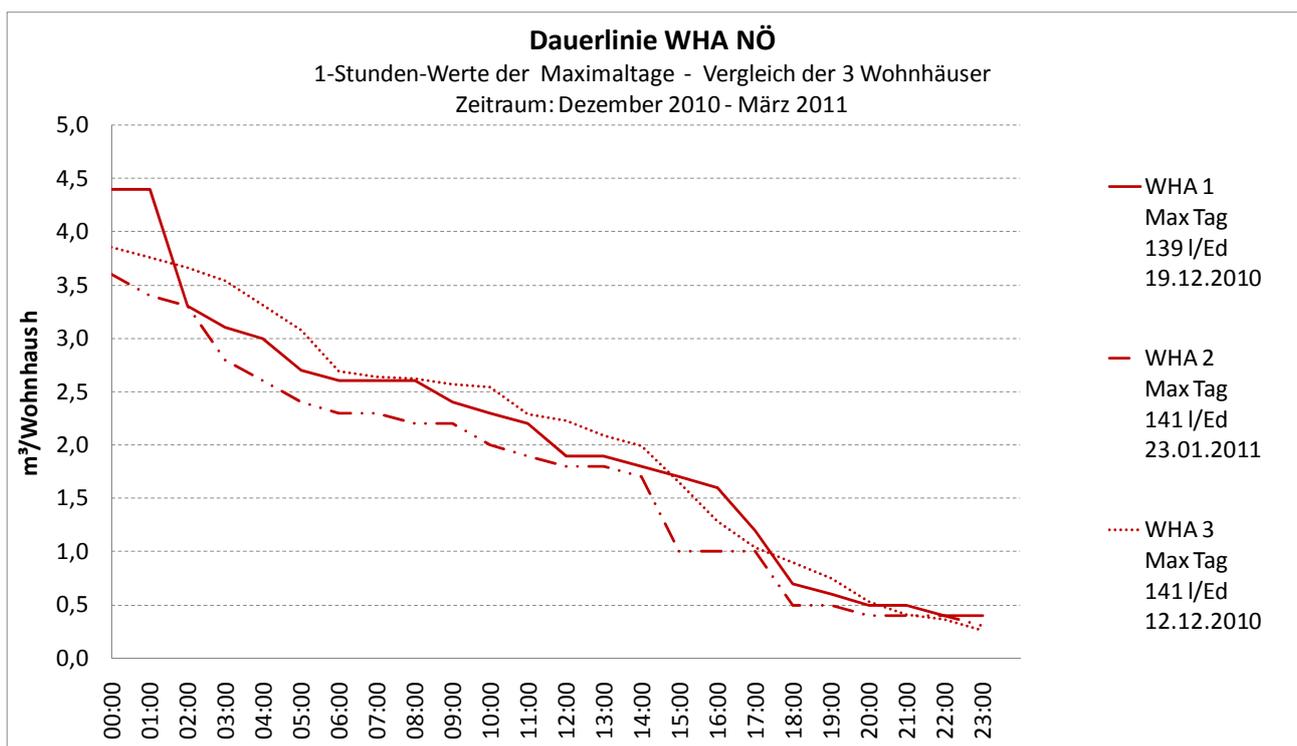


Abbildung 84: 1-Stunden-Dauerlinie am Tag des maximalen Verbrauchs der drei Wohnhausanlagen in Niederösterreich

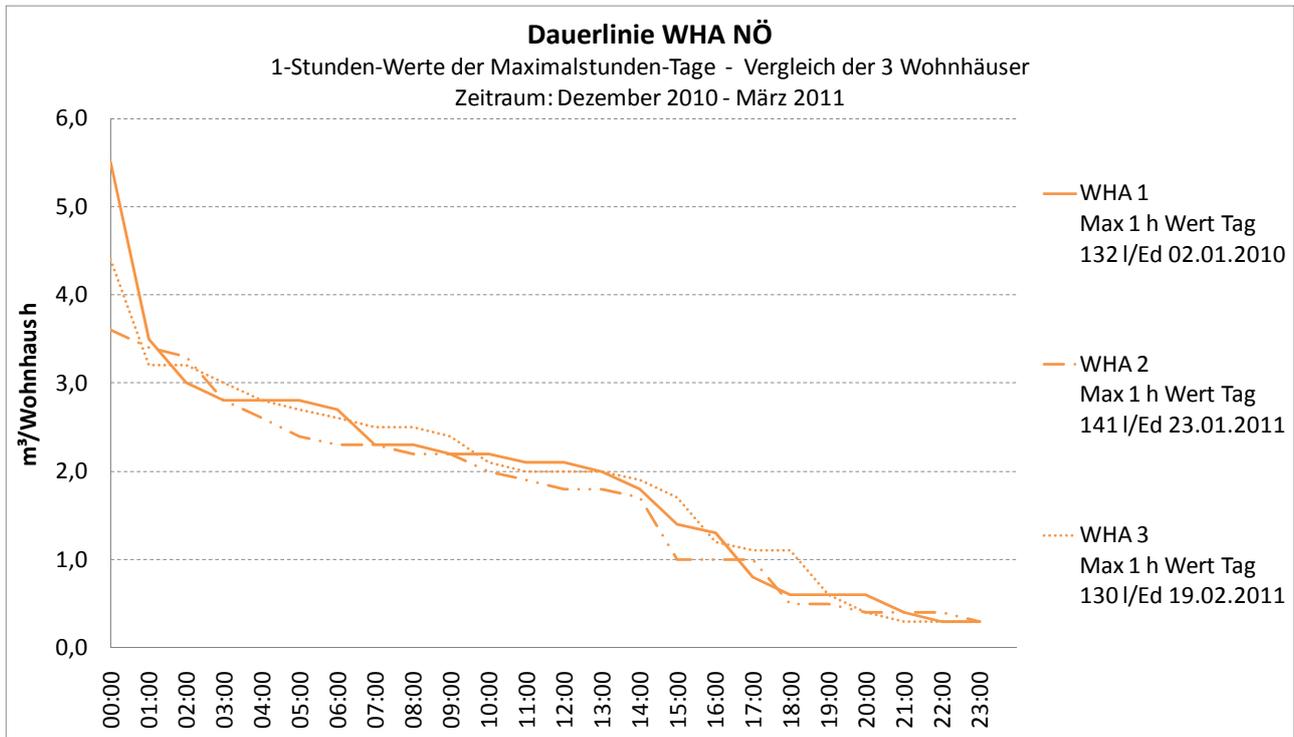


Abbildung 85: 1-Stunden-Dauerlinie am Tag des maximalen 1-Stunden-Wert der drei Wohnhausanlagen in Niederösterreich

Mit Ausnahme der Wohnhausanlage Nr. 2 fallen die Spitzentage und die Tage, welche die Spitzenstunden aufweisen, nicht auf die gleichen Tage. Ebenso wenig treten die Verbrauchsspitzen (Tage oder Stunden) der drei Wohnhäuser an den gleichen Tagen auf. Es ist dennoch ersichtlich, dass sowohl die Dauerlinien des Spitzentages als auch jene des Tages der Spitzenstunde für alle drei Wohnhäuser sehr ähnlich verlaufen. Zur Vereinfachung der weiteren Betrachtungen werden in weiterer Folge nur noch die absoluten Spitzenwerte herangezogen, egal ob diese der Wohnhausanlage NÖ 1, 2 oder 3 entstammen.

Für die Zusammenstellung der relevanten Verbrauchswerte in Tabelle 11 und die Berechnung der Spitzenfaktoren sind alle Werte auf Liter pro Einwohner und Tag (l/Ed) umgerechnet.

Tabelle 11: Spitzenfaktoren Wohnhausanlage Niederösterreich

	l/Ed	Spitzenfaktor bezüglich Durchschnittsverbrauch am maximal Tag	Spitzenfaktor bezüglich Durchschnittstag	Bezugszeit
max 1 h Spitze	376	2,7	3,1*	1 h
1 h Spitze max Tag	301	2,1	2,5	1 h
Mittelwert maximal Tag	141	1,0	1,2**	24 h
Durchschnittstag	120	-	1,0	24 h

* Stundenspitzenfaktor

** Tagesspitzenfaktor

7.1.5.3 Einfamilienhäuser

Dargestellt sind die Dauerkurven von zwei exemplarisch ausgewählten Haushalten.

Zum einen ist dies der Haushalt mit dem allerhöchsten 10-Sekunden-Wasserverbrauch an einem Tag und zum andern der Haushalt mit dem maximalen Tagesverbrauch, der an einem Tag im Zuge des Messprogrammes aufgetreten ist.

Anm.: Die Spitzenwertberechnungen wurden ohne Aliquotierung vereinzelt gemessener Swimmingpoolfüllungen durchgeführt. Alle gemessenen Extremwerte sind in vollem Umfang berücksichtigt.

Der Haushalt mit dem allerhöchsten 10-Sekunden-Wasserverbrauch ist ein Dreipersonenhaushalt im städtischen Bereich am 19.7.2011.

Für diesen Haushalt sind folgende Dauerkurven dargestellt:

- Tag mit dem insgesamt höchsten Wasserverbrauch; ist auch gleichzeitig jener Tag mit dem höchsten Wasserverbrauch in 10 Sekunden (Q10s_Max, Qd_Max, am 19.7.2011)
- Tag mit dem mittleren Wasserverbrauch (Qd_Median am 21.7.2011)

Der maximale 10-Sekunden-Verbrauch von rund 49 l/min wurde bei gleichzeitiger Wassernutzung durch eine Bewässerungsanlage (35 l/min) und die WC-Spülung (14 l/min) ausgelöst und dauerte tatsächlich nur 10 Sekunden. Am selben Tag fand der Maximalverbrauch statt. Dieser wurde im Wesentlichen durch die Gartenbewässerung hervorgerufen und beträgt 544 l/Ed bzw. 1.632 l/HAd (Liter pro Hausanschluss und Tag).

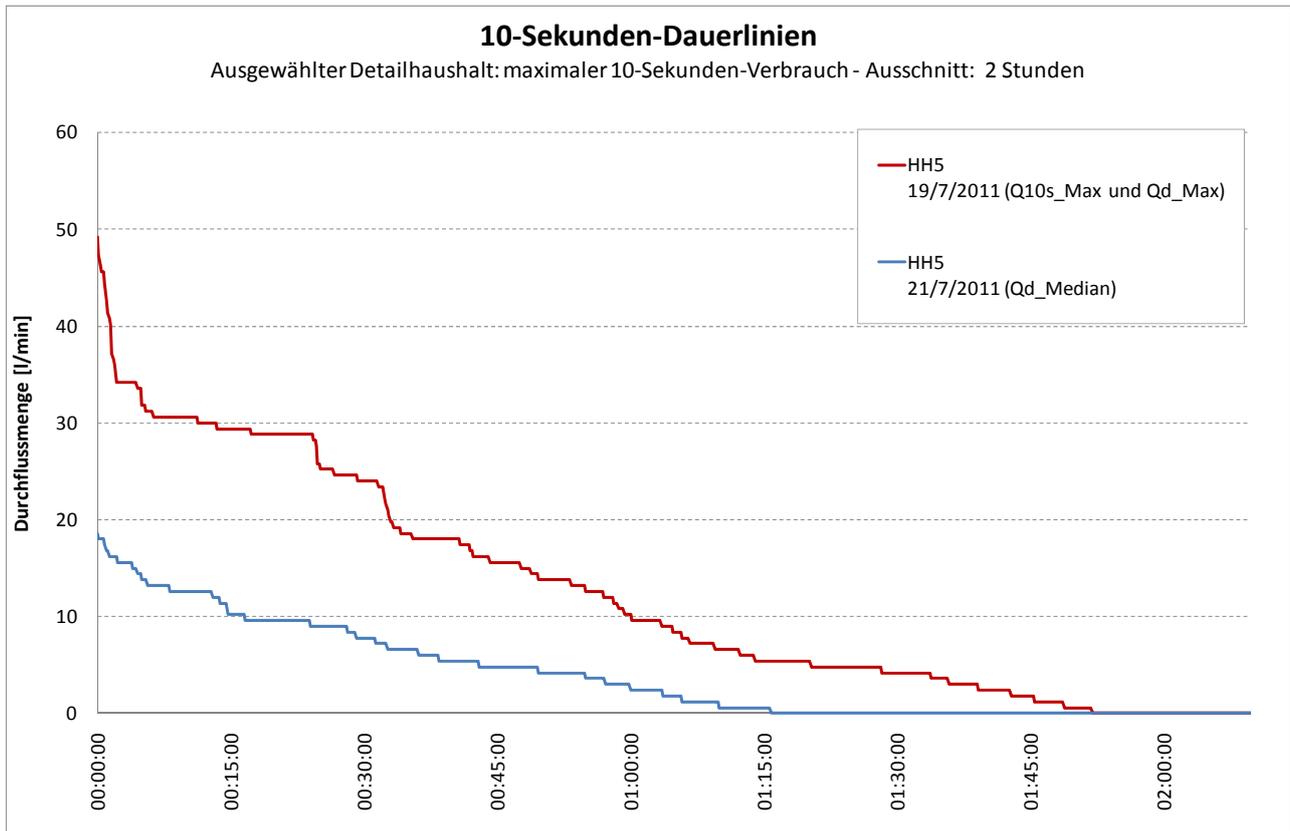


Abbildung 86: Dauerlinien des Haushalts mit dem maximalen 10-Sekunden-Verbrauch – Ausschnitt 2 Stunden

Für die Zusammenstellung der relevanten Verbrauchswerte in Tabelle 12 und die Berechnung der Spitzenfaktoren sind alle Werte auf Liter pro Hausanschluss und Tag (l/HAd) umgerechnet.

Tabelle 12: Spitzenfaktoren für den Haushalt mit dem höchsten 10-Sekunden-Wasserverbrauch

	l/HAd	Spitzenfaktor bezüglich Durchschnittsverbrauch am maximal Tag	Spitzenfaktor bezüglich Durchschnittstag	Bezugszeit
max 10 Sek Spitze	69.648	43	105	10 sek
max 1 Min Spitze	58.896	36	88	1 min
max 1 h Spitze	13.950	9	21 *	1 h
Mittelwert maximal Tag	1.632	1,0	2,4 **	24 h
Durchschnittstag	672	-	1,0	24 h

* Stundenspitzenfaktor

** Tagesspitzenfaktor

Der Haushalt mit dem maximalen Tagesverbrauch ist ein Zweipersonenhaushalt im städtischen Bereich am 31.5.2011.

Für diesen Haushalt sind folgende Dauerkurven dargestellt:

- Tag mit dem insgesamt höchsten Wasserverbrauch ist auch gleichzeitig jener Tag mit dem höchsten Wasserverbrauch in 10 Sekunden (Q10s_Max = Qd_Max, am 31.5.2011)
- Tag mit dem mittleren Wasserverbrauch (Qd_Median am 3.1.2011)

Der maximale Tagesverbrauch wurde im Wesentlichen durch eine Poolfüllung mit 30 l/min über eine Dauer von mehr als 10 Stunden hervorgerufen und beträgt 8.829 l/Ed bzw. 17.658 l/HAd. Der maximale 10-Sekunden-Verbrauch von rund 37 l/min fand während dieser Poolfüllung statt, dauerte wiederum tatsächlich nur 10 Sekunden und wurde durch eine gleichzeitige Nutzung der WC-Spülung mit 7 l/min ausgelöst.

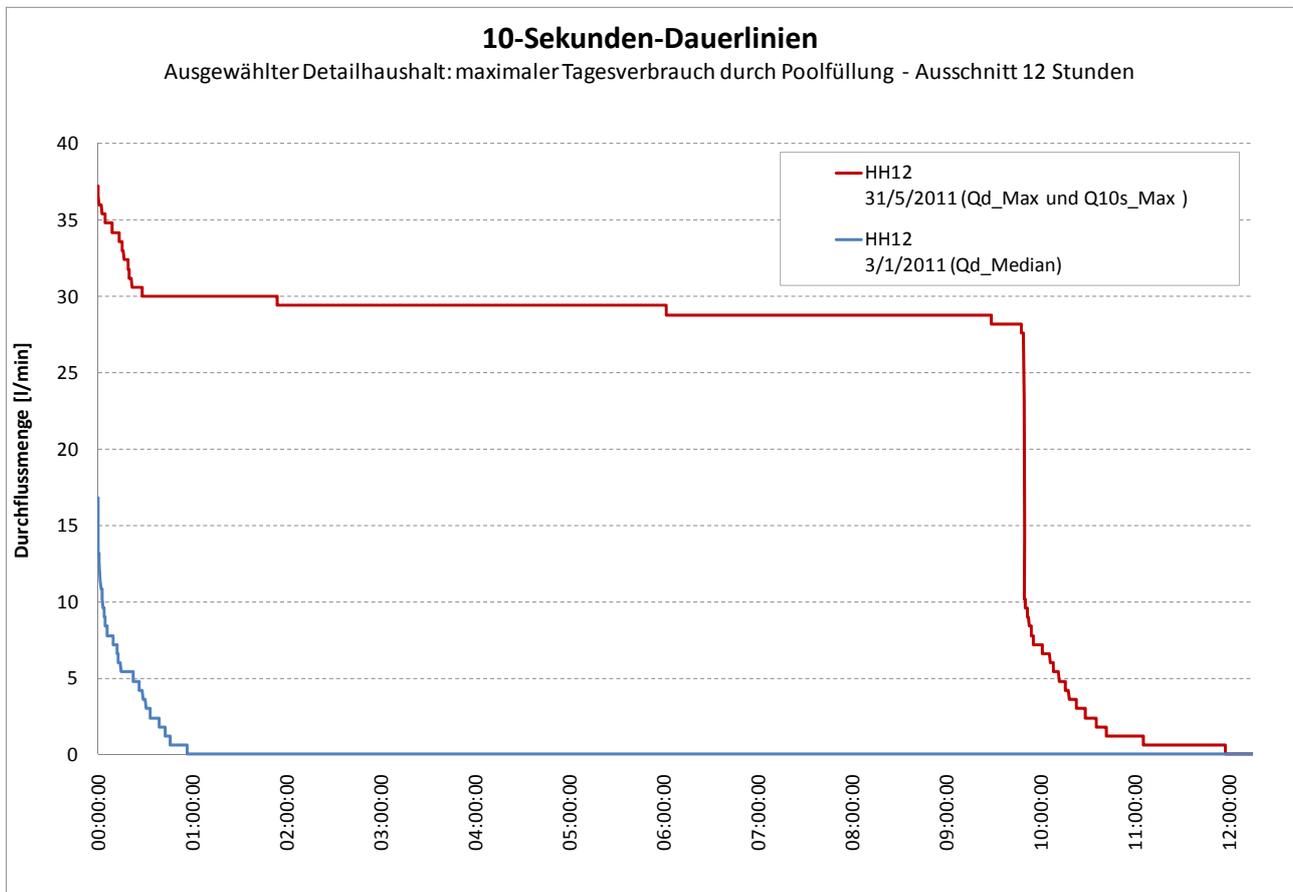


Abbildung 87: Dauerlinien des Haushalts mit dem maximalen Tagesverbrauch – Ausschnitt 8 Stunden

Für die Zusammenstellung der relevanten Verbrauchswerte in Tabelle 13 und die Berechnung der Spitzenfaktoren sind alle Werte auf Liter pro Hausanschluss und Tag (l/HAd) umgerechnet.

Tabelle 13: Spitzenfaktoren für den Haushalt mit dem maximalen Tagesverbrauch

	l/HAd	Spitzenfaktor bezüglich Durchschnittsverbrauch am maximal Tag	Spitzenfaktor bezüglich Durchschnittstag	Bezugszeit
10 Sek Spitze max Tag	53.568	3,0	109	10 sek
1 Min Spitze max Tag	51.552	2,9	105	1 min
1 h Spitze max Tag	43.466	2,5	89 *	1 h
Mittelwert maximal Tag	17.658	1,0	36 **	24 h
Durchschnittstag	490		1,0	24 h

* Stundenspitzenfaktor

** Tagesspitzenfaktor

7.1.5.4 Zusammenfassung der Spitzenfaktoren unterschiedlicher Wohnformen und Haushaltsgrößen und Vergleich mit Literaturdaten

Tabelle 14 zeigt den Vergleich der absoluten Spitzenstunde und des absolut maximalen 2-Minuten-Wertes mit den einwohnerbezogenen Vergleichswerten aus der W 410 (DVGW, 2008; Versorgungseinheiten bis 1000 Einwohner), wobei in der DVGW nur die Spitzenstunde als Referenzwert existiert. Der einwohnerabhängige Spitzenbedarf wird dabei in drei Kategorien angegeben:

- l/Es (Liter pro Einwohner und Sekunde),
- l/s (für die gesamte Versorgungseinheit),
- m³/h (für die gesamte Versorgungseinheit).

Laut DVGW ist die Höhe des Spitzenbedarfs maßgeblich von der Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens gleichzeitiger Einzelentnahmen abhängig und als doppeltlogarithmischer Zusammenhang angegeben.

Zum Vergleich der Verbrauchsspitzen der Einfamilienhäuser und Wohnhausanlagen mit Angaben des Regelwerks, sind aus der DVGW die Spitzenwerte für 1, 2, 4, 20, 100, 200 und 400 Einwohner herangezogen.

Tabelle 14: Vergleich des einwohnerbezogenen Spitzenbedarfs nach DVGW W410 (DVGW, 2008) mit Messwerten aus Wohnhausanlagen und Einfamilienhäusern

Einwohner	q _{hmax} l/Es	Q _{hmax} l/s	Q _{hmax} m ³ /h	Bezugszeit
DVGW W410				
1 EW	0,688	0,688	2,48	1h
2 EW	0,359	0,717	2,58	1h
4 EW	0,196	0,783	2,82	1h
20 EW	0,0573	1,145	4,12	1h
100 EW	0,0214	2,145	7,72	1h
200 EW	0,0152	3,033	10,92	1h
400 EW	0,0112	4,490	16,16	1h
WHA Kärnten Spitzenstunde (22.2.2011)				
72 EW	0,005	0,38	1,4	1h
WHA NÖ Spitzenstunde (WHA 1, 19.12.2010)				
351 EW	0,004	1,53	5,5	1h
Einfamilienhaus - max. Spitzenstunde (HH12 - 31.5.2011)				
2 EW	0,25	0,5	1,8	1h
Veränderung bei kürzeren Bezugszeiten				
WHA Kärnten maximaler 2 Minutenwert (23.1.2011)				
72 EW	0,04	2,86	10,31	2 min
Einfamilienhaus - max. 10 Sekundenverbrauch (HH5 - 19.7.2011)				
3 EW	0,27	0,82	2,94	10 Sek.

Die Gegenüberstellung der Messwerte mit einer Bezugszeit von einer Stunde zum Regelwerk zeigt, dass die Wohnhausanlagen einen weitaus geringeren einwohnerbezogenen Spitzenbedarf aufweisen, als in der DVGW W410 angegeben ist. Erst bei der Verringerung der Bezugszeit auf 2 Minuten entsprechen die Werte der Wohnhausanlage Kärnten etwa jenen der DVGW für die Bezugszeit von einer Stunde.

Der gemessene Spitzenstundenverbrauch eines Einfamilienhauses (HH12 mit zwei Einwohnern) liegt bezüglich der Spitzenstunde unter den Werten der DVGW. Nur der maximal gemessene 10-Sekunden-Verbrauch eines Einfamilienhauses (HH5 mit drei Einwohnern) liegt geringfügig über den Stundenspitzenwerten der DVGW.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Werte des einwohnerbezogenen Spitzenbedarfs nach DVGW W410 (DVGW, 2008) auch bei wesentlich kürzeren Bezugszeiten nicht oder nur geringfügig überschritten werden.

Andererseits ist zu bedenken, dass aufgrund der auftretenden Druckverluste in der Hausanschlussleitung bei hohen Durchflussmengen (z. B. durch Poolfüllung) der Durchfluss für andere Nutzungen bereits reduziert sein könnte. In den beiden exemplarischen Beispielen (Abbildung 86 und Abbildung 87) wurde in einem Fall eine Durchflussverminderung um rund 1 l/min für die zusätzliche Nutzung festgestellt, im anderen Fall nicht.

Tabelle 15 zeigt eine Übersicht der Spitzenfaktoren unterschiedlicher Wohnformen und Haushaltsgrößen. Es wurden jene Objekte ausgewählt, die die höchsten Spitzenfaktoren im Beobachtungszeitraum aufwiesen.

Tabelle 15: Zusammenfassung der Stundenspitzenfaktoren und Tagesspitzenfaktoren unterschiedlicher Wohnformen und Haushaltsgrößen

Objekt	WHA NÖ 1	WHA Kärnten	EFH max. 10s Spitzenverbrauch	EFH max. Tagesverbrauch
Bewohner	351	72	3	2
Stundenspitzenfaktor	3,1	3,9	21	89
Tagesspitzenfaktor	1,2	1,2	2,4	36

Die Spitzenfaktoren können naturgemäß bei kleinen Versorgungseinheiten sehr hohe Werte annehmen.

Die maximalen Verbrauchsspitzen bzw. höchsten Stundenspitzen im Bereich der Einfamilien- und Reihenhäuser wurden in Zwei- und Dreipersonenhaushalten ohne Kinder festgestellt. Sie entstehen jeweils dann, wenn neben einer hohen Dauernutzung wie z. B. der Befüllung eines Swimmingpools oder der Gartenbewässerung noch andere Nutzungen hinzukommen. Dies können z.B. die Nutzung der Dusche oder am Wasserhahn, die WC-Spülung oder irgendein anderer Verbrauch im Haushalt sein, wovon auch noch mehrere gleichzeitig stattfinden können.

7.2 Freizeit- und Tourismuseinrichtungen (Hotel, Schwimmbad, Ferienappartement)

7.2.1 Wasserverbrauch eines Hotels in einer Sommertourismusregion (Burgenland, ländliches Versorgungsgebiet, pannonisches Klima)

7.2.1.1 Charakterisierung und Datengrundlage

Es handelt sich um ein Ferien- und Seminarhotel mit Wellnessbereich, 110 Zimmern bzw. 200 Betten in verschiedenen Kategorien sowie einen Tagungsbereich und ein Restaurant.

Die Wasserverbrauchsdaten liegen als 15-Minuten-Werte für den Zeitraum Jänner 2009 bis Juni 2010 vor und wurden vom Wasserversorgungsunternehmen zur Verfügung gestellt. Die Daten wurden auf Plausibilität kontrolliert, fehlerhafte Werte (Aufzeichnungsfehler) ausgeschieden und in der Auswertung nicht berücksichtigt. Der Wasserverbrauch ist auf Hotelzimmer und Tag bezogen (l/HZ d) und in Tabelle 16 zusammengefasst.

Tabelle 16: Kennwerte Wasserverbrauch Hotel

	Jahr	Sommer	Winter
Minimaler Verbrauch in der Messperiode	57 l/HZd	105 l/HZd	57 l/HZd
Durchschnittlicher Verbrauch in der Messperiode	345 l/HZd	475 l/HZd	222 l/HZd
Maximaler Verbrauch in der Messperiode	1.801 l/HZd	1.801 l/HZd	665 l/HZd

Der starke Unterschied zwischen Winter- und Sommergebrauch ist darauf zurückzuführen, dass es sich um eine reine Sommertourismusregion handelt.

Daten über Gäste und Nächtigungszahlen wurden von den Hotelbetreibern nicht zur Verfügung gestellt. So wie in der Literatur üblich konnten die Analysen daher nur auf die Anzahl der vorhandenen Hotelzimmer bezogen werden. Des Weiteren liegen keine Angaben bezüglich der Bewässerung von Außenanlagen vor.

7.2.1.2 Durchflussdauerkurven des Hotels

Die DVGW W410 empfiehlt den Spitzendurchfluss auf die Anzahl der Hotelzimmer zu beziehen. In diesem Fall wird die Zimmeranzahl als fester Bezugsparameter in einer bestimmten Relation zu den Hotelgästen und dem Personal gesehen.

Zur Ermittlung des Spitzenstundendurchflusses ist daher in Abbildung 88 der Wasserverbrauch des Hotels der Größe nach, in l/Zimmer und Stunde auf einer Zeitachse aufgetragen.

Dargestellt sind folgende Dauerkurven:

- Max Tag: Tag mit dem insgesamt höchsten Wasserverbrauch
- Median Tag: Tag mit dem mittleren (Median) Wasserverbrauch
- Minimaler Tag: Tag mit dem geringsten Wasserverbrauch
- Max 15 Min Wert Tag: Tag an dem der höchste Wasserverbrauch in 15 Minuten aufgetreten ist

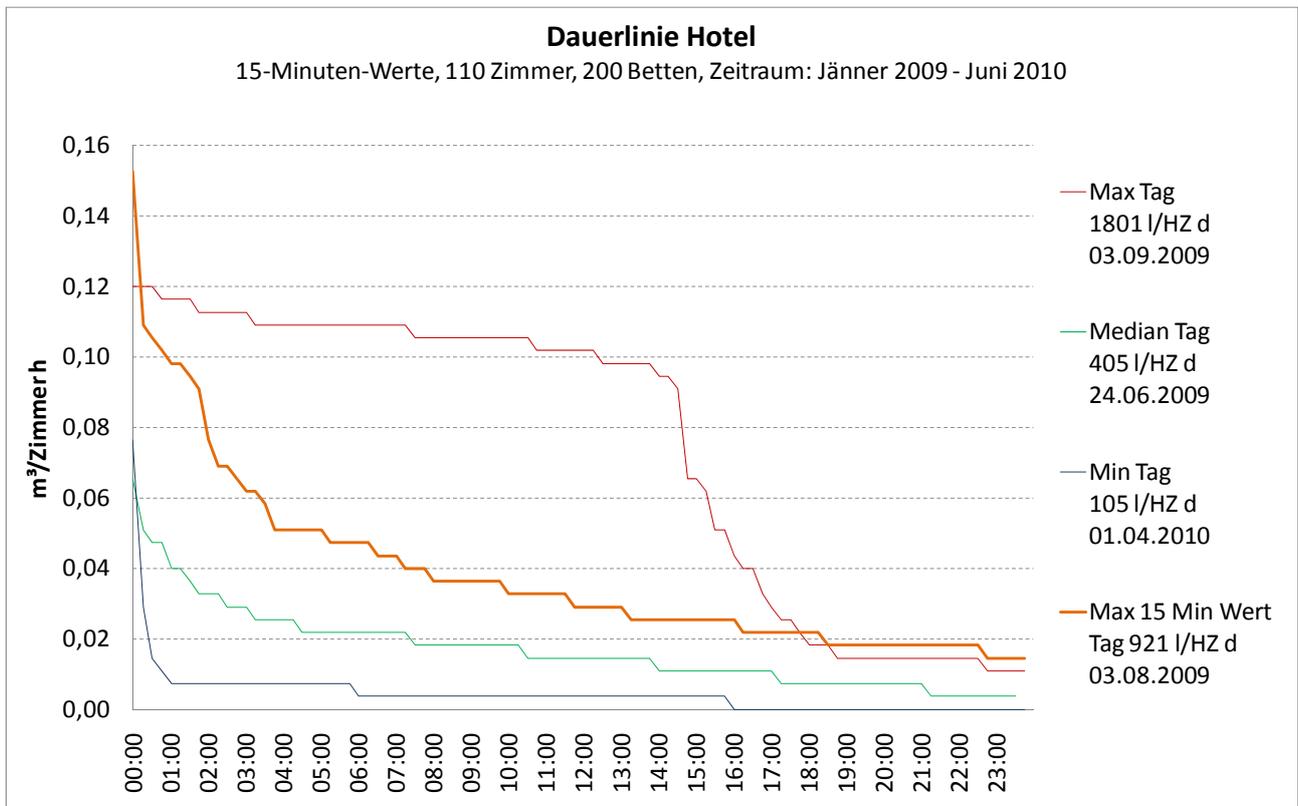


Abbildung 88: Dauerlinie des Hotels

Für die Zusammenstellung der relevanten Verbrauchswerte in Tabelle 17 und die Berechnung der Spitzenfaktoren sind alle Werte auf Liter pro Hotelzimmer und Tag (l/HZd) umgerechnet.

Tabelle 17: Spitzenfaktoren Hotel

	I/HZd	Spitzenfaktor bezüglich Durchschnittsverbrauch am maximal Tag	Spitzenfaktor bezüglich Durchschnittstag	Bezugszeit
max 15 Min Spitze	3.665	2,0	10,6	15 min
max 1 h Spitze	2.989	1,7	8,7 *	1 h
15 Min Spitze max Tag	3.300	1,8	9,6	15 min
1 h Spitze max Tag	2.858	1,6	8,3	1 h
Mittelwert maximal Tag	1.801	1,0	5,2 **	24 h
Durchschnittstag	345	-	1,0	24 h

* Stundenspitzenfaktor

** Tagesspitzenfaktor

Ein Vergleich mit den Vorgaben der DVGW W410 ist in Tabelle 18 dargestellt.

Es zeigt sich, dass die Bandbreiten des Verbrauchs des untersuchten Objektes etwas weiter auseinander liegen als in der W410 (DVGW, 2008) angegeben.

Tabelle 18: Vergleich W410 (DVGW, 2008) mit den Messwerten des Hotels

Hotel	Bandbreite	
	von	bis
DVGW W410	70	1.400
Hotel Messwerte	56	1.801

7.2.1.3 Zeitliche Einflussfaktoren auf den Wasserverbrauch des Hotel (Sommertourismusregion)

Jahresganglinie des Hotels

Abbildung 89 zeigt den monatsdurchschnittlichen Wasserverbrauch des Hotels. Der gegenüber den Wintermonaten um ein Vielfaches erhöhte Verbrauch während der Sommermonate zeigt deutlich, dass es sich um eine Sommertourismusregion handelt. Die maximalen Verbräuche treten in den Monaten August und September auf und erreichen 750 I/HZ d, während der Mittelwert übers Jahr nur rund 350 I/HZ d beträgt. Der Monatsspitzenfaktor beträgt somit rund 2,1.

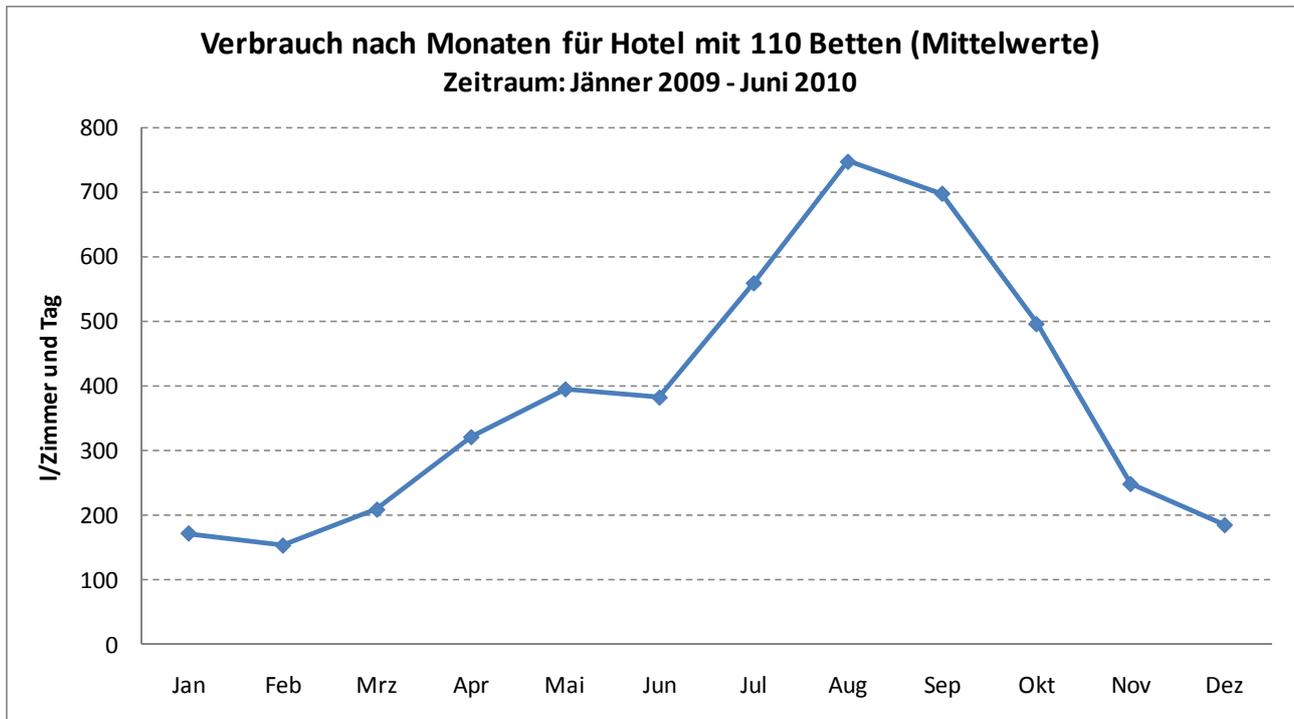


Abbildung 89: Jahresganglinie - Hotel im Sommertourismusgebiet

Wochenganglinie des Hotels

In der Abbildung 90 ist der Verlauf des durchschnittlichen Wasserverbrauchs im Lauf der Woche, getrennt für Sommer, Winter und das gesamte Jahr dargestellt.

Auch hier ist deutlich zu sehen, dass die Verbräuche im Sommer an jedem Wochentag weit über denen des Winters liegen.

Die Wochenganglinie zeigt Sommer wie Winter einen sehr ähnlichen Verlauf mit maximalen Verbräuchen an Freitagen im Sommer und an Samstagen im Winter sowie generell ein Minimum am Wochenbeginn. Ausgehend vom Durchschnittsverbrauch von rund 350 l/HZ d werden zum Wochenende hin keine nennenswerten Spitzenfaktoren (1,14) wirksam.

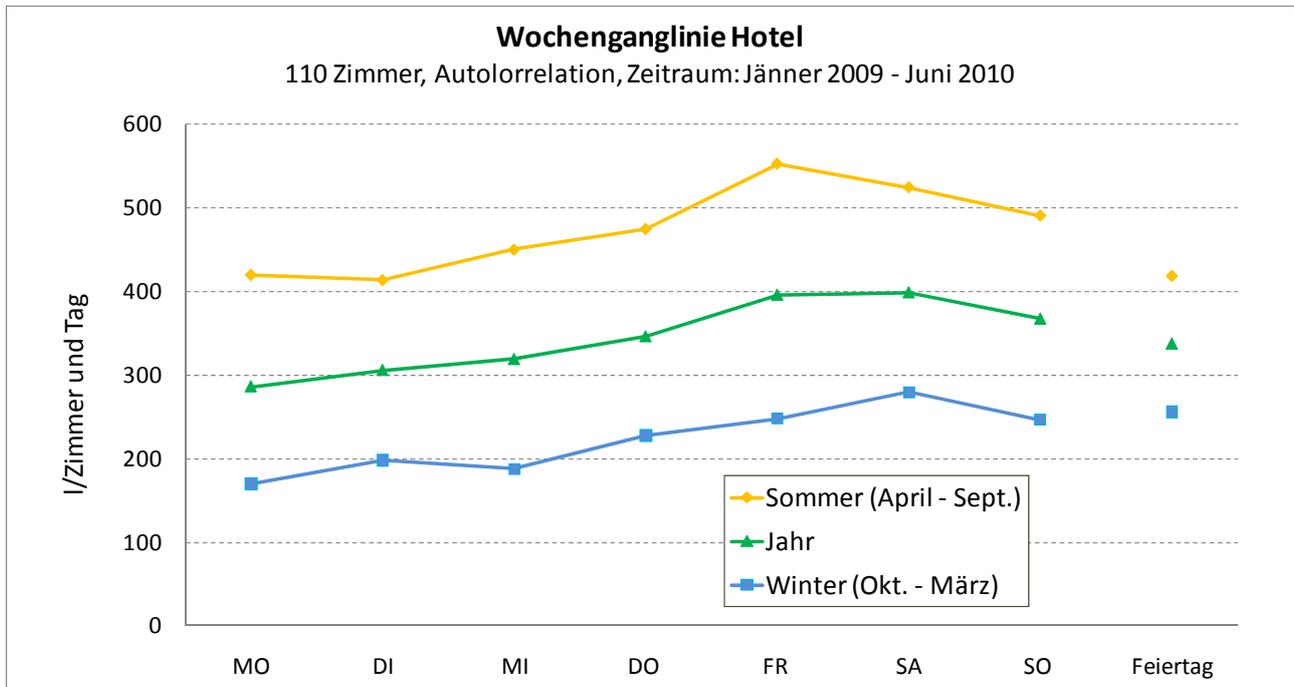


Abbildung 90: Wochenganglinie - Hotel im Sommertourismusgebiet

Tagesganglinien des Hotels

Abbildung 91 zeigt den durchschnittlichen Tagesverlauf des Wasserverbrauchs getrennt in Werktagen und Wochenenden sowie Feiertage.

Es zeigt sich sowohl an den Arbeitstagen (Montag bis Freitag) als auch am Wochenende und an Feiertagen eine ausgeprägte Morgenspitze von bis zu 45 l/HZ h. Der maximale 15-Minuten-Spitzenwert der Messperiode (152 l/HZ h siehe Abbildung 88) ist somit mehr als dreimal höher (genauer Faktor: 3,4) als der durchschnittliche 15-Minuten-Spitzenwert. Weitere diesbezügliche Details sind Abbildung 92 und Abbildung 93 zu entnehmen.

Im weiteren Tagesverlauf ergibt sich ein langsam abnehmender Verbrauch, der noch von einer leichten Spitze zur Abendzeit unterbrochen wird.

Die durchschnittlichen Nachtminima bewegen sich um die 5 l/HZ h, wobei kaum ein Unterschied zwischen Wochentag und Wochenende festgestellt werden kann.

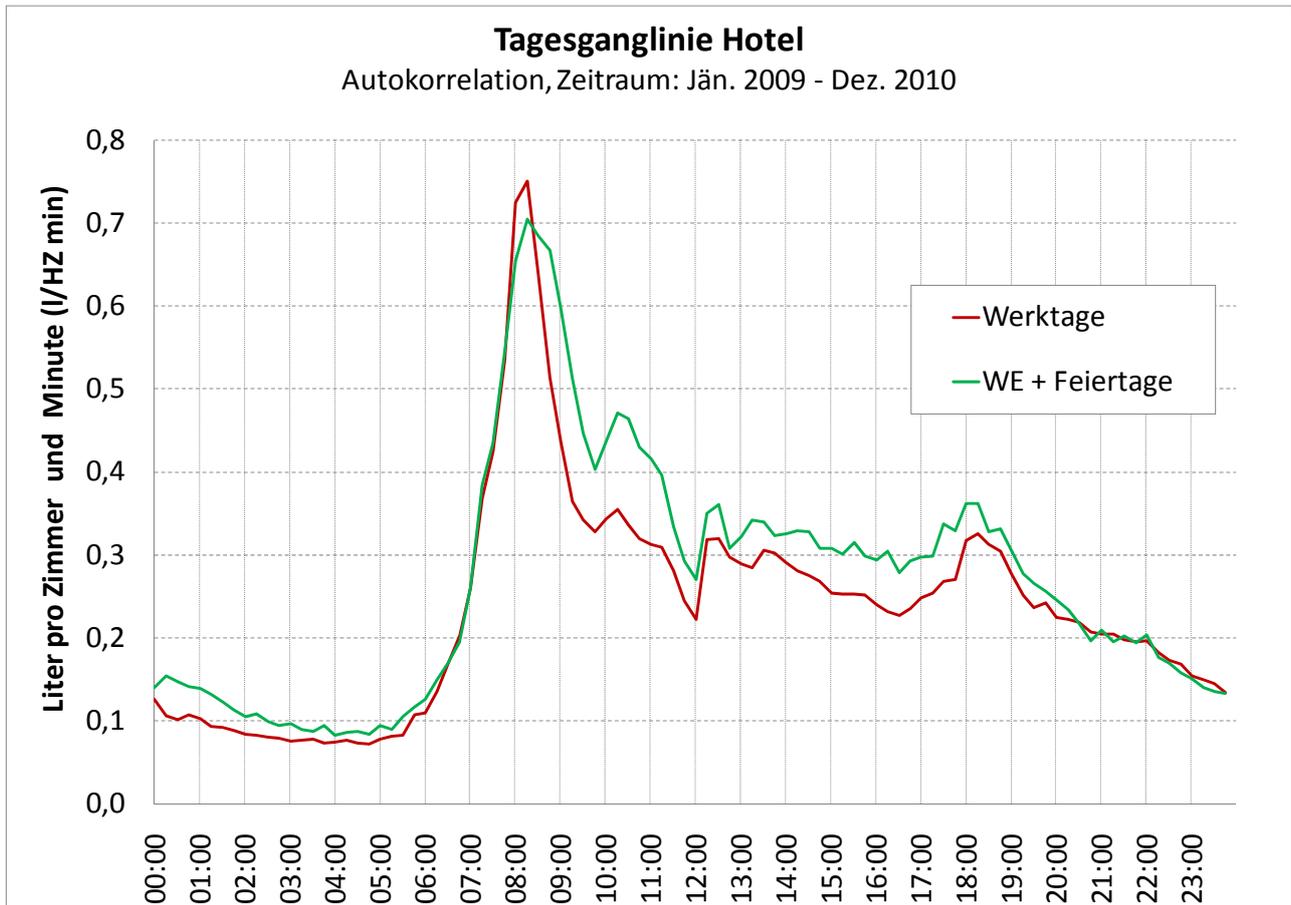


Abbildung 91: Tagesganglinie (Autokorrelation), Hotel mit 110 Zimmern

In den Abbildung 92 und Abbildung 93 sind noch einmal die Tagesganglinien getrennt nach Werktagen und Wochenenden beziehungsweise Feiertagen dargestellt. Ergänzend ist als dünne Linie der Tagesverlauf jenes Tages mit dem maximalen 15-Minuten-Wert dargestellt. Alle Tagesspitzenverbräuche, die über 100 l/HZ h erreichen, sind zusätzlich als Punkte in den Diagrammen gekennzeichnet (dieser Grenzwert ist willkürlich festgelegt und dient lediglich der Übersichtlichkeit).

Es ist zu erkennen, dass die Höhe der maximalen Spitzenwerte sowohl Werktags (Abbildung 92) als auch am Wochenende (Abbildung 93) ähnlich ist. Die zeitliche Verteilung ist allerdings unterschiedlich. Unter der Woche treten die Spitzenwerte über 100 l/HZ h im Wesentlichen ab 6:00 Uhr morgens bis Mitternacht auf. Am Wochenende sind so hohe Spitzenwerte nur zwischen 7:00 bis 16:00 vorhanden.

Wiederum ausgehend vom Jahresdurchschnittsverbrauch von rund 350 l/HZ d bzw. rund 15 l/HZ h, ergeben sich tagesdurchschnittliche Stundenspitzenfaktoren von 2,7 und tagesdurchschnittliche ¼-Stundenspitzenfaktoren von 3,0. Die maximalen ¼-Stundenspitzenfaktoren innerhalb der Messperiode reichen bis 10,0.

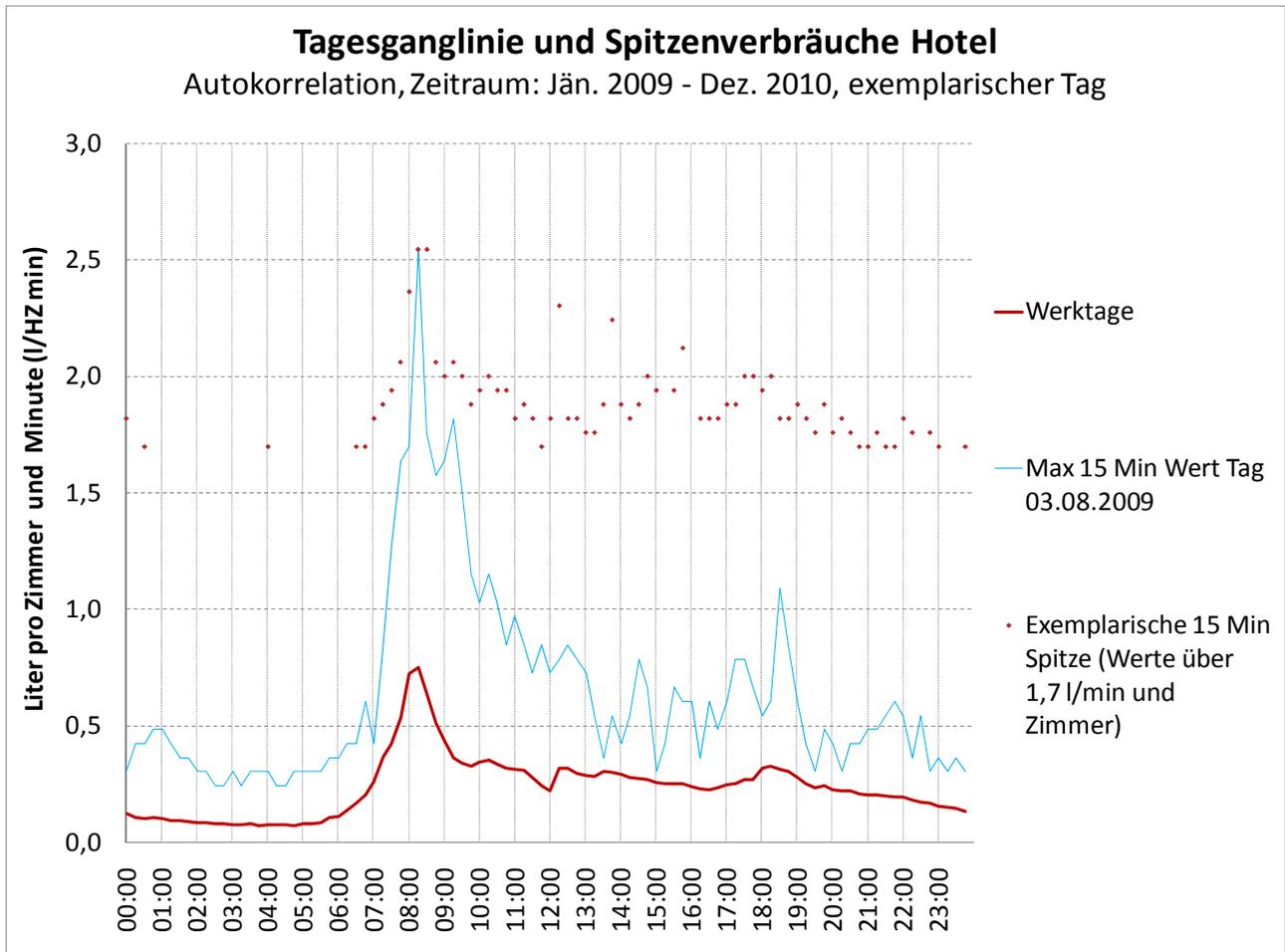


Abbildung 92: Tagesganglinie (Autokorrelation), Verbrauchsganglinie des Tages mit maximalem 15-Minutenverbrauch und exemplarische Spitzenverbräuche; Wochentage (Werktage), Hotel mit 110 Zimmern

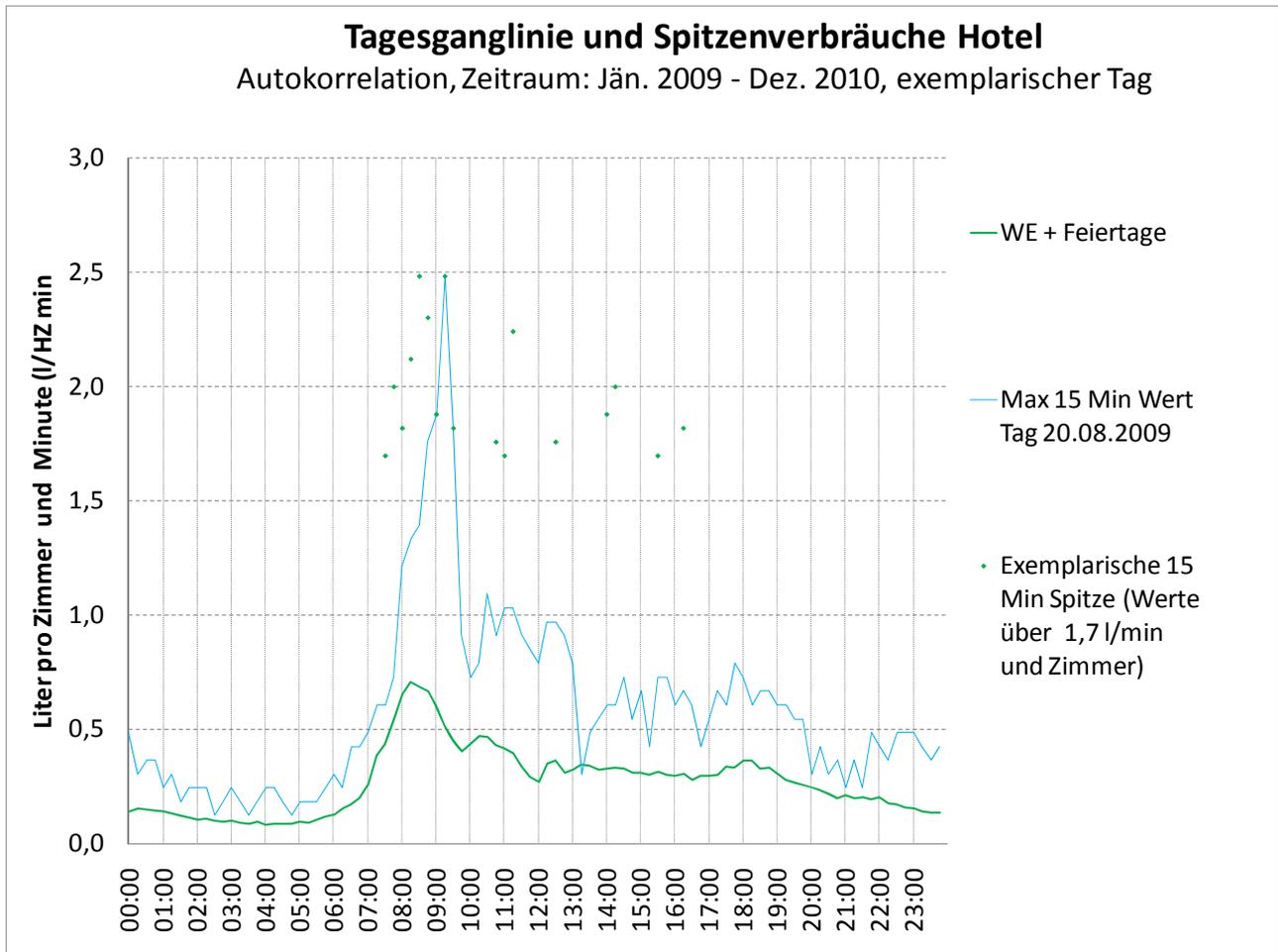


Abbildung 93: Tagesganglinie (Autokorrelation), Verbrauchsganglinie des Tages mit maximalem 15-Minutenverbrauch und exemplarische Spitzenverbräuche; Wochenende und Feiertage, Hotel mit 110 Zimmern

7.2.1.4 Einfluss von Tagestemperatur, Niederschlag und Trockenperioden (Hotel in Sommertourismusregion)

In Abbildung 94 ist der Zusammenhang der Verbrauchsänderung in Bezug auf die Temperatur, Niederschlag und Trockenperioden dargestellt. Durch die vergleichsweise geringe Anzahl an Datensätzen ($n=531$) kann kein besonders deutliches Bild der Verbrauchsänderungen gezeichnet werden. Für die Darstellung wird der mittlere Verbrauch (188 l/HZ d) an kühlen Tagen ($< 10^{\circ}\text{C}$) als Referenzwert (100 %) verwendet.

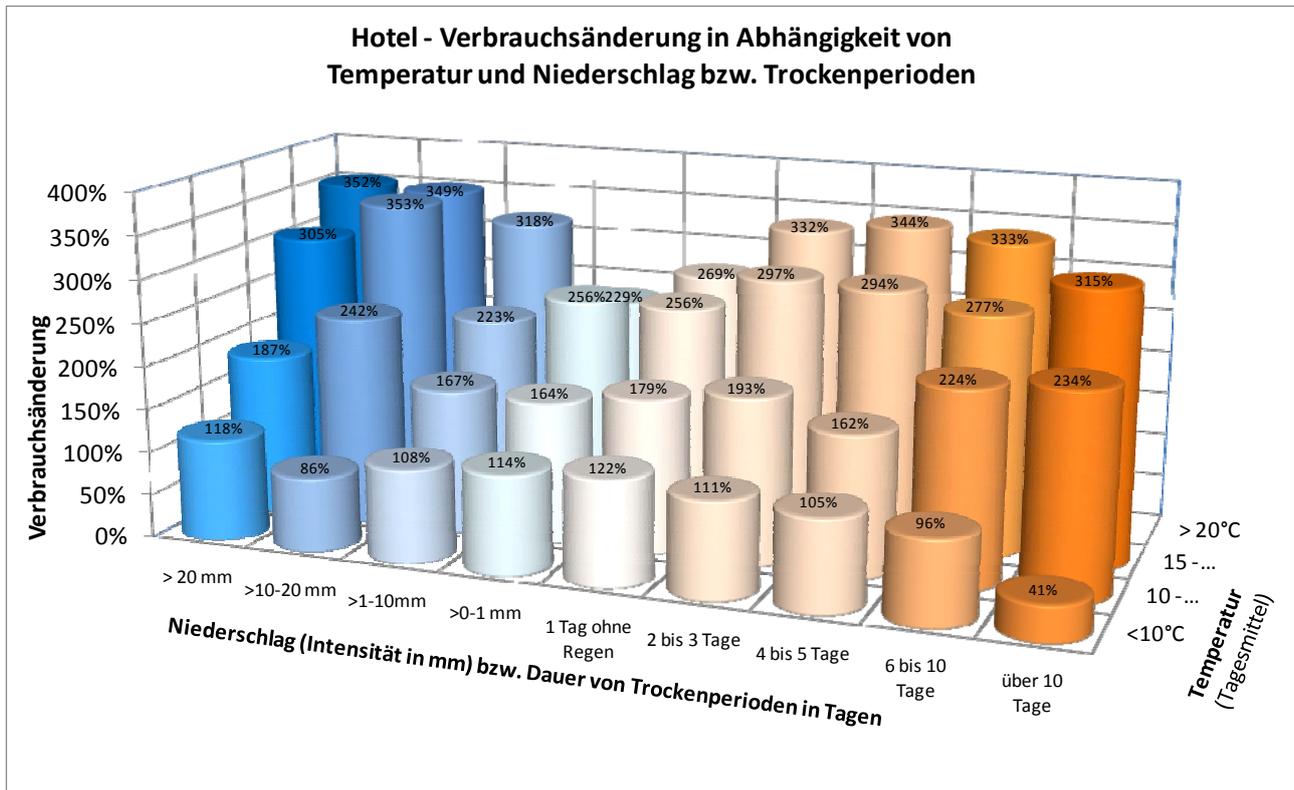


Abbildung 94: Verbrauchsänderung in Abhängigkeit von Temperatur und Niederschlagsintensität bzw. Dauer von Trockenperioden für ein Hotel mit 110 Betten, n=531, 100 % bezogen auf den mittleren Verbrauch (188 l/HZ d) bei niedrigen Temperaturen (< 10°C)

Es ist deutlich und erwartungsgemäß zu erkennen, dass der Verbrauch mit steigender mittlerer Tagestemperatur zunimmt. Dies ist schon alleine darin bedingt, dass es sich um eine Sommertourismusregion handelt und daher im Sommer viel mehr Zimmer belegt sind, wodurch sich ein deutlich höherer Durchschnittsverbrauch ergibt.

Andererseits ist ersichtlich, dass der Wasserverbrauch bei höheren Temperaturen auch mit steigendem Niederschlag zunimmt. Grund dafür ist mit großer Wahrscheinlichkeit die vermehrte Nutzung des Wellnessbereiches bei Schlechtwetter.

Ebenso lässt sich eine Zunahme des Verbrauchs im Zusammenhang mit anhaltender Trockenheit feststellen, vor allem an den wärmeren Tagen. Hier fällt möglicherweise eine zunehmende Bewässerung von Außenanlagen ins Gewicht. In der Darstellung ist die Zunahme allerdings nur bis zu einer Dauer der Trockenperiode von 5 Tagen zu erkennen ist. Darüber hinaus ist keine wirkliche Aussage mehr möglich, da zu wenige Messdaten für diesen Wertebereich vorliegen. Von einer weiteren Zunahme des Verbrauchs kann entsprechend den Ausführungen in Kap. 6.7 aber ausgegangen werden.

Ausgehend vom Durchschnittsverbrauch der Sommermessperiode von rund 470 l/HZ d werden mit anhaltender Trockenheit oder stärkeren Regenfällen durchschnittliche Verbrauchssteigerungen um das 1,4-fache sichtbar.

7.2.1.5 Weitere Einflussfaktoren auf den Wasserverbrauch in Hotels

Das Vorhandensein von Grünflächen in oder bei einer Hotelanlage bedingt jedenfalls einen Bewässerungsbedarf, der sich in den Sommermonaten bemerkbar machen wird. Anhaltspunkte für den Wasserverbrauch einer Bewässerung sind in Kap. 7.3 zu finden. Messwerte und Literaturdaten reichen bei den Durchschnittswerten von rund 1 bis 1,5 l/m² d und bei den Maximalwerten von 3 bis 7,5 l/m² d.

Des Weiteren ist mit Sicherheit die Ausstattung des Hotels zu beachten. Ein wesentlicher Faktor dabei ist, ob das Hotel einen Wellnessbereich aufweist. Anhaltspunkte für den Wasserverbrauch eines Schwimmbades finden sich in Kap. 7.2.2. Die Messwerte ergeben einen durchschnittlichen Verbrauch von 165 Liter pro Badegast und Tag, inklusive der Frischwassernachspeisung der Schwimmbecken.

7.2.1.6 Zusammenfassung und Vergleich mit Literaturdaten (Hotel)

In Tabelle 19 sind für den Vergleich einerseits die Werte der gesamten Messperiode und andererseits nur die Werte der Sommermessperiode verwendet, da es sich um ein Sommertourismushotel handelt und deutliche Unterschiede zu erkennen sind.

Die Vergleichsdaten aus der Literatur sind der DVGW W410 (DVGW, 2008) sowie einer Studie aus Hamburg (KLUGE et al., 2007) entnommen. Als Bezugsgrößen finden Liter pro Zimmer und Tag und auch Liter pro Bett Tag Verwendung.

Tabelle 19: Vergleich der Messdaten und der Literaturdaten für ein Hotel

Verbrauch im Hotel	Min	25%	Med	75%	Max	Mittel	Einheit
Hotel in der Messperiode	56	186	299	480	1801	354	Liter pro Zimmer + Tag
Hotel in der Sommermessperiode	105	305	405	638	1801	473	Liter pro Zimmer + Tag
DVGW - W410 (DVGW, 2008)	70		390		1400	390	Liter pro Zimmer + Tag
Hotel in der Messperiode	31	102	164	264	991	195	Liter pro Bett + Tag
Hotel in der Sommermessperiode	58	168	223	351	991	260	Liter pro Bett + Tag
Studie Deutschland - Hamburg (KLUGE et al., 2007)			115			115	Liter pro Bett + Tag
Weitere Literaturdaten, die als Bezugsgröße jedoch Gästezahlen verwenden: (Details: siehe Teil 1 der Studie)							
Hotels	50	200	290	450	1400	488	Liter pro Gast und Tag

Die DVGW W410 (DVGW; 2008) weist eine große Spanne in den Verbrauchswerten auf, da Werte für Pensionen bis hin zu First-Class Hotels gelten sollen.

Der Vergleich der österreichischen Messdaten mit der DVGW zeigt, dass die Werte bei Betrachtung der gesamten Messperiode etwas niedriger liegen als die Vorgaben des Regelwerkes. Bei der ausschließlichen Betrachtung der Sommermessperiode werden die Vorgaben der DVGW hingegen auch deutlich überschritten. Verglichen mit der Studie aus Hamburg liegen die Messwerte jedenfalls deutlich höher.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der Verbrauch stark von der jeweiligen Ausstattung der Hotels z.B. mit Schwimmbad oder Sauna und ähnlichem abhängig ist. Die langfristigen Schwankungen des Verbrauchs sind hauptsächlich durch saisonale Unterschiede in der Auslastung bedingt. Zwischen

durchschnittlichem und maximalem Monatsverbrauch wurde ein Faktor von rund 2,1 festgestellt. Kurzfristige Verbrauchsänderungen werden durch das Wetter hervorgerufen wie am Beispiel der Verbrauchssteigerung an Regentagen, wahrscheinlich bedingt durch die verstärkte Nutzung der Wellnesseinrichtungen, gezeigt wurde. Im Durchschnitt ergeben sich dadurch Verbrauchssteigerungen bis zum 1,4-fachen gegenüber vergleichbaren Tagen ohne Niederschlägen oder anhaltender Trockenheit.

Geringe periodische tagesdurchschnittliche Verbrauchssteigerungen finden innerhalb des Wochenverlaufs mit einem sehr geringen Spitzenfaktor von 1,14, an Freitagen und Samstagen statt.

Starke periodische Verbrauchssteigerungen finden regelmäßig innerhalb des Tagesverlaufs statt. **Ausgehend vom Jahresdurchschnittsverbrauch von rund 350 l/HZ d bzw. rund 15 l/HZ h ergeben sich täglich Spitzenverbräuche im Zeitraum zwischen 8:00 und 9:00 Uhr morgens. Die maximalen ¼-Stundenspitzenfaktoren innerhalb der Messperiode reichen bis 10,0, die Stundenspitzenfaktoren noch immer bis rund 6,7.**

7.2.2 Wasserverbrauch eines Schwimmbades

7.2.2.1 Charakterisierung

Es handelt sich um ein Freibad in Niederösterreich in einer ländlichen Region im Gebirgsrandklima.

Das Bad besteht aus einem Erlebnis-, Kinder- und Sportbecken sowie einem Sprungbecken. Die Frischwassernachspeisung erfolgt aus dem Trinkwassernetz. Es ist eine Kantine angeschlossen.

Die Besucherzahlen wurden vom Betreiber des Bades zur Verfügung gestellt und stehen als Tageswerte zur Verfügung.

Die Wasserverbrauchsdaten liegen in Form von Tageswerten für den Zeitraum Mai 2010 bis August 2010 vor und wurden ebenfalls vom Betreiber des Bades zur Verfügung gestellt. Die Daten wurden auf Plausibilität kontrolliert und offensichtlich fehlerhafte Werte (Aufzeichnungsfehler) korrigiert bzw. ausgeschieden.

Die Kennwerte sind:

- Minimaler Verbrauch: 8 l/GAd
- Durchschnittlicher Verbrauch: 165 l/GAd
- Maximaler Verbrauch: 902 l/GAd

Aus dem Mittelwert und dem maximalen Verbrauch ergibt sich ein Tagesspitzenfaktor von 5,5. Ein Stundenspitzenfaktor kann nicht errechnet werden, da die Wasserverbrauchsdaten nur als Tageswerte vorliegen.

Neben dem persönlichen Wasserverbrauch der Badegäste für Duschen und Toilettenbesuch entfällt im Schwimmbad ein wesentlicher Anteil des Verbrauchs auf die Frischwasserzugabe (Wasseraustausch) in den Becken.

7.2.2.2 Zeitliche Einflussfaktoren auf den Wasserverbrauch eines Schwimmbades

Jahresganglinie

In Abbildung 95 ist für die Messperiode von Mai 2010 bis August 2010 der tägliche Gesamtwasserverbrauch den jeweiligen Besucherzahlen gegenübergestellt.

Für das Schwimmbad ist nicht unbedingt ein Zusammenhang zwischen täglichem Wasserverbrauch und Besucherzahl zu erkennen. Es kommt teilweise zu geringen zeitlichen Verschiebungen zwischen hohen Besucherzahlen und hohen Wasserverbräuchen, da die Frischwasserzugabe in die Becken nicht immer am selben Tag erfolgt.

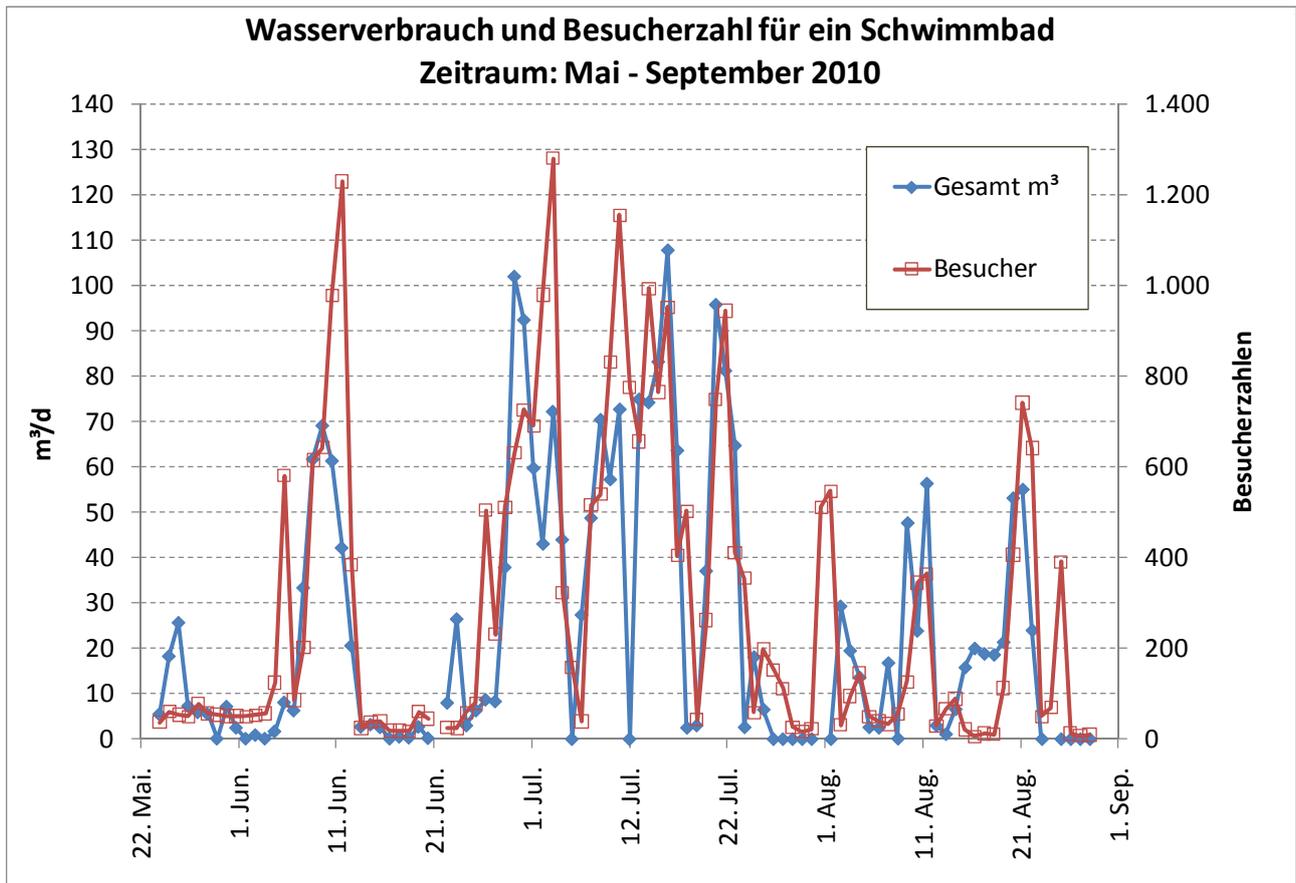


Abbildung 95: Jahresganglinie – Schwimmbad

Der höchste Verbrauch fand im Juli 2010 statt und erreichte Werte bis 110 m³/Tag. Alle hohen Verbräuche wie z.B. auch Anfang Juni und Ende August sind in zeitnahe Zusammenhang in der Besucherzahl wiedergespiegelt.

Die Tage mit sehr geringen Besucherzahlen, aufgrund niedriger Temperaturen oder Regen, weisen auch einen äußerst geringen Verbrauch auf.

Der Zusammenhang des Verbrauchs mit dem Wetter, im Speziellen mit der Temperatur, ist in Abbildung 96 (links) zu sehen. Der Zusammenhang der Besucherzahlen mit der Temperatur (Abbildung 96 rechts) fällt noch etwas deutlicher aus.

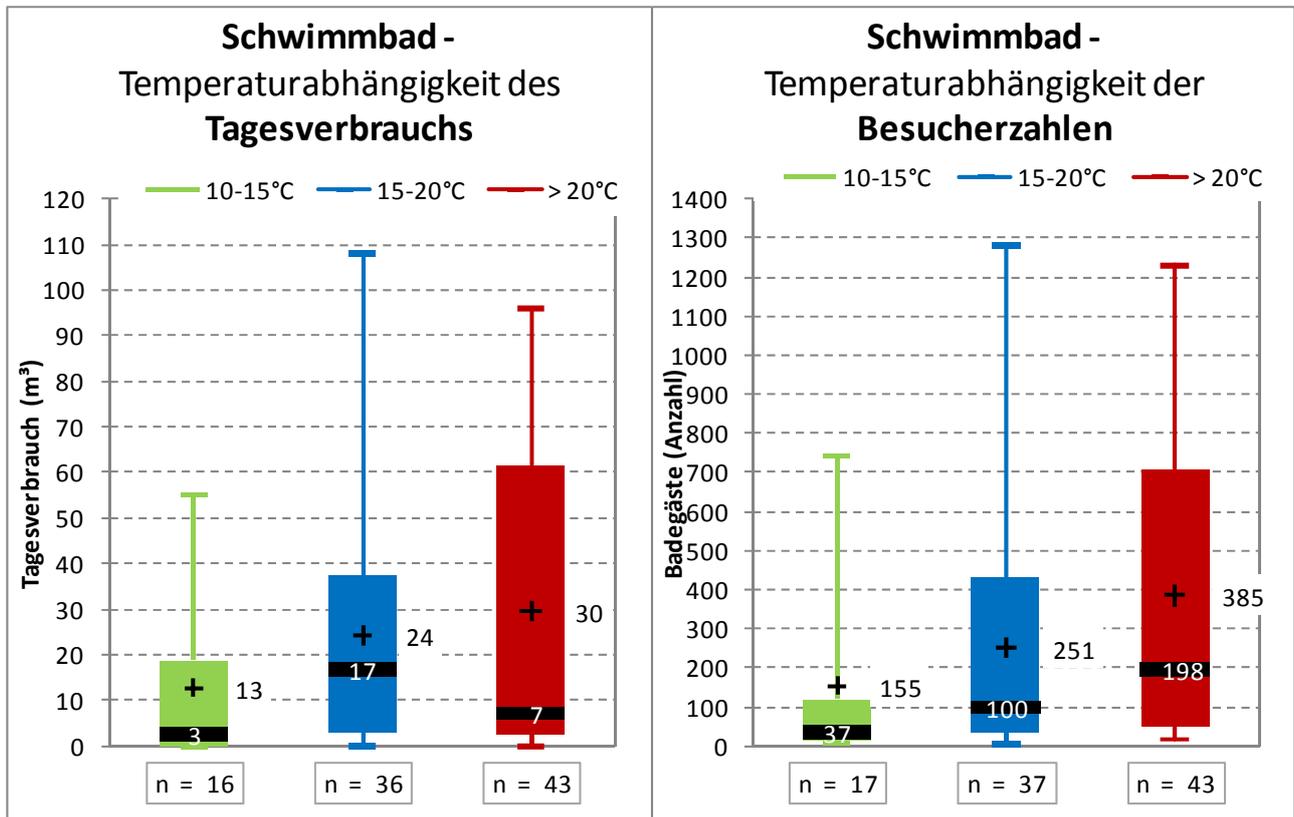


Abbildung 96: Schwimmbad – Temperaturabhängigkeiten des Wasserverbrauchs und der Besucherzahlen

Wochenganglinie

In Abbildung 97 sind die durchschnittlichen Wasserverbräuche und Besucherzahlen als Wochenganglinie dargestellt. Auffällig ist der relativ geringe Wasserverbrauch an Wochenenden trotz maximal hoher Besucherzahlen. Die Ursache für diese Diskrepanz liegt vermutlich darin, dass verbrauchsintensive Tätigkeiten, also der Wasseraustausch in den Becken, nicht gerade an den Wochenenden durchgeführt werden.

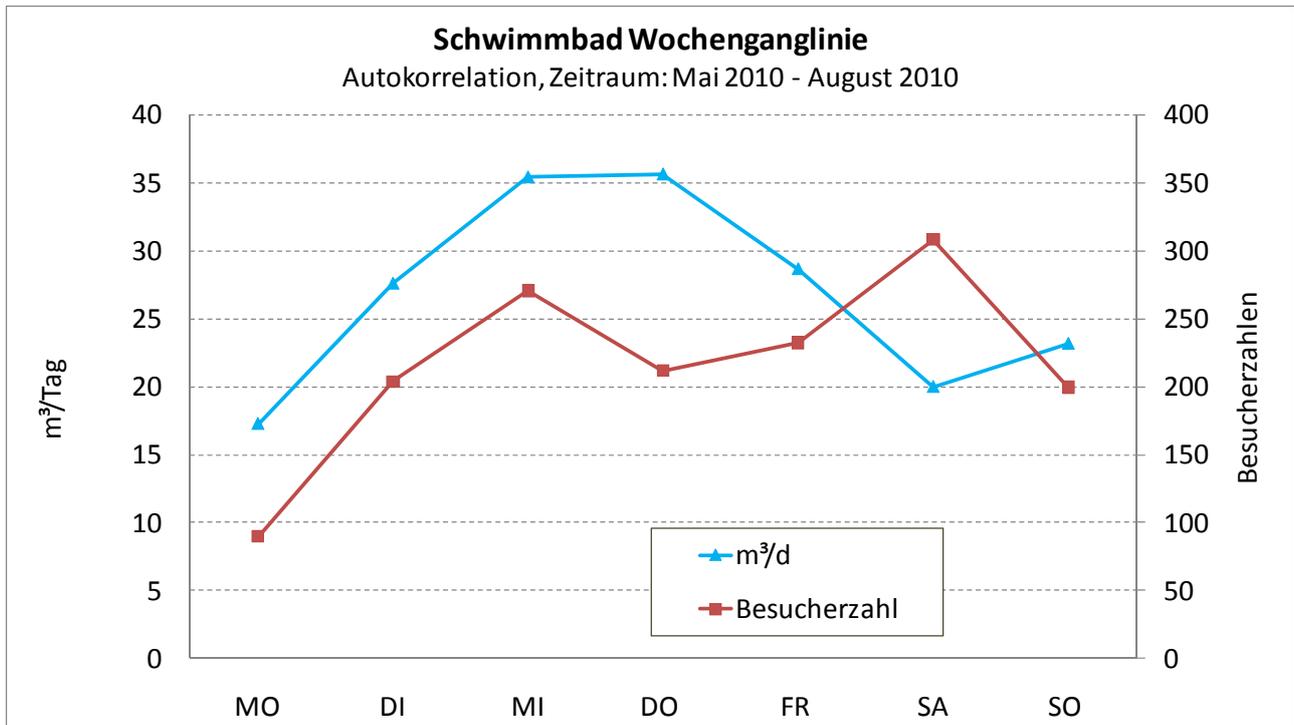


Abbildung 97: Wochenganglinie – Schwimmbad

Tagesganglinie

Die durchschnittliche Tagesganglinie des Wasserverbrauchs im Schwimmbad (Abbildung 98) zeigt Spitzen, die vor allem außerhalb der eigentlichen Betriebszeiten (9:00 oder 10:00 bis 19:00 oder 20:00 Uhr) liegen. Während der Öffnungszeiten ist der durchschnittliche Wasserverbrauch mit 1 bis 4 m³ in der Stunde eher moderat. Ursache dafür ist, dass der verbrauchsintensive Wasseraustausch und Reinigungsarbeiten im Allgemeinen außerhalb der Betriebszeiten durchgeführt werden.

Die höchsten Verbrauchsspitzen (Stundenspitzenwerte) finden in den Abendstunden um oder nach Betriebsschluss statt.

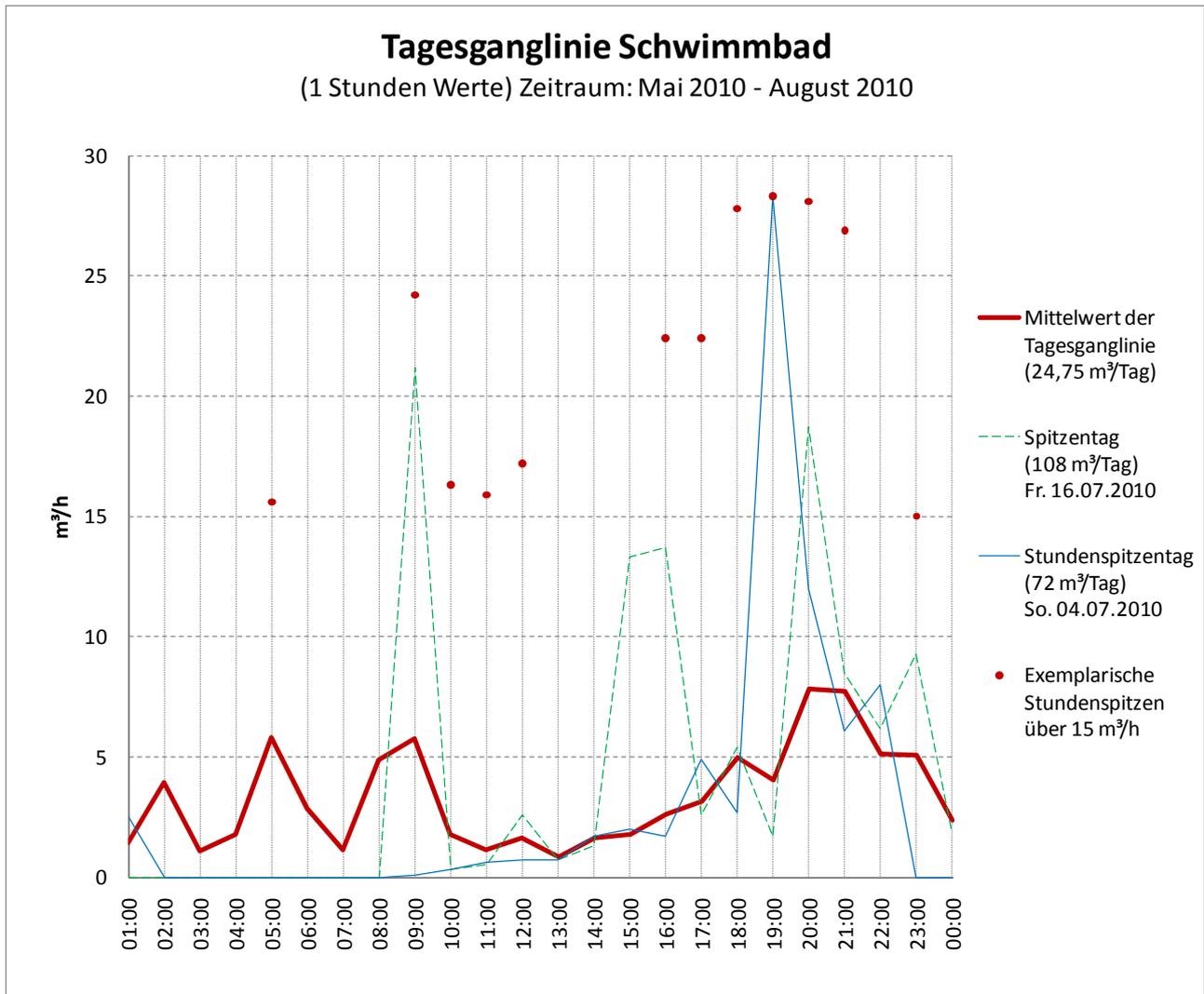


Abbildung 98: Tagesganglinie – Schwimmbad

7.2.2.3 Zusammenfassung und Vergleich des Schwimmbades mit Literaturdaten

Eine direkte Korrelation des Wasserverbrauchs mit den Besucherzahlen ist nicht zielführend, da der verbrauchsintensive Wasseraustausch nicht immer am gleichen Tag durchgeführt werden muss. Oftmals werden erst außerhalb der Betriebszeiten hohe Verbräuche gemessen. Dies schließt auch die frühen Morgenstunden mit ein. Für den Vergleich mit Literaturangaben kann daher nur ein Durchschnittswert über die Messperiode gebildet werden (siehe Tabelle 20):

Tabelle 20: Vergleich der Messdaten mit der Literatur - Schwimmbad

Wasserverbrauchsdaten	Mittel	Einheit
Schwimmbad in der Messperiode	137	Liter pro Person + Tag
Schwimmbad durchschnittlich lt. Literatur (Details: siehe Teil 1 der Studie)	190	Liter pro Person + Tag

Der durchschnittliche Wasserverbrauch liegt bei dem untersuchten Schwimmbad merklich unter dem in der Literatur angegebenen Wert. Ursache für den Unterschied könnte unter anderem sein, dass bei dem untersuchten Schwimmbad nur der laufende Betrieb untersucht wurde und die Beckenfüllung des Freibades zu Saisonbeginn somit unberücksichtigt blieb. Ob gänzlicher periodischer Wassertausch in den

Literaturangaben berücksichtigt wurde oder nicht, konnte nicht festgestellt werden. Außerdem handelt es sich bei den Angaben in der Literatur nicht explizit um Freibäder, sondern um „Bäder, Thermalbäder, Spa und Hallenbäder“.

7.2.3 Ferienhaus Tirol

7.2.3.1 Charakterisierung

Es handelt sich um ein Ferienhaus in Tirol in ländlicher Region mit subalpinem Klima, das wochenweise an Gäste vermietet wird. Das Appartement bietet Platz für bis zu 10 Erwachsene und 4 Kinder. Die 5 Zimmer haben jeweils ein zugehöriges Badezimmer mit WC, Dusche und Handwaschbecken. Die Küche ist mit einem Geschirrspüler ausgestattet. Des Weiteren gibt es im Haus eine Sauna mit zusätzlicher Schwalldusche sowie eine Waschmaschine, die den Gästen zwar zur Verfügung steht, aber kaum genutzt wird. Handtücher und Bettwäsche für die Gäste werden von einer Wäscherei außer Haus gewaschen.

Die Wasserverbrauchsdaten und die Belegungszahlen des Hauses liegen in Form von Wochenwerten für den Zeitraum März 2011 bis August 2011 vor und wurden von den Besitzern des Ferienhauses zur Verfügung gestellt. Die Zusammensetzungen der jeweiligen Belegungszahlen aus Erwachsenen und Kindern innerhalb eines Buchungszeitraumes sind nicht bekannt. Für jeden gebuchten Zeitraum wurde ein Durchschnittsverbrauch pro Person und Tag errechnet. Die Daten wurden auf Plausibilität kontrolliert. Offensichtlich fehlerhafte Werte (Aufzeichnungsfehler) wurden keine gefunden.

Die Kennwerte sind:

- Minimaler Verbrauch: 50 l/Gd
- Durchschnittlicher Verbrauch: 122 l/Gd
- Maximaler Verbrauch: 200 l/Gd

7.2.3.2 Einflussfaktoren auf den Wasserverbrauch des Ferienappartements

Geändertes Verbraucherverhalten

Der Wasserverbrauch der Hausgäste erstreckt sich auf den üblichen Haushaltswasserverbrauch allerdings weitestgehend mit Ausnahme des Wäschewaschens und der Bewässerung von Außenflächen. Als zusätzlicher Verbrauch ist hingegen die Ausstattung des Hauses mit einer Sauna zu sehen.

Der Vergleich mit den Verbräuchen in Wohnungen, Reihen- und Einfamilienhäusern ist in Abbildung 99 dargestellt. Da im Ferienhaus keine Bewässerung von Außenflächen stattfindet, wurde für den Vergleich die Wintermessperiode der Reihen-, Einfamilienhäuser und Wohnungen herangezogen.

Der durchschnittliche Innen-Pro-Kopf-Verbrauch der Feriengäste ist als eher hoch einzustufen, da ein wesentlicher Verbrauchsanteil, der des Wäschewaschens, im Ferienhaus wegfällt. Dennoch verbrauchen die Feriengäste im Durchschnitt genauso viel Wasser pro Person und Tag wie in dauerhaft bewohnten Haushalten benötigt wird.

Die Ursache für den hohen Verbrauch könnte einerseits in der Ausstattung des Hauses mit Sauna zu sehen sein, andererseits aber auch darin, dass es sich um die Urlaubszeit der Gäste handelt. Das bedeutet, dass

sich die Besucher mehr Zeit im Badezimmer gönnen als dies im Alltag der Fall ist. Außerdem wird eine fixe Miete für die Dauer des Aufenthalts gezahlt und daher ist kein Anreiz zum sparsamen Umgang mit Wasser gegeben.

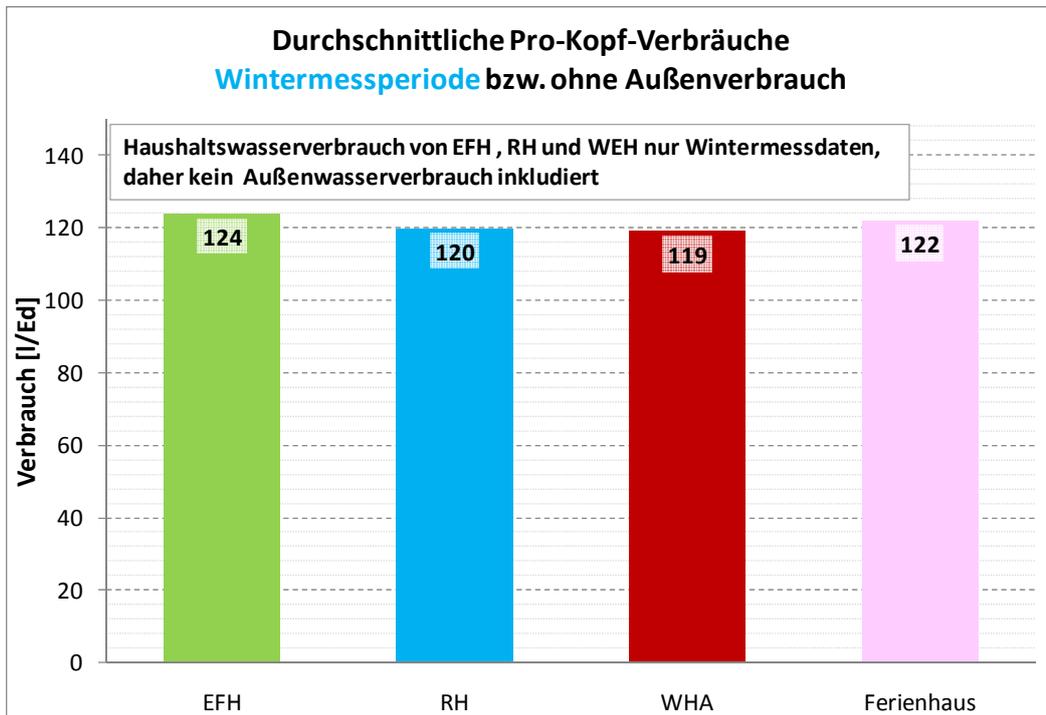


Abbildung 99: Vergleich des Verbrauchs im Ferienhaus mit den Verbräuchen anderer Wohnformen (jeweils kein Außenwasserverbrauch berücksichtigt)

Zeitliche Einflussfaktoren

Das Haus ist, mit Ausnahmen in der Übergangszeit, zumeist das ganze Jahr über ausgebucht. Die Belegungsdauer einer Gästepartie beträgt im Allgemeinen 5 oder 7 Tage. Die maximale Belegungsdauer in der Messperiode waren 12 Tage. Die Vermietung erfolgt im Winter an Wintersporttouristen und in der restlichen Jahreszeit an Wanderer, Radfahrer und Erholungssuchende. Die Wintersaison dauert üblicherweise von Oktober bis Ende April.

Abbildung 100 zeigt den durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbrauch in Abhängigkeit von der Jahreszeit und damit auch vom Typ der Feriengäste. Aufgrund der Schneelage und des Liftbetriebs bis Ende April kann davon ausgegangen werden, dass es sich bis zum 16. April wahrscheinlich um Wintersportler und danach eher um Wanderer, Radfahrer und Erholungssuchende handelt.

Es zeigt sich für die Wintersaison ein nach Gästezahlen und Aufenthaltsdauer gewichteter Gesamtdurchschnitt von 98 l/Gd und für die Sommersaison von 148 l/Gd. Die Vermutung liegt nahe, dass die Wintersportler den Großteil des Tages außer Haus verbringen und somit weniger Wasser verbrauchen, während dies für die Sommergäste nicht generell zutrifft.

Gästeszah als Einflussfaktor

Abbildung 100 zeigt die jeweiligen Gästezahlen (Belegungszahlen unten in den Säulen) des Hauses. Dabei ist ersichtlich, dass die höchsten durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbräuche von 200l/Gd bei niedrigen Belegungszahlen mit 3 bzw. 6 Gästen auftreten, während bei den maximalen Gästezahlen von 12 bis 14 Bewohnern eher geringe Pro-Kopf-Verbräuche registriert wurden. Dieser Zusammenhang ist zwar durch die

geringe Stichprobe nicht gut abgesichert, deckt sich allerdings mit den Erkenntnissen zum Einfluss der Haushaltsgröße (siehe Kap. 7.1.2.3).

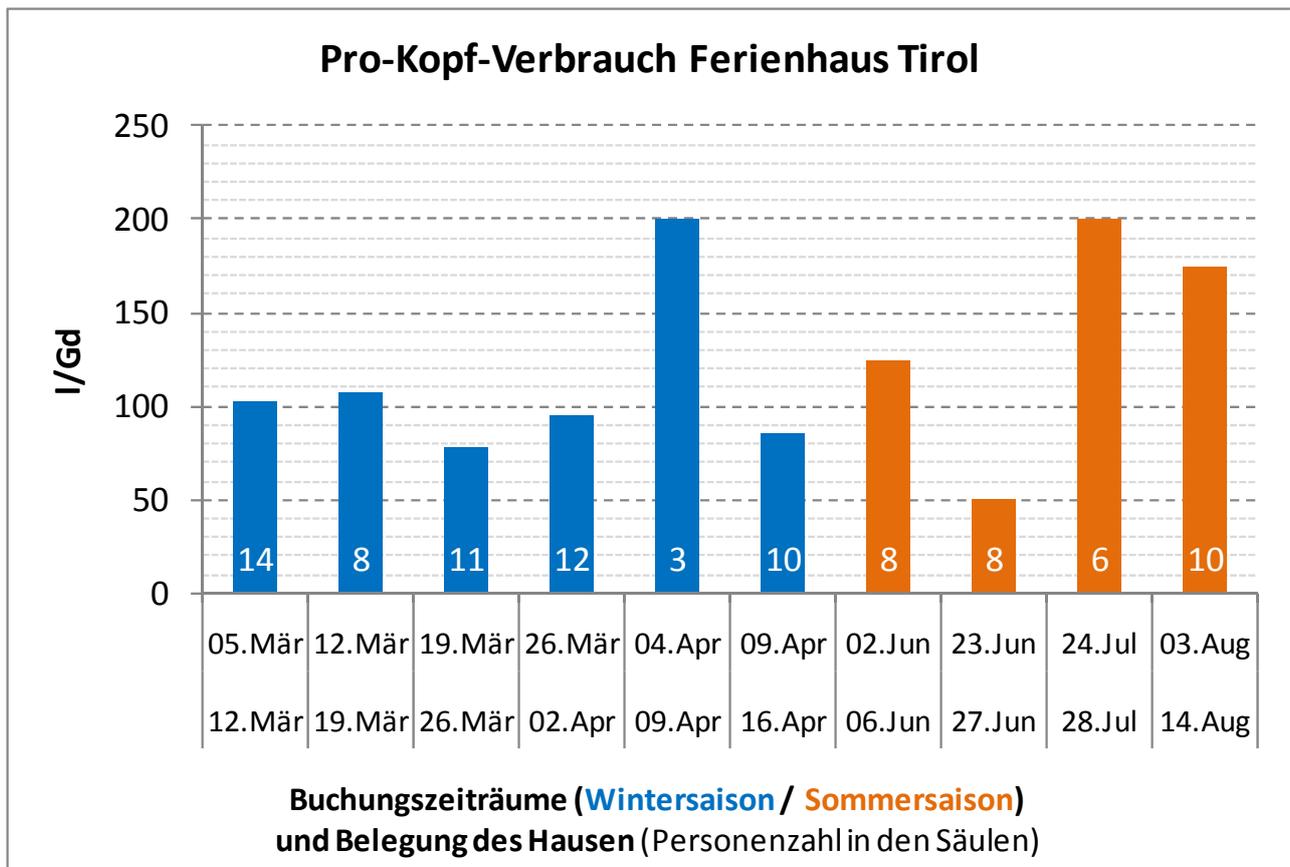


Abbildung 100: Durchschnittliche Pro-Kopf-Verbräuche von Gästen des Ferienhauses in Abhängigkeit der Jahreszeit (Saison) und Gästeanzahl

7.2.3.3 Zusammenfassung und Vergleich

Speziell in Hinblick darauf, dass im Ferienhaus kaum Wäsche gewaschen wird, keine Bewässerung von Außenflächen stattfindet und diese wesentlichen Anteile des Wasserverbrauchs somit wegfallen, ist der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch der Feriengäste von 122 I/Gd im Vergleich mit dem Verbrauch in Wohnungen sowie den Winter-Verbrauchswerten (kein Verbrauch im Außenbereich) von Reihen- und Einfamilienhäusern (siehe Abbildung 34 auf Seite 75 bzw. Abbildung 99 auf Seite 153) als eher hoch einzustufen.

Die Ursache für den höheren Pro-Kopf-Verbrauch der Feriengäste ist in einem gegenüber dem Alltag geänderten Verbraucherverhalten zu sehen. Im Urlaub kann mehr Zeit im Badezimmer verbracht werden und auch das Duschen länger ausfallen als zuhause. Die Ausstattung des Hauses mit einer Sauna und das dadurch bedingte, öftere und längere Duschen nach den Schwitzgängen tragen ebenso zu einem höheren Verbrauch bei. Außerdem wird eine fixe Miete für die Dauer des Aufenthalts gezahlt und daher ist kein Anreiz zum sparsamen Umgang mit Wasser gegeben.

Literaturdaten, die explizit den Verbrauch in Ferienhäusern beschreiben, stehen nicht zur Verfügung.

Der Vergleich des Verbrauchs von Ferienhausgästen mit dem von Hotelgästen ist nicht zielführend. Einerseits stehen keine gästebezogenen Messdaten zur Verfügung und andererseits sind in den Literaturwerten von Hotels zumeist zusätzliche Verbräuche des Betriebs (Küche, Reinigung, Wäsche) und in Form von Verbräuchen durch Angestellte mitberücksichtigt.

7.3 Büro

7.3.1 Charakterisierung und Datengrundlage

Es handelt sich bei dem untersuchten Objekt um ein Bürogebäude in Wien (städtisches Versorgungsgebiet, pannonisches Klima). In dem Gebäude arbeiten rund 900 Mitarbeiter. Zu dem Bürohaus gehört eine Grünfläche von 4.600 m², die im Bedarfsfall auch bewässert wird.

Das Gebäude bezieht Wasser über die öffentliche Wasserversorgung der Stadt Wien und aus einem hauseigenen Brunnen. Letzteres wird für die WC-Spülung, Klimatisierung und Bewässerung von Außenflächen verwendet.

Zur Verfügung standen die Daten bezüglich des Wasserverbrauchs für vier Jahre (2006 - 2009) als Tageswerte, aufgeteilt auf Trinkwasser aus der öffentlichen Wasserversorgung, Nutzwasser für WC und Kühlung sowie Nutzwasser für Bewässerung. Alle Daten sind durch den Betrieb zur Verfügung gestellt worden. Im Anteil Trinkwasser sind alle sonstigen Verbräuche wie z. B. auch Raumreinigung etc. inkludiert, die keine spezielle Zuordnung haben.

Trinkwasser, Nutzwasser für WC und Kühlwasser sowie der daraus resultierende Gesamtwasserverbrauch sind in l/Angestellten und Tag dargestellt. Nutzwasser für Bewässerung ist als l/m² und Tag dargestellt.

Die Daten wurden auf Plausibilität überprüft und offensichtlich fehlerhafte Werte von der Analyse ausgenommen.

Die nachfolgenden Kennwerte gelten für den gesamten Innen-Wasserverbrauch (Trinkwasser, Nutzwasser für WC und Kühlwasser, ohne Berücksichtigung von Nutzwasser für die Bewässerung) in der Messperiode an Werktagen ohne Wochenende und Feiertage.

Die Kennwerte sind:

- Minimaler Verbrauch an Werktagen: 9 l/Ad
- Durchschnittlicher Verbrauch an Werktagen: 96 l/Ad
- Maximaler Verbrauch an Werktagen: 195 l/Ad

Der Mittelwert des Innenverbrauchs der gesamten Messperiode inklusive der Berücksichtigung der Wochenenden und Feiertage beträgt 75 l/Ad. Eine direkte Umrechnung der Verbrauchs an Werktagen in den Gesamtdurchschnitt mit dem Faktor 5/7 ist nicht möglich, da auch an den Wochenenden ein gewisser Verbrauch vorhanden ist (Details dazu siehe 7.3.2.2).

Aus dem Mittelwert des Innenverbrauchs und dem maximalen Verbrauch ergibt sich ein Tagesspitzenfaktor von 2,6. Ein Stundenspitzenfaktor kann nicht errechnet werden, da die Wasserverbrauchsdaten nur als Tageswerte vorliegen.

7.3.2 Zeitliche Einflussfaktoren auf den Wasserverbrauch des Bürogebäudes und der Außenflächen

7.3.2.1 Jahressganglinie des Bürogebäudes und der Außenflächen

Um den Wasserverbrauch über das Jahr verteilt darzustellen, sind die durchschnittlichen Monatsverbräuche (beinhalten Werktage, Feiertage und Wochenenden) aufgeteilt in Trinkwasser, Nutzwasser für WC, Kühlwasser (Innenverbrauch) sowie Bewässerung (Außenverbrauch) mittels Autokorrelation über die Messperiode gemittelt. Der Trinkwasserverbrauch, der Nutzwasserverbrauch für WC und Kühlung sowie deren Summe (Gesamtverbrauch innen) sind in Abbildung 101 in l/Angestellten und Tag (linke Ordinate) dargestellt, der Wasserbedarf für die Bewässerung in l/m² und Tag (rechte Ordinate).

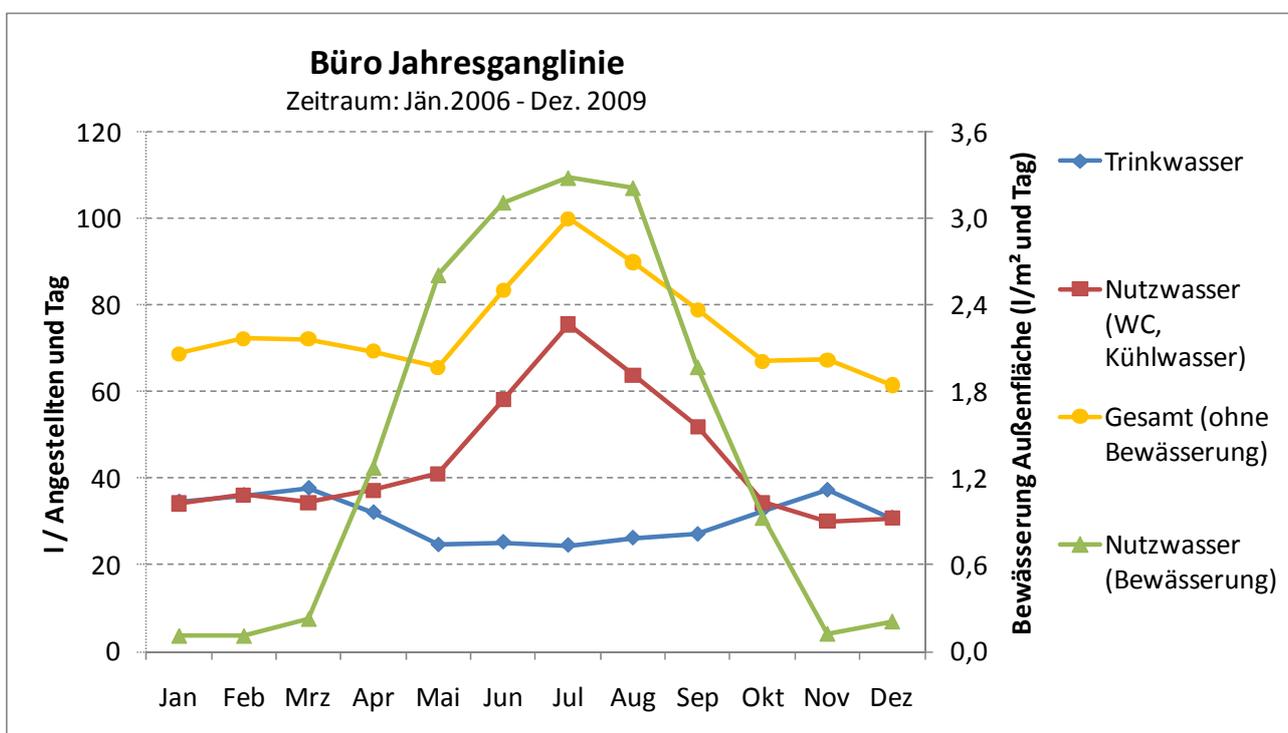


Abbildung 101: Bürogebäude - Jahressganglinie für (a) Trinkwasser, (b) Nutzwasser (WC, Kühlwasser), (c) Gesamtverbrauch aus a und b, (d) Nutzwasser für Bewässerung

Es ist ein deutlicher Jahressgang des gesamten Innenverbrauchs (gelb) mit einer ausgeprägten Spitze im Juli mit Werten bis zu 100 l/A d zu sehen, während der Jahresdurchschnitt bei rund 75 l/A d liegt. Diese Spitzenwerte im Sommer sind ausschließlich auf den Verbrauch im Bereich „Nutzwasser für WC und Kühlwasser“ zurückzuführen, wobei hier der Wasserbedarf für die Kühlung ausschlaggebend ist. Der reine Trinkwasserbedarf (blau) geht über die Sommermonate bedingt durch die Urlaubszeit sogar merklich zurück. Für den Nutzwasserverbrauch durch das WC müsste somit das gleiche gelten, diese Wassermengen sind aber nicht explizit ausgewiesen. Der Verbrauch an Nutzwasser für die WC-Anlagen ohne den Anteil der Klimaanlage kann anhand der Wintermonate abgeschätzt werden. Aus den Differenzbildungen ergibt sich die in Tabelle 21 gezeigte Zusammenstellung des durchschnittlichen Verbrauchs (beinhaltet Werktage, Feiertage und Wochenenden).

Tabelle 21: Differenzierter durchschnittlicher Wasserverbrauch im Bürogebäude und den Außenflächen

Büro Messdaten	Jahr	Sommer	Winter
Trinkwasser (inkl. Raumreinigung etc.)	31 l/Ad	27 l/Ad	35 l/Ad
Nutzwasser f. WC	29 l/Ad	25 l/Ad	33 l/Ad
Nutzwasser als Kühlwasser f. Klimaanlage	15 l/Ad	30 l/Ad	0 l/Ad
Nutzwasser f. Bewässerung	1,4 l/m ² d	2,6 l/m ² d	0,3 l/m ² d

Der Nutzwasserverbrauch für die Bewässerung (grüne Linie in Abbildung 101) zeigt deutlich den vermehrten Bedarf in den Monaten Mai bis August mit bis zu 3,3 l/m² und Tag, während der Verbrauch in den Wintermonaten beinahe auf null zurückgeht. Weitere Details zu den Einflussfaktoren auf die Bewässerungsintensität finden sich in Kap. 7.3.5.

7.3.2.2 Wochenganglinie des Bürogebäudes

Abbildung 102 zeigt die Verteilung des durchschnittlichen Wasserverbrauchs (Autokorrelation) im Laufe der Woche. Die Differenzierung in einzelne Verbrauchsanteile erfolgt dabei wie in Abbildung 101.

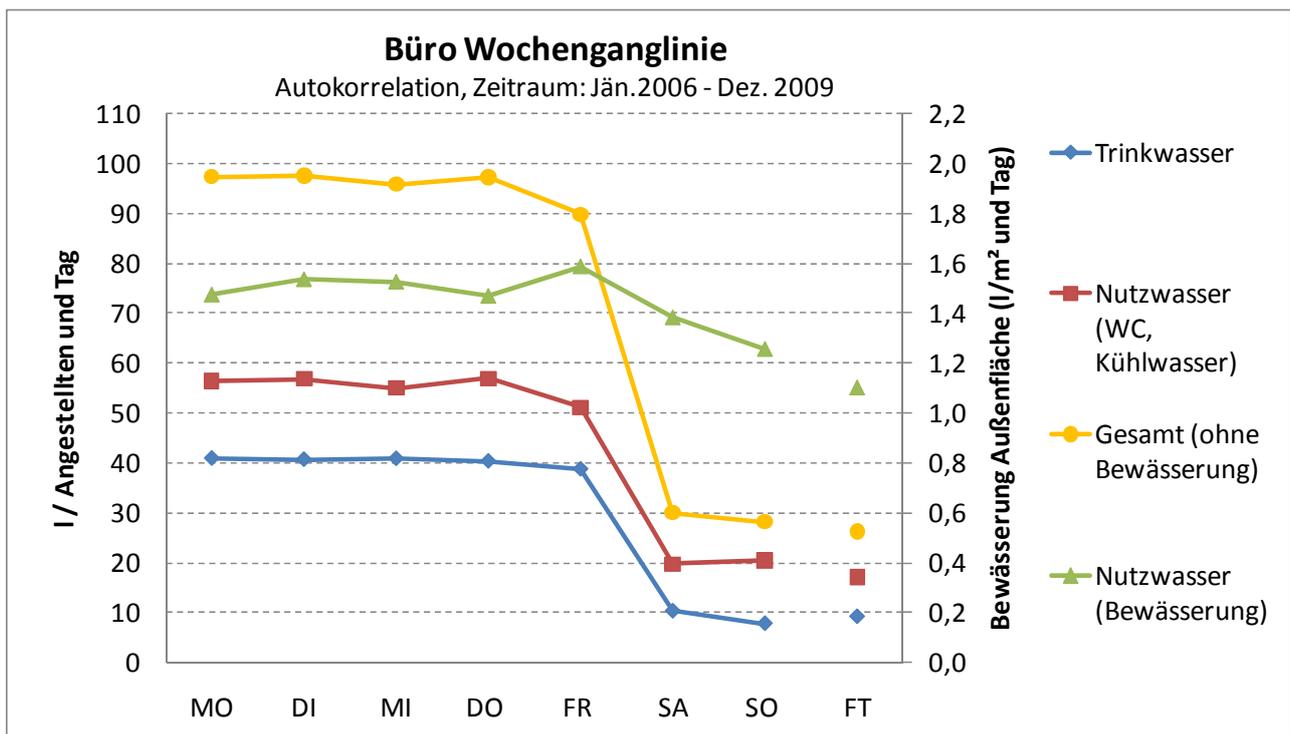


Abbildung 102: Bürogebäude - Wochenganglinie für (a) Trinkwasser, (b) Nutzwasser (WC, Kühlwasser), (c) Gesamtverbrauch aus a und b, (d) Nutzwasser für Bewässerung

Es ist ein deutlicher Wochengang mit gleichmäßig hohen durchschnittlichen Werten während der Arbeitstage von Montag bis Freitag erkennbar. An den Wochenenden und Feiertagen ist der Wasserverbrauch im Büro deutlich geringer. Der Verbrauch für die Bewässerung nimmt am Wochenende nur leicht ab, was auf einen Grundverbrauch durch ein automatisches Bewässerungssystem hindeutet.

7.3.3 Einfluss von Tagestemperatur, Niederschlag und Trockenperioden auf den Verbrauch des Bürogebäudes

Wie bereits in Abbildung 101 gezeigt und in den dazugehörigen Ausführungen beschrieben, steigt der Innenverbrauch (inkl. Nutzwasser für Kühlung) im Sommer und somit bei höheren Temperaturen an. Der Verbrauch an Trinkwasser und Nutzwasser für die WC-Spülungen geht indessen im Sommer sogar zurück wodurch der Anstieg des Gesamtverbrauchs gedämpft wird. Die Verbrauchssteigerung mit steigender Tagestemperatur um bis zu 40 % im Innenbereich ist also ausschließlich auf die Klimatisierung zurückzuführen.

In Abbildung 103 ist dieser Zusammenhang zwischen dem durchschnittlichen Wasserverbrauch und der Temperatur beziehungsweise dem Niederschlag und der Dauer von Trockenperioden dargestellt. Es sind nur Werktage betrachtet, da am Wochenende generell ein deutlich geringerer Verbrauch auftritt. Für die Darstellung wird der mittlere Verbrauch bei kühlen Temperaturen ($<10^{\circ}\text{C}$) als Referenzwert (88 l/Ad = 100 %) gewählt.

Bezüglich der Dauer von Trockenperioden oder der Intensität von Niederschlägen ist für den Verbrauch im Innenbereich nur im Bereich von über 20°C mittlerer Tagestemperatur ein Zusammenhang erkennbar. Besonders auffällig ist der hohe Verbrauch in der Kategorie über 20°C und Trockenperiode über 10 Tage. Die Sichtung der einzelnen Datensätze ergab, dass es zu diesem hohen Verbrauch nur an vier aufeinanderfolgenden Tagen innerhalb einer Woche im Juli 2006 gekommen ist. Ohne Berücksichtigung dieser Tage würde die Verbrauchsänderung statt 195 % nur 165 % betragen und sich nahtlos in das Bild einfügen.

Bezüglich des Einflusses von Niederschlägen ist auffällig, dass der Verbrauch leicht, aber kontinuierlich mit der Regenintensität ansteigt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der Wasserverbrauch im Bürogebäude nicht besonders stark bzw. nur bei hohen Temperaturen von Niederschlägen oder Trockenperioden beeinflusst wird. Der Einfluss der Tagestemperatur selbst ist hingegen deutlich erkennbar. Die Verbrauchssteigerungen sind ausschließlich auf die Klimatisierung des Gebäudes zurückzuführen.

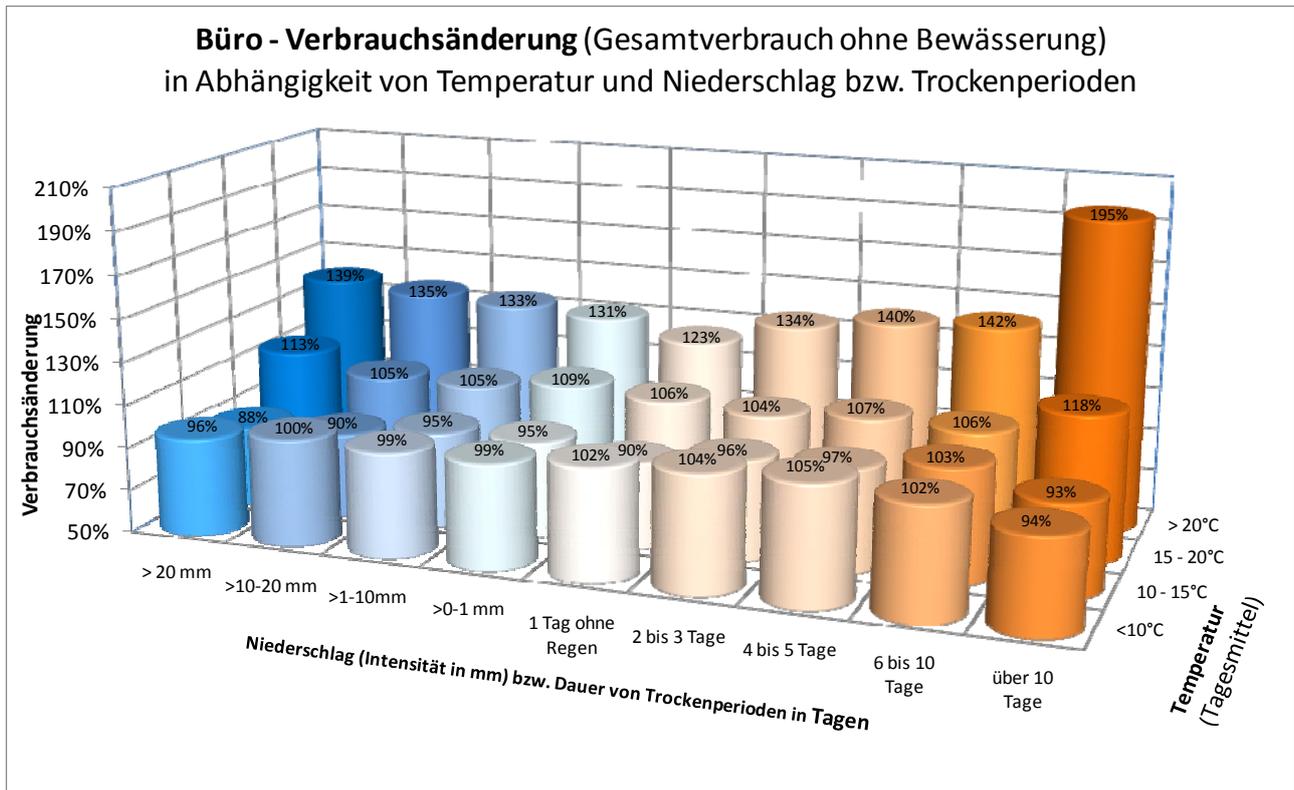


Abbildung 103: Verbrauchsänderung in Abhängigkeit von Temperatur und Niederschlag bzw. Trockenperiode für ein Bürogebäude, n=1360, 100 % bezogen auf mittleren Verbrauch bei kühlen Temperaturen (88 l/Ad)

7.3.4 Zusammenfassung und Vergleich des Verbrauchs im Bürogebäude mit Literaturdaten

In Tabelle 22 sind die Werte der Messungen mit jenen aus der Literatur verglichen. In der Literatur wird für Bürogebäude nach dem Ausstattungsgrad der Anlagen unterschieden. Für den Vergleich mit den Daten aus der Literatur sind daher verschieden Varianten angegeben. So wird eine Unterscheidung getroffen, wie hoch der Verbrauch mit und ohne Klimaanlage ist und ob die Werte für die gesamte Woche oder nur für Werkzeuge betrachtet werden.

Tabelle 22: Vergleich der Messdaten mit der Literatur - Bürogebäude

Büro	Min	25%	Med	75%	Max	Mittel	Einheit
Messdaten Bürogebäude							
Pro-Kopf-Tagesverbrauch; nur Werktags, ohne Kühlwasser, ohne Bewässerung	58		64		72	64	Liter pro Angestellten + Tag
Pro-Kopf-Tagesverbrauch; nur Werktags, inkl. Kühlwasser, ohne Bewässerung	9	83	93	106	195	96	Liter pro Angestellten + Tag
Pro-Kopf-Tagesverbrauch; gemittelt über die gesamte Messperiode (inkl. Wochenenden), inkl. Kühlwasser, ohne Bewässerung	1	41	84	99	195	75	Liter pro Angestellten + Tag
Studien und Fachliteratur aus Europa - Übersicht							
Bürogebäude Gesamt	12	26	35	85	140	60	Liter pro Angestellten + Tag
Fachliteratur im Detail							
Büro- und Verwaltungsgebäude, einfache Ausstattung, ohne Kantine (MUTSCHMANN et al, 2007)			40				Liter pro Angestellten + Tag
Büro- und Verwaltungsgebäude, mittlere Ausstattung, ohne Kantine (MUTSCHMANN et al, 2007)			50				Liter pro Angestellten + Tag
Büro- und Verwaltungsgebäude, mit Kantine, mit allen techn. Einrichtungen, vollklimatisiert (MUTSCHMANN et al, 2007)			140				Liter pro Angestellten + Tag
Bürogebäude (GROMBACH et al., 2000 / 3.Auflage)			100				Liter pro Angestellten + Tag

Der Vergleich zeigt, dass die gemessenen Verbräuche jedenfalls in der Bandbreite der Literaturangaben liegen, wobei anzumerken ist, dass diese sehr weit gesteckt sind.

Im Detail betrachtet liegen die gemessenen Pro-Kopf-Verbräuche ohne Kühlwasser und ohne Bewässerung höher als die in der Literatur angegebenen Mindestwerte für Büros mit einfacher Ausstattung. Andererseits werden unter Berücksichtigung aller Innenverbräuche die in der Fachliteratur angegebenen Höchstwerte nicht erreicht.

7.3.5 Einfluss von Tagestemperatur, Niederschlag und Trockenperioden auf den Verbrauch für Bewässerung von Außenflächen und Vergleich mit Literaturdaten

Im Bereich der Bewässerung kommt es erwartungsgemäß zu einer deutlichen Zunahme des Wasserverbrauchs mit steigenden Temperaturen. Abbildung 104 zeigt diesen Zusammenhang in Form der Datenpaare (Punktwolke) und der daraus resultierenden Regression.

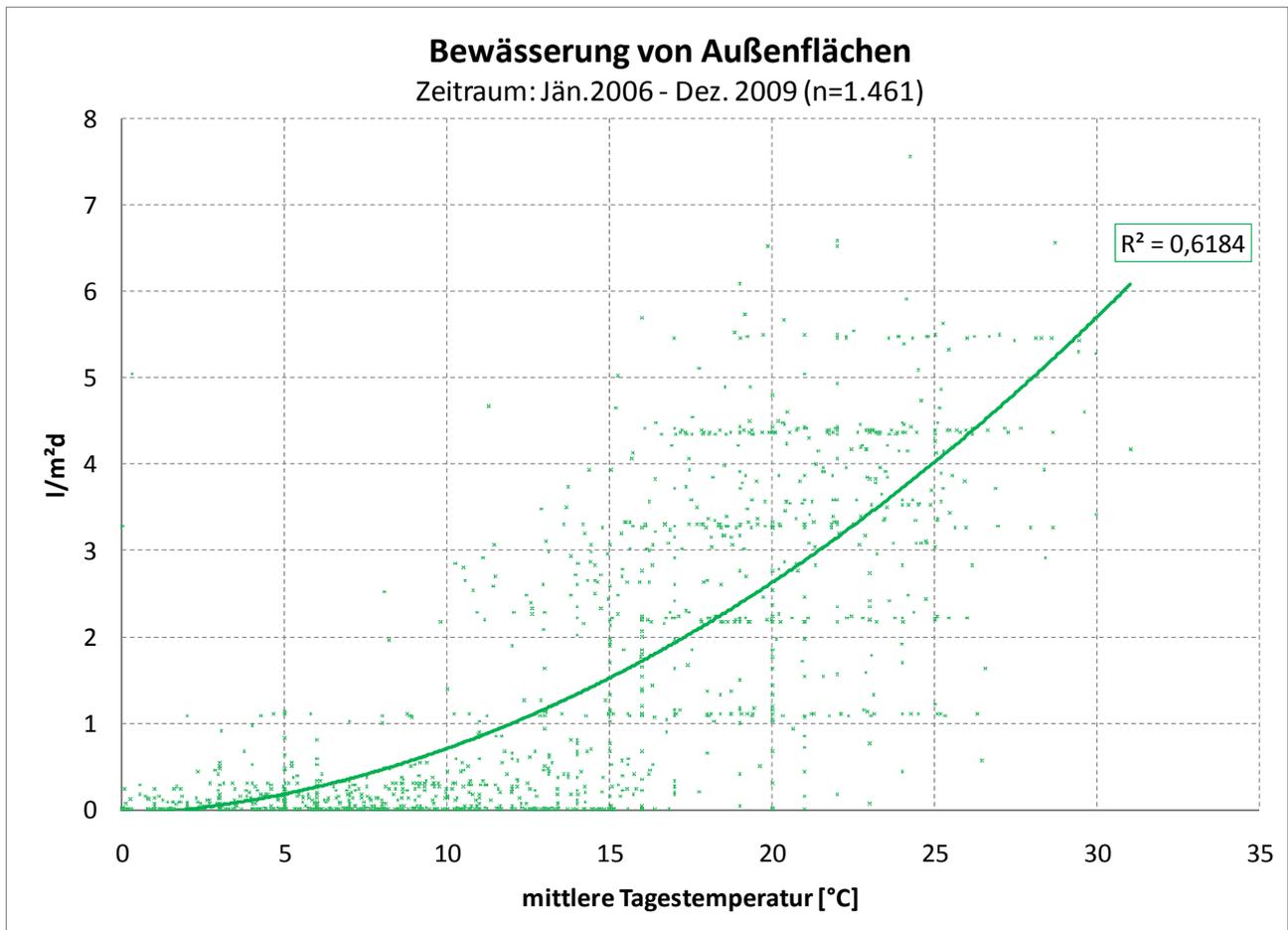


Abbildung 104: Bewässerung der Außenflächen (Bürogebäude) in Abhängigkeit von der Temperatur

In Abbildung 105 ist der Wasserverbrauch für die Bewässerung der zum Bürogebäude gehörenden Außenflächen unterteilt in vier Temperaturbereiche und der Einfluss der Niederschlagsintensität bzw. der Dauer von Trockenperioden dargestellt.

Innerhalb der jeweiligen Temperaturbereiche gibt es keine einheitliche Veränderung im Verbrauch in Abhängigkeit von der Regenintensität oder der Dauer von Trockenperioden. Während bei niedrigen Temperaturen der Verbrauch generell sehr gering ist und nur bei sehr starken Niederschlägen gegenüber dem Durchschnitt ansteigt, zeigt sich, entgegen den Erwartungen, im Temperaturbereich zwischen 15 und 20°C der geringste Verbrauch bei lang anhaltender Trockenheit. Lediglich bei mittleren Tagestemperaturen über 20°C ist ein deutlicher und erwartungsgemäßer Zusammenhang des Wasserverbrauchs für die Bewässerung mit der Dauer von Trockenperioden feststellbar. Ein interessantes Detail ist, dass auch hier der zweithöchste Verbrauch bei hohen Regenintensitäten auftritt.

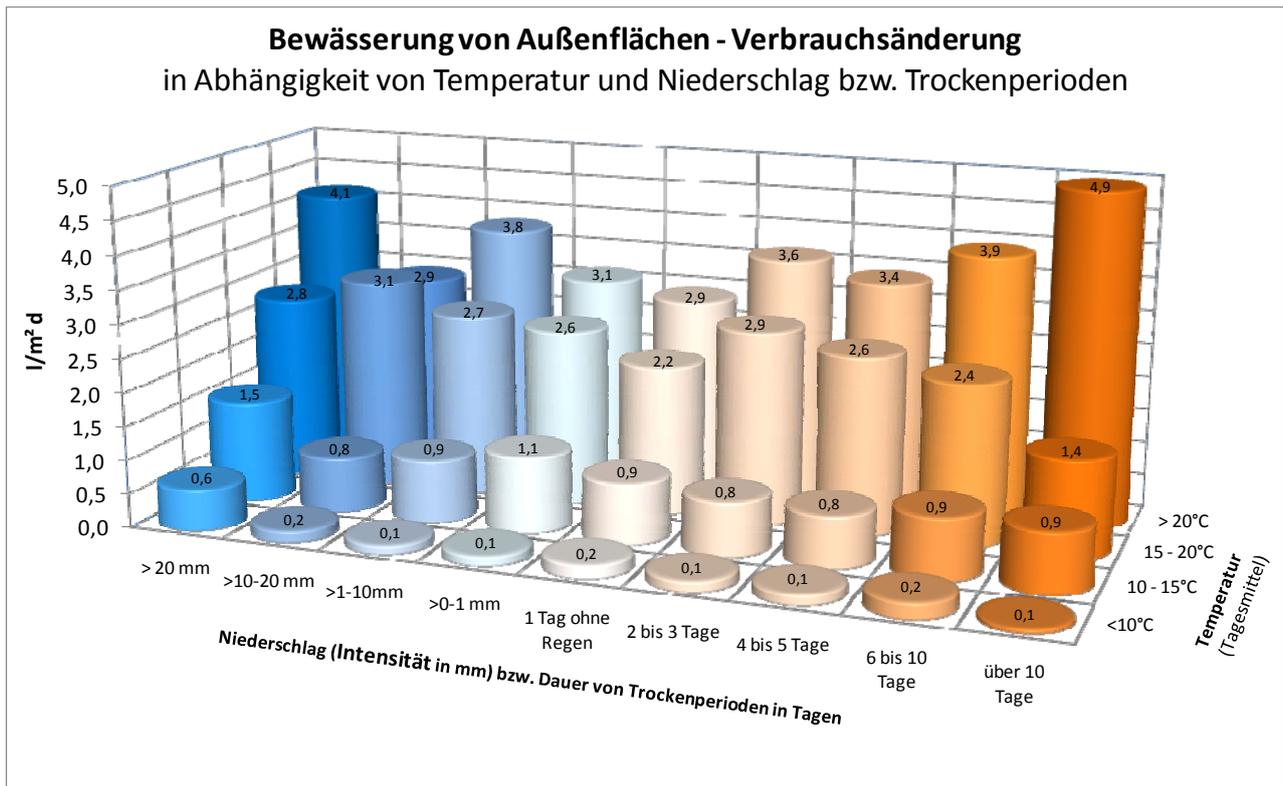


Abbildung 105: Bewässerung der Außenflächen (Bürogebäude) in Abhängigkeit von Temperatur und Niederschlag bzw. Trockenperiode

Tabelle 23 zeigt einen Vergleich bezüglich der Bewässerung der Grünflächen mit Werten aus der Literatur.

Tabelle 23: Vergleich der Messdaten mit der Literatur - Bewässerung

Bewässerung von Außenflächen	Min	25%	Med	75%	Max	Mittel	Einheit
Bewässerte Grünfläche während der Messperiode	0,00	0,04	0,43	2,91	7,57	1,45	Liter pro m ² + Tag
Studien und Fachliteratur aus Europa	0,1	0,1	0,6	1,0	3,0	1,0	Liter pro m ² + Tag

Der durchschnittliche Wasserverbrauch liegt beim Messobjekt um rund 50 % (bezüglich Mittelwert) höher als die Werte, die in der Literatur gefunden werden konnten. Bei Betrachtung des Medianwertes liegen die Messwerte jedoch unter den Werten der Literatur.

Insgesamt ist die Übereinstimmung mit den Literaturangaben einigermaßen gegeben. Die realen Messwerte zeigen aber, dass die Variabilität der Bewässerungsintensität weitaus höher ist, als dies aus der Fachliteratur abgelesen werden kann.

7.4 Gewerbe- und Verkaufsflächen

7.4.1 Wasserverbrauch einer Wäscherei

7.4.1.1 Charakterisierung und Datengrundlage

Es handelt sich bei dem untersuchten Objekt um eine Wäscherei, die zu einem Unternehmen für Miettextilien gehört und in einem gemischt strukturierten Versorgungsgebiet liegt.

Die Wasserverbrauchsdaten liegen als 15-Minuten-Werte für den Zeitraum Jänner 2009 bis Juni 2010 vor und wurden vom zuständigen Wasserversorgungsunternehmen zur Verfügung gestellt. Die Daten wurden auf Plausibilität überprüft und fehlerhafte Werte (Aufzeichnungsfehler) in der Auswertung nicht berücksichtigt. Die Wäschemenge liegt nur als Jahreswert für das gesamte Jahr 2009 vor. Es gibt keine Angaben bezüglich einer alternativen Versorgung mittels eigenen Brunnen.

Der spezifische Wasserverbrauch kann daher nur auf die gesamte Menge der verarbeiteten Wäsche aus dem Jahr 2009 bezogen und ein Durchschnittswert errechnet werden.

Kennwert:

- Durchschnittlicher Verbrauch in der Messperiode: 11,3 l/kg Wäsche

Für die weiteren Betrachtungen ist der Gesamtverbrauch der Wäscherei innerhalb der jeweiligen Zeiteinheit betrachtet. Rückschlüsse auf Veränderungen des spezifischen Wasserverbrauchs bei unterschiedlichen Wäschemengen können nicht gezogen werden, da keine differenzierten Daten über die täglichen Wäschemengen vorliegen.

7.4.1.2 Durchflussdauerkurven der Wäscherei

Zur Ermittlung des Spitzenstundendurchflusses ist in Abbildung 106 der Wasserverbrauch der Wäscherei der Größe nach und umgerechnet auf m^3/h auf einer Zeitachse aufgetragen.

Dargestellt sind folgende Dauerkurven:

- Max Tag: Tag mit dem insgesamt höchsten Wasserverbrauch
- Median Tag: Tag mit dem mittleren (Median) Wasserverbrauch
- Minimaler Tag: Tag mit dem geringsten Wasserverbrauch
- Max 15 Min Wert Tag: Tag an dem höchster Wasserverbrauch in 15 Minuten aufgetreten ist

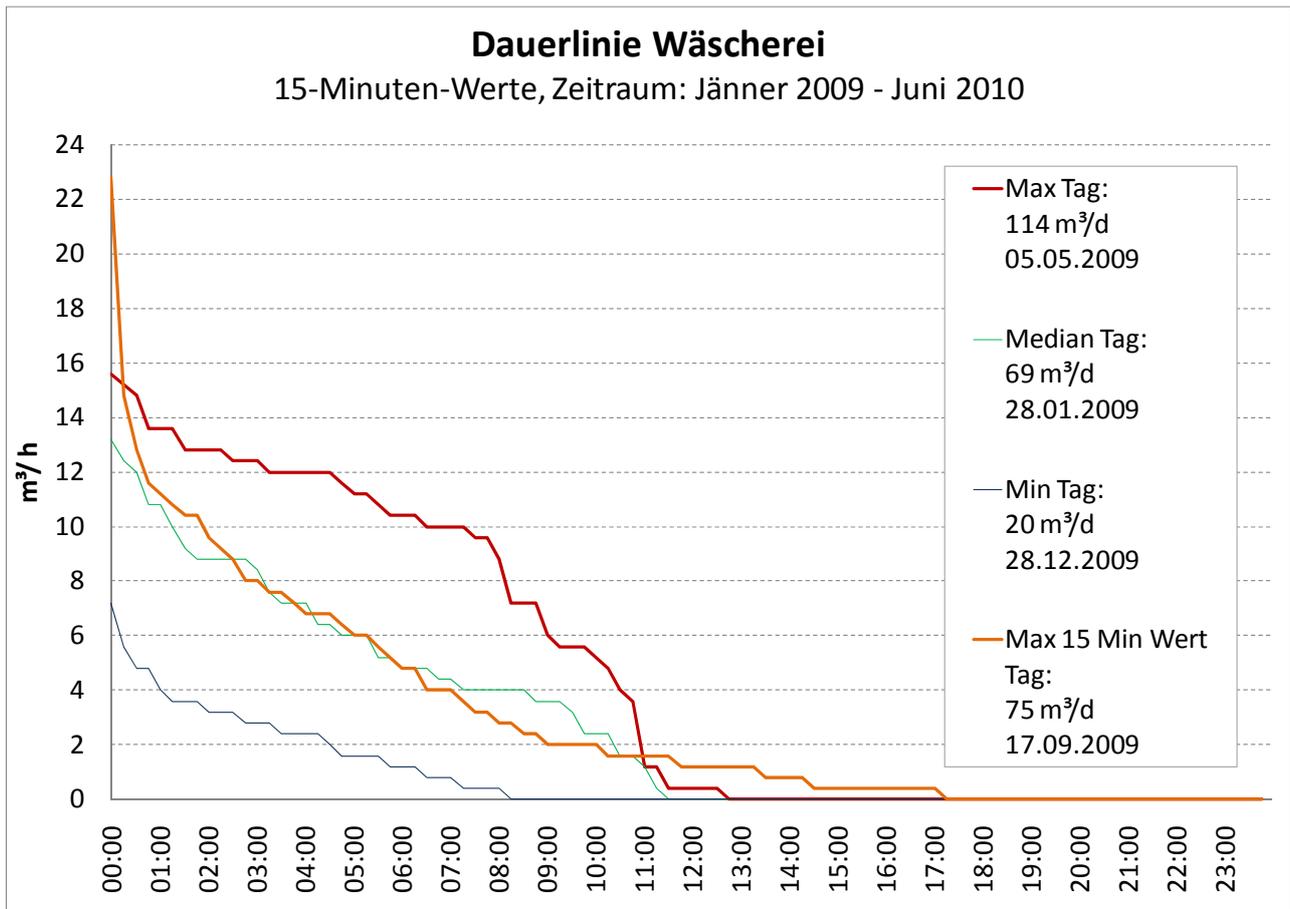


Abbildung 106: 15-Minuten-Dauerlinien der Wäscherei

Für die Zusammenstellung der relevanten Verbrauchswerte in Tabelle 25 und die Berechnung der Spitzenfaktoren sind alle Werte auf Kubikmeter und Tag (m^3/d) umgerechnet.

Tabelle 24: Spitzenfaktoren Wäscherei

	m ³ /d	Spitzenfaktor bezüglich Durchschnittsverbrauch am maximal Tag	Spitzenfaktor bezüglich Durchschnittstag	Bezugszeit
max 15 Min Spitze	553	4,9	8,1	15 min
max 1 h Spitze	376	3,3	5,5 *	1 h
15 Min Spitze max Tag	374	3,3	5,5	15 min
1 h Spitze max Tag	334	2,9	4,9	1 h
Mittelwert maximal Tag	114	1,0	1,7 **	24 h
Durchschnittstag	68	-	1,0	24 h

* Stundenspitzenfaktor

** Tagesspitzenfaktor

7.4.1.3 Zeitliche Einflussfaktoren auf den Wasserverbrauch der Wäscherei

Wochen- und Jahresganglinie

Bezüglich der Wochentage ist zur Wochenmitte der Verbrauch mit rund 80 m³/Tag am höchsten und sinkt bis zum Samstag auf etwas über 40 m³/Tag ab. An Sonntagen und Feiertagen ist kein Verbrauch festzustellen. Differenziertere Aussagen zum spezifischen Wasserverbrauch sind nicht möglich, da das Wäscheaufkommen nicht tagesdifferenziert, sondern nur als Jahressumme zur Verfügung steht. Über das Jahr betrachtet zeigt sich ein erhöhter Gesamtverbrauch in den Sommermonaten. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass der spezifische Wasserverbrauch je kg Wäsche im Sommer nicht um so viel höher liegt als im Winter, sondern die gewaschenen Wäschemengen im Sommer einfach höher sind.

Tagesganglinie der Wäscherei

Abbildung 107 zeigt die Verteilung des verbrauchten Wassers über den Tag. Die rote, dicke Linie stellt den durchschnittlichen Verbrauch für Werktage dar. Des Weiteren ist der Tag, an dem der höchste 15-Minuten-Wert erreicht wurde durch die dünne blaue Linie dargestellt. Ebenfalls abgebildet sind weitere 15-Minuten-Spitzenwerte, die innerhalb der Messperiode aufgetreten sind. Es ist jeweils der maximale 15-Minuten-Wert eines Tages angegeben, sofern dieser über einem festgelegten Grenzwert von 150 l/min liegt (dieser Grenzwert ist willkürlich festgelegt und dient lediglich der Übersichtlichkeit!).

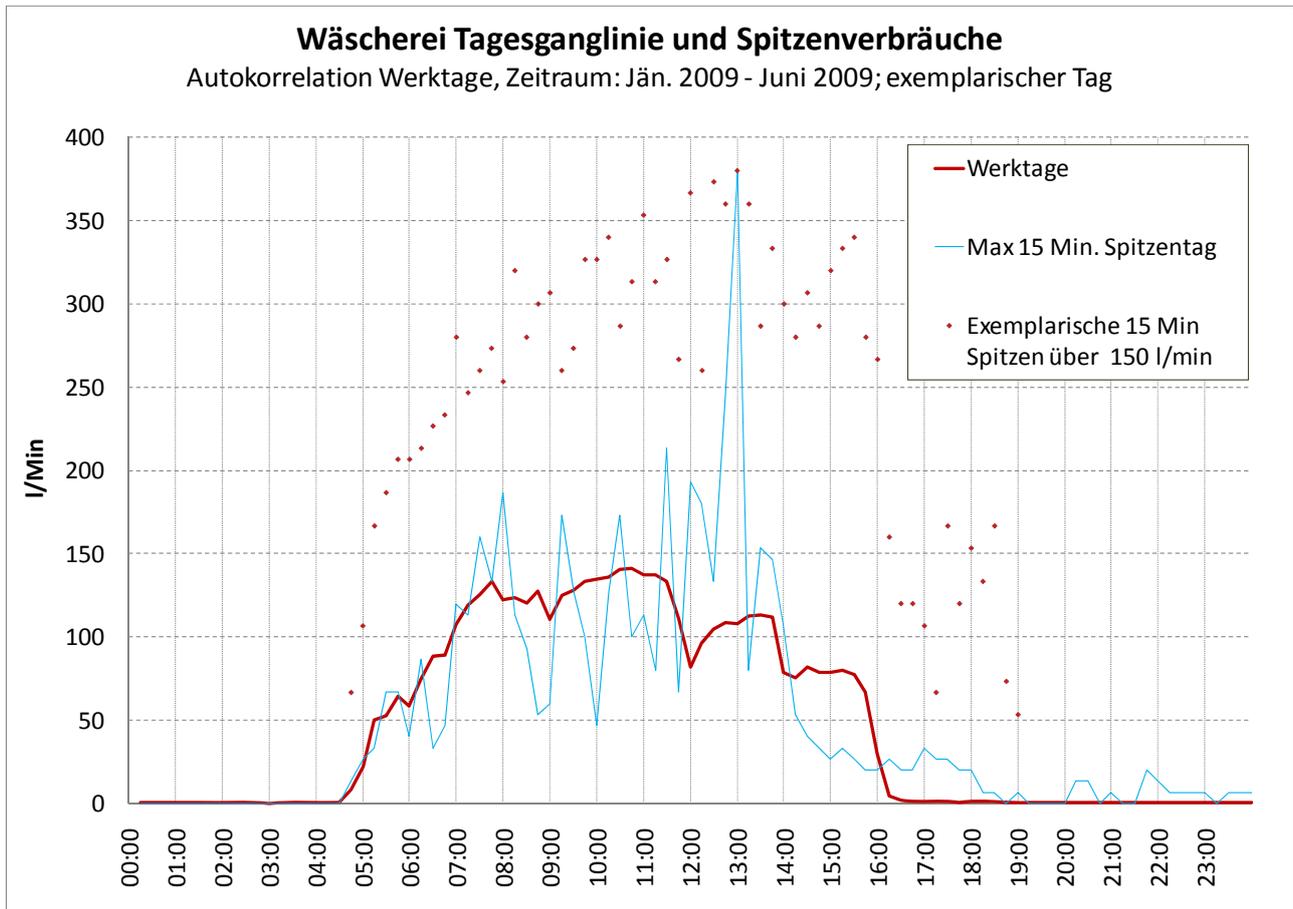


Abbildung 107: Mittlere Verbrauchsganglinie (Autokorrelation der Werktage), Verbrauchsganglinie des Tages mit maximalem 15-Minutenverbrauch und exemplarische Spitzenverbräuche

Außerhalb der Arbeitszeiten kommt es zu keinem nennenswerten Verbrauch. Der Verbrauch beginnt um 4:30 Uhr zu steigen und hat seinen durchschnittlichen Höchstwert von 140 l/min zwischen 7:30 und 11:30 Uhr. Dann sinkt der durchschnittliche Verbrauch in Stufen bis 16 Uhr wieder ab.

Die höchsten Spitzenwerte treten zwischen 11:00 und 14:00 Uhr auf und erreichen mit über 350 l/min rund das 7-fache des durchschnittlichen Verbrauchs (knapp 50 l/min). Einzelne Spitzen treten auch bis 19 Uhr mit Höhen von 160 l/min auf.

7.4.1.4 Zusammenfassung und Vergleich der Wäscherei mit Literaturdaten

Zur Wochenmitte erreicht der Verbrauch mit rund 80 m³/Tag seinen Höchstwert und sinkt bis zum Samstag auf rund die Hälfte ab. An Sonntagen und Feiertagen ist kein Verbrauch festzustellen.

Über das Jahr betrachtet zeigt sich ein erhöhter Gesamtverbrauch in den Sommermonaten. Die Ursache dafür wird in höheren Wäschemengen im Sommer vermutet.

Ein Zusammenhang des Wasserverbrauchs mit Temperatur, Niederschlag und Trockenperioden konnte nicht beobachtet werden.

Mangels anderer Vergleichsdaten in der Literatur wurde der durchschnittliche Wasserverbrauch pro Kilogramm Wäsche für die Wäscherei mit den durchschnittlichen Wasserverbräuchen von Haushaltswaschmaschinen (WASCHMASCHINENTEST, 2010) verglichen (siehe Tabelle 25).

Tabelle 25: Vergleich Messdaten mit Literaturdaten - Waschmaschine

	MW	Einheit
Wäscherei während der Messperiode 2009	11,3	Liter pro Kilogramm Wäsche
Literatur (WASCHMASCHINENTEST, 2010)	8	Liter pro Kilogramm Wäsche

Es zeigt sich, dass der Verbrauch in der Wäscherei um rund 40 % höher liegt als bei einer durchschnittlichen Haushaltswaschmaschine. Ein wesentlicher Grund dafür könnten aller Wahrscheinlichkeit nach die höheren Qualitätsmaßstäbe für Miettextilien sein. In der Wäscherei werden Textilien für Hotels, Gastronomie und auch für Krankenhäuser gewaschen und daher höhere Anforderungen an Reinheit und Hygiene gestellt. Oft kommt es auch zum Einsatz von desinfizierenden Waschverfahren.

7.4.2 Wasserverbrauch in einem Einkaufszentrum

7.4.2.1 Charakterisierung und Datengrundlage

Es handelt sich um ein Einkaufszentrum mit 150 Shops und einer Verkaufsfläche von rund 40.000 m².

Die Wasserverbrauchsdaten liegen als 15-Minuten-Werte für den Zeitraum Jänner 2009 bis Februar 2010 vor. Die Daten wurden auf Plausibilität (Aufzeichnungsfehler) kontrolliert und fehlerhafte Werte (Aufzeichnungsfehler) in der Auswertung nicht berücksichtigt.

Der Wasserverbrauch ist generell auf die Verkaufsfläche und eine Zeiteinheit bezogen. Angstelltenzahlen oder die Kundenfrequenz stehen als Bezugswert nicht zur Verfügung.

Die Kennwerte sind:

- Minimaler Verbrauch in der Messperiode: 0,4 l/m² d
- Durchschnittlicher Verbrauch in der Messperiode: 3,1 l/m² d
- Maximaler Verbrauch in der Messperiode: 8,0 l/m² d

Der maximale Verbrauch kam durch eine Sonderveranstaltung zustande. An diesem Tag hatte das Einkaufszentrum verlängerte Öffnungszeiten.

7.4.2.2 Durchflussdauerkurven und Spitzenfaktoren des Einkaufszentrums

Zur Ermittlung des Spitzendurchflusses zeigt Abbildung 108 folgende charakteristische Tagesverbräuche als 15-Minuten-Dauerkurven, umgerechnet auf l/m² h:

- Max Tag: Tag mit dem insgesamt höchsten Wasserverbrauch
- Median Tag: Tag mit dem mittleren (Median) Wasserverbrauch
- Minimaler Tag: Tag mit dem geringsten Wasserverbrauch
- Max 15 Min Wert Tag: Tag an dem höchster Wasserverbrauch in 15 Minuten aufgetreten ist
- Max 1 Stunden Wert Tag: Tag an dem höchster Wasserverbrauch in 1 Stunde aufgetreten ist

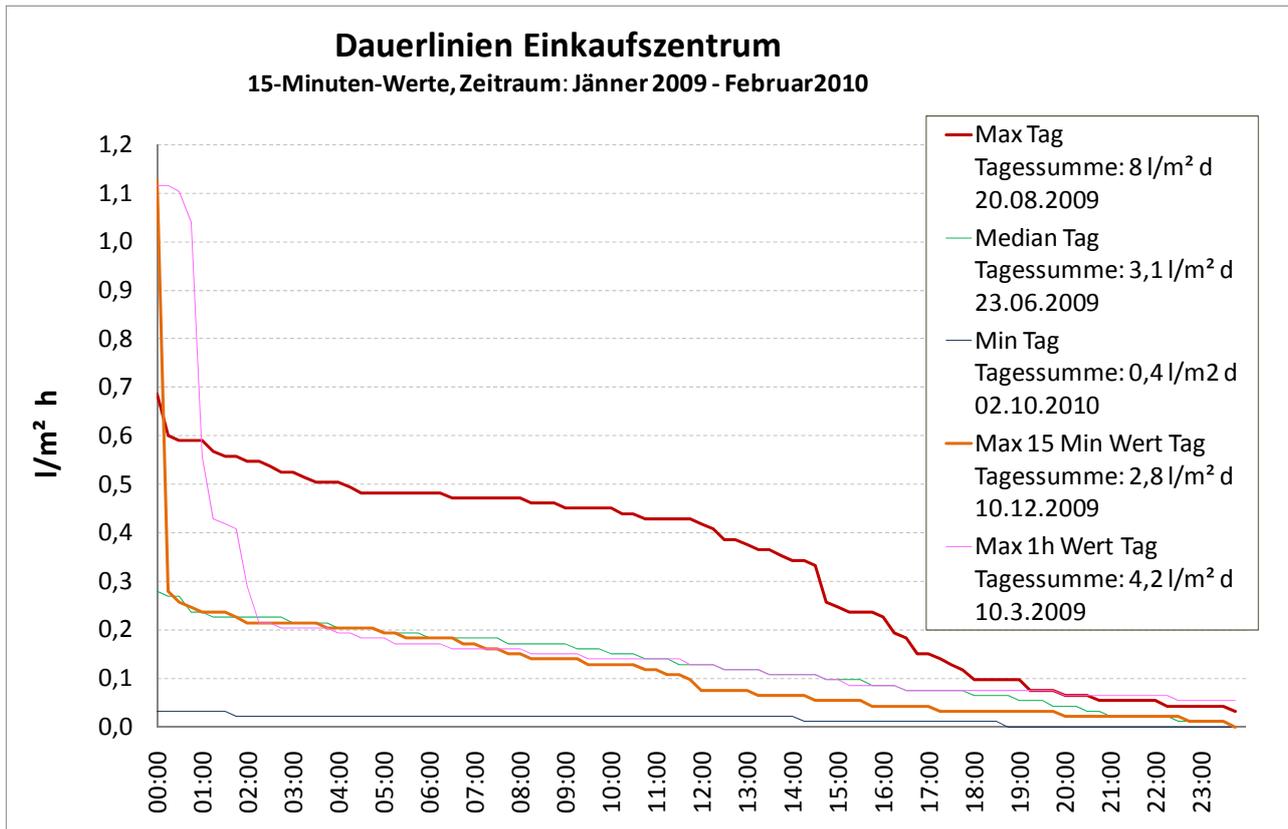


Abbildung 108: 15-Minuten-Dauerlinien eines Einkaufszentrums (bezogen auf l/m²h)

Der maximale Spitzenwert tritt in ähnlicher Höhe nur ein zweites Mal im Beobachtungszeitraum auf (siehe dazu auch Abbildung 112 auf Seite 172). Die maximalen Spitzenverbräuche dauern einmal eine ¼-Stunde und im zweiten Fall eine knappe Stunde lang an, sodass der Gesamtverbrauch dieser Tage nicht herausragend hoch ist. Der Tag mit dem maximalen Verbrauch ist hingegen von einem lange andauernden, hohen Verbrauch geprägt. Die Dauerlinie unterschreitet über 16 Stunden hinweg nicht den Wert von 0,2 l/m² h, während dieser Verbrauch an einem durchschnittlichen Tag (entspricht Median Tag) gerade einmal 4 Stunden lang auftritt.

Für die Zusammenstellung der relevanten Verbrauchswerte in Tabelle 26 und die Berechnung der Spitzenfaktoren sind alle Werte auf Liter pro Quadratmeter Verkaufsfläche und Tag (l/m²d) umgerechnet.

Tabelle 26: Spitzenfaktoren Einkaufszentrum

	I/m ² d	Spitzenfaktor bezüglich Durchschnittsverbrauch am maximal Tag	Spitzenfaktor bezüglich Durchschnittstag	Bezugszeit
max 15 Min Spitze	27,0	3,4	8,7	15 min
max 1 h Spitze	26,3	3,3	8,5 *	1 h
15 Min Spitze max Tag	16,5	2,1	5,3	15 min
1 h Spitze max Tag	13,8	1,7	4,5	1 h
15 Min Spitze med Tag	6,7	0,8	2,2	15 min
1 h Spitze med Tag	5,8	0,7	1,9	1 h
Mittelwert maximal Tag	8,0	1,0	2,6 **	24 h
Mittelwert median Tag	3,1	-	1,0	24 h
Durchschnittstag	3,1	-	1,0	24 h

* Stundenspitzenfaktor

** Tagesspitzenfaktor

7.4.2.3 Zeitliche Einflussfaktoren auf den Wasserverbrauch eines Einkaufszentrums

Jahresganglinie des Einkaufszentrums

In Abbildung 109 ist die Verteilung des monatsdurchschnittlichen Wasserverbrauchs dargestellt. Der Jahresverlauf zeigt einen höheren Wasserverbrauch in den Sommermonaten mit Monatsdurchschnittswerten bis knapp 4,5 l/m² d. Ursache könnte einerseits die Bewässerung von Außenanlagen sein, andererseits spielt möglicherweise eine deutlich höhere Frequenz des Einkaufszentrums im Sommer eine Rolle. Beides kann anhand der verfügbaren Daten nicht verifiziert werden.

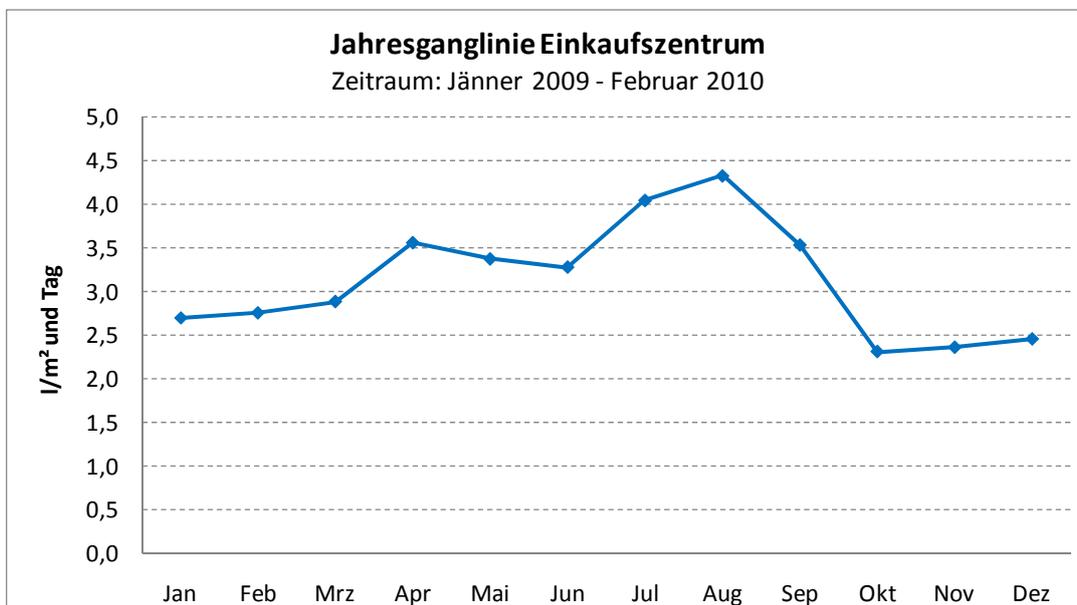


Abbildung 109: Jahresganglinie – Einkaufszentrum

Wochenganglinien des Einkaufszentrums

Die Veränderung des Wasserverbrauchs im Lauf der Woche ist in Abbildung 110 dargestellt. Es zeigt sich ein relativ ausgeglichener Verlauf des Wasserverbrauchs von Montag bis Donnerstag mit einer Steigerung

des Verbrauchs am Freitag und Höchstwerten an den Samstagen. Der Verbrauch im Sommer ist durchwegs höher als im Winter.

Auffällig ist, dass auch an Sonn- und Feiertagen ein Verbrauch vorhanden ist.

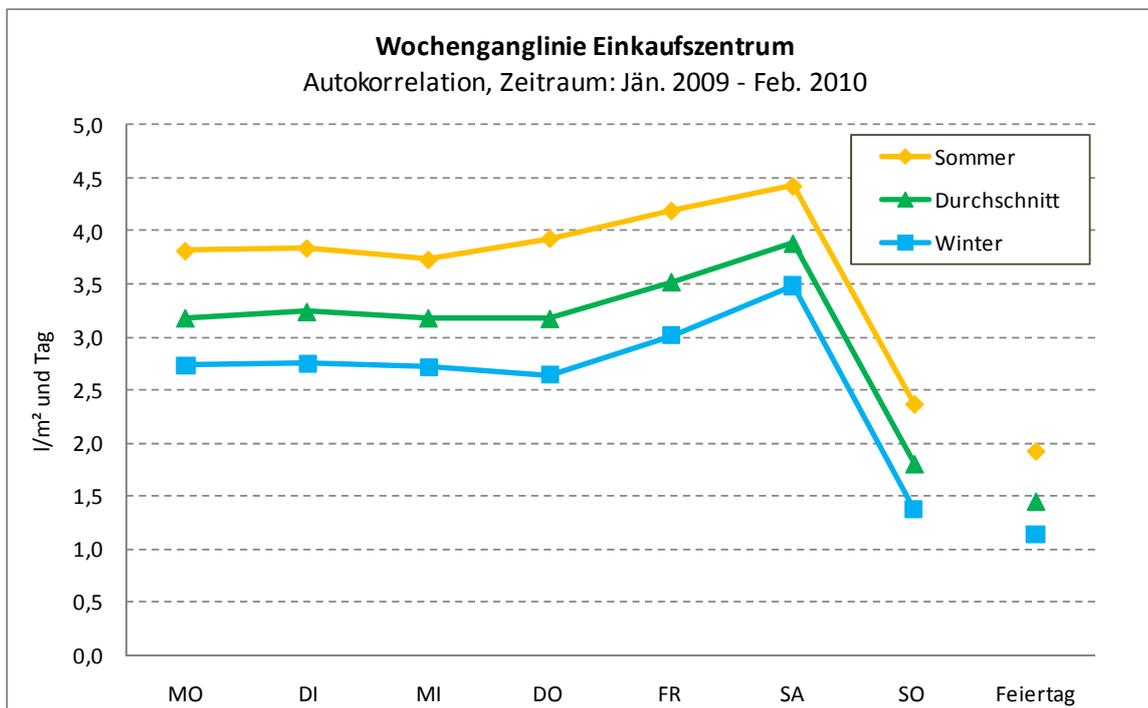


Abbildung 110: Wochenganglinie - Einkaufszentrum

Tagesganglinie des Einkaufszentrums

In Abbildung 111 ist der durchschnittliche Tagesverlauf an Einkaufstagen (Mo-Sa) jenem an Sonn- und Feiertagen gegenübergestellt.

An Einkaufstagen kommt es ab 5 Uhr morgens zu einem kontinuierlichen Anstieg des Verbrauchs, der im Durchschnitt zwischen 13:00 und 16:00 Uhr eine Verbrauchsspitze von rund 0,004 l/m² min erreicht. Dann erfolgt ein kontinuierlicher Abfall des Verbrauchs bis 20 Uhr.

Deutlich zu erkennen ist ein gewisser Mindestverbrauch (Grundverbrauch von durchschnittlich 0,0012 l/m² min), der auch außerhalb der Öffnungszeiten und an Sonn- und Feiertagen besteht.

Ein Anteil dieses Verbrauchs lässt sich durch einen Reinigungsdienst außerhalb der Öffnungszeiten erklären. Insgesamt ist der Grundverbrauch aber so hoch und so häufig auch in der Nacht vorhanden (an $\frac{3}{4}$ aller Tage), dass von einem weiteren ständigen Wasserverbrauch ausgegangen werden muss. Mit der Jahreszeit, den Niederschlägen oder der Tagestemperatur, und somit mit einer Bewässerungsanlage, kann der Grundverbrauch auch nicht hinreichend erklärt werden, da rund um das Jahr und bei allen Temperatur- und Niederschlagsverhältnissen verschieden hohe Verbräuche auftreten. Von einer Leckstelle mit ständigem Wasserverlust kann ebenso nicht ausgegangen werden, da schließlich an rund $\frac{1}{4}$ aller Tage das Nachtminimum auf 0 zurückgeht. Die häufigsten Nullverbräuche treten dabei zwischen 3:00 und 4:30 Uhr auf.

Wofür diese Wassermengen des Grundverbrauchs im Einkaufszentrum verwendet werden oder ob ein unabhängiger Verbraucher über den Zähler des Einkaufszentrums versorgt wird, konnte nicht festgestellt werden.

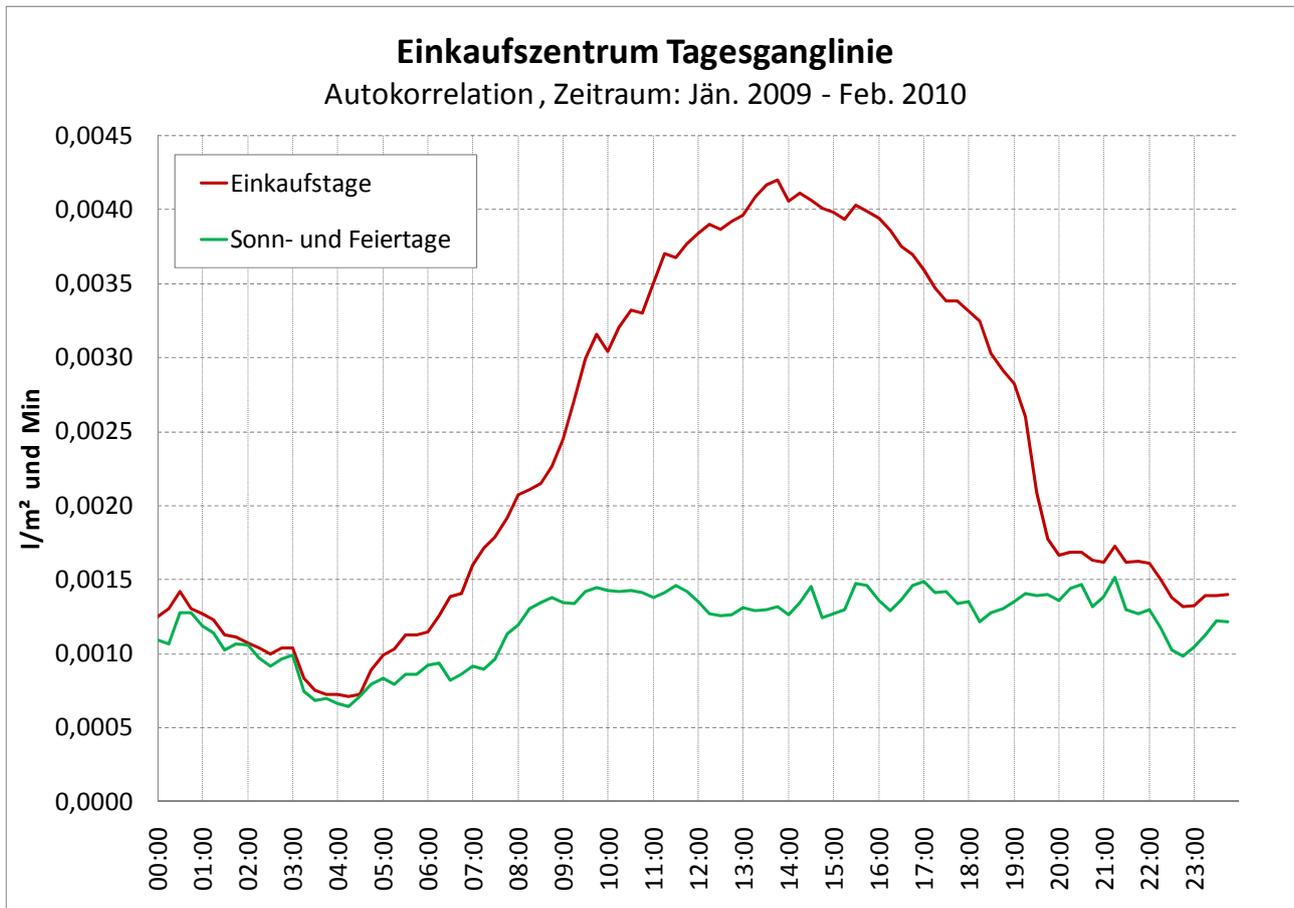


Abbildung 111: Tagesganglinie (Autokorrelation), Einkaufszentrum

In Abbildung 112 ist der durchschnittliche Tagesverlauf (Autokorrelation) des Wasserverbrauchs (rote dicke Linie) und der Tag mit der maximalen 15-Minuten-Spitze (blaue dünne Linie) dargestellt. Des Weiteren sind noch exemplarisch Spitzenwerte dargestellt welche 0,006 l/m² min überschreiten (dieser Grenzwert ist willkürlich festgelegt und dient lediglich der Übersichtlichkeit). Die Darstellung bezieht sich nur auf Tage, an denen das Einkaufscenter geöffnet ist.

Die Verbrauchsspitzen treten ab 8:00 Uhr auf und gehen bis 24:00 Uhr. Sie können bis zum 9-fachen des durchschnittlichen Verbrauchs ansteigen. Die meisten besonders hohen Verbrauchsspitzen treten zwischen 15:00 und 17:00 Uhr auf.

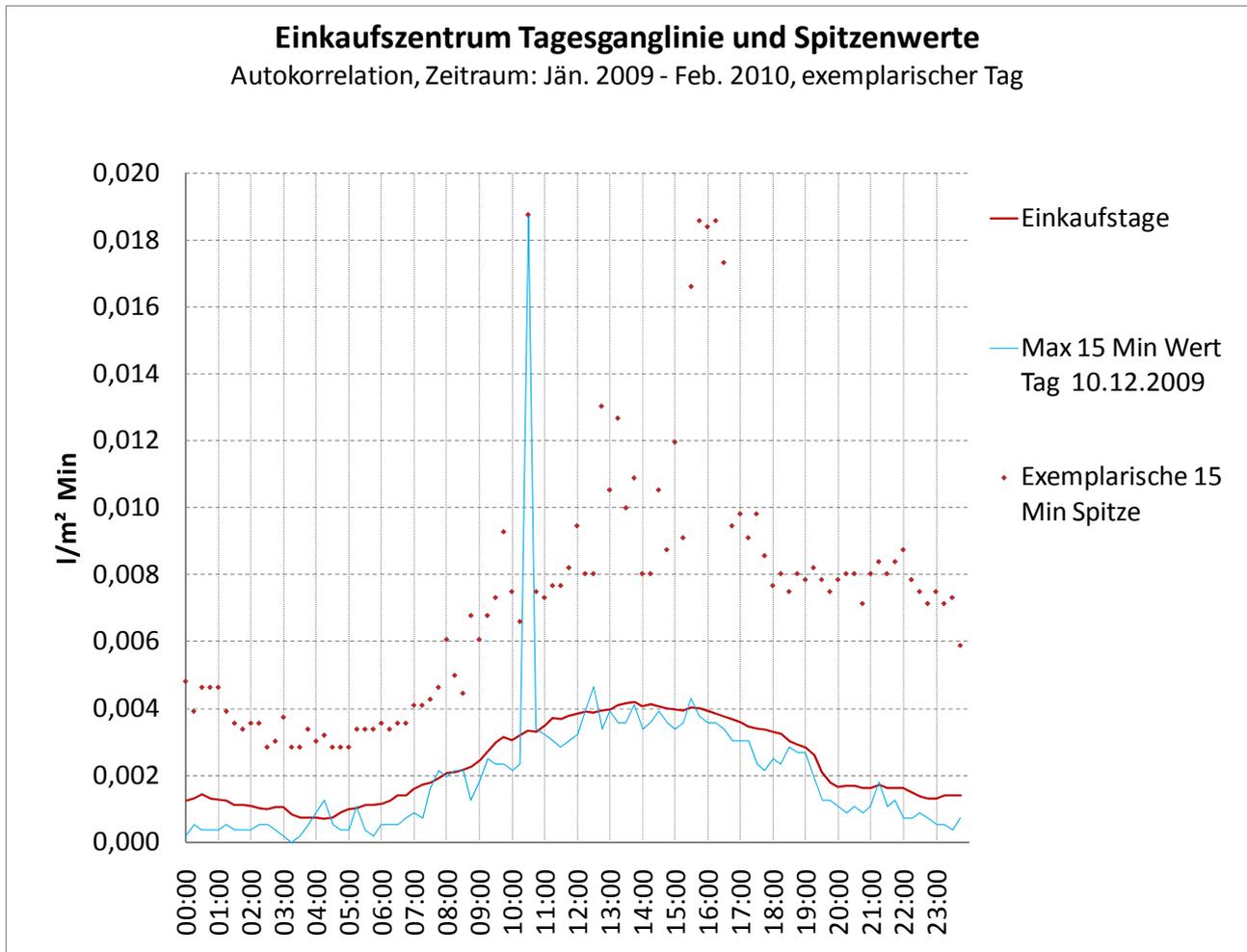


Abbildung 112: Tagesganglinie (Autokorrelation, rot), Verbrauchsganglinie des Tages mit maximalem 15-Minuten-Verbrauch (blau) und exemplarische Spitzenverbräuche (Punkte); nur Tage an denen das Einkaufszentrum geöffnet hat

7.4.2.4 Einfluss von Tagestemperatur, Niederschlag und Trockenperioden – Einkaufszentrum

Abbildung 113 zeigt den Zusammenhang des Wasserverbrauchs mit der Temperatur, dem Niederschlag und Trockenperioden.

Ein tendenziell höherer Wasserverbrauch ist hauptsächlich in den Sommermonaten bemerkbar (siehe auch Abbildung 109). In dieser Zeit steigt der durchschnittliche Verbrauch vor allem dann an, wenn längere Trockenperioden auftreten oder an Tagen mit starken Niederschlägen.

Die vermutlichen Ursachen sind, dass einerseits die Regentage in der warmen Jahreszeit gerne als Einkaufstage genutzt werden bzw. dass ein erhöhter Reinigungsbedarf auftritt.

Andererseits wird im Fall langanhaltender Trockenheit vermutet, dass zunehmend Bewässerungen eine Rolle spielen könnten. Durch die geringe Anzahl an Tagesdatensätzen kann kein aussagekräftigeres Bild gezeichnet und die Vermutungen anhand der verfügbaren Daten nicht verifiziert werden.

Der Vergleich zeigt einen fast doppelt so hohen Verbrauch des untersuchten Einkaufszentrums wie der angegebene Referenzwert des deutschen Regelwerks.

Wenn der durchschnittliche Grundverbrauch von $0,0012 \text{ l/m}^2 \text{ min}$ ($= 1,7 \text{ l/m}^2 \text{ d}$) vom aktuellen Mittelwert des Einkaufszentrums abgezogen wird, verbleibt ein Verbrauch von durchschnittlich $1,4 \text{ l/m}^2 \text{ d}$. Dieser Wert würde viel eher der Vergleichszahl im DVGW Regelwerk entsprechen.

7.5 Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie

7.5.1 Wasserverbrauch eines Lebensmittelverarbeitungsbetriebes

7.5.1.1 Charakterisierung und Datengrundlage

Es handelt sich um die Herstellung verschiedenster Produkte wie z.B. Sugo, Saucen, Ketchup, Fertiggerichten sowie Gemüse und anderen Nasskonserven (z.B. Fertigsalate). Der Betrieb beschäftigt rund 200 Mitarbeiter. Es werden im Schnitt rund 28.000 t Lebensmittel pro Jahr hergestellt. Angaben über die Menge der erzeugten Produkte wurden seitens des Betriebes als Monatsdurchschnittswerte bekanntgegeben.

Die Wasserverbrauchsdaten liegen in 15-Minuten-Werten für den Zeitraum Jänner 2009 bis Mai 2010 vor und wurden vom zuständigen Wasserversorgungsunternehmen zur Verfügung gestellt. Die Daten wurden auf Plausibilität (Aufzeichnungsfehler) kontrolliert und fehlerhafte Werte (Aufzeichnungsfehler) in der Auswertung nicht berücksichtigt. In der Auswertung sind nur tatsächliche Werktage (Tage mit Produktion, keine Wochenenden, Feiertage und Urlaubssperren) berücksichtigt.

Rückschlüsse auf Veränderungen des spezifischen Wasserverbrauchs können nur auf Basis der Monatsdurchschnittsproduktion (siehe Abbildung 115 auf Seite 176) gezogen werden, da keine tagesdifferenzierten Daten über die Produktion vorliegen. Der durchschnittliche Verbrauch in der Messperiode beträgt 15 l/kg erzeugter Lebensmittel.

7.5.1.2 Durchflussdauerkurven und Spitzenfaktoren des Lebensmittelverarbeitungsbetriebes

In Abbildung 114 sind zur Ermittlung der Spitzendurchflusswerte folgende 15-Minuten-Verbräuche in m^3/h umgerechnet und als Dauerkurven dargestellt:

- Max Tag: Tag mit dem insgesamt höchsten Wasserverbrauch
- Median Tag: Tag mit dem mittleren (Median) Wasserverbrauch
- Minimaler Tag: Tag mit dem geringsten Wasserverbrauch
- Max 15 Min Wert Tag: Tag an dem höchster Wasserverbrauch in 15 Minuten aufgetreten ist

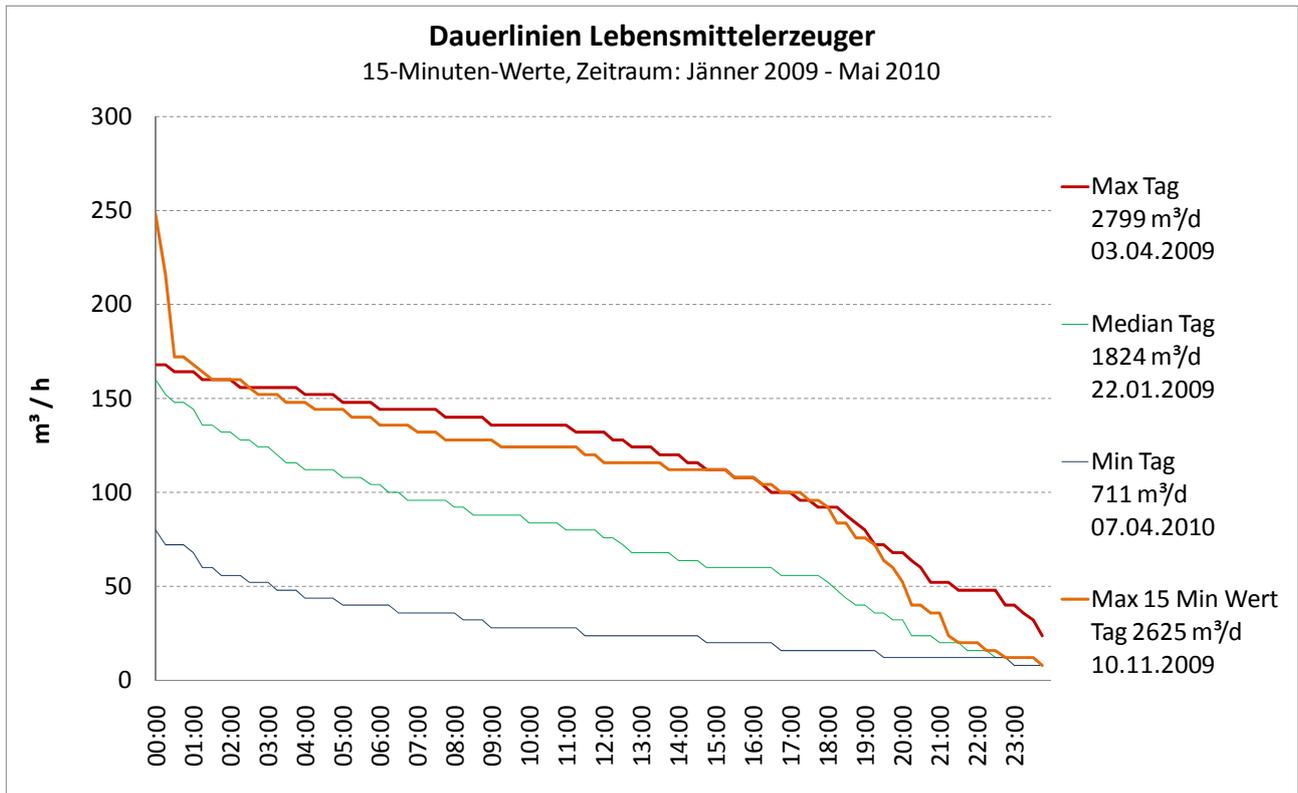


Abbildung 114: 15-Minuten-Dauerlinie eines Lebensmittelerzeugers

Für die Zusammenstellung der relevanten Verbrauchswerte in Tabelle 28 und die Berechnung der Spitzenfaktoren sind alle Werte auf Kubikmeter pro Tag (m³/d) umgerechnet.

Tabelle 28: Spitzenfaktoren Lebensmittelerzeuger

	m ³ /d	Spitzenfaktor bezüglich Durchschnittsverbrauch am maximal Tag	Spitzenfaktor bezüglich Durchschnittstag	Bezugszeit
max 15 Min Spitze	5.952	2,1	3,2	15 min
max 1 h Spitze	4.704	1,7	2,5 *	1 h
15 Min Spitze max Tag	4.032	1,4	2,2	15 min
1 h Spitze max Tag	3.768	1,3	2,0	1 h
Mittelwert maximal Tag	2.799	1,0	1,5 **	24 h
Mittelwert median Tag	1.824	-	1,0	24 h
Mittelwert Durchschnittstag	1.850	-	1,0	24 h

* Stundenspitzenfaktor

** Tagesspitzenfaktor

7.5.1.3 Zeitliche Einflussfaktoren auf den Wasserverbrauch des Lebensmittelverarbeitungsbetriebes

Jahresganglinie der Lebensmittelverarbeitung

In Abbildung 115 sind die durchschnittlichen Wasserverbräuche bezogen auf die jeweilige monatsdurchschnittliche Produktion dargestellt. Es sind ausschließlich Produktionstage in der Auswertung berücksichtigt. Der Verbrauch ist in l/kg hergestellter Lebensmittel angegeben.

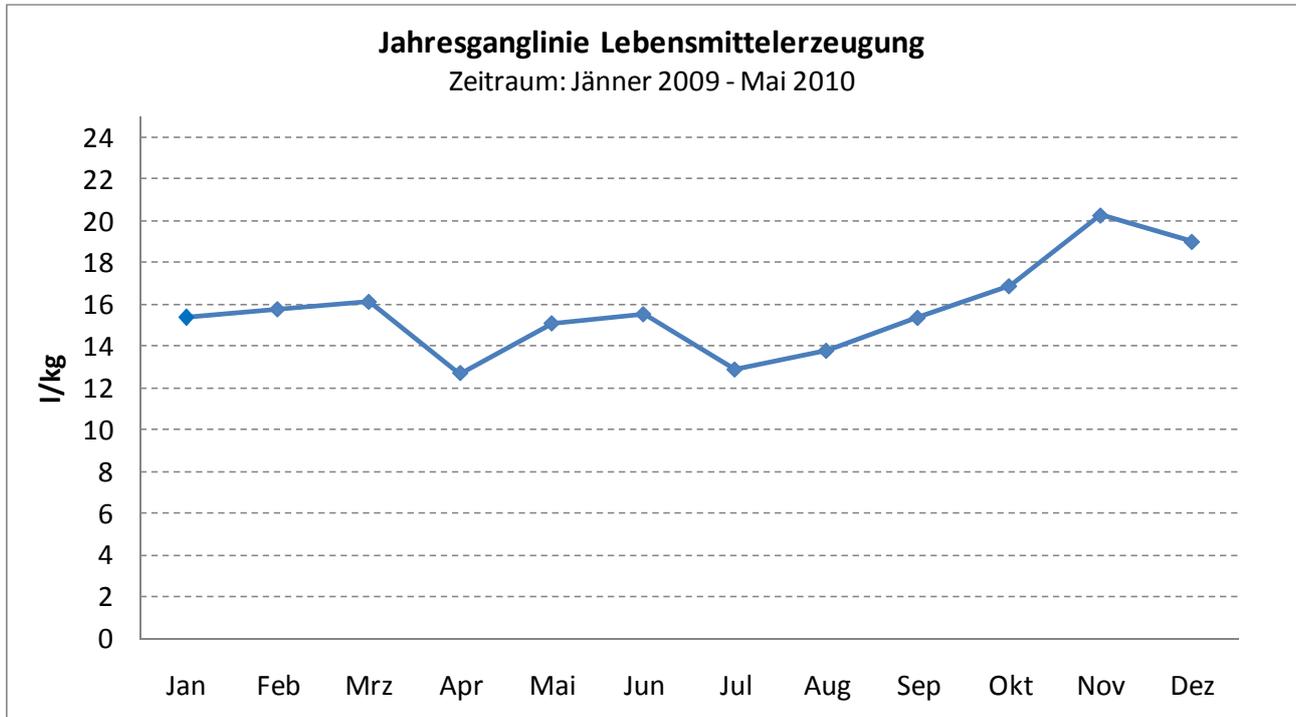


Abbildung 115: Jahresganglinie – Lebensmittelverarbeitung

In den Monaten November und Dezember weist die Produktion den höchsten Wasserverbrauch pro kg Lebensmittel auf, während in den Monaten April und Juli ein besonders niedriger spezifischer Wasserverbrauch zu erkennen ist. Diese Schwankungen können durch die Verschiedenartigkeit der verarbeiteten Agrarprodukte (Gemüsesorten und Erntezeitpunkte) und die damit in Zusammenhang stehenden Produktionsprozesse bedingt sein.

Wochenganglinie der Lebensmittelverarbeitung

Der durchschnittliche Verbrauch in Abhängigkeit von den Wochentagen zeigt eine gleichmäßige Verteilung über die Werktagen von Montag bis Freitag. Wie jedoch schon aus Abbildung 115 zu erahnen ist, lässt sich ein deutlicher Unterschied zwischen Sommer und Winter erkennen. Während im Winter (Okt. bis März) der durchschnittliche Wasserverbrauch bei 17 l/kg liegt, zeigt sich im Sommer (April bis Sept.) nur ein Verbrauch von rund 14 l/kg (ohne Abbildung).

An Samstagen ist ein Verbrauch zu verzeichnen, der in etwa einem Zehntel des Verbrauchs an Werktagen entspricht und sich sonntags noch einmal halbiert.

Tagesganglinie der Lebensmittelverarbeitung

Abbildung 116 zeigt die Mittelwerte (Autokorrelation) der Produktionstage (rote Linie) sowie exemplarisch den Tag mit dem höchsten 15-Minuten-Verbrauch (blaue Linie). Des Weiteren sind Spitzen über einem Wert von 2,5 m³/min dargestellt (dieser Grenzwert ist willkürlich festgelegt und dient lediglich der Übersichtlichkeit). Es ist jeweils exemplarisch nur der höchste Spitzenwert eines Tages dargestellt.

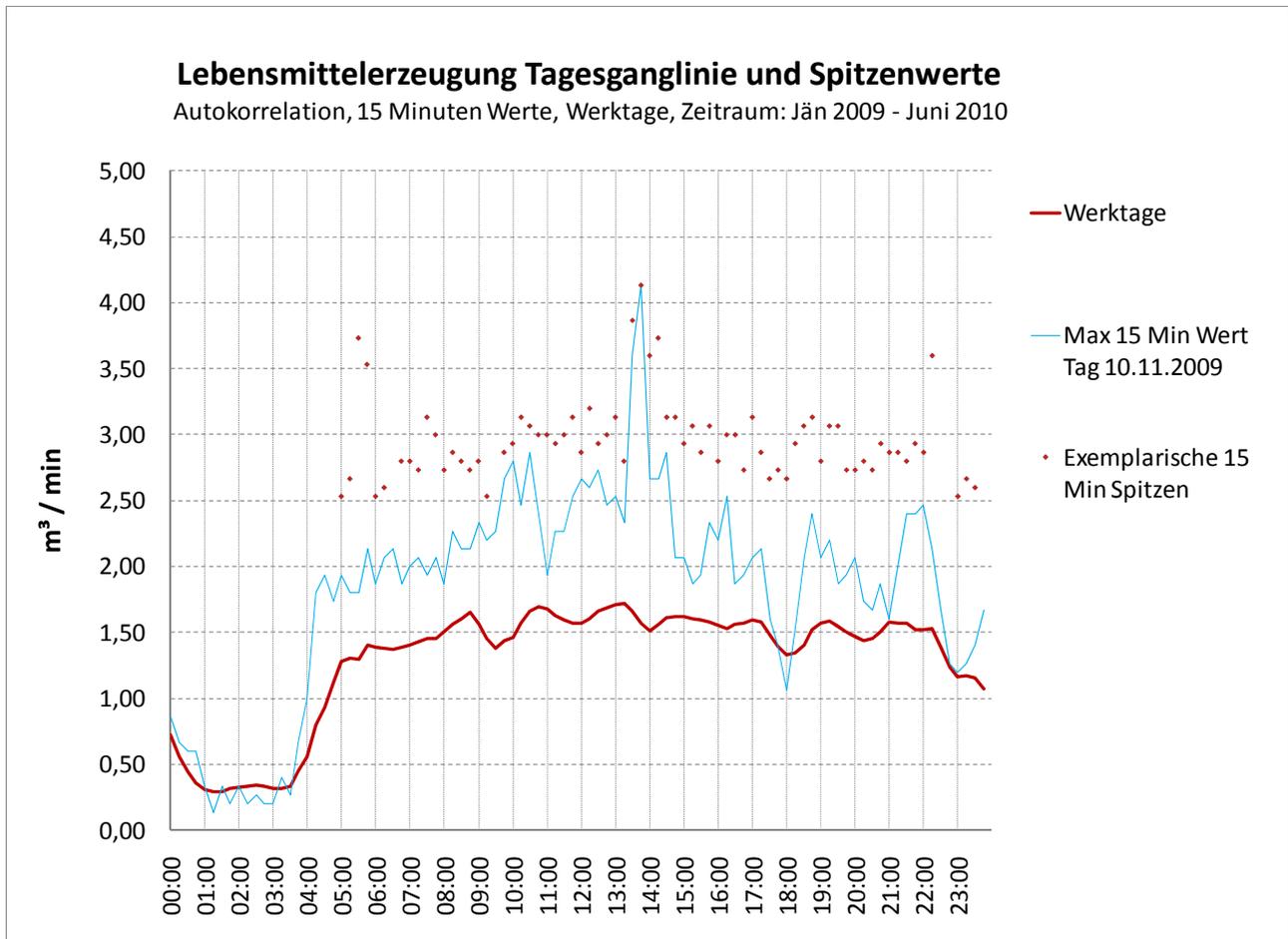


Abbildung 116: Tagesganglinie (Autokorrelation) der Lebensmittelverarbeitung (rot), Verbrauchsganglinie des Tages mit maximalem 15-Minutenverbrauch (blau, dünn) und exemplarische Spitzenverbräuche über 2,5 m³/min (Punkte)

Während eines Werktags zeigt sich zwischen 5:00 und 22:00 Uhr ein einigermaßen gleichbleibender Verbrauch. Die Verbrauchsspitzen treten gleichmäßig verteilt über die Arbeitszeit auf und erreichen keine besonders hohen Werte.

In der Zeit zwischen 1:00 und 3:30 Uhr ist ein Nachtminimum zu erkennen. Die Sichtung der einzelnen Datensätze zeigt hingegen, dass kurzfristige Nullverbräuche an Werktagen nur zwischen 0:00 und 2:30 Uhr auftreten und dies nur an rund 10 % der Werkstage in der Messperiode.

7.5.1.4 Zusammenfassung und Vergleich der Lebensmittelerzeugung mit Literaturdaten

Ein Zusammenhang zwischen dem Wasserverbrauch und der Wetterlage, ausgedrückt als mittlere Tagestemperatur, Niederschlag oder Dauer einer Trockenperiode, konnte nicht festgestellt werden.

Der Wasserverbrauch steht vielmehr mit der Art des verarbeiteten Produktes im Zusammenhang und durch die Erntezeitpunkte in einem zeitlich größeren Zusammenhang mit der Jahreszeit und dem Wetter. Ursachen für die in Abbildung 115 gezeigten unterschiedlichen spezifischen Wasserverbräuche werden im produktspezifischen Verarbeitungsprozess, allen voran der Reinigung (Waschung) der Ausgangsmaterialien, vermutet.

Tabelle 29 zeigt die Bandbreite der ermittelten Wasserverbräuche im Vergleich zu Literaturdaten.

Bei dem untersuchten Objekt liegt der Wasserverbrauch deutlich höher als der Vergleichswert. Es ist allerdings anzumerken, dass in der Literatur nur die Erzeugung von Früchte- und Gemüsekonserven betrachtet wird, die Messwerte hingegen aus einem Lebensmittelverarbeitungsbetrieb stammen, der ein wesentlich weiteres Sortiment herstellt und damit dem Wasserverbrauch auch andere Verarbeitungsprozesse zugrundeliegen.

Tabelle 29: Vergleich Messdaten mit Literaturdaten - Lebensmittelverarbeitung

	Min	25%	Med	75%	Max	Mittel	Einheit
Lebensmittelverarbeitung in der Messperiode	13		15		20	15	Liter pro kg
Früchte und Gemüsekonserven (MUTSCHMANN, J., STIMELMAYR, F., 2007)				5			Liter pro kg

7.5.2 Wasserverbrauch eines Getränkeherstellers

7.5.2.1 Charakterisierung und Datengrundlage

Es handelt sich um einen Getränkehersteller mit rund 100 Mitarbeitern und einer Produktion von durchschnittlich 1,6 Mio. hl Mineralwasser und Softdrinks pro Jahr.

Die Wasserverbrauchsdaten liegen als 15-Minuten-Werte für den Zeitraum Jänner 2009 bis Juni 2010 vor und wurden vom zuständigen Wasserversorgungsunternehmen zur Verfügung gestellt. Die Daten wurden auf Plausibilität kontrolliert und fehlerhafte Werte (Aufzeichnungsfehler) in der Auswertung nicht berücksichtigt.

Die Kennwerte sind:

- Minimaler Verbrauch in der Messperiode: 0,01 m³/d
- Durchschnittlicher Verbrauch in der Messperiode: 323 m³/d
- Maximaler Verbrauch in der Messperiode: 901 m³/d

Im Fall des Messobjektes wird für die Getränkeherstellung Wasser aus einer Quelle abgefüllt. Das Leitungswasser wird lediglich zur Reinigung wiederbefüllbarer Getränkeflaschen sowie der Produktionsanlagen verwendet.

Nach eigenen Angaben des Herstellers werden für die Produktion von einem Liter fertigen Getränk und zuzüglich des Verbrauchs für das Betriebspersonal 1,9 Liter Wasser eingesetzt. Davon entfallen 1,1 l auf Quellwasser sowie 0,7 l auf Leitungswasser für die Produktion und der Rest auf den Verbrauch des Betriebspersonals.

Alle weiteren Betrachtungen beziehen sich nur noch auf den Verbrauch von Leitungswasser für die Produktion und Personal. Das verwendete Quellwasser geht nicht in die Betrachtung ein.

Eine Analyse von Veränderungen des spezifischen Wasserverbrauchs kann nicht vorgenommen werden, da die Menge der erzeugten Getränke nur als Jahresdurchschnittswert und nicht als Tagesdaten vorliegen. In weiterer Folge ist daher immer der Gesamtwert der Getränkeproduktion je Zeiteinheit dargestellt.

7.5.2.2 Durchflussdauerkurven und Spitzenfaktoren des Getränkeherstellers

In Abbildung 117 sind zur Ermittlung der Spitzendurchflusswerte die 15-Minuten-Verbräuche der Größe nach sortiert und in m³/h umgerechnet aufgetragen.

Dargestellt sind folgende Dauerkurven:

- Max Tag: Tag mit dem insgesamt höchsten Wasserverbrauch
- Median Tag: Tag mit dem mittleren (Median) Wasserverbrauch
- Minimaler Tag: Tag mit dem geringsten Wasserverbrauch
- Max 15 Min Wert Tag: Tag an dem höchster Wasserverbrauch in 15 Minuten aufgetreten ist

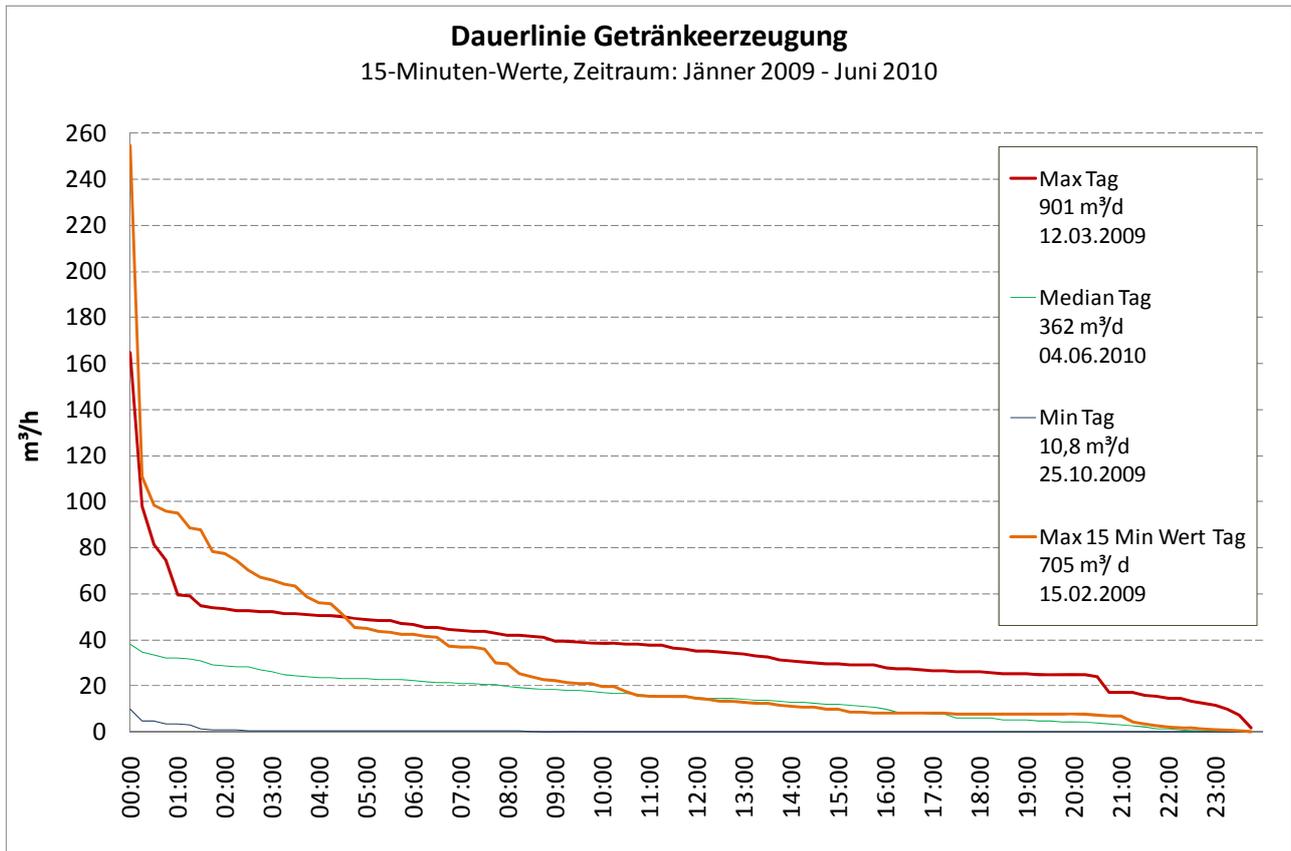


Abbildung 117: 15-Minuten-Dauerlinie eines Getränkeproduzenten

Für die Zusammenstellung der relevanten Verbrauchswerte in Tabelle 30 und die Berechnung der Spitzenfaktoren sind alle Werte auf m³/h umgerechnet.

Tabelle 30: Spitzenfaktoren Getränkehersteller

	m³/h	Spitzenfaktor bezüglich Durchschnittsverbrauch am maximal Tag	Spitzenfaktor bezüglich Durchschnittstag	Bezugszeit
max 15 Min Spitze	255	6,8	18,9	15 min
max 1 h Spitze	131	3,5	9,7 *	1 h
15 Min Spitze max Tag	165	4,4	12,2	15 min
1 h Spitze max Tag	85	2,3	6,3	1 h
Mittelwert maximal Tag	37,5	1,0	2,7 **	24 h
Mittelwert median Tag	15,1	-	1,1	24 h
Durchschnittstag	13,5	-	1,0	24 h

* Stundenspitzenfaktor

** Tagesspitzenfaktor

7.5.2.3 Zeitliche Einflussfaktoren auf den Wasserverbrauch eines Getränkeerzeugers

Jahresganglinie des Wasserverbrauchs eines Getränkeerzeugers

Abbildung 118 zeigt die Jahresganglinie der Getränkeherzeugung. Die verbrauchsreichsten Monate sind Februar und März sowie September und Oktober. Es werden Werte von bis zu 400 m³/Tag erreicht. Der geringste Wasserverbrauch erfolgt in den Monaten April, Mai und November mit Werten knapp über 250 m³/Tag.

Da nicht davon ausgegangen wird, dass es sich um eine Veränderung des spezifischen Wasserverbrauchs in der Produktion handelt, ist anzunehmen, dass die sichtbaren Schwankungen im Wasserverbrauch auf unterschiedliche Produktionsintensitäten zurückzuführen sind.

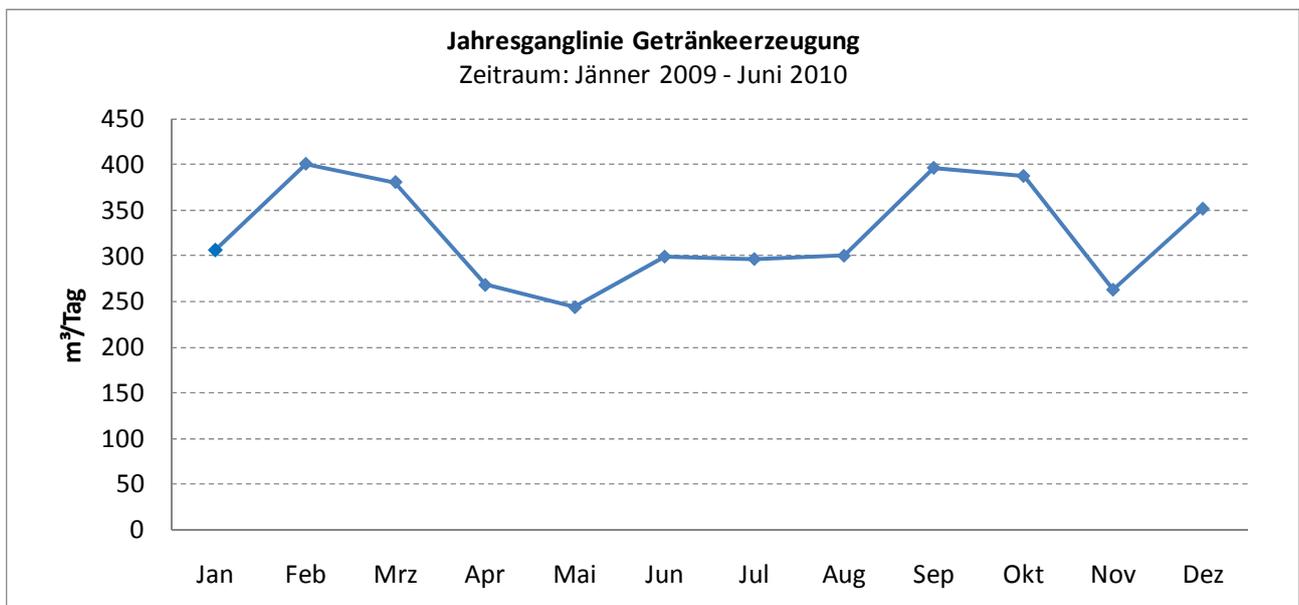


Abbildung 118: Jahresganglinie – Getränkeproduzent

Wochenganglinie der Getränkeherzeugung

In Abbildung 119 ist die Wochenganglinie der Getränkeherzeugung dargestellt. Es ist klar ersichtlich, dass die Produktion fast ausschließlich während der Werkzeuge stattfindet.

Die Sichtung der einzelnen Datensätze zeigt, dass es über das gesamte Jahr hindurch immer wieder Wochenenden gibt, an denen zumindest ein Teil der Produktion weiter betrieben wird. Eine Ausnahme stellen dabei nur Juli und August dar. In dieser Zeit ist an den Wochenenden nur ein sehr geringer Wasserverbrauch feststellbar. Für die Feiertage gilt, dass an rund einem Viertel der Tage eine eingeschränkte Produktion erhalten bleibt und somit ein gewisser Wasserverbrauch stattfindet. Dies geschieht eher im Sommerhalbjahr als im Winterhalbjahr.

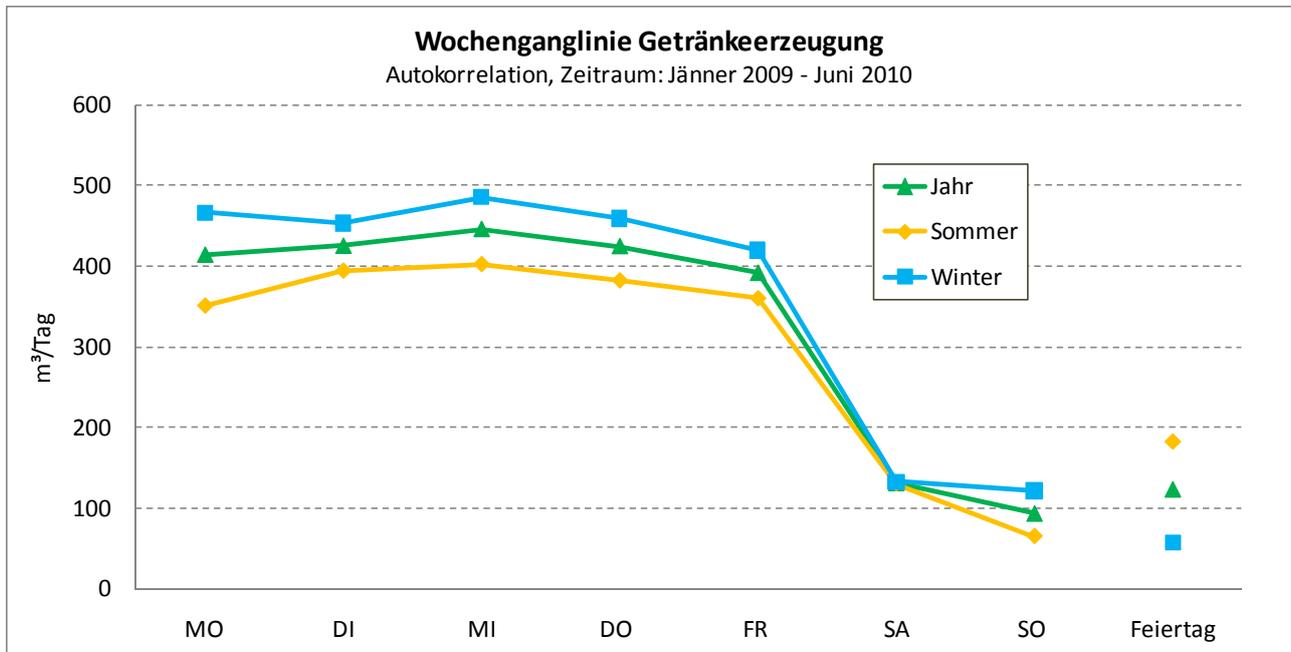


Abbildung 119: Wochenganglinie – Getränkeproduzent

Tagesganglinie der Getränkeherzeugung

Abbildung 120 zeigt die Mittelwerte des Wasserverbrauchs (Autokorrelation) der Produktionstage (rote Linie) des Getränkeherzeugers sowie exemplarisch den Tag mit dem höchsten 15-Minuten-Wert (blaue Linie). Des Weiteren sind Spitzen über einem Wert von 1,0 m³/min dargestellt (dieser Grenzwert ist willkürlich festgelegt und dient lediglich der Übersichtlichkeit). Es ist jeweils exemplarisch nur der höchste Spitzenwert eines Tages dargestellt.

Vielfach findet an den Wochenenden kein Verbrauch statt. Nur an einigen Wochenenden beziehungsweise an einigen Feiertagen wird produziert, wodurch sich ein gewisser durchschnittlicher Verbrauch ergibt. Im Vergleich zu den Werktagen ist dieser Verbrauch aber eher gering und auch die Verbrauchsspitzen erreichen nur selten die Größenordnung der Spitzen von Werktagen.

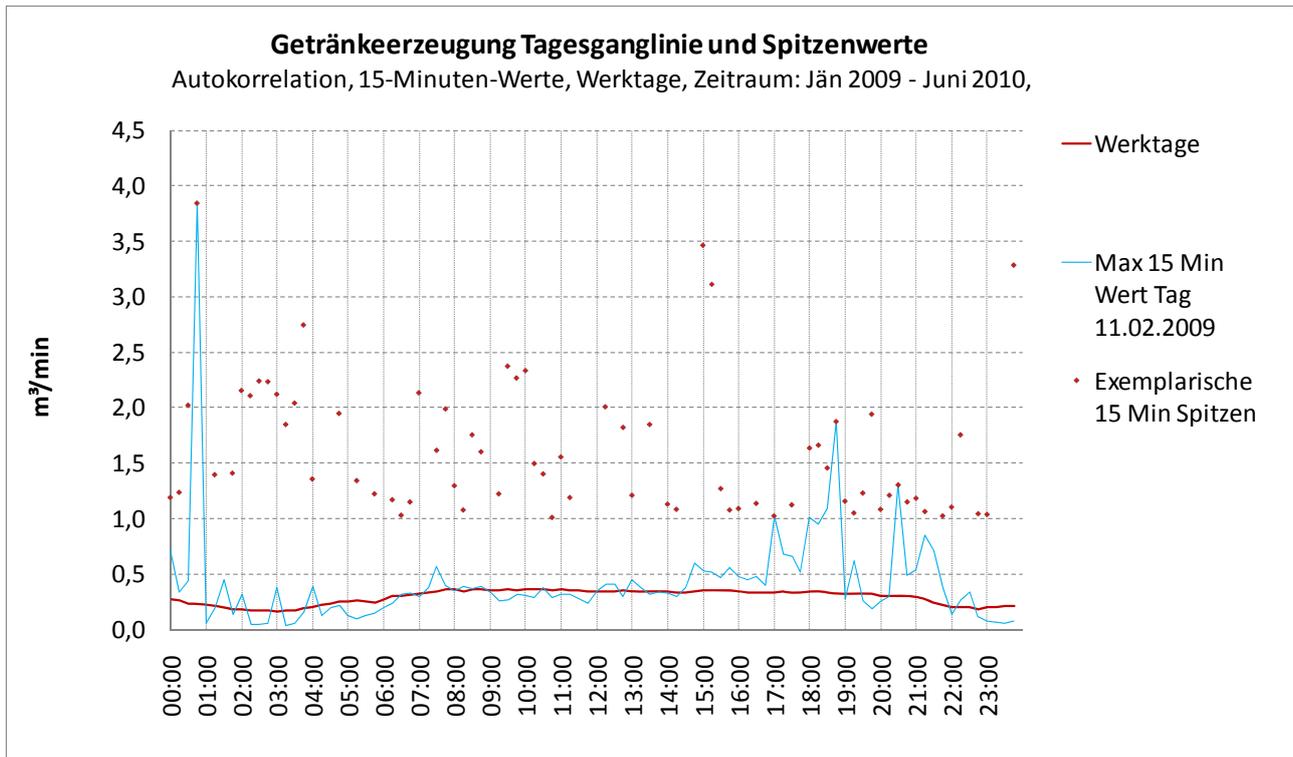


Abbildung 120: Tagesganglinie (Autokorrelation) der Getränkeherstellung (rote Linie), Verbrauchsganglinie des Tages mit maximalem 15-Minutenverbrauch (dünne blaue Linie) und exemplarische Spitzenverbräuche; nur Werktage

Die durchschnittliche Absenkung während der Nachtstunden ist eher gering, sodass zwischen 22:00 und 4:00 Uhr früh immer noch ein Verbrauch von 0,2 m³/min vorhanden ist. Etwaige Spitzen treten gleichmäßig verteilt über die gesamte Zeit und auch mitten in der Nacht auf. Die maximalen Stundenspitzenwerte erreichen knapp das 10-fache des durchschnittlichen Wasserverbrauchs.

7.5.2.4 Zusammenfassung und Vergleich mit Literaturdaten der Getränkeherzeugung

Es konnte kein Zusammenhang zwischen dem Wasserverbrauch des Getränkeherzeugers und Tagestemperaturen, Niederschlagsintensitäten oder der Dauer von Trockenperioden erkannt werden.

Tabelle 31 zeigt den Vergleich mit Literaturdaten, wobei als Vergleichswert nur der Verbrauch von Brauereien angegeben ist. Angaben zu reinen Mineralwasser und Softdrink-Produzenten sind in der Fachliteratur nicht vorhanden. Für den Vergleich wurden daher Informationen von Mitbewerbern herangezogen, die im Internet frei zugänglich sind.

Tabelle 31: Vergleich Messdaten mit Literaturdaten - Getränkehersteller

	Mittelwert	Einheit
Getränkehersteller in der Messperiode	1,9	Liter pro Liter
Getränkehersteller *) - Mineralwasser und Soft-Drinks	1,9 bis 2,1	Liter pro Liter
Getränkehersteller - Brauerei (Details:1. Teil der Studie)	3 bis 5	Liter pro Liter

**) Um Rückschlüsse auf die Identität des gemessenen Getränkeherstellers zu vermeiden, sind die zum Vergleich herangezogenen Mitbewerber in diesem Fall nicht als Quellen genannt.*

Der Vergleich mit Mitbewerbern zeigt einen einheitlichen Verbrauch von rund 2 Litern pro Liter erzeugtem Mineralwasser oder Softdrink. Brauereien haben in jedem Fall einen höheren Wasserverbrauch als Hersteller von Mineralwasser oder Softdrinks.

7.6 Zusammenfassung der Spitzenfaktoren von Tourismus, Industrie- und Gewerbeeinrichtungen

Tabelle 32 gibt einen Überblick über Stunden- und Tagesspitzenfaktoren der untersuchten Objekte.

Der Vergleich zeigt, dass Tourismus- und Freizeitbetriebe wie Hotel oder Schwimmbad, aufgrund der naturgemäß stark veränderlichen Gästezahlen, die höchsten Tagesspitzenfaktoren aufweisen. Bezüglich der Stundenspitzen ist hingegen zu erkennen, dass sowohl das Hotel als auch ein Industriebetrieb und das Einkaufszentrum sehr hohe Werte erreichen. So kann in der Spitzenstunde knapp das 10-fache des durchschnittlichen Wasserverbrauchs benötigt werden. Das Schwimmbad betreffend könnte bei Beckenfüllungen dieser Wert auch noch überschritten werden, allerdings liegen für dieses Objekt keine stundengenauen Aufzeichnungen vor.

Tabelle 32: Zusammenfassung der Stundenspitzenfaktoren und Tagesspitzenfaktoren von Tourismus-, Industrie- und Gewerbeeinrichtungen

Objekt	Hotel	Wäscher-ei	Einkaufs-zentrum	Lebens-mittelind.	Getränke-hersteller	Büro	Schwimm-bad
Stunden-spitzenfaktor	8,7	5,5	8,5	2,5	9,7	-	-
Tages-spitzenfaktor	5,2	1,7	2,6	1,5	2,7	2,6	5,5

8 Nutzungsbezogener Haushaltswasserverbrauch

8.1 Datengrundlage

8.1.1 Wasserverbrauch

Durch die Datenerhebung mit elektronischen Ultraschallwasserzählern samt Datenaufzeichnung wurden Wasserverbrauchsdaten in einer 10-Sekunden-Auflösung mit Uhrzeit und Datum aufgezeichnet. Die Daten wurden auf Plausibilität geprüft und auffällige Datensätze bzw. Zeitabschnitte sowie etwaige Fehlwerte entfernt.

Fehlerquellen waren gelegentliche Übertragungsfehler vom Wasserzähler zur Datenaufzeichnung sowie ein durch einen Wasserschaden zerstörter Datenlogger. Die Erkennung fehlerhafter Aufzeichnungen wurde durch Vergleiche mit zusätzlich im Wasserzähler aufgezeichneten Tagessummen sichergestellt.

Insgesamt wurden 1.957 von 2.020 geplanten Datentagen (97 %) fehlerfrei aufgezeichnet und standen für die Detailauswertungen zur Verfügung.

Weitere Details zur Methodik finden sich in Kapitel 3.3 ab Seite 25.

Zusätzliche Eigenwasserversorgungen durch Brunnen oder auch Regenwassernutzung zur Gartenbewässerung sind nicht in den Aufzeichnungen des Wasserverbrauchs mittels Datenlogger enthalten. Für die Untersuchung des nutzungsbezogenen Haushaltswasserverbrauchs sind etwaige von Eigenwasserversorgungen betroffenen Nutzungsanteile in den betreffenden Haushalten ausgenommen bzw. Haushalte mit alternativen Wasserressourcen separat gekennzeichnet.

Die Feststellung der nutzungsbezogenen Aufteilung der einzelnen Wasserverbräuche erfolgt anhand der 24 Detailhaushalte. Um mögliche Fehler aufgrund der kleinen Stichprobe (Verzerrung durch einzelne besonders hohe oder niedrige Werte einzelner Haushalte) möglichst gering zu halten, sind die Messwerte aller Detailhaushalte ausreißerbereinigt bzw. besonders hohe Verbräuche (z.B. Poolfüllung) aliquotiert in den Verbrauchswerten enthalten. Alle Detailmessungen für die Hochrechnung sind in den größeren Zusammenhang der Stichprobe aller Messobjekte gesetzt (Normierung).

8.1.2 Strukturdaten und sozioökonomische Informationen

Die Strukturdaten und Kontextinformationen zu jedem Haushalt wurden in strukturierten Interviews mittels Fragebogen im Zuge des Zähleraustausches erhoben. Dabei wurden haushaltsbezogene und personenbezogene Daten gesammelt.

Anhand der Hintergrundinformationen wurden Einflüsse des Verbraucherverhaltens und sozioökonomischer Parameter auf den Verbrauch untersucht und Zusammenhänge dargestellt.

Details zum Fragebogen: siehe Anhang.

8.1.3 Auswertung der Messstellen mittels Softwaretool (Trace-Wizard)

Die Auswertungen der einzelnen Nutzungen jeder Messstelle wurden mit einem Softwaretool (*Trace Wizard* der Firma *Aquacraft Inc.*) durchgeführt. Als Eingangsdaten benötigt die Software hochauflösende Durchflussdaten (l/min) in Form von 10-Sekunden-Werten.

Die Software ermöglicht nach umfangreicher Kalibration anhand der Haushaltsprotokolle eine weitgehend automatisierte Erkennung verschiedener Wassernutzungen (z.B. Toilettenspülung, Wasserhahn oder Duschen). Gleichzeitig mit der Feststellung der Nutzungsart sind auch Daten über das Wasservolumen, Uhrzeit, Dauer und Durchflussmenge der einzelnen Verwendungen verfügbar. Alle Daten werden in einer Access-basierten Datenbank verarbeitet und gespeichert.

Zur Qualitätssicherung ist die automatisierte Erkennung auf Plausibilität überprüft und gegebenenfalls manuell anhand der Protokolle korrigiert.

Weitere Details siehe Kap. 3.3.3 und 3.3.4 ab Seite 27.

An allen Messstellen wurden innerhalb aller Messperioden zusammen rund 63.200 einzelne Nutzungen identifiziert und analysiert. Gemeinsam repräsentieren diese Nutzungen rund 224 m³ Wasserverbrauch. Zusätzlich wurde der Wasserverbrauch in den Haushalten zu Kontrollzwecken auch außerhalb der Messperioden aufgezeichnet, sodass insgesamt rund 880 m³ registriert wurden.

Von allen analysierten Nutzungen wurden in den Haushalten Nutzungen im Umfang von rund 120 m³ (54%) mit Datum, Zeit und Nutzungsart protokolliert. Die Ursache für diesen hohen Anteil ist, dass speziell die verbrauchsintensiven Nutzungen zu Protokoll genommen wurden.

Nach der Kalibration anhand der Protokolle konnte die Software 82 m³ der 120 m³ (68%) richtig zuordnen. Durch manuelle Korrekturen falsch erkannter aber protokollierter Nutzungen konnte die Falschzuordnung auf höchstens 15 % des Volumens beschränkt werden. Durch zusätzliche, auf Erfahrung und Plausibilität basierten Korrekturen der nichtprotokollierten Nutzungen wurde die Datenqualität weiter verbessert, sodass die Quote möglicher Falschzuordnungen nun zwischen 5 und 10 % geschätzt wird.

8.2 Zusammenfassung der Wasserverbräuche in Haushalten

Die durchschnittlichen Zusammensetzungen der mittleren Haushaltswasserverbräuche sind in den nachfolgenden Abbildungen für Winter (Abbildung 121), Sommer (Abbildung 122) und im Jahresdurchschnitt (Abbildung 123) dargestellt.

Die verschiedenen Wohnformen haben im Winter kaum und im Sommer einen begrenzten Einfluss auf den Innenwasserverbrauch. Der wesentliche Verbrauchsunterschied entsteht in den Sommermonaten durch den Außenwasserverbrauch der Wohnformen mit eigenen Gärten.

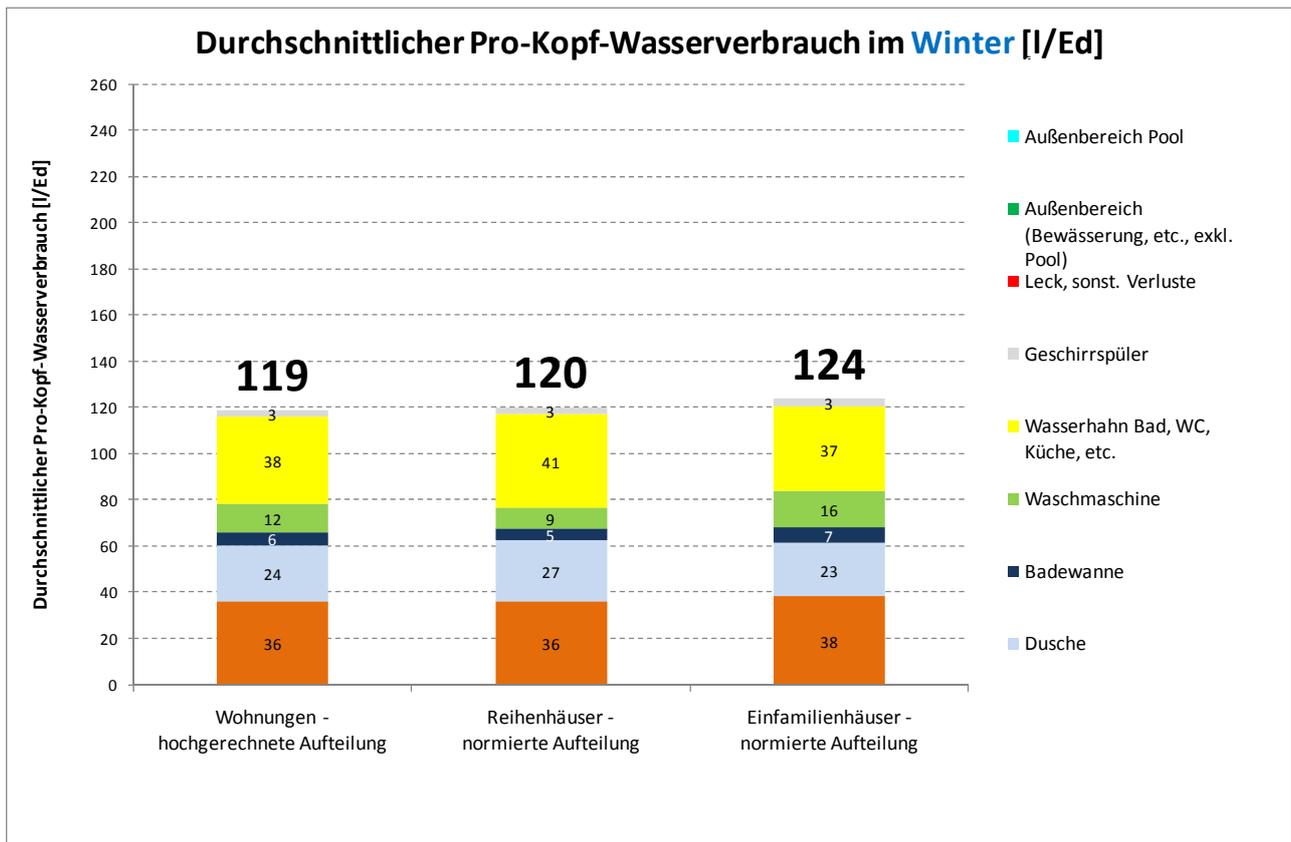


Abbildung 121: Zusammensetzung des durchschnittlichen Haushaltswasserverbrauchs nach verschiedenen Wohnformen im Winter

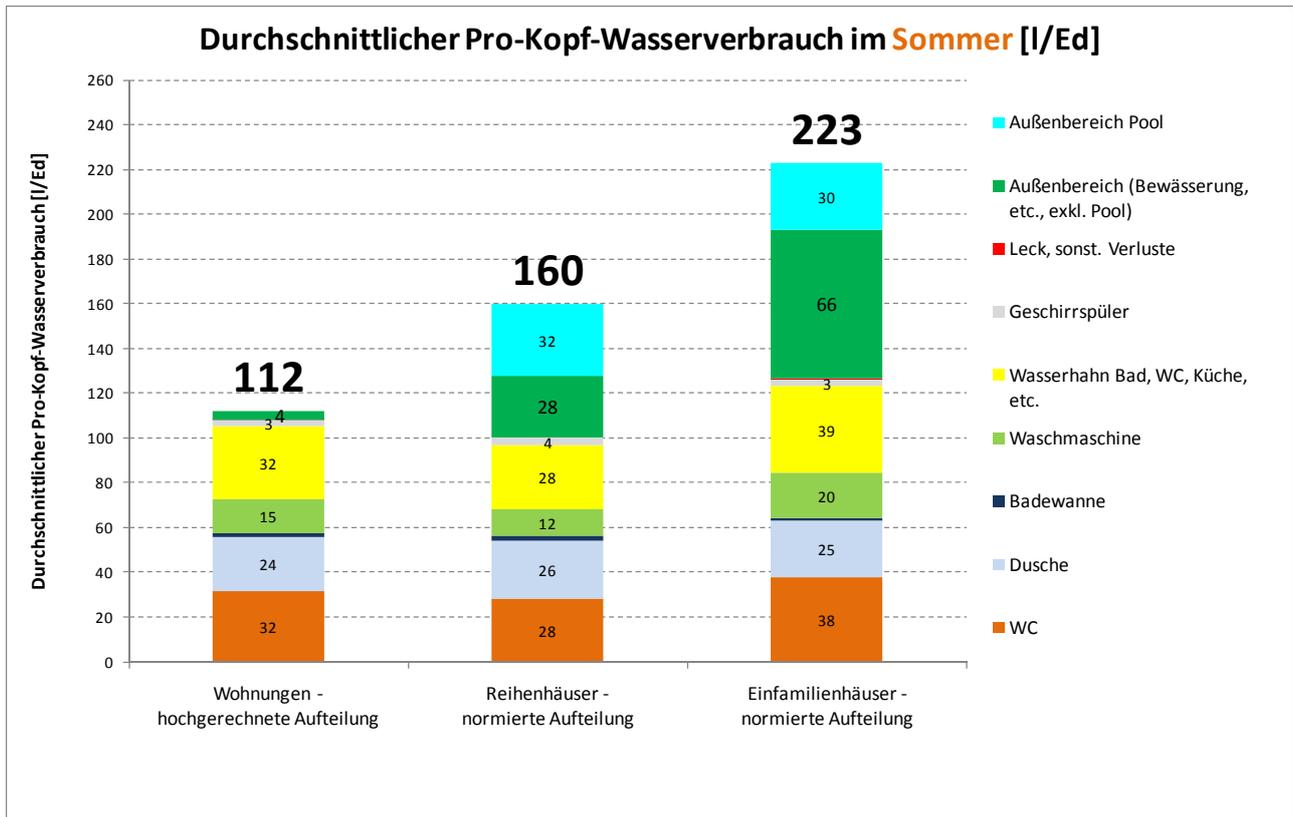


Abbildung 122: Zusammensetzung des durchschnittlichen Haushaltswasserverbrauchs nach verschiedenen Wohnformen im Sommer

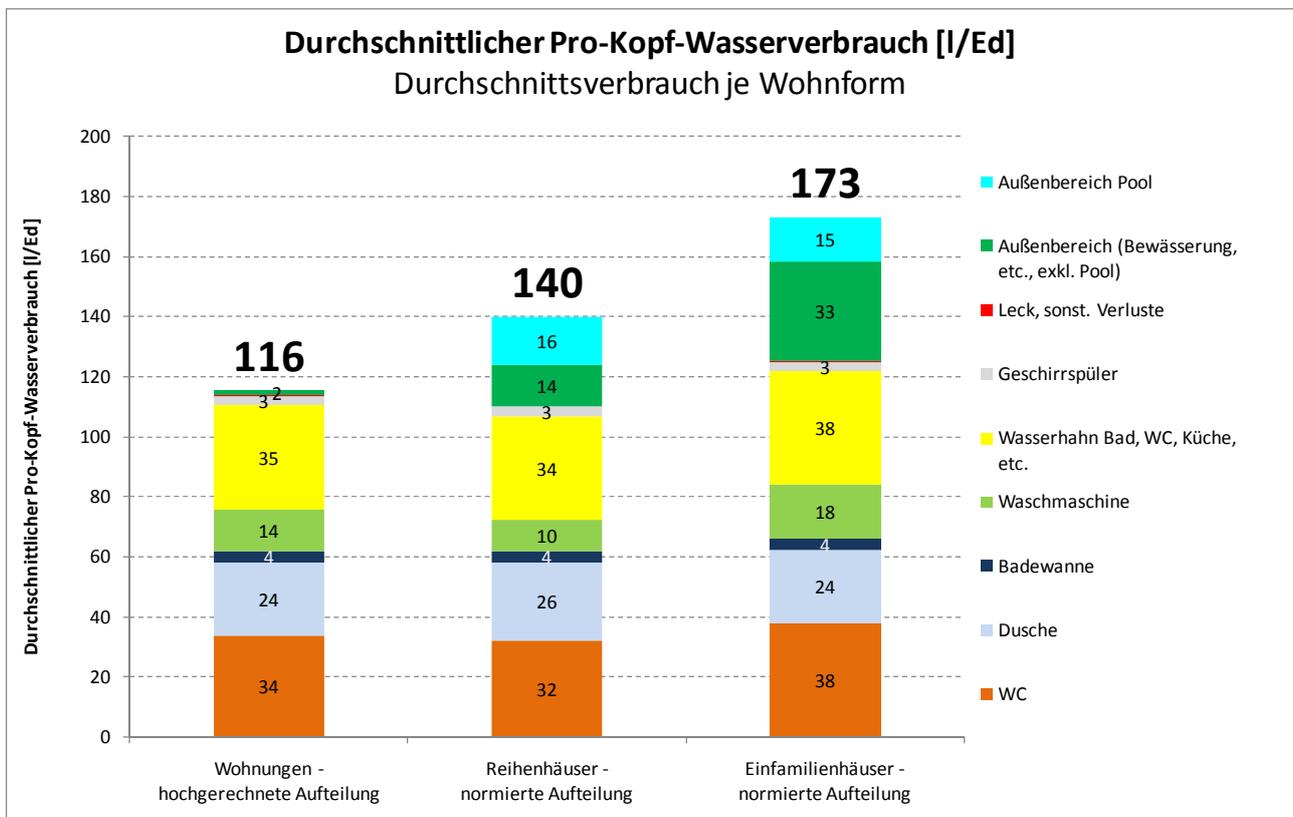


Abbildung 123: Zusammensetzung des durchschnittlichen Haushaltswasserverbrauchs nach verschiedenen Wohnformen im Jahresdurchschnitt

Hinsichtlich der zusätzlichen Eigenversorgungen bei Reihen- und Einfamilienhäusern zeigt sich, dass angefangen von der Regenwassernutzung im Garten bis hin zur Nutzung eigener Brunnen für Bewässerung, WC und Waschmaschine, im Durchschnitt ein Verbrauch von unter 90 l/Ed aus dem öffentlichen Wasserversorgungsnetz erreicht werden kann. Im Einzelfall, bei sehr hohem Grad der zusätzlichen Eigenversorgung, beträgt der mittlere Verbrauch aus der öffentlichen Wasserversorgung sogar nur rund 50 l/Ed. Die genaue Zusammensetzung zeigt Abbildung 53 in Kapitel 7.1.2.12 auf Seite 100.

8.2.1 Hochrechnung auf die durchschnittlichen Wasserverbräuche in Österreichs Haushalten

Der Bestand an Wohnungen mit Hauptwohnsitzen lag im österreichischen Durchschnitt etwa zur Hälfte in Gebäuden mit ein oder zwei Wohnungen (48,1%) und zur anderen Hälfte in größeren Wohngebäuden (51,9%). Dieses Verhältnis ist bereits über viele Jahre annähernd konstant (STATISTIK AUSTRIA, 2010c). Anhand dieser Aufteilung wurde eine Zusammensetzung der Haushaltswasserverbräuche von Einfamilien- und Reihenhäusern sowie Wohnungen jeweils für Winter, Sommer und im Jahresdurchschnitt vorgenommen. Abbildung 124 zeigt diese hochgerechneten, nutzungsbezogenen Anteile des Wasserverbrauchs in österreichischen Privathaushalten.

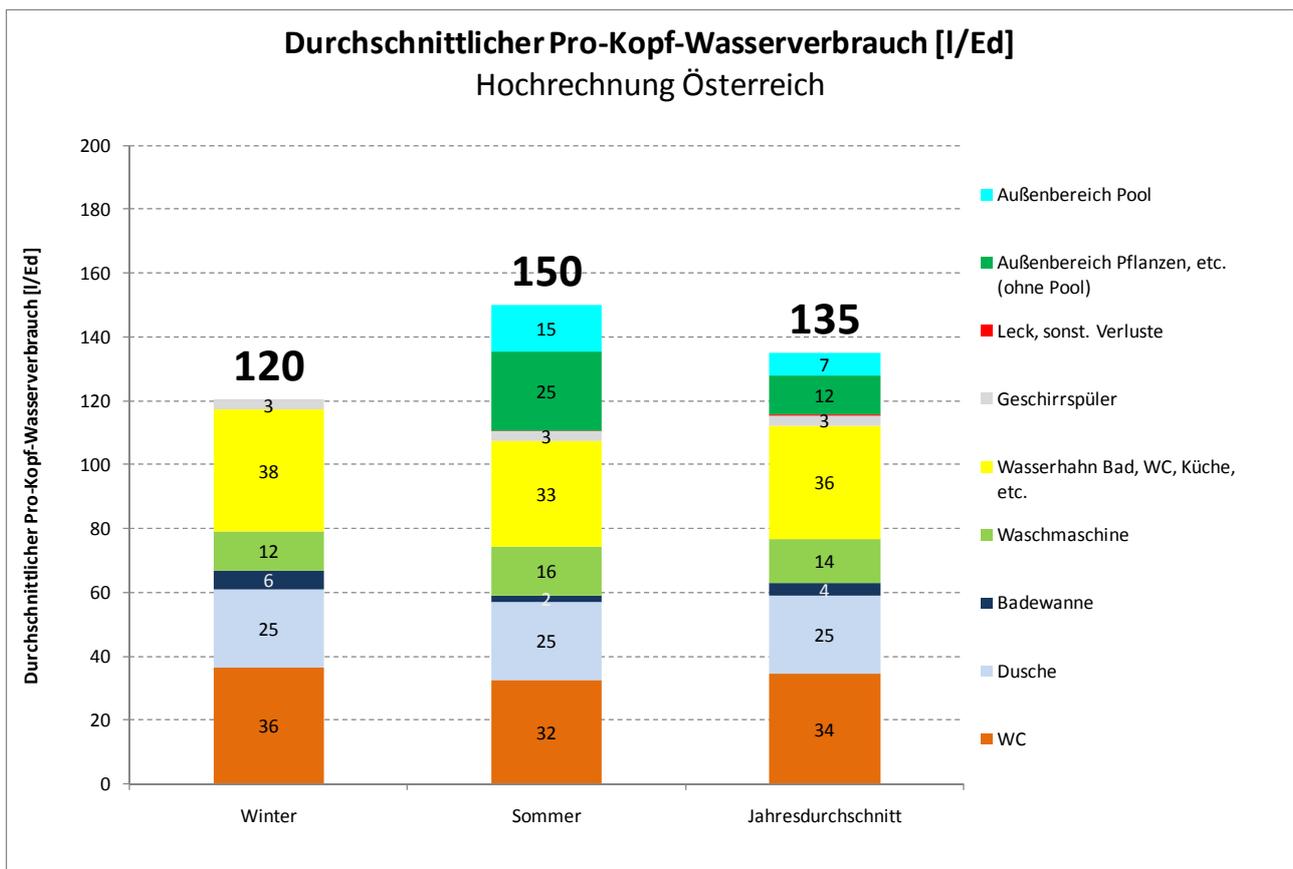


Abbildung 124: Hochrechnung des nutzungsbezogenen Haushaltswasserverbrauchs in Österreich für Sommer, Winter und Jahresdurchschnitt

Die Wassernutzungen im Außenbereich stammen dabei fast ausschließlich von Haushalten mit Gärten. Die mit der Temperatur steigenden Außenwasserverbräuche sind auch wesentlich für die Verbrauchsspitzen verantwortlich, während der durchschnittliche Innenwasserverbrauch im Sommer, durch die Urlaubszeit, sogar geringer ist als im Winter.

Gegenüber vergleichbaren früheren Studien wurde in den Privathaushalten ein niedrigerer Wasserverbrauch vor allem für die Dusche und teilweise auch für das WC, die Waschmaschine sowie den Geschirrspüler festgestellt, wobei letzterer kaum ins Gewicht fällt. Am Wasserhahn konnten gegenüber zahlreichen Literaturangaben teilweise deutlich höhere Nutzungsmengen festgestellt werden. Die Plausibilität dieser hohen Werte bestätigt eine Schweizer Studie (GAILLE, 1999), in der Mengenummessungen an allen Zapfstellen durchgeführt wurden. An der ohnehin schon geringen Wassermenge für die Badewanne hat sich wenig verändert.

Neuesten Erhebungen des ÖVGW-Projekts zur effizienten Energienutzung im Jahr 2011 zufolge, hat sich derzeit ein durchschnittlicher Pro-Kopf-Verbrauch (Abgabe an Verbraucher inkl. Gewerbe und Industrie) von rund 165 l/Ed eingestellt.

Gemeinsam mit der österreichweiten Hochrechnung des durchschnittlichen Haushaltswasserverbrauchs und den durchschnittlichen Anteilen für die Aufteilung der Verluste und unentgeltlichen Abgaben aus den ÖVGW-Benchmarking-Projekten der Jahre 2004 und 2007 sowie dem ÖVGW-Projekt zur effizienten Energienutzung lässt sich eine durchschnittliche mengenmäßige Zusammensetzung aller Wasserverbräuche zeichnen (siehe Abbildung 125).

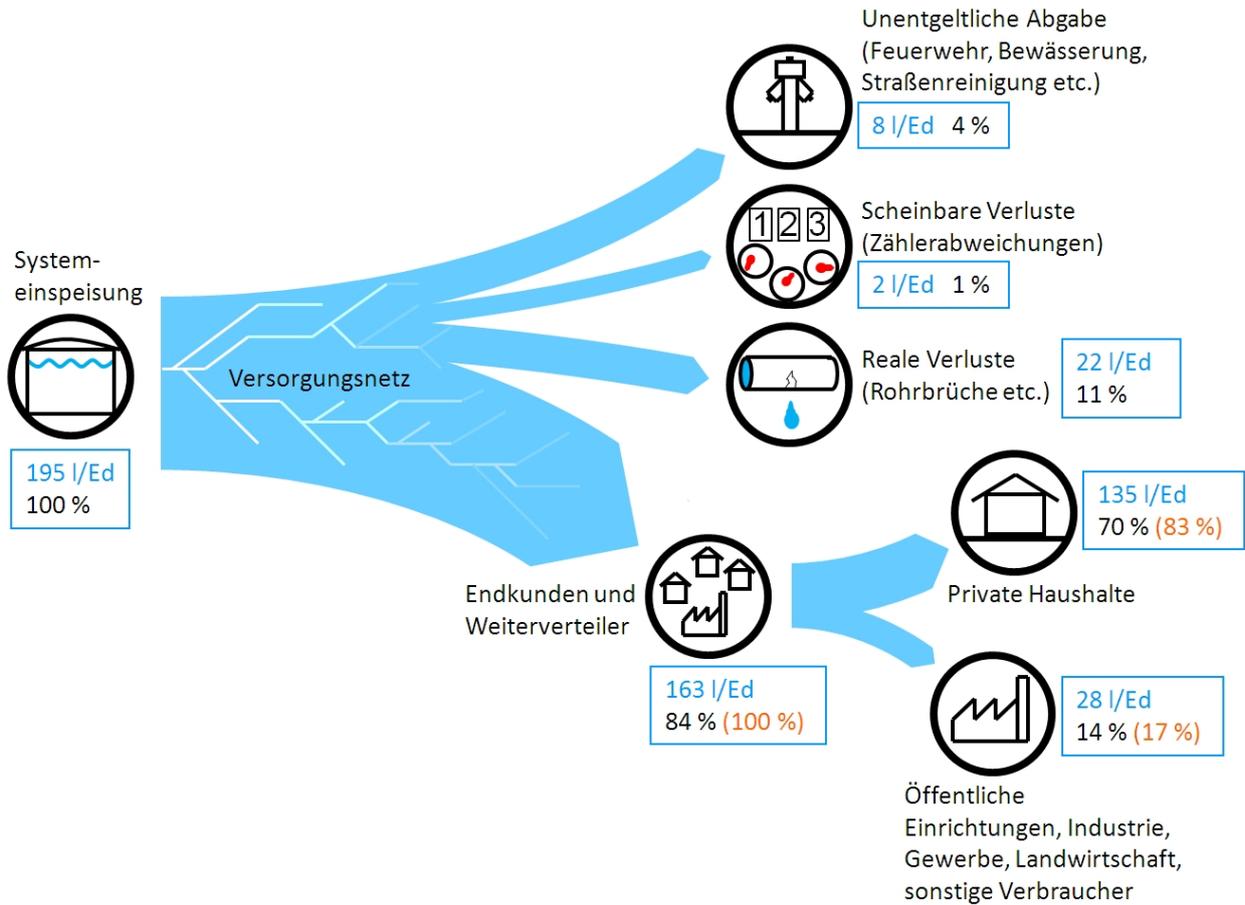


Abbildung 125: Durchschnittliche Anteile an der Systemeinspeisung (Quelle: Erhebungen des gegenständlichen Forschungsprojekts, ÖVGW-Projekt Energieeffizienz sowie ÖVGW-Benchmarking 2004 und 2007)

8.3 Nutzungsbezogene Verbrauchsmengen und Verbraucherverhalten

Anm.: Alle Analysen der nutzungsdifferenzierten Verbrauchsanteile dieses Kapitels betreffen ausschließlich die Detailhaushalte (Reihenhäuser und Einfamilienhäuser) und können daher geringfügig von der Österreich-Hochrechnung abweichen. Haushalte mit zusätzlichen Eigenversorgungen sind für die von der Eigenversorgung betroffene Nutzungsart nicht berücksichtigt.

Abbildung 126 gibt einen Überblick über alle gemessenen, nutzungsbezogenen Verbrauchsmengen aller Haushalte. Es wird dabei in Haushalte mit ausschließlicher Versorgung durch das WVU inkl. Haushalten mit zusätzlicher Eigenwasserversorgung (Regennutzung oder Brunnen) im Außenbereich und jene Haushalte mit zusätzlicher Eigenwasserversorgung für den Außen- und Innenbereich unterschieden. Letztere Haushalte sind in der Abbildung mit einem * gekennzeichnet.

Die extreme Bandbreite des durchschnittlichen Wasserverbrauchs in den Haushalten sowie die sehr unterschiedlichen Verbräuche einzelner Nutzungen gehen deutlich hervor. Auffällig ist, dass nur rund die Hälfte aller Haushalte eine Außenwassernutzung aufweisen. Grund dafür sind zum Großteil die existierenden Eigenwasserversorgungen oder Regenwassernutzung, aber auch, dass in manchen Haushalten in den Kurzzeitmessperioden im Sommer keine Außenwassernutzung aufgetreten ist. Um diesem Umstand zu begegnen, wurden zumindest die etwaigen Wasserverbräuche für Swimmingpoolfüllungen aliquotiert auf das Sommerhalbjahr umgerechnet.

Tabelle 33 zeigt eine Zusammenfassung der Mittelwerte des spezifischen Wasserverbrauchs je Nutzung und die jeweilige Nutzungshäufigkeit pro Person im Winter, im Sommer und im Jahresdurchschnitt.

In Tabelle 34 sind alle bekannten und vermuteten Einflussfaktoren auf den Wasserverbrauch in Privathaushalten zusammengefasst.

Tabelle 35 zeigt, welche Einflussfaktoren auf die unterschiedlichen Wassernutzungen in den Haushalten tatsächlich Einfluss ausüben und wie stark dieser ist.

In den nachfolgenden Kapiteln ist jede Nutzungsart von Wasser in Privathaushalten im Detail dargestellt und die Wirkungsweise der wichtigsten Einflussfaktoren beschrieben.

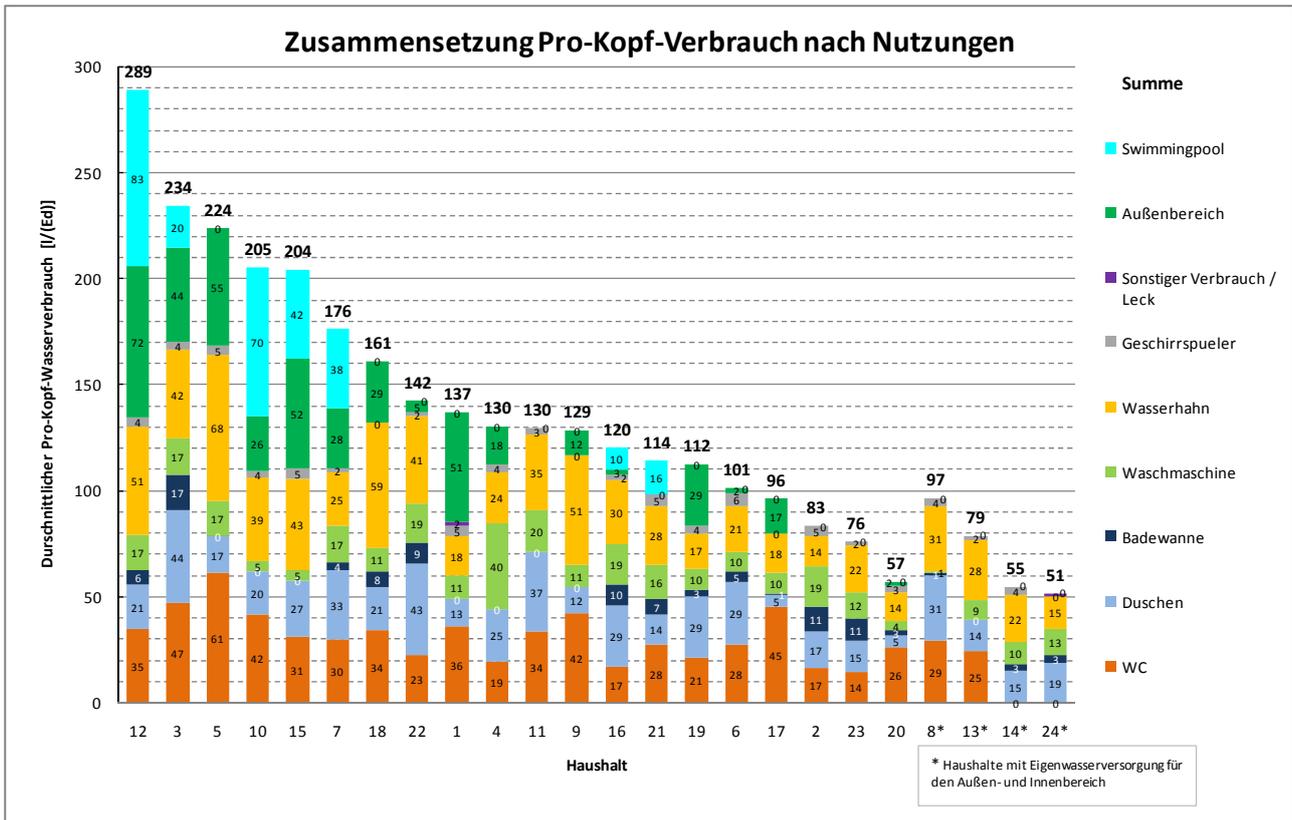


Abbildung 126: Zusammensetzung der Nutzungen aller Detailhaushalte

Tabelle 33: Zusammenfassung der spezifischen Verbrauchsmengen und der Nutzungshäufigkeit pro Peron und Tag

Mittelwerte	WC	Dusche	Badewanne	Waschmaschine	Wasserhahn	Geschirrspüler	Außenbereich
I/Einzelnutzung Winter	5,6	37	72	43	1,8	16,2	0
I/Einzelnutzung Sommer	6,1	36	80	45	1,6	16,4	85
I/Einzelnutzung Jahresdurchschnitt	5,9	36	76	44	1,7	16,3	85
Nutzungshäufigkeit Winter	6,1	0,6	0,04	0,3	19	0,25	0,0
Nutzungshäufigkeit Sommer	6,0	0,7	0,03	0,4	22	0,25	1,5
Nutzungshäufigkeit Jahresdurchschnitt	6,1	0,7	0,03	0,4	21	0,25	0,8

Tabelle 34: Beschreibung der Einflussfaktoren

Wohnform und Grundstücksgröße	Wohnform und Gartengröße sind ähnlich zu sehen: Wohnungen haben üblicherweise keinen oder nur einen sehr kleinen Außenbereich; Reihenhäuser meist bis zu 400 m ² und Einfamilienhäuser auch deutlich größere Grundstücke.
Haushaltsgröße	Personen die gemeinsam im Haushalt leben
Alter d. Bewohner	Durchschnittliches Alter aller Bewohner eines Haushaltes
Kinder im Haus	Es wird zwischen Kindern von 2 bis 12 Jahren und Jugendlichen von 12 bis 18 Jahren unterschieden.
Wohnfläche	Es wird die spezifische Wohnfläche je Bewohner betrachtet
Wohngebiet	Ländlicher oder städtischer Raum
Ausstattung	Geschirrspüler und Waschmaschine sowie Alter der Geräte, Art des Spülkastens bzw. Wassersparsystem, Bauart der Armaturen sowie zusätzliche Ausstattungen mit Sauna oder Pool.
Wasserpreis	Nur die Einschätzung des Konsumenten ist von Bedeutung (kann vom tatsächlichen Wasserpreis abweichend sein)
Einkommen	Haushaltsnettoeinkommen
Anwesenheit	Der Anteil der Anwesenheit bezieht sich auf die aktive Tageszeit: unter 65 %: von Vollzeit-Berufstätigkeit dominiert 65 % bis 85 %: durchschnittlich halbtags außer Haus über 85 %: Anwesenheit im Haushalt dominiert
Bildung	Gesamtbewertung als Durchschnitt der erwachsenen Haushaltsbewohner: unter Maturaniveau oder vergleichbarem Abschluss (1) mit Matura oder vergleichbarem Abschluss (HTL, HAK, Meisterprüfung) (2) mit akademischem Abschluss (3)
Sparsamkeit	Nutzerverhalten nach Angaben der eigenen Einschätzung der Haushaltsbewohner (standardisierte Liste mit 7 Verhaltensfragen als Grundlage für die Berechnung – siehe Fragebogen im Anhang)
Baujahr	Es wird das Baujahr oder der Zeitpunkt der letzten Renovierung eines Wohnobjekts betrachtet
Wasserversorgung	Nur WVU oder zusätzliche Eigenversorgung durch Brunnen oder Regenwassernutzung
Wasserdruck	Gemessen an einer Entnahmestelle im Haushalt
Klimazonen	Pannonisches Klima, Übergangsklima, Alpines / Subalpines Klima (kein Messhaushalt in der illyrischen Klimazone vorhanden)
Temperatur	Mittlere Tagestemperatur
Niederschlag	Tagesniederschlagsmengen in mm
Trockenperioden	Dauer von Trockenperioden in Tagen
Wochentage	Werktage (Mo-Fr), Wochenende und Feiertage
Jahreszeit	Sommermonate / warme Jahreszeit (April – Sept.) bzw. Wintermonate / kalte Jahreszeit (Okt. – März)

Tabelle 35: Übersicht der Einflüsse auf den nutzungsbezogenen Wasserverbrauch

Einflussfaktoren	WC	Dusche	Bade- wanne	Wasch- maschi- ne	Wasser- hahn	Geschirr- spüler	Außen- bereich (ohne P.)	Pool
Wohnform	o	-	-	o	-	-	+	-
Grundstücksgröße	o	o	o	-	o	-	+	+
Haushaltsgröße	-	-	-	o	o	-	+	+
Alter d. Bewohner	o	+	o	o	o	-	+	o
Kinder im Haus	+	+	o	o	o	-	o	o
Wohnfläche	o	+	o	-	o	o	+	o
Wohngebiet	-	-	o	-	-	-	o	o
Ausstattung	o	o	o	+	o	o	o	o
Wasserpreis	-	-	-	-	-	-	o	o
Einkommen	o	o	o	-	o	-	o	o
Anwesenheit	o	+	o	o	o	o	+	+
Bildung	-	-	-	-	-	-	o	o
Sparsamkeit	o	+	o	-	-	o	-	o
Baujahr	+	o	o	-	o	o	+	-
Wasserversorgung	o	-	-	-	-	-	+	o
Wasserdruck	-	-	-	-	o	-	-	-
Klimazonen	-	-	-	-	-	-	o	o
Temperatur	o	o	+	-	-	-	+	+
Niederschlag	-	o	-	-	-	-	+	o
Trockenperioden	-	-	-	-	-	-	+	o
Wochentage	-	o	+	+	-	-	o	+
Jahreszeit	-	+	+	+	-	-	+	+

- ... kein Einfluss

o ... leichter oder nur teilweiser Einfluss bzw. Umwegeinfluss durch anderen Einflussparameter

+ ... deutlicher Einfluss

8.3.1 WC

Abbildung 127 zeigt das durchschnittliche Verbraucherverhalten und die spezifischen Verbrauchsmengen für die WC-Spülung. Dabei sind nur jene Haushalte berücksichtigt, die keine ungemessene Eigenversorgungen für das WC nutzen.

Im **Durchschnitt** wird das WC im Haushalt von jedem Bewohner rund **6-mal pro Tag** benutzt.

Die **höchste** durchschnittliche **Nutzungshäufigkeit** von rund 10-mal pro Person und Tag wurde in einem Haushalt gemessen, deren Bewohner sich bereits in Pension befinden (Durchschnittsalter 65 Jahre) und die eine hohe Anwesenheitsdauer im Haushalt haben (geschätzt 95 % der aktiven Zeit). Die **geringste Nutzungshäufigkeit** von rund 3-mal pro Person und Tag wurde in Haushalten gemessen, deren Bewohner Vollzeitberufstätig bzw. Vollzeit- und Teilzeitberufstätig sind.

Der **maximale Verbrauch** je Nutzung beträgt im Durchschnitt 9,8 Liter pro Spülung und stammt aus einem Haushalt in dem es keinen Spülstop bzw. kein Kleinmengensystem am WC gibt. Der **niedrigste Verbrauch** je Nutzung beträgt 3,3 Liter pro Spülung und wurde in einem Haushalt gemessen, in dem kein Spülkasten, sondern einen Druckspüler installiert ist. Die Nutzungshäufigkeit in diesem Haushalt liegt mit 5,9-mal pro Person und Tag im Durchschnitt. Das bedeutet, dass bei der Nutzung des Druckspülers mit dem geringen Verbrauch dennoch kein mehrmaliges Spülen nötig ist.

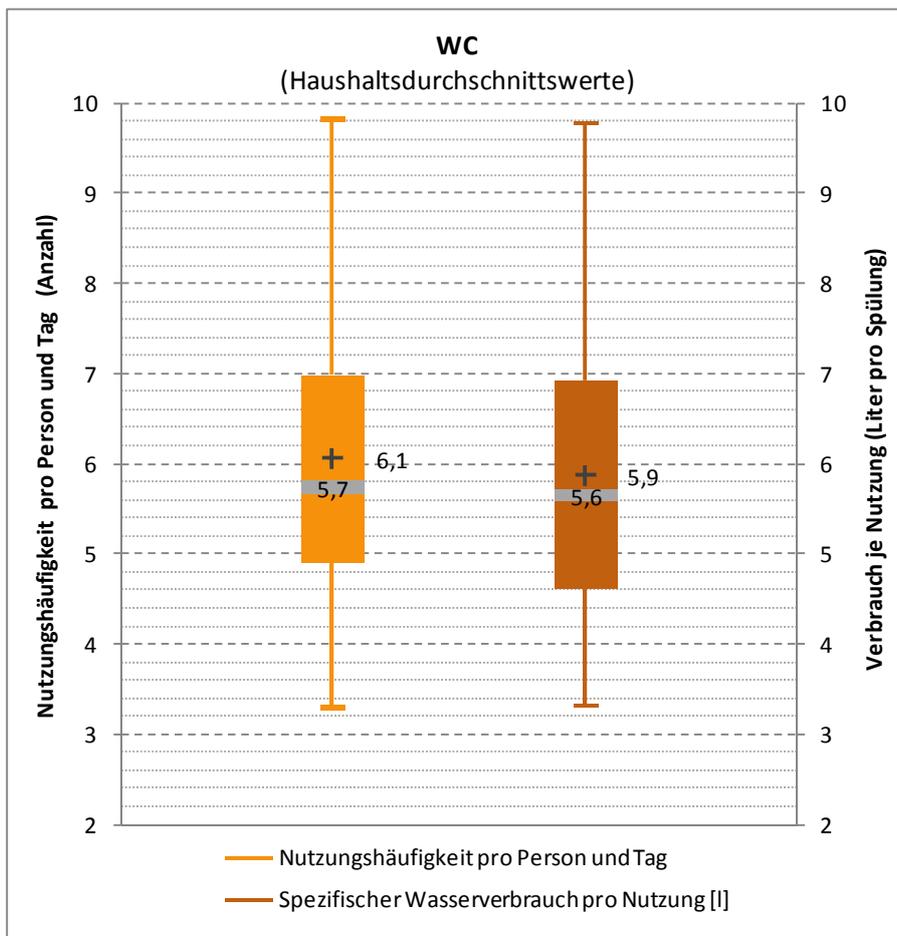


Abbildung 127: WC - Verbraucherverhalten und Verbrauchsmengen

Einflussfaktoren auf den Verbrauch für die WC-Spülung:

- Baujahr bzw. Jahr der Renovierung: Ältere Häuser haben einen höheren Verbrauch beim WC. Die Ursache dafür ist nicht das Verbraucherverhalten, sondern höhere Verbrauchsmengen je Nutzung. Dies weist auf ältere, größere Spülkästen in älteren Häusern hin (Abbildung 128 – links oben).
- Mit steigendem Durchschnittsalter der Haushaltsbewohner zeigen sowohl der spezifische Verbrauch (Korrelation: ältere Menschen – ältere Häuser – größere Spülkästen) als auch die Nutzungshäufigkeit (Korrelation ältere Menschen – höhere Anwesenheit im Haushalt – häufigere Nutzung) einen leichten, aber statistisch nicht signifikanten Anstieg (Abbildung 128 – rechts oben).
- Die konsequente Verwendung von Spülstop oder Kleinmengensystemen senkt den spezifischen Verbrauch je Spülung merklich (Abbildung 128 – links unten). Die Nutzungshäufigkeit bleibt dadurch natürlich unbeeinflusst.
- Die Nutzungsmengen für das WC sind von der Tagestemperatur so gut wie unbeeinflusst (Abbildung 128 – rechts unten).
- Kinder im Haushalt zeigen sowohl für die Nutzungshäufigkeit als auch für den spezifischen Verbrauch je Nutzung einen leichten, statistisch aber nicht signifikanten Rückgang. Ursachen dafür dürften einerseits Abwesenheit durch Kindergarten und Schule sowie andererseits wieder der Zusammenhang sein, dass Familien mit Kindern in neueren Häusern leben und diese kleinere Spülkästen aufweisen (ohne Abbildung).

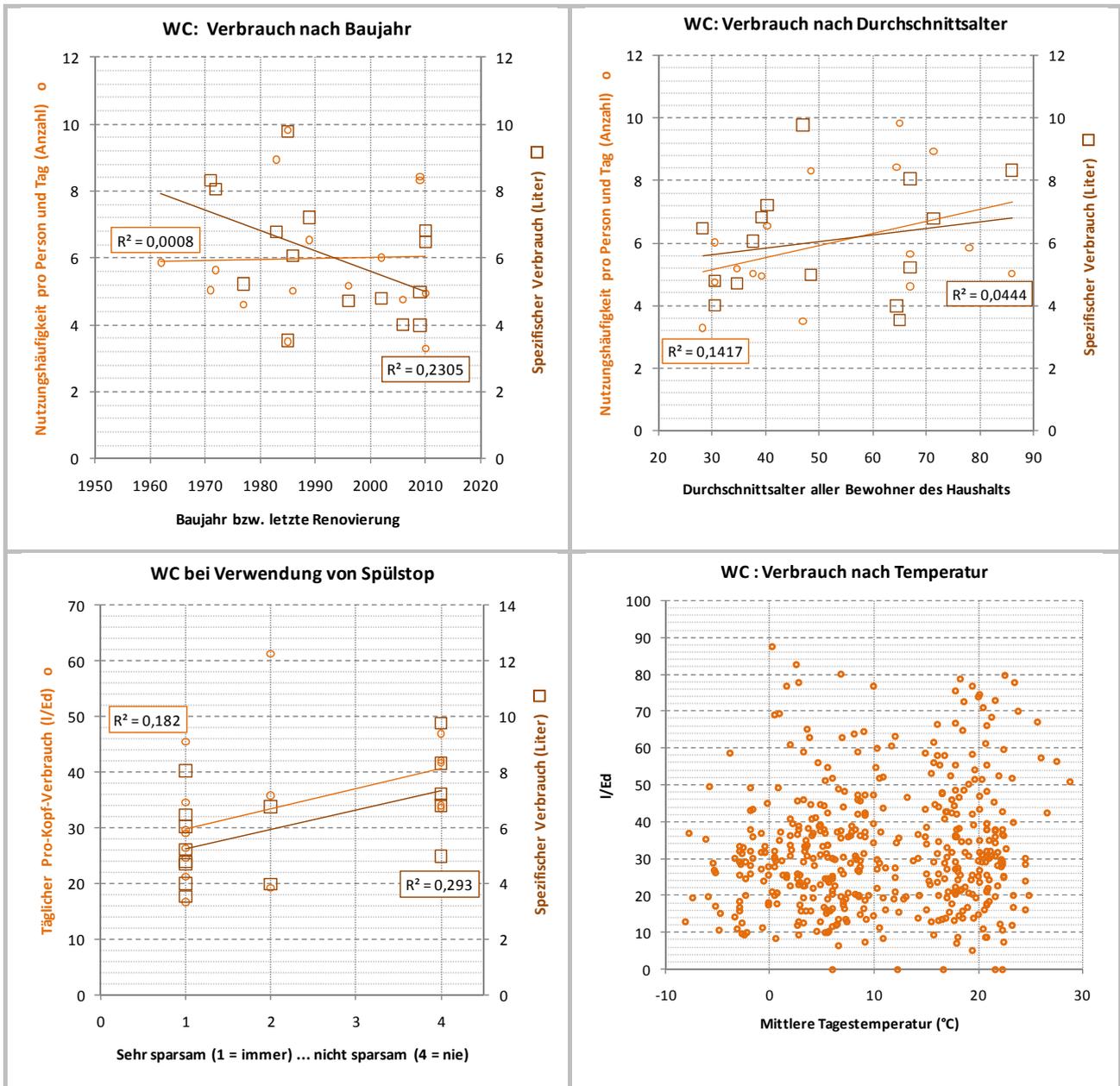


Abbildung 128: WC - Einflussfaktoren auf Nutzungshäufigkeit und spezifischen Verbrauch

Tabelle 36 zeigt eine Zusammenfassung und den Vergleich der Ergebnisse mit Literaturdaten. Es zeigt sich, dass die im Zuge der gegenständlichen Untersuchungen erhobenen Messergebnisse für die Wasserverwendung am WC sehr gut mit den Literaturdaten des EU-Raumes übereinstimmen. Werte aus den USA und Australien weisen abweichende Nutzungshäufigkeiten (seltener) und höhere spezifische Spülmengen auf, wobei im Endeffekt aber fast der gleiche Pro-Kopf-Verbrauch gemessen wurde.

Tabelle 36: WC - Zusammenfassung und den Vergleich der Ergebnisse mit Literaturdaten.

Wasserverbrauchsdaten WC	Zusammenfassung der Literaturwerte						Messergebnisse		
	EU			USA und Australien			Österreich		
Nutzerverhalten und spezifische Mengen	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min ^{**)}	Mittel ^{*)}	Max
Pro-Kopf-Verbrauch (l/Ed)	32	32	59	22	36	70	19	34^{*)}	60
Verwendungshäufigkeit - Spülungen pro Person und Tag	-	6,3	-	4,2	4,6	5,1	3,2	6,0	9,8
spezifische Mengen pro Spülung (l)	3,0	5,9	7,1	6,5	7,6	15,5	3,1	5,9	9,9

^{*)} Wert laut Hochrechnung (Haushaltsdurchschnitt); vgl.: Volumsdurchschnitt der Messwerte 36 l/Ed)

^{**)} Nullverbräuche im Falle von Eigenwasserversorgung für das WC nicht berücksichtigt

8.3.2 Dusche und Badewanne

Abbildung 129 zeigt die Nutzungshäufigkeit, die spezifischen Verbrauchsmengen und die Dauer verschiedener Duschnutzung. Die Dusche wird im **Durchschnitt 0,7-mal pro Tag** genutzt. Die **maximale Nutzungshäufigkeit** eines Haushaltes beträgt durchschnittlich knapp 1,5-mal pro Person und Tag.

Die **geringste Nutzungshäufigkeit** von 0,3-mal pro Person und Tag wurde in einem Haushalt mit zwei in Pension befindlichen Personen gemessen. Berufstätige Personen nutzen die Dusche hingegen annähernd täglich.

Der **maximale Durchschnittsverbrauch** je Nutzung von rund 75 Liter pro Duschnutzung konnte in einem Vierpersonenhaushalt mit zwei Jugendlichen gemessen werden.

Der **niedrigste Durchschnittsverbrauch** von 15 Liter pro Nutzung wurde in einem Einpersonenhaushalt einer vollzeitberufstätigen Person gemessen, die nach eigenen Angaben sehr sparsam bei der Duschnutzung ist und das Wasser zwischendurch immer wieder abdreht. Der durchschnittliche Verbrauch einer Duschnutzung beträgt 36 Liter.

Die **maximale Dauer** von 8,4 Minuten wurde in einem Zweipersonenhaushalt aufgezeichnet. Beide Personen sind berufstätig, wobei eine Person nach eigenen Angaben sparsam bei der Duschnutzung ist, die andere Person nicht. Der Vierpersonenhaushalt mit zwei Jugendlichen weist eine durchschnittliche Dauer von 8,0 Minuten auf.

Die **geringste Dushdauer** von 2,2 Minuten weist jener Einpersonenhaushalt auf, der auch gleichzeitig den geringsten Verbrauch je Nutzung hatte.

Der **Durchfluss** liegt in den meisten Fällen bei 7 bis 8 Litern pro Minute. Der Minimalwert beträgt 4, der Maximalwert 12 Liter pro Minute. Auffällig ist, dass gerade bei der niedrigsten Durchflussmenge auch die höchste durchschnittliche Dauer auftritt, während beim höchsten Durchfluss eine der kürzesten Duschkauern verzeichnet wurde.

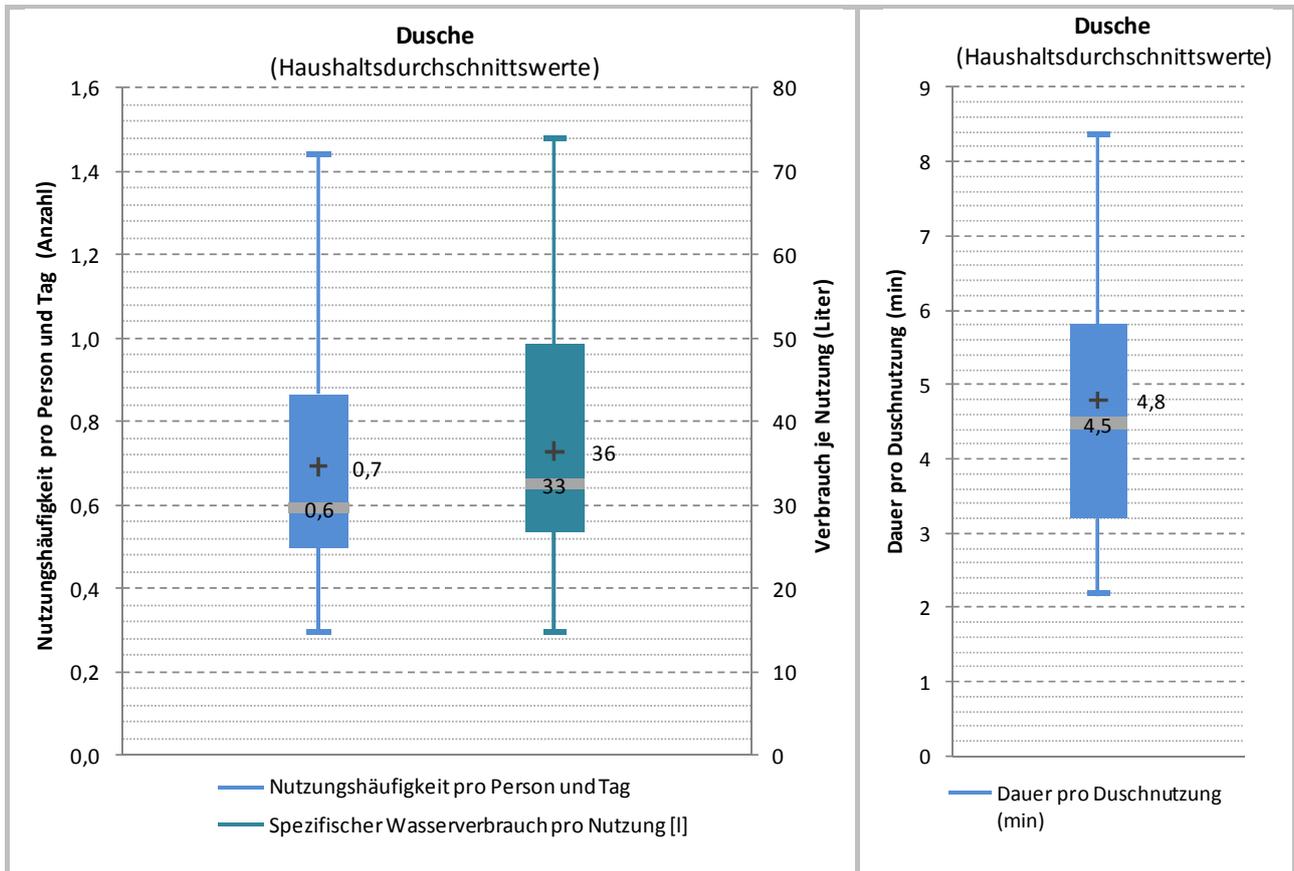


Abbildung 129: Dusche - Verbraucherverhalten und Verbrauchsmengen

Abbildung 130 zeigt die Nutzungshäufigkeit und die spezifischen Verbrauchsmengen für die Badewanne. Genutzt wird die Badewanne **durchschnittlich nur alle 5 Wochen** pro Person, wobei dann rund **76 Liter** verwendet werden. In mindestens einem Viertel aller Haushalte wird gar nicht gebadet, sondern nur geduscht. Andererseits gibt es natürlich Haushalte, in denen die Badewanne mindestens ein Mal pro Woche und pro Person verwendet wird.

Auch die Nutzungsmengen sind sehr unterschiedlich und reichen von rund 35 bis 110 Litern für ein Bad.

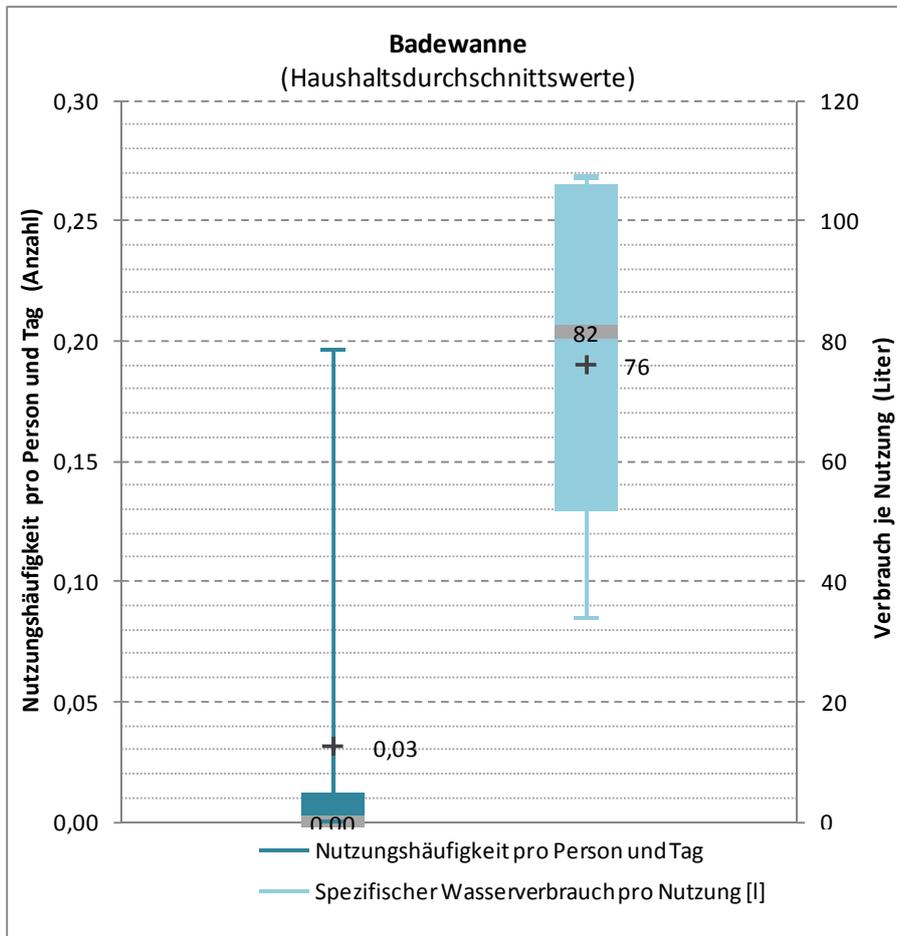


Abbildung 130: Badewanne - Verbraucherverhalten und Verbrauchsmengen

Einflussfaktoren auf den Verbrauch in Dusche und Badewanne sind:

- Mit steigendem Alter der Bewohner sinken sowohl die Nutzungshäufigkeit als auch die Dauer und der insgesamt Verbrauch je Nutzung in der Dusche (Abbildung 131 - links). Der gleiche Effekt ist auch mit zunehmender Anwesenheit im Haushalt beobachtbar (ohne Abbildung). Grund dafür ist, dass ältere Personen eher in Pension als berufstätig sind und damit eine höhere Anwesenheit im Haushalt haben. Aus den gleichen Gründen zeigt auch das Baujahr bzw. die letzte Renovierung eines Hauses einen Einfluss auf das Duschverhalten. In neueren Häusern wohnen vermehrt jüngere und berufstätige Personen.
- Die Nutzungshäufigkeit der Dusche steigt in den Sommermonaten mit der Temperatur auf durchschnittlich über 1 x pro Person und Tag an (Abbildung 131 - rechts), wobei die Nutzungsdauer gleichzeitig ganz leicht zurückgeht (ohne Abbildung). Der Zusammenhang ist wegen der weiten Streuung zwar statistisch nicht signifikant, kann aber anhand der Einzelwerte durchaus nachvollzogen werden. Insgesamt steigt der tägliche Pro-Kopf-Verbrauch für das Duschen bei höheren Temperaturen dadurch an.
- Haushalte mit Kindern (bis 12 Jahre) und speziell Haushalte mit Jugendlichen (bis 18 Jahre) verbrauchen mit 60 bis 75 Litern insgesamt deutlich größere Mengen je Duschnutzung. Die Ursache liegt in der durchschnittlich höheren Nutzungsdauer (Abbildung 132 - links).
- Die Wohnfläche je Bewohner zeigt zwar keinen Einfluss auf die Nutzungshäufigkeit, sehr wohl aber auf den spezifischen Verbrauch je Nutzung. Der sinkende Verbrauch je Nutzung mit steigender

Wohnfläche liegt im Wesentlichen daran, dass ältere Menschen mehr Fläche pro Person zur Verfügung haben und gerade diese besonderes sparsam beim Duschen sind (Abbildung 132 - rechts).

- Bei geringerem Durchfluss am Duschkopf steigt das Bedürfnis eher länger zu duschen (ohne Abbildung). Insgesamt ergibt sich durch einen geringen Durchfluss am Duschkopf aber dennoch ein geringerer Gesamtverbrauch (Abbildung 133 - rechts).
- Ein zunehmend sparsames Verhalten in der Dusche hat zwar weder Einfluss auf die Nutzungshäufigkeit noch auf den Durchfluss, die Dauer pro Duschnutzung wird aber kürzer, wodurch der Verbrauch je Nutzung insgesamt sinkt (Abbildung 133 - links).
- Die Badewanne wird in den Wintermonaten deutlich öfter verwendet als in den Sommermonaten. Eine dementsprechende Abhängigkeit von der Außentemperatur ist ebenso feststellbar. Außerdem wird an Sonn- und Feiertagen erheblich öfter gebadet. Der durchschnittliche Wasserverbrauch je Badfüllung ändert sich hingegen kaum.

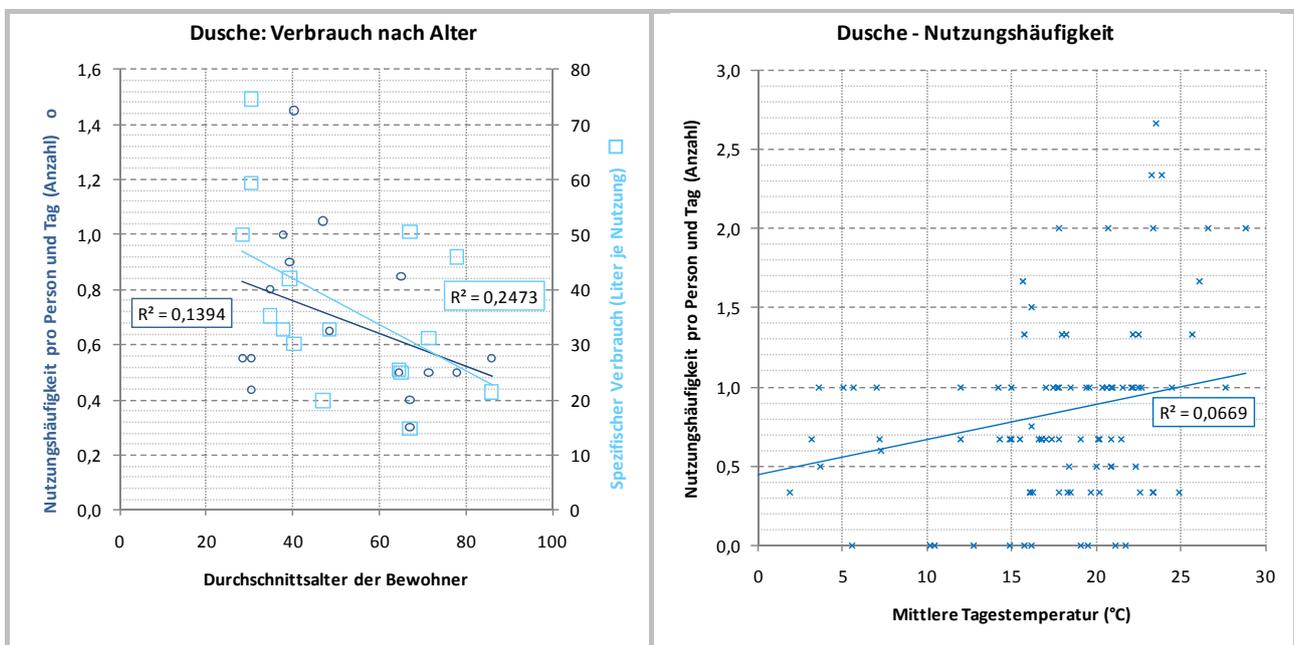


Abbildung 131: Dusche – Einfluss des Alters der Haushaltsbewohner auf Nutzungshäufigkeit und spezifischen Verbrauch (links) sowie Einfluss der Temperatur auf die Nutzungshäufigkeit (rechts)

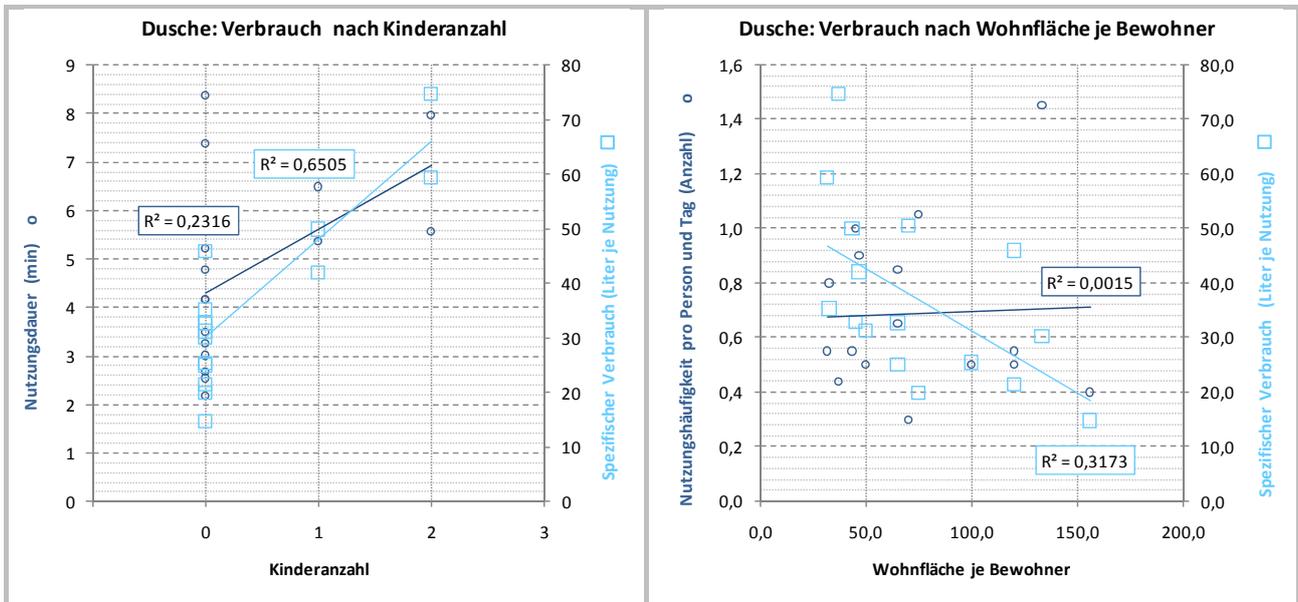


Abbildung 132: Dusche – Einfluss Kinderzahl und Wohnfläche

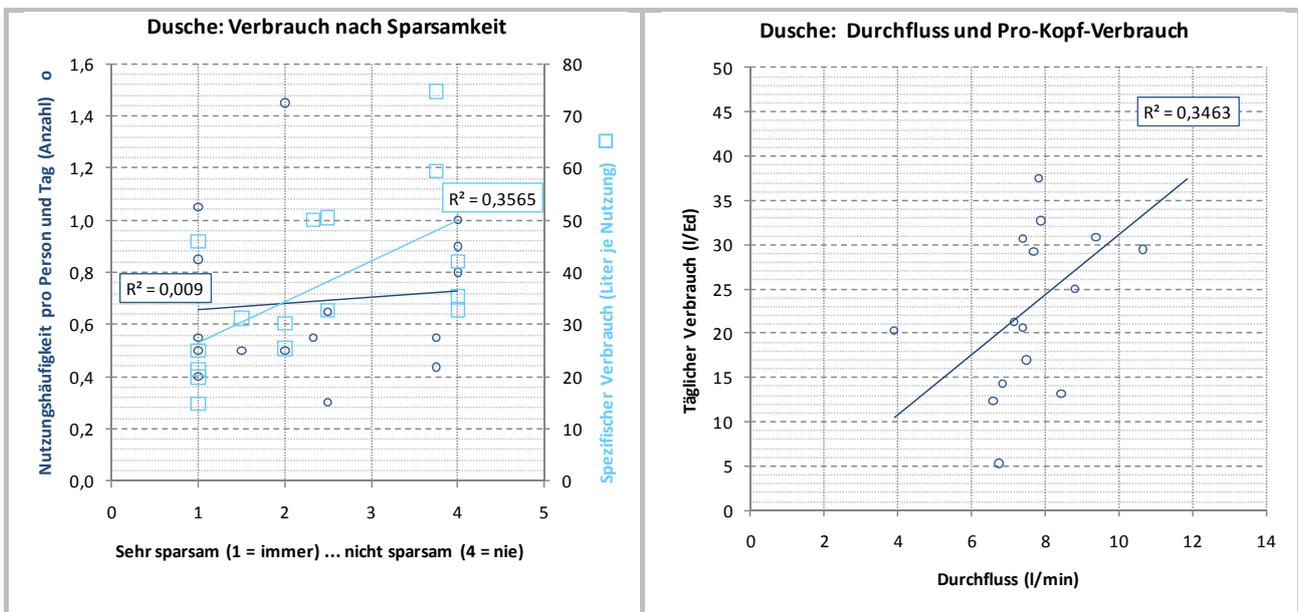


Abbildung 133: Dusche – Einfluss Sparsamkeit auf Nutzungshäufigkeit und spezifischen Verbrauch (links) und Pro-Kopf-Verbrauch in Abhängigkeit des Durchflusses (rechts)

Tabelle 37 zeigt eine Zusammenfassung und den Vergleich der Ergebnisse mit Literaturdaten.

Es zeigt sich, dass die im Zuge der gegenständlichen Untersuchungen erhobenen Messergebnisse für die Wasserverwendung Dusche gut mit den Literaturdaten des EU-Raumes übereinstimmen.

Der minimale Pro-Kopf-Verbrauch von 5 Litern sowie die geringe Nutzungsdauer von 2,5 Minuten bei den österreichischen Messergebnissen kommen von einem Einpersonenhaushalt mit besonders sparsamer Duschnutzung.

Tabelle 37: Dusche - Zusammenfassung und den Vergleich der Ergebnisse mit Literaturdaten

Wasserverbrauchsdaten Dusche und Badewanne	Zusammenfassung der Literaturwerte						Messergebnisse		
	EU			USA und Australien			Österreich		
Nutzerverhalten und spezifische Mengen	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min ^{**})	Mittel	Max
Dusche - Pro-Kopf-Verbrauch (l/Ed)	32	47	80	44	47	51	5	25*)	44
Dusche – Häufigkeit Duschen pro Person und Tag	-	0,8	-	-	0,76	-	0,3	0,7	1,4
Dusche- spezifische Mengen pro Duschnutzung (l)	40	52	80	65	66	67	15	36	74
Dusche - Dauer pro Duschnutzung (min)	-	7,9	-	-	7,7	-	2,5	4,8	8,4
Dusche- Durchfluss (l/min)	-	8	-	8	9	10	3,9	7,7	11,8
Badewanne - Häufigkeit Baden pro Person und Tag		0,1					0	0,03	0,2
Badewanne - Spezifische Menge pro Bad (l)	69	150	300		123		34	76	107

*) Wert laut Hochrechnung (Haushaltsdurchschnitt); vgl.: Volumsdurchschnitt der Messwerte 24 l/ Ed

8.3.3 Waschmaschine

Die maximale **Nutzungshäufigkeit** von knapp 0,7-mal pro Person und Tag wurde in einem Vierpersonenhaushalt mit drei berufstätigen Personen und einem Schüler (14 Jahre) gemessen.

Die geringste Nutzungshäufigkeit von 0,1-mal pro Person und Tag wurde in einem Zweipersonenhaushalt mit vollzeitberufstätigen Personen gefunden.

Der maximale **Verbrauch** je Nutzung von 77 Litern wurde in einem Einpersonenhaushalt mit einer älteren Waschmaschine (1990) und hoher Nutzungshäufigkeit, der niedrigste Verbrauch mit 30 Litern pro Nutzung in einem Vierpersonenhaushalt und einer neuen Waschmaschine (2010) gemessen.

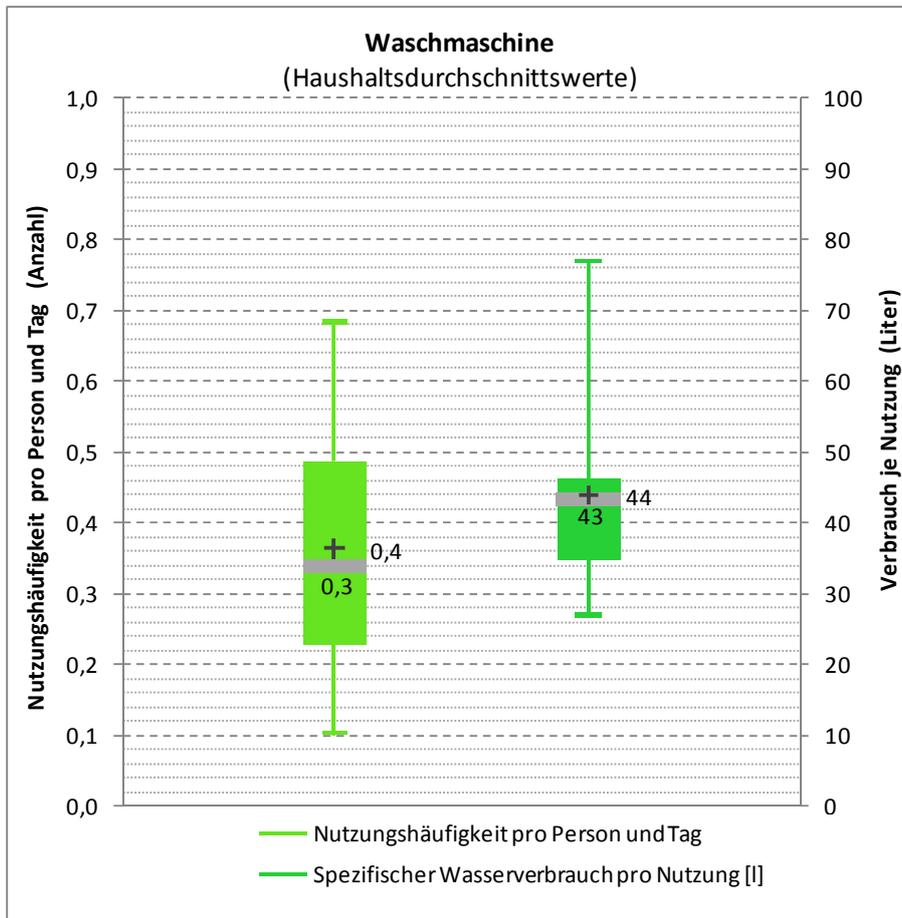


Abbildung 134: Waschmaschine - Verbraucherverhalten und Verbrauchsmengen

Einflussfaktoren auf die Waschmaschine sind:

- Der spezifische Verbrauch je Waschgang ist eindeutig vom Baujahr der Waschmaschine abhängig, wobei neue Maschinen je nach Programmwahl nur noch bis zu 50 % des Wassers von älteren Waschmaschinen benötigen (Abbildung 135 - links).
- Die Nutzungshäufigkeit der Waschmaschine pro Person zeigt mit wachsender Haushaltsgröße unterschiedliche Veränderungen. So haben Zweipersonenhaushalte einen deutlich niedrigeren Verbrauch als Ein- und Dreipersonenhaushalte. Der diesbezüglich eigentliche Einflussfaktor ist, ob Kinder im Haushalt leben oder nicht. Familien mit Kindern haben durchschnittlich höhere Pro-Kopf-Verbräuche (ohne Abbildung).
- Der Pro-Kopf-Verbrauch je Waschgang steigt mit der Anzahl der berufstätigen Personen im Haushalt deutlich an. Grund dafür könnte sein, dass berufstätige Personen öfter die Kleidung wechseln und somit öfter die Waschmaschine verwenden (Abbildung 135 - rechts). Ein entsprechender Zusammenhang kann daher auch mit abnehmender Anwesenheit im Haushalt festgestellt werden.
- Die Sparsamkeit, die ihren Ausdruck darin findet, ob nur volle oder auch teilgefüllte Waschmaschinen in Betrieb genommen werden und ob Sparprogramme verwendet werden, macht sich nur geringfügig bemerkbar (ohne Abbildung). Die anderen Einflussfaktoren sind deutlich stärker.
- Die Außentemperatur hat keinen durchgängigen Einfluss auf den Wasserverbrauch für das Wäschewaschen. Im Winter wird bei höheren Temperaturen mehr Wasser für die Waschmaschine

verwendet, im Sommer hingegen weniger (ohne Abbildung). Insgesamt wird im Winter weniger gewaschen als im Sommer, wodurch sich ein niedrigerer Pro-Kopf-Verbrauch ergibt.

- Die Wochentage haben insofern einen Einfluss auf den Verbrauch für die Waschmaschine, als an Samstagen vermehrt Wäsche gewaschen wird. Auch an Sonntagen ist der Verbrauch noch hoch während an Feiertagen nur wenig gewaschen wird.

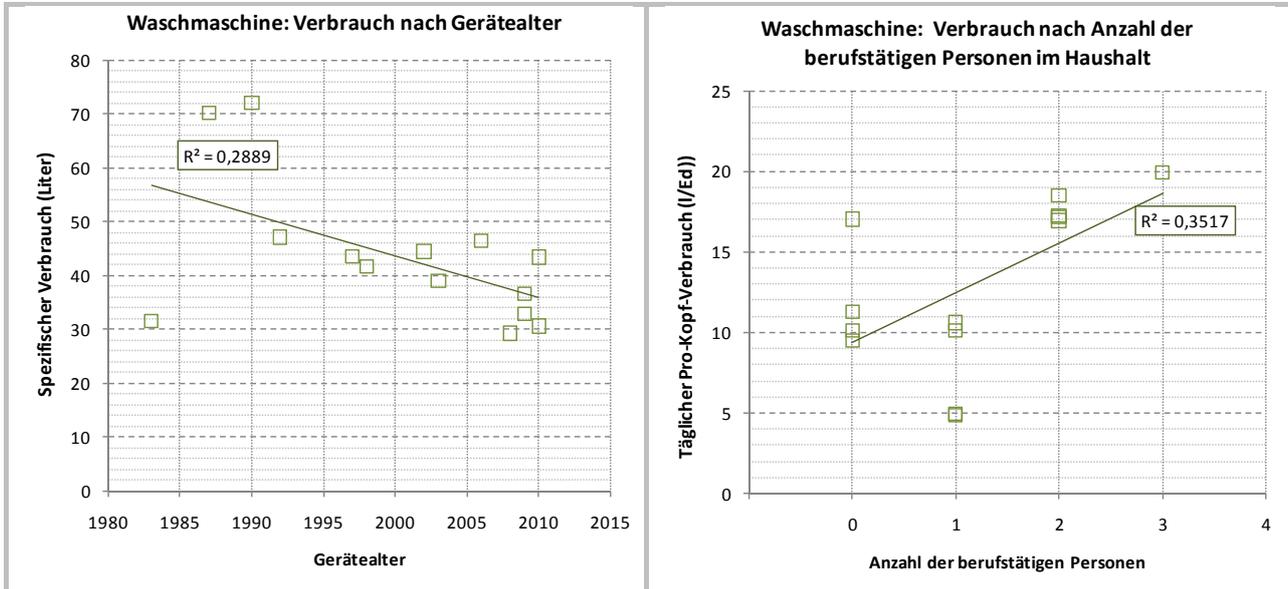


Abbildung 135: Waschmaschine - Einflussfaktoren auf den spezifischen Verbrauch (links) und den täglichen Pro-Kopf-Verbrauch (rechts)

Tabelle 38 zeigt eine Zusammenfassung und den Vergleich der Ergebnisse mit Literaturdaten.

Es zeigt sich, dass die im Zuge der gegenständlichen Untersuchungen erhobenen Messergebnisse für die Waschmaschine gut mit den Literaturdaten des EU-Raumes übereinstimmen.

Tabelle 38: Waschmaschine - Zusammenfassung und den Vergleich der Ergebnisse mit Literaturdaten.

Wasserverbrauchsdaten Waschmaschine	Zusammenfassung der Literaturwerte						Messergebnisse Österreich		
	EU			USA und Australien			Österreich		
Nutzerverhalten und spezifische Mengen	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min ^{**)}	Mittel	Max
Pro-Kopf-Verbrauch (l/Ed)	8	18	31	29	41	57	5	14*	40
Spezifischer Verbrauch pro Nutzung (Liter)	40	54	130	143	149	155	27	44	77
Verwendungshäufigkeit pro Person und Tag (Anzahl)	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,1	0,36	0,7

**) Wert laut Hochrechnung (Haushaltsdurchschnitt); vgl.: Volumsdurchschnitt der Messwerte 16 l/Ed*

****) Nullverbräuche im Falle von Eigenwasserversorgung für die Waschmaschine nicht berücksichtigt*

8.3.4 Wasserhahn

Die maximale **Nutzungshäufigkeit** beträgt im Durchschnitt 33-mal pro Person und Tag und wurde in einem Einpersonenhaushalt gemessen. Im Gegenzug wird in diesem Haushalt die Dusche besonders selten verwendet. Hohe Nutzungshäufigkeiten mit 30-mal pro Person und Tag wurden aber auch in anderen Haushalten wie z.B. einem Dreipersonenhaushalt mit zwei berufstätigen Personen gefunden.

In einem anderen Dreipersonenhaushalt zeigte sich hingegen die geringste Nutzungshäufigkeit von rund 12-mal pro Person und Tag. In diesem Haushalt sind alle Personen berufstätig. Durchschnittlich wird der Wasserhahn 21-mal pro Person und Tag verwendet (Abbildung 136).

Der maximale **Verbrauch** eines Haushalts beträgt durchschnittlich 3 Liter **je Nutzung** und wurde ebenfalls in dem zuvor genannten Einpersonenhaushalt gemessen.

Die niedrigsten Verbräuche betragen rund 1,0 Liter je Nutzung und wurden in einem Zweipersonenhaushalt und einem Einpersonenhaushalt gemessen. Durchschnittlich werden bei einer Nutzung des Wasserhahns 1,7 Liter verwendet.

Die längste **Durchschnittsdauer** eines Haushalts beträgt 1,8 Minuten, die geringsten Durchschnittsdauern von rund 15 Sekunden wurden in Einpersonenhaushalten mit Pensionisten erreicht, die laut eigenen Angaben sehr sparsam mit Wasser umgehen. Im Mittel läuft der Wasserhahn bei einer Nutzung knapp eine Minute lang.

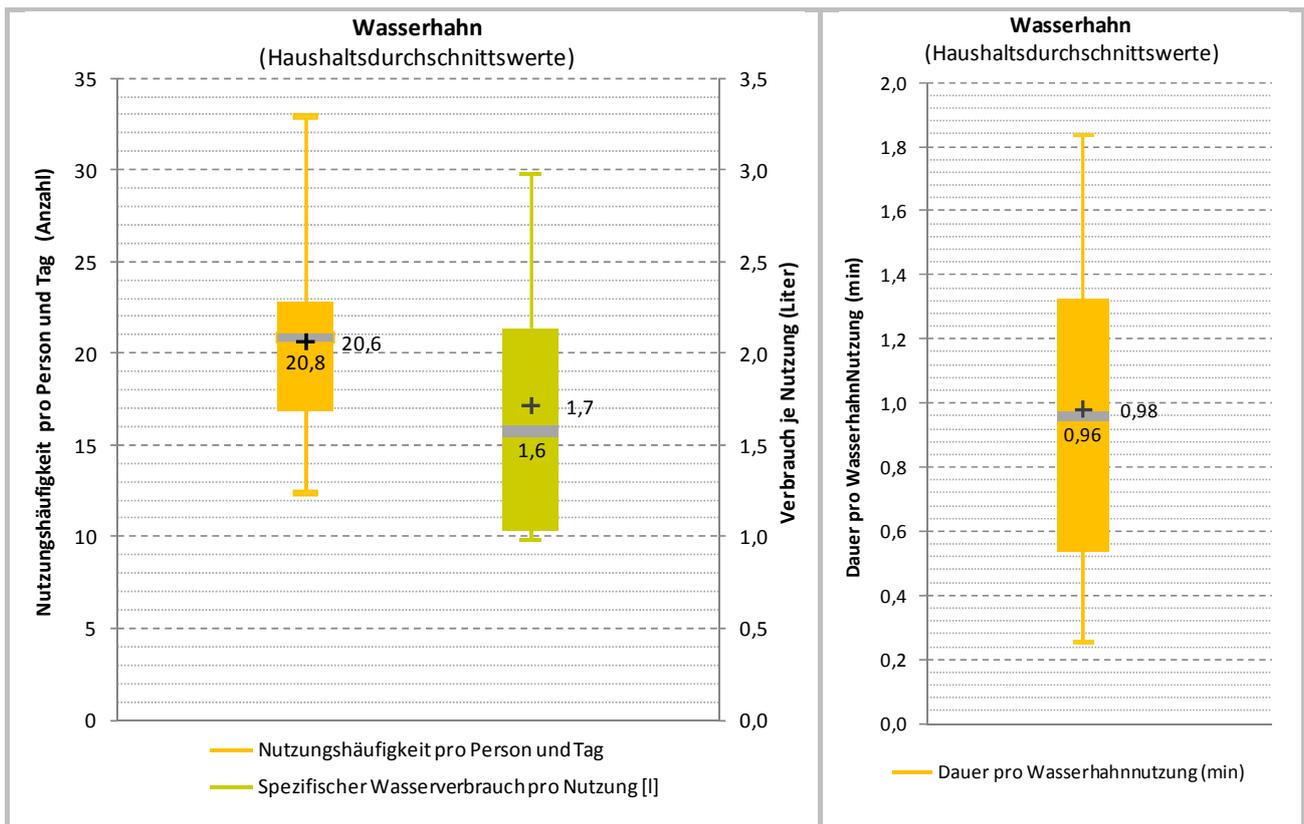


Abbildung 136: Wasserhahn - Verbraucherverhalten und Verbrauchsmengen

Einflussfaktoren auf den Wasserhahn sind:

- Mit steigendem Alter der Hausbewohner und mit der Dauer der Anwesenheit im Haushalt steigt die Nutzungshäufigkeit und sinkt im Gegenzug der spezifische Verbrauch (Abbildung 137 – rechts und links oben). Insgesamt nimmt der Pro-Kopf-Verbrauch mit steigendem Alter und mit der Anwesenheit leicht, statistisch aber jeweils nicht signifikant, zu.
Die gleichen Zusammenhänge sind mit den Baujahren der Wohnobjekte zu finden, da es eine positive Korrelation von Durchschnittsalter der Bewohner und Alter der Bauwerke gibt.
- Durch Zweigriffarmaturen wird tendenziell weniger Wasser verwendet. Der Grund dafür könnte sein, dass Einhandmischer mit einem Handgriff voll aufgedreht werden können während ältere Zweigriffarmaturen nur selten bis zum Maximaldurchfluss aufgedreht werden. Auch die Dauer der Nutzung scheint bei Zweigriffarmaturen kürzer als bei Einhandmischern (Abbildung 137 – links unten).
- Mit steigender Haushaltsgröße bzw. mit steigender Kinderzahl im Haushalt erhöht sich die Nutzungsdauer und sinkt gleichzeitig die Nutzungshäufigkeit (Abbildung 137 – rechts unten). Insgesamt nimmt der Pro-Kopf-Verbrauch mit steigender Haushaltsgröße leicht, statistisch aber nicht signifikant, ab.
- Mit steigender Wohnfläche je Bewohner sinkt der Pro-Kopf-Verbrauch am Wasserhahn. Es handelt sich aber hierbei um eine Umwegkorrelation. Größere Wohnflächen weisen eine positive Korrelation mit höherem Durchschnittsalter auf, und ältere Personen haben eine kürzere Nutzungsdauer, wodurch der Pro-Kopf-Verbrauch am Wasserhahn sinkt.

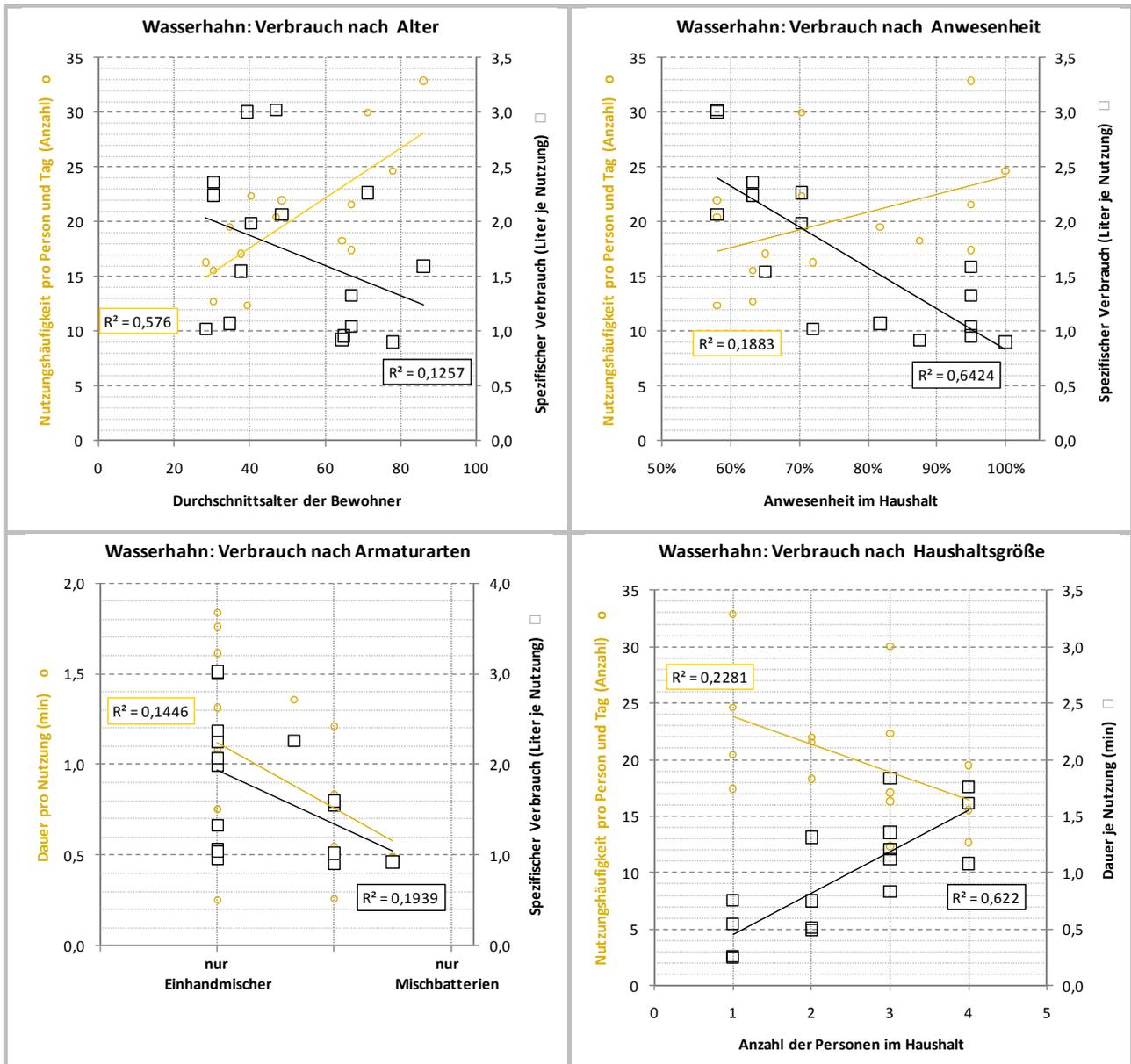


Abbildung 137: Wasserhahn - Einflussfaktoren auf Nutzungshäufigkeit und spezifischen Verbrauch

Tabelle 39 zeigt eine Zusammenfassung und den Vergleich der Ergebnisse mit Literaturdaten.

Es zeigt sich, dass im Zuge der gegenständlichen Untersuchungen teilweise deutlich höhere Nutzungsmengen festgestellt wurden als in zahlreichen Literaturangaben. Die hohen Werte werden aber von einer Schweizer Studie (GAILLE, 1999) bestätigt, in der Mengenmessungen an allen Zapfstellen durchgeführt wurden und Verbrauchswerte von durchschnittlich 45 l/Ed festgestellt wurden.

Die Verwendungshäufigkeit wurde bislang nur in einer Studie in den USA untersucht. Der US-amerikanische Wert deckt sich erstaunlich gut mit den durchschnittlichen österreichischen Messergebnissen von 20-mal pro Person und Tag. Der durchschnittliche Verbrauch ist in den EU-Studien mit 1,5 bis 4 Liter ausgewiesen. Die österreichischen Messwerte zum Verbrauch je Nutzung liegen etwas niedriger.

Tabelle 39: Wasserhahn - Zusammenfassung und den Vergleich der Ergebnisse mit Literaturdaten.

Wasserverbrauchsdaten Wasserhahn	Zusammenfassung der Literaturwerte						Messergebnisse		
	EU			USA und Australien			Österreich		
Nutzerverhalten und spezifische Mengen	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min ^{**)}	Mittel	Max
Pro-Kopf-Verbrauch (l/Ed)	10	25	45	23	27	41	14	36[*]	69
Spezifischer Verbrauch pro Nutzung (Liter)	1,5	-	4	-	1,3	-	0,9	1,7	3,0
Verwendungshäufigkeit pro Person und Tag (Anzahl)	-	-	-	-	20	-	12	21	33
Verwendungsdauer pro Person und Tag (min)	-	-	-	-	8,1	-	3	21	66
Verwendungsdauer pro Nutzung Tag (min)	-	-	-	-	-	-	0,25	0,98	1,84

**) Wert laut Hochrechnung (Haushaltsdurchschnitt); vgl.: Volumsdurchschnitt der Messwerte 35 l/ Ed*

8.3.5 Geschirrspüler

Der Wasserverbrauch des Geschirrspülers trägt mit durchschnittlich **0,25 Nutzungen pro Person** und Tag und **16 Litern je Nutzung** nicht besonders stark zum gesamten Haushaltswasserverbrauch bei.

Die maximale **Nutzungshäufigkeit** von 0,5-mal pro Person und Tag wurde in einem Einpersonenhaushalt, die geringste Nutzungshäufigkeit von 0,1-mal pro Person und Tag in drei verschiedenen Haushalten gemessen.

Der maximale **Verbrauch** von 25 Litern je Nutzung wurde bei einem Dreipersonenhaushalt, der niedrigste Verbrauch von 8,4 Liter je Nutzung in einem Einpersonenhaushalt festgestellt. Die Ursachen für die großen Unterschiede liegen nicht in der Gerätegröße, sondern müssen offensichtlich vom Gerätetyp und der Programmauswahl herrühren.

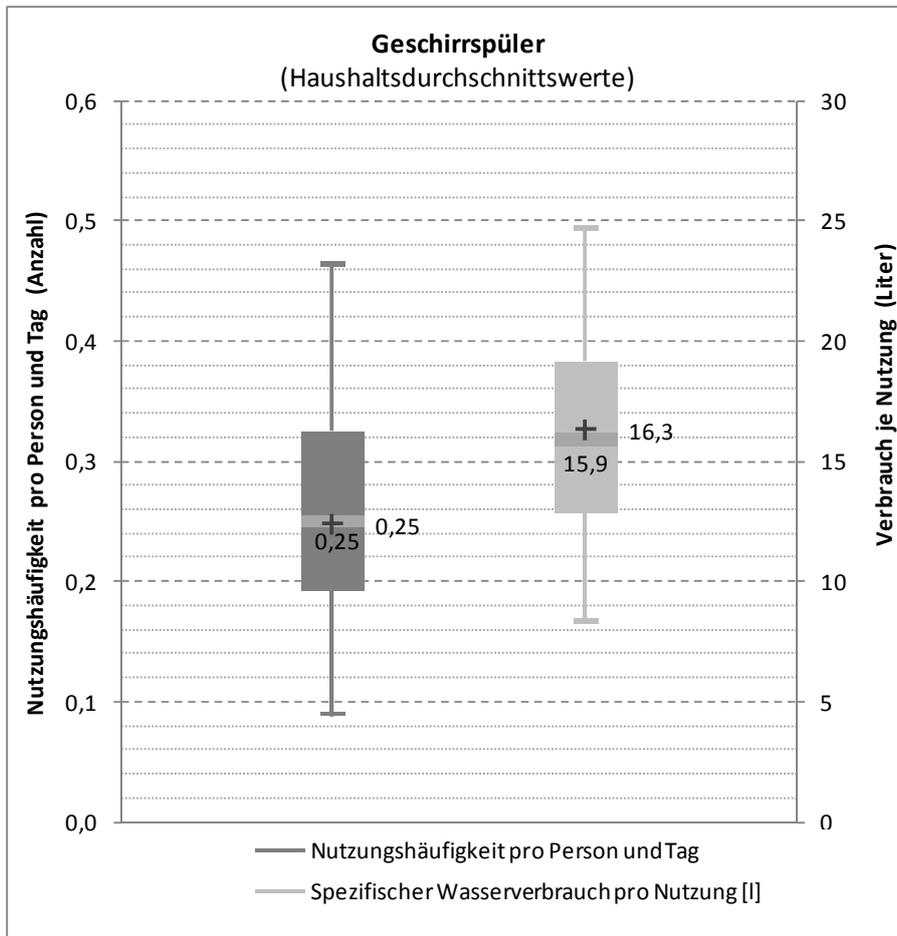


Abbildung 138: Geschirrspüler – Verbraucherverhalten und Verbrauchsmengen

Einflussfaktoren auf den Geschirrspüler sind:

- Mit steigender Anwesenheit im Haushalt steigt auch die Nutzungshäufigkeit des Geschirrspülers. Der gleiche Zusammenhang gilt umgekehrt für den Anteil berufstätiger Personen im Haushalt sowie als Umwegkorrelation auch für das Durchschnittsalter der in einem Haushalt lebenden Personen.
- Ein Zusammenhang des spezifischen Verbrauchs mit dem Gerätealter konnte im Fall der Geschirrspüler nicht nachgewiesen werden.

Tabelle 40 zeigt eine Zusammenfassung und den Vergleich der Ergebnisse mit Literaturdaten.

Die im Zuge der gegenständlichen Untersuchungen gemessenen Ergebnisse für den Wasserverbrauch des Geschirrspülers stimmen bezüglich des durchschnittlichen spezifischen Verbrauchs und der Nutzungshäufigkeit gut mit den Literaturdaten des EU-Raumes übereinstimmen. Der aus den Literaturangaben stammende Pro-Kopf-Verbrauch stimmt hingegen nicht mit dem aus spezifischem Verbrauch und Nutzungshäufigkeit resultierenden Daten überein. Ursache dafür ist, dass nicht in allen Literaturangaben spezifische Verbräuche und Nutzungshäufigkeiten angegeben sind.

Tabelle 40: Geschirrspüler – Zusammenfassung und Vergleich der Ergebnisse mit Literaturdaten.

Wasserverbrauchsdaten Geschirrspüler	Zusammenfassung der Literaturwerte						Messergebnisse		
	EU			USA und Australien			Österreich		
Nutzerverhalten und spezifische Mengen	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min ^{**)}	Mittel	Max
Pro-Kopf-Verbrauch (l/Ed)	3	7	11	2	3	4	2	3^{*)}	6
Spezifischer Verbrauch pro Nutzung (Liter)	13	16	50		24		8	16	21
Verwendungshäufigkeit pro Person und Tag (Anzahl)		0,25		0,10	0,12	0,1	0,1	0,25	0,5

**) Wert laut Hochrechnung (Haushaltsdurchschnitt); vgl.: Volumsdurchschnitt der Messwerte 4 l/Ed*

****) Nullverbräuche im Falle von Haushalten ohne Geschirrspüler nicht berücksichtigt*

8.3.6 Außenbereich

Der Außenbereich beinhaltet die gesamten Nutzungen außerhalb des Hauses. Sondernutzungen wie die Befüllung von Swimmingpools sind für betroffene Haushalte rechnerisch aliquotiert in die Hochrechnungen aufgenommen.

Durch das Poolfüllen kommt es zu Beginn der Sommermonate an einzelnen Tagen zu sehr hohen Wasserverbräuchen, die den gesamten Außenwasserverbrauch stark erhöhen. Diesem Umstand wird bei der Betrachtung der Spitzenverbräuche in Kapitel 7.1.5.3 ab Seite 132 Rechnung getragen.

Für die nachfolgenden Betrachtungen des Wasserverbrauchs im Außenbereich sind die Poolfüllungen jedoch nicht berücksichtigt, da nur eine Befüllung in einem Haushalt tatsächlich aufgezeichnet wurde.

Die Nutzungen im Außenbereich finden beinahe ausschließlich im Sommerhalbjahr statt und zeichnen sich durch große Verbrauchsmengen von durchschnittlich **85 Liter je Nutzung** aus.

Die **Nutzungshäufigkeit** von rund 0,8-mal pro Person und Tag im Jahresdurchschnitt, bedeutet eine doppelt so hohe Nutzungshäufigkeit im Sommerhalbjahr.

Der maximale Durchschnittsverbrauch von knapp 400 Litern je Nutzung stammt, genauso wie die maximale Durchschnittsdauer von 46 Minuten, von einer automatischen Bewässerungsanlage.

Eigenwasserversorgungen durch Regenwassernutzungen oder eigene Brunnen können den Verbrauch im Außenbereich entsprechend bis auf null absenken. Die Bandbreiten der Verbräuche im Außenbereich sind daher die größten aller Nutzungen (Abbildung 139).

Die spezifischen, jahresdurchschnittlichen Werte für Bewässerungen bewegen sich zwischen rund 0,9 Liter pro m² und Tag und garkeiner Bewässerung. Der mittlere spezifische Verbrauch liegt bei 0,16 Liter pro m² und Tag.

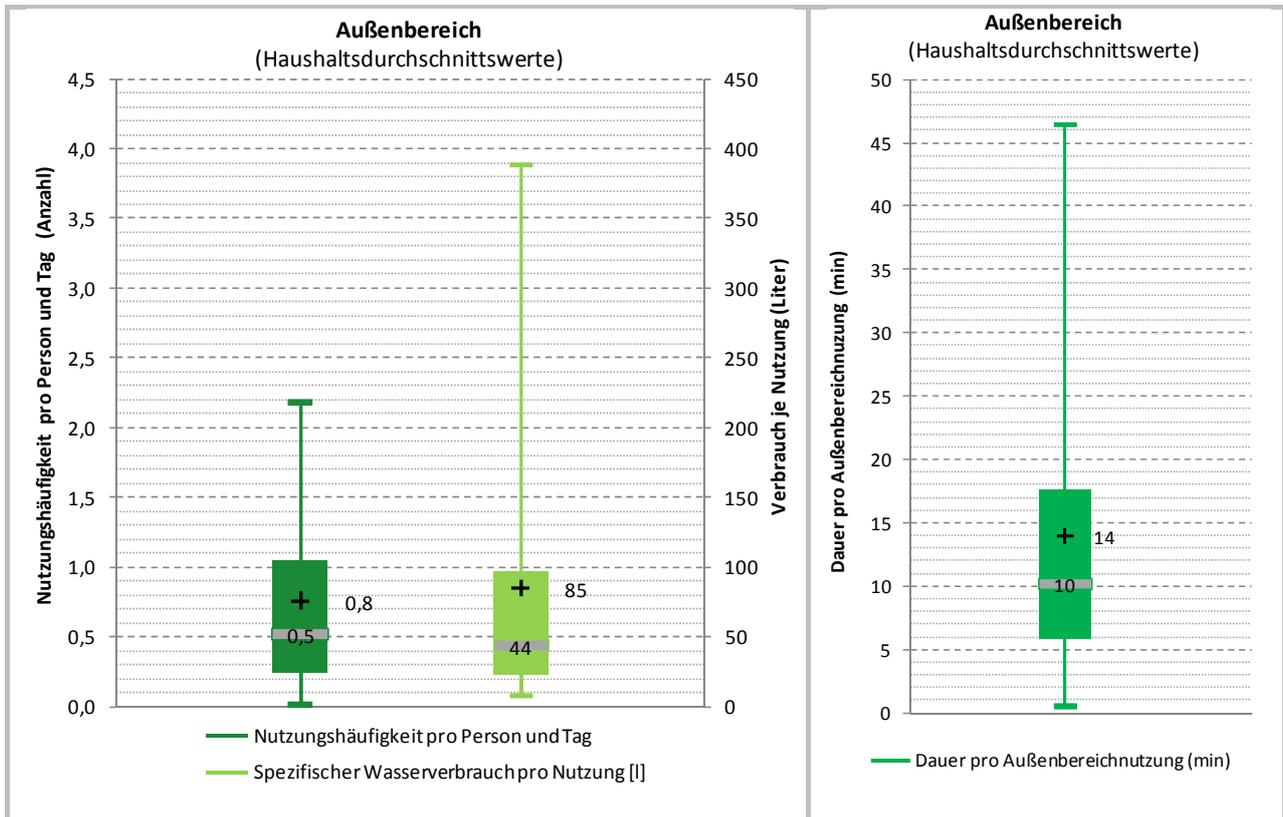


Abbildung 139: Außenbereich - Verbraucherverhalten und Verbrauchsmengen

Einflussfaktoren auf den Verbrauch Außenbereich sind:

- Den wesentlichsten Einfluss auf den Außenverbrauch hat die Temperatur (Abbildung 140 – oben rechts und links). Während unter einer mittleren Tagestemperatur von 10°C gar kein Außenverbrauch auftritt, gibt es hingegen über 25°C keinen Messwert, an dem kein Außenverbrauch stattfand. Die höchsten Außenverbräuche sind bei mittleren Tagestemperaturen zwischen 20 und 25°C zu finden. Die höchsten Durchschnittsverbräuche sind bei Temperaturen über 25°C zu finden, beruhen aber nur noch auf sehr wenigen Messwerten. Es ist zu erwarten, dass im Falle zahlreicherer Datensätze mit hohen Temperaturen, zumindest ebenso hohe und höhere Spitzenwerte wie zwischen 20 und 25°C auftreten.
- Weitere Einflussfaktoren sind die Gartengröße und damit die Wohnform unterteilt in Reihenhäuser (mit üblicherweise kleineren Gärten) und Einfamilienhäuser. Damit in Zusammenhang stehen Umwegkorrelationen wie das Alter der Bauwerke und das Durchschnittsalter der Haushaltsbewohner.

Der Verbrauch steigt generell mit der Gartengröße an, weist aber eine sehr weite Streuung auf.

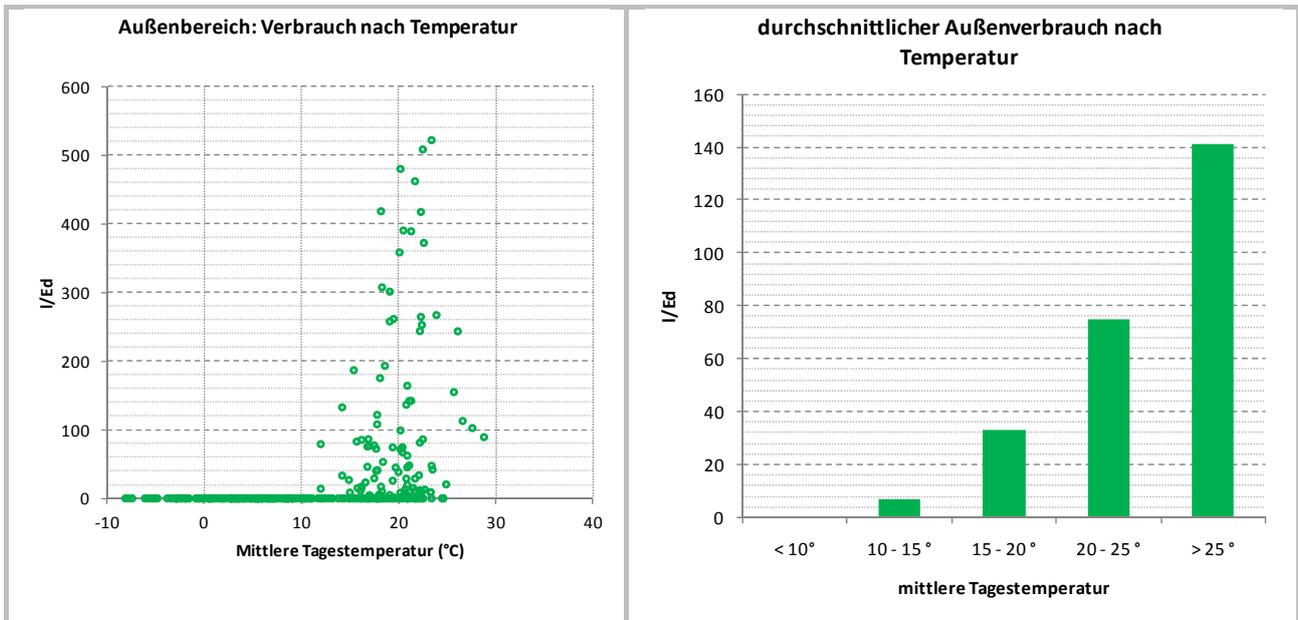


Abbildung 140: Außenbereich - Einflussfaktoren auf Nutzungshäufigkeit und spezifischen Verbrauch

Tabelle 41 zeigt eine Zusammenfassung und den Vergleich der Ergebnisse mit Literaturdaten.

Die im Zuge der gegenständlichen Untersuchungen erhobenen Messergebnisse für die Pro-Kopf-Wasserverwendung im Außenbereich stimmen gut mit den Literaturdaten des EU-Raumes überein. Spezifische Verbräuche sind in der Literatur nicht ausgewiesen.

Tabelle 41: Außenbereich inkl. Swimmingpool – Zusammenfassung und Vergleich der Ergebnisse mit Literaturdaten.

Wasserverbrauchsdaten Außenbereich	Zusammenfassung der Literaturwerte						Messergebnisse Österreich		
	EU			USA und Australien					
Nutzerverhalten und spezifische Mengen	Min	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min ^{**)}	Mittel	Max
Pro-Kopf-Verbrauch (l/Ed)	4	7,9	13	14	99	382	2	19^{*)}	56
Spezifischer Verbrauch pro Nutzung (Liter)	-	-	-	-	-	-	8	85	388
Verwendungshäufigkeit pro Person und Tag (Anzahl)	-	-	-	-	-	-	0,01	0,8	2
Dauer pro Nutzung (Minuten)	-	-	-	-	-	-	0,5	14	46

^{*) Wert laut Hochrechnung (Haushaltsdurchschnitt inkl. Pool); vgl.: Volumsdurchschnitt der Messwerte 64 l/Ed (aufgrund eines Ausreißers: hoher Wert durch intensive Gartenbewässerung)}

^{**)} Nullverbräuche im Falle von Eigenwasserversorgung für den Außenbereich nicht berücksichtigt

9 Prognosen

9.1 Einleitung

Die Haupteinflussfaktoren auf den Wasserverbrauch sind vor allem die Bevölkerungszahl, wirtschaftliche Entwicklungen, Siedlungsstruktur, technische Entwicklungen, Wohlstand und Konsumentenverhalten. Zwischen 2000 und 2050 soll die Weltbevölkerung von 6,8 auf 9 Milliarden Menschen ansteigen. Dementsprechend wird der weltweite Bedarf an Nahrung und sonstigen Gütern ansteigen (UNESCO, 2009).

Die Lebensdauer von Anlagen in der Wasserversorgung reicht im Allgemeinen von 40 bis teilweise über 100 Jahre. Möglichst gute Prognosen über den zukünftigen Wasserbedarf sind daher unerlässlich. Für langfristige Planungen sind sowohl Analysen des künftigen Wasserdargebots als auch des Wasserbedarfs notwendig.

Solche Vorhersagen für 20 Jahre oder mehr, sind allerdings mit großen Unsicherheiten behaftet. Wie zahlreiche Beispiele aus der Vergangenheit zeigen, lagen viele Prognosen erheblich falsch. So wurde beispielsweise vor mehr als 20 Jahren für Deutschland ein starker Anstieg des Pro-Kopf-Verbrauchs auf 219 Liter pro Tag bis zum Jahr 2000 vorhergesagt (UBA 1982, zit. bei LUX, 2009). Im Jahr 2004 lag der Verbrauch real bei 127 l/Ed (MUTSCHMANN und STIMMELMAYR, 2007).

Dem momentanen Trend folgend, könnte erwartet werden, dass sich der Wasserverbrauch zwar weiterhin reduzieren wird, aber in Zukunft mit immer kleiner werdenden Einsparungen zu rechnen ist. Dieses Szenario kann aber nur gelten, solange sich alle Einflussparameter auf den Verbrauch stetig entwickeln. Eine plötzliche Veränderung des Wasserpreises oder auch der Tarifstruktur, könnten eine mehr oder weniger sprunghafte Veränderung des Verbrauchs nach sich ziehen.

Für die Erstellung der Prognosen werden sogenannte Kausalmodelle verwendet, die historische Entwicklungen mit sozioökonomischen Faktoren, voraussichtlichen Entwicklungen und Endnutzerverhalten verknüpfen.

9.2 Wasserbedarfsprognosen

9.2.1 Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie

Prognosen zum Wasserbedarf in Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie sind bereits im Teil 1 der vorliegenden Studie zum „Wasserverbrauch und Wasserbedarf“ behandelt. Im Folgenden ist daher nur mehr eine sehr kurze Zusammenfassung der wesentlichsten Aussagen enthalten:

Ein wesentlicher Einflussfaktor auf den Wasserverbrauch in der **Landwirtschaft** wird der Anstieg der Weltbevölkerung und die damit verbundene steigende Nachfrage nach Lebensmitteln sein. Der Wasserbedarf ist stark von den jeweilig angebauten Produkten abhängig, da die verschiedenen Pflanzen einen unterschiedlichen Wasserbedarf aufweisen.

Ein anderer wichtiger Faktor für den Wasserverbrauch in der Landwirtschaft wird der Klimawandel sein. Es kann durch die zunehmende Temperatur in Regionen mit einer ausgeprägten kalten, vegetationslosen Jahreszeit zu einer Verlängerung der Vegetationsperiode kommen, was als Vorteil gewertet werden kann. Die Klimaänderung kann auch zu einer Zunahme von Witterungsextremereignissen wie Starkregen oder Trockenheit, beziehungsweise zu einer zeitlichen Verschiebung der Jahresniederschläge führen. Ein erhöhtes Schadenspotential durch Ernteauffälle oder -schäden wäre die Folge.

Durch eine mögliche Verlängerung der Trockenzeiten oder durch geringere Niederschläge in den Wachstumsphasen der Pflanzen wird in einigen Regionen eine zunehmende Intensität der Bewässerung unumgänglich sein, beziehungsweise wird es notwendig sein, die Anbaumaßnahmen an die geänderten Bedingungen anzupassen.

Der Wasserverbrauch der Landwirtschaft im Bezug auf die gesamte Wassernutzung stellt sich sehr unterschiedlich dar. Während weltweit 70 % des vom Menschen genutzten Wassers in der Landwirtschaft benötigt werden, sind es in Europa nur 24 % und in Österreich überhaupt nur rund 5 %. Von dem für Bewässerungszwecke entnommenen Wasser wird nur rund ein Drittel dem Wasserkörper direkt wieder zurückgeführt.

Künstliche Bewässerung gibt es in Österreich nur in wenigen Regionen beziehungsweise für spezielle Kulturen. 1999 betrug die Fläche mit künstlicher Bewässerung nur 6,5 % der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche. Bewässert wird größtenteils mit Grundwasser.

Wasser aus der öffentlichen Wasserleitung wird nur teilweise und im Allgemeinen nur für die Tierhaltung und für die in der Landwirtschaft arbeitende Bevölkerung herangezogen.

Eine intensiviertere Tierhaltung mit steigender Bevölkerungszahl könnte den Bedarf der Landwirtschaft aus der öffentlichen Wasserversorgung somit steigern. Gegen die Erhöhung der Tierproduktion spricht, dass sie sehr ressourcenintensiv ist und im Sinne der Nachhaltigkeit, der Fleischkonsum verringert werden müsste.

Nachdem der Anteil des landwirtschaftlichen Bedarfs insgesamt sehr gering ist, werden sich Veränderungen in diesem Bereich nicht maßgeblich auf die öffentliche Wasserversorgung auswirken.

Hinsichtlich der Ressourcensituation ist zu erwarten, dass sich die bereits heute vielfach konkurrierenden Nutzungen weiter verschärfen werden.

Im Bereich von **Industrie** und **Gewerbe** lässt sich in den letzten Jahrzehnten ein deutlicher Rückgang im Wasserverbrauch feststellen. Dies ist auf Einsparungsmaßnahmen der Großverbraucher, durch die Umstellung der Produktionsverfahren beziehungsweise durch die Kreislaufführung des Wassers zurückzuführen.

Weltweit entfallen rund 20 % der gesamten Wassernutzung auf die Industrie, wobei oftmals nicht angegeben wird, ob Kühlwasser zur Energieerzeugung in dieser Zahl beinhaltet ist oder nicht.

In Europa werden 44 % der gesamten Wassernutzung für die Energieerzeugung eingesetzt. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Kühlwasser. Rund 11 % der gesamten europäischen Wassernutzung entfallen auf die Industrie. Der größte Teil der industriellen Wassernutzung wird dem Wasserkreislauf direkt zurückgeführt.

Der insgesamt Wasserbedarf von Industrie, Gewerbe und Tourismus wird sich jedenfalls nach der zukünftigen wirtschaftlichen Entwicklung richten, da eine veränderte Nachfrage auch zu einer geänderten Produktion bzw. zu einem geänderten Angebot führt und somit direkten Einfluss auf den Wasserbedarf hat. Nach der Rezession der Jahre 2008 bis 2010 wäre zu erwarten, dass nach dem Konjunkturzyklus wieder ein

wirtschaftlicher Aufschwung folgt (STATISTIK AUSTRIA, 2010). Wie sich die Entwicklung infolge der Finanz- und Schuldenkrise des Jahres 2011 darstellen wird, bleibt abzuwarten.

Sicher scheint hingegen, dass sich zukünftige technische Entwicklungen vorwiegend positiv auf das Sparen von Wasser durch neue umweltbewusste Innovationen, wassersparende Geräte sowie den vermehrten Einsatz dieser Technik auswirken werden.

Dem momentanen Trend folgend, wäre je nach Branche mit deutlichen Bedarfsreduktionen von 10 bis 30 % in 10 Jahren zu rechnen. Da in manchen Bereichen die Verbrauchszahlen aber schon seit einigen Jahren nicht mehr weiter zurückgehen, scheint das sinnvoll nutzbare Einsparungspotential bereits teilweise ausgeschöpft. Außerdem wird eine steigende Erwerbsquote erwartet (STATISTIK AUSTRIA, 2007a), wodurch Verbrauchssteigerungen durch die Arbeiter und Angestellten berücksichtigt werden müssen. **Es ist daher mit einem geringeren Rückgang um rund 5 bis 15 % in den nächsten 10 Jahren aufgrund technischer Entwicklungen zu rechnen. In den darauffolgenden Dekaden wird der Rückgang des spezifischen Verbrauchs geringer bis er schließlich stagniert.** Für zahlreiche Industrie- und Gewerbebetriebe ist der qualitätsgesicherte Bezug von Wasser aus dem öffentlichen Leitungsnetz ein wichtiger Produktionsfaktor. Es ist wirtschaftlich oft nicht sinnvoll, diese Versorgung durch Eigengewinnung zu ersetzen. Durch die demografische Entwicklung sind in entsprechenden Regionen und Branchen natürlich auch insgesamt Verbrauchssteigerungen trotz Rückgang des spezifischen Verbrauchs (pro Produktmenge) denkbar.

Für das Dienstleistungsgewerbe und Tourismus- und Freizeitbetriebe sind eher Verbrauchssteigerungen zu erwarten, die jedoch regionalspezifisch konkretisiert werden müssen.

9.2.2 Haushaltswasserbedarf

9.2.2.1 Demografische Entwicklung

Die mit der demografischen Entwicklung erfasste alters- und zahlenmäßige Gliederung sowie die geografische Verteilung der Bevölkerung beeinflusst den Wasserbedarf grundlegend.

Der einer Bevölkerungsgruppe zugeordnete Pro-Kopf-Verbrauch (mit oder ohne Gewerbe und Industrieanteil) dient in Zusammenhang mit der erwarteten Bevölkerungsentwicklung in jeder Prognose als Ausgangswert. Ausgehend von dieser grundlegenden Berechnung wirken die Veränderungen aller anderen Rahmenbedingungen als abmildernde oder steigernde Faktoren.

Tabelle 42 zeigt die erwartete Bevölkerungsentwicklung für das österreichische Staatsgebiet bis zum Jahr 2075.

Tabelle 42: Bevölkerung zum Jahresdurchschnitt (STATISTIK AUSTRIA, 2011)

Jahr	Bevölkerung
2010	8.387.742
2030	8.993.464
2050	9.360.344
2075	9.400.648

Es ist davon auszugehen, dass die demografische Entwicklung regional sehr unterschiedlich sein wird und generell in Zuzugsgebiete und Abwanderungsgebiete unterschieden werden muss. Daher wird die Entwicklung kleinräumiger Szenarien (auf der Ebene der Versorgungsgebiete) für die Vorhersagen unerlässlich sein.

Die Menschen ziehen dem Wohlstand in jene Regionen nach, die wirtschaftlich begünstigt erscheinen und damit beeinflussen sie selbst wieder die Wohlstandsentwicklung. Die Anzahl von Ein- und Zweipersonenhaushalte nimmt zu. Im Großstadtkern wird hauptsächlich gearbeitet, in Stadtrandgebieten vorrangig gewohnt. Die Ballungsräume und vor allem der Nahbereich der Ballungsräume wachsen somit weiter und die Bevölkerung wird auf Ballungsräume konzentriert (STATISTIK AUSTRIA, 2007a).

Welche sekundären Auswirkungen sich durch Wanderungsbewegungen auf den Wasserverbrauch ergeben werden, ist sehr vielschichtig. Ein Beispiel verdeutlicht mögliche Zusammenhänge:

Während in Zuzugsgebieten meist kein Finanzierungsproblem besteht, um die Versorgungssituation durch neue Anlagen und Ressourcen sicherzustellen, ist die Situation in Abwanderungsgebieten problematischer. Wenn in Abwanderungsgebieten die bestehende Infrastruktur weiterhin kostendeckend erhalten werden soll, muss von jedem Endverbraucher bzw. für jeden m³ Wasser in Zukunft ein höherer Preis verlangt werden, um die Wasserversorgung wirtschaftlich nachhaltig betreiben zu können.

Dass sich der Wasserpreis nicht besonders stark auf den Verbrauch auswirkt, wurde in Kapitel 7.1.2.11 gezeigt. Auch in der Literatur wird im Allgemeinen von einer geringen Preiselastizität beim Wasser in Mitteleuropa ausgegangen. Die Vermutung liegt aber nahe, dass der Wasserpreis dennoch zu Verhaltensänderungen führen kann, sobald gewisse Grenzen überschritten werden.

Eine stärkere Preiselastizität kann daher bei deutlich steigenden Preisen in Abwanderungsgebieten nicht ausgeschlossen werden. Zudem wird der Verbrauch für Gewerbe und sonstige Verbraucher in Abwanderungsgebieten geringer. Die Folge sind noch weiter steigende Wasserpreise und noch geringere Verbräuche. Letztendlich können bei sinkenden Verbrauchsmengen auch Stagnationsprobleme im Rohnetz auftreten.

9.2.2.2 Sozioökonomische Veränderungen

Wohnformen

Das Verhältnis von Wohnungen mit Hauptwohnsitzen in Ein- und Zweifamilienhäusern zu größeren Wohngebäuden hat sich in den letzten 30 Jahren kaum verändert. Regional ist der Anteil von Wohnungen in Ein- oder Zweifamilienhäusern aber sehr unterschiedlich und reicht von über 70 % im Burgenland bis rund 9 % in Wien (STATISTIK AUSTRIA, 2010c).

Für die Zukunft kann vermutet werden, dass sich das Verhältnis von Ein- oder Zweifamilienhäusern zu größeren Wohngebäuden weiterhin nur wenig verändert, der Anteil der Zweifamilienhäuser und Reihenhäuser gegenüber den Einfamilienhäusern aber steigen wird. Die Folge für den Wasserverbrauch wären sinkende Außenwasserverbräuche pro Person durch kleinere Gärten.

Haushaltsgröße

Die Haushaltsgröße ist im Abnehmen begriffen, wie die Entwicklung in Tabelle 43 zeigt.

Tabelle 43: Anzahl der Haushalte (STATISTIK AUSTRIA, 2011) und errechnete Haushaltegröße

Jahr	Haushalte	Haushaltsgröße
2010	3.620.789	2,32 Personen
2030	4.049.553	2,22 Personen
2050	4.311.016	2,17 Personen

Der Anteil der Einpersonenhaushalte liegt im Durchschnitt bei 36 %, wobei der Wert in Wien sogar rund 48 % beträgt. In den Einpersonenhaushalten leben zu einem großen Teil auch älteren Menschen (STATISTIK AUSTRIA, 2010c).

Ausgehend von der bisherigen Entwicklung ist auch in Zukunft mit einer steigenden Zahl kleinerer Haushalte zu rechnen. Entsprechend Abbildung 39 hätte dies einen höheren Pro-Kopf-Wasserverbrauch zur Folge, der aus der Aufteilung der Verbräuche für allgemeine Tätigkeiten (z.B. Küche, Raumreinigung, Außenbereich), auf weniger Personen resultiert.

Alter und Familienzusammensetzung

Die Zahl der Kinder ist in vielen Regionen gesunken, während der Anteil der älteren Bevölkerung ansteigt. Der Anteil der Berufstätigen an der Gesamtbevölkerung hat sich im Laufe der Jahre 1995 bis 2010 von 68,7 % auf 71,4 % entwickelt. Für die Zukunft ist zu erwarten, dass die Erwerbstätigenquote weiter mit der wirtschaftlichen Entwicklung steigt (STATISTIK AUSTRIA, 2007a).

Die sinkende Zahl der Kinder müsste einen steigenden Pro-Kopf-Verbrauch bedeuten, denn je weniger Kinder in die Pro-Kopf-Zählung eines Haushaltes eingerechnet sind, desto höher fällt der Pro-Kopf-Verbrauch für allgemeine Tätigkeiten aus.

Zusätzlich verbrauchen berufstätige Menschen mehr Wasser im Innenbereich der Haushalte und auch noch Wasser an ihren Arbeitsplätzen.

Wenn in Zukunft mehr Menschen berufstätig sind und weniger Kinder haben, müsste sich das also in höheren Pro-Kopf-Verbräuchen (z.B. für die Dusche) niederschlagen.

9.2.2.3 Klimaänderung

Aus wissenschaftlicher Sicht besteht laut IPCC (2007) kaum ein Zweifel an einer durch den Menschen verursachten Klimaveränderung.

In der Alpenregion könnte bis zum Ende des 21. Jahrhunderts die Temperatur um 3 bis 5°C im Sommer und 4 und 6°C im Winter ansteigen. Für die Niederschlagsentwicklung ergaben sich teils widersprüchliche Werte (CLIMCHALP, 2008).

Für Österreich wird laut BMLFUW (2009) das Szenario A1B als realistisch angesehen. Diesem Szenario entspricht eine gewogene Benutzung von fossilen und nichtfossilen Energieträger (IPCC, 2000). Demnach wird die Emission von klimarelevanten Gasen bis 2050 steigen und dann aufgrund technischer Entwicklungen markant reduziert. Betrachtet man die Durchschnittstemperaturen für jenes Szenario ergibt sich ein Anstieg von mehr als 4°C bis ins Jahr 2100. Besonders stark betroffen sind davon der Alpenraum und die westlichen Bundesländer. Hinsichtlich der Niederschlagssumme wird kaum eine Änderung erwartet,

jedoch werden sich die Niederschlagsereignisse eher in die Wintermonate verlagern, was zu längeren Trockenperioden im Sommer führen wird. Insgesamt wird von mehr Regen im Westen ausgegangen, während die Niederschläge im Osten eher abnehmen. Für die Hochwasserprognose bedeutet dies möglicherweise eine Verschiebung der Hochwasserzeitpunkte in Winter und Frühling.

Abbildung 141 zeigt die Extrapolation des Verbrauchs ganzer Versorgungsgebiete. Die Verbrauchssteigerungen müssten in diesem Fall im Wesentlichen vom Außenwasserverbrauch der privaten Haushalte bzw. dem Verbrauch der Tourismusbetriebe ausgehen.

Durch den rückläufigen spezifischen Haushaltswasserbedarf wird diese Entwicklung allerdings gedämpft werden.

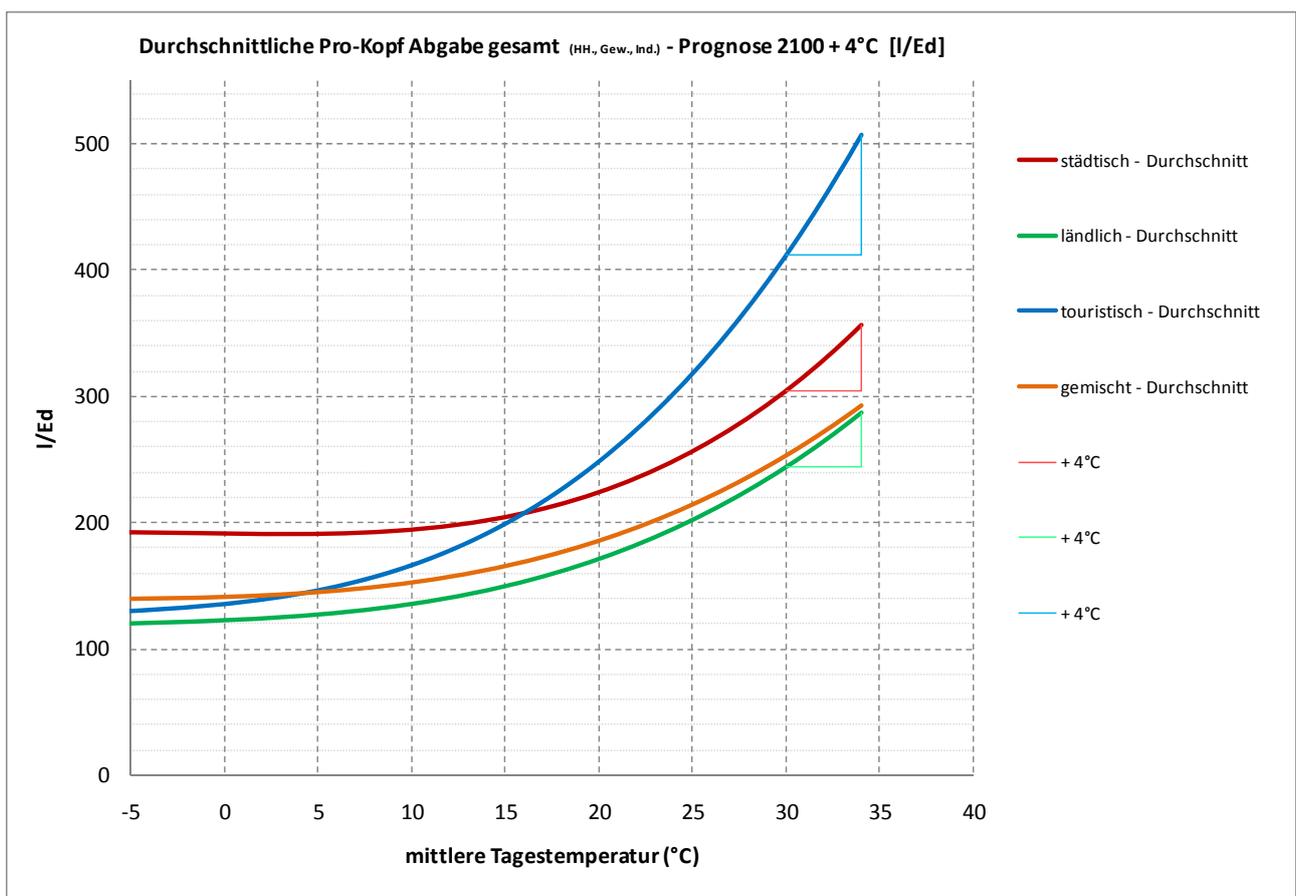


Abbildung 141: Gesamtverbrauch ganzer Versorgungsgebiete unter Einfluss von um 4 °C gestiegenen Durchschnittstemperaturen

9.2.2.4 Zeitliche Einflussfaktoren

Die Einflüsse von Jahreszeit, Wochentag und Tageszeit werden natürlich auch in der Zukunft vorhanden sein. Der Einfluss der Tagesqualität auf den Verbrauch verschiedener Verbraucherguppen muss wie bisher in Form von Jahresganglinien, Wochenganglinien und Tagesganglinien für kurzzeitige Prognosen berücksichtigt werden.

9.2.2.5 Nutzerverhalten

Substitution

Der Anschlussgrad ist in urbanen Gebieten in Österreich üblicherweise sehr hoch (bis 100 %), beziehungsweise gibt es relativ wenig zusätzliche Eigenversorgungen in den Haushalten dieser Gebiete. Aus qualitativen Gründen ist auch der Anschlussgrad in ländlichen Gebieten immer noch im Steigen begriffen. Aus Gründen der Kostenreduktion ist aber in Zukunft weiterhin mit der Nutzung zusätzlicher, alternativer Eigenversorgung zu rechnen.

Wassersparen

Anhand der Selbsteinschätzung fallen die meisten der untersuchten Haushalte in die Kategorie *eher sparsam*. Das bedeutet, die Bewohner sind grundsätzlich schon sparsam im Umgang mit Wasser, aber es gibt vereinzelte Nutzungen, bei denen nicht gespart wird. Das Verbraucherverhalten ändert sich durch zunehmendes Umweltbewusstsein und steigende Kosten voraussichtlich weiter in Richtung Wassersparen.

9.2.2.6 Spezifischer nutzungsbezogener Haushaltswasserbedarf

Um den möglichen zukünftigen Haushaltswasserbedarf abschätzen zu können, erfolgt eine gesonderte Abschätzung aller Einzelnutzungen.

Für jede Nutzung sind einerseits das derzeitige und künftige Nutzerverhalten (Häufigkeiten bzw. Dauer) sowie die derzeitigen und künftigen spezifischen Nutzungsmengen beurteilt.

Die zukünftige Situation wird dabei anhand der bisherigen Entwicklung und den existierenden Vorhersagen eingeschätzt. Zusätzlich ist das Ergebnis anhand der Bandbreiten der gemessenen Verbrauchsanteile (Abbildung 126 auf Seite 193) auf Plausibilität überprüft.

WC

Durch einen in Zukunft möglichen, höheren Anteil der berufstätigen Bevölkerung (Kapitel 9.2.2.1) würden mehr Nutzungen des WCs außer Haus stattfinden. Dieser Anteil ist natürlich dem Verbrauch an den Arbeitsplätzen hinzuzurechnen, könnte aber die Nutzungshäufigkeit im Haushalt von derzeit durchschnittlich 6,0 um bis zu 1-mal pro Tag vermindern.

Andersherum betrachtet könnte bei sinkender Erwerbsquote die Nutzungshäufigkeit im Haushalt um bis zu 0,5 steigen. Eine häufigere Nutzung durch ältere Personen steht jedenfalls auch mit der vermehrten Anwesenheit im Haushalt in Verbindung.

Durch ein weiterhin wachsendes Gesundheitsbewusstsein und eine dadurch zunehmend erhöhte Flüssigkeitsaufnahme könnte sich die Nutzungshäufigkeit des WCs erhöhen. Das Ausmaß ist aber nur schwer abschätzbar und zudem ist das Eintreten dieser Entwicklung sehr unsicher. Außerdem würde nur ein Teil davon auf die Haushaltsnutzung entfallen und ein Teil auf die Außerhausnutzungen.

Insgesamt wird derzeit nicht von einer wesentlichen Veränderung der Nutzungshäufigkeit des WCs ausgegangen.

Anders ist die Lage bei den spezifischen Nutzungsmengen zu beurteilen. Von derzeit durchschnittlich 5,9 Litern je Spülung ist für die Zukunft eine deutliche Verringerung zu erwarten. Spätestens nach dem Ablauf der Lebensdauer alter Gebäude oder deren Renovierung sollten sich Zweimengenspülsysteme

(3 l / 6 l) oder Spülkästen mit Spülstopp überall etabliert haben bzw. könnten noch kleinere Spülmengen zur Anwendung kommen.

Gemeinsam mit einer steigenden Bereitschaft der Nutzer diese Systeme auch zu verwenden, kann für die Zukunft von einem durchschnittlichen spezifischen Verbrauch von rund 4 Liter pro Spülung ausgegangen werden.

Gemeinsam mit der angenommenen unveränderten Nutzungshäufigkeit ergibt sich ein zukünftiger durchschnittlicher Pro-Kopf-Bedarf für das WC von 24 l/Ed in den Privathaushalten.

Die Plausibilitätsprüfung anhand der bestehenden Messdaten zeigt, dass dieser Wert deutlich innerhalb der existierenden Bandbreiten liegt.

Dusche und Badewanne

Die Nutzungshäufigkeit ist im Wesentlichen von der Berufstätigkeit und dem Alter der Personen abhängig, wobei diese beiden Einflussfaktoren natürlich teilweise zusammenhängen.

Da zwar einerseits das Durchschnittsalter ansteigen wird, andererseits aber auch die Erwerbsquote ansteigen sollte, werden aus diesen Entwicklungen gegenläufige Veränderungen der Nutzungshäufigkeit im Haushaltsbereich erwartet. Die Bandbreiten möglicher Veränderungen der derzeitigen durchschnittlichen Nutzungshäufigkeit von 0,7-mal pro Person und Tag liegen für die genannten Einflussfaktoren bei knapp $\pm 0,1$ -mal.

Durch höhere Durchschnittstemperaturen und mehr warme und heiße Tage infolge des Klimawandels sowie einem steigenden Hygienebedürfnis kann zusätzlich von einer leichten Zunahme der Nutzungshäufigkeit um +0,1 bis +0,2-mal pro Person und Tag ausgegangen werden.

Für den Durchfluss und die Nutzungsdauer der Dusche sind keine großen Veränderungen zu erwarten. Zwar scheint das Bewusstsein zur Sparsamkeit im Umgang mit Wasser zu steigen, jedoch zeigt sich bei der Dusche die geringste Bereitschaft zum Wassersparen, da es sich um einen Komfortbereich des täglichen Lebens handelt. Aus diesem Grund sind auch wassersparende Duschköpfe nur sehr selten anzutreffen und wenn, dann resultiert aus dem geringeren Durchfluss eine längere Duschnutzung, die einen Teil der Einsparung wieder zunichtemacht. Eine leichte Reduktion der spezifischen durchschnittlichen Nutzungsmenge von derzeit 36 Liter auf rund 30 Liter je Duschnutzung scheint die wahrscheinlichste Entwicklung zu sein.

Ausgehend von leicht zunehmenden Nutzungshäufigkeiten und etwas rückläufigen spezifischen Nutzungsmengen ergibt sich ein zukünftiger durchschnittlicher Pro-Kopf-Bedarf für die Dusche von rund 22 bis 27 l/Ed. Die Werte liegen jeweils weit innerhalb der existierenden Bandbreiten.

Die Nutzung der Badewanne findet bereits jetzt so selten statt, dass die Verbrauchsmengen im Vergleich zu anderen Nutzungen beinahe vernachlässigbar sind. **Da in Zukunft nicht von einer vermehrten Nutzungshäufigkeit oder geänderten durchschnittlichen spezifischen Nutzungsmengen für die Badewanne auszugehen ist, wird der derzeitige Wert von 4 l/Ed beibehalten.**

Waschmaschine

Die Nutzungshäufigkeit unterliegt keinen erkennbaren Einflussfaktoren, daher wird sie unverändert mit 0,36-mal pro Person und Tag angenommen.

Bezüglich der spezifischen Verbräuche pro Waschgang bzw. pro kg gewaschener Wäsche kann davon ausgegangen werden, dass die derzeit niedrigsten Verbräuche für die Zukunft als Standard gelten und sogar noch gesenkt werden können.

Ein reduzierter Wasserverbrauch der Waschmaschine ist zwar keine besonders große Wassereinsparung im Haushalt, der zum Aufheizen des Wassers benötigte Strom jedoch schon. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass verfügbare Einsparungspotentiale bei den Waschmaschinen auch genutzt und die Hersteller versuchen werden, die Verbräuche weiterhin zu senken, um damit werben zu können.

Durch den Trend zu kleinen Haushalten wird ein Teil der Einsparungen je Waschgang allerdings wieder zunichte gemacht, da kleinere Haushalte einen etwas höheren spezifischen Verbrauch pro kg Wäsche aufweisen als größere Haushalte.

Haushalte ohne Waschmaschinen, die in der Waschküche des Hauses waschen, werden voraussichtlich weniger, verschieben den Verbrauch aber nur innerhalb des Hauses.

Insgesamt ist für die Zukunft von einem durchschnittlichen spezifischen Wasserverbrauch von 30 Liter pro Waschgang auszugehen. Mit einer unveränderten Nutzungshäufigkeit von 0,36-mal pro Person und Tag ergibt sich ein Pro-Kopf-Bedarf für die Waschmaschine von 11 l/Ed.

Abweichungen von dieser Prognose könnte die Entwicklung neuer Textilfasern mit sich bringen, die ein selteneres Waschen oder Waschen mit noch geringeren spezifischen Wassermengen ermöglichen.

Wasserhahn

Für den Verbrauch am Wasserhahn sind mögliche Entwicklungen sehr schwierig vorhersehbar. Die Einflussfaktoren Durchschnittsalter, Armaturentyp und Haushaltsgröße wirken zwar leicht verbrauchserhöhend, sind aber statistisch nicht signifikant.

Wesentlich für den zukünftigen Verbrauch am Wasserhahn in der Küche wird sein, ob sich durch vermehrte Verwendung von Fertigprodukten der Wasserverbrauch in der Küche vermindern, oder sich der Wunsch nach selbst zubereiteten Lebensmitteln, einhergehend mit höheren Verbräuchen, durchsetzen wird.

Die derzeit vereinzelt bestehenden hohen Nutzungsmengen am Wasserhahn werden durch verstärkte Nutzung von Geschirrspülern in der Küche und der Dusche anstatt des Waschens am Waschbecken zurückgehen. Die spezifische Nutzungsmenge könnte sich dadurch von 1,7 auf 1,5 Liter je Nutzung reduzieren. **Daher kann am ehesten von einem leichten Rückgang ausgegangen werden, sodass in Zukunft von einem Verbrauch von 31 l/Ed ausgegangen wird.**

Geschirrspüler

Die Nutzungshäufigkeit steigt mit zunehmendem Durchschnittsalter leicht an. Zudem ist zu erwarten, dass es in Zukunft immer weniger Haushalte ohne Geschirrspüler geben wird.

Es wird daher von einer leichten Steigerung der Nutzungshäufigkeit auf 0,3-mal pro Person und Tag ausgegangen.

Bezüglich der spezifischen Verbräuche pro Waschgang kann davon ausgegangen werden, dass die derzeit niedrigsten Verbräuche von rund 9 Liter pro Nutzung in Zukunft Standard sein werden.

Die höhere Nutzungshäufigkeit ergibt gemeinsam mit dem geringeren spezifischen Verbrauch auch für die Zukunft einen gleichbleibenden Pro-Kopf-Bedarf von 3 l/Ed für den Geschirrspüler.

Außenverbrauch

Durch den Klimawandel wird für Österreich bis zum Ende des 21. Jahrhunderts nach derzeitigem Stand der Modellrechnungen eine Erwärmung um durchschnittlich +4°C im Sommer und um +5°C im Winter erwartet. Für die Bewässerungen von Hausgärten würde dies eine deutliche Erhöhung bedeuten. Ebenso wirkt der Trend zu kleineren Haushaltsgrößen verbrauchssteigernd. Der steigende Anteil kleinerer Hausgärten dämpft hingegen den Außen-Pro-Kopf-Verbrauch.

Letztendlich ist durch die länger werdende Gartensaison und die insgesamt höheren Durchschnittstemperaturen mit einem jahresdurchschnittlichen Verbrauch der Haushalte mit Gärten von 32 l/Ed bis 40 l/Ed zu rechnen. Im Durchschnitt aller Haushalte ergibt sich entsprechend ein Außenwasserverbrauch für die Bewässerung von 16 bis 20 l/Ed.

Der Außenverbrauch für Swimmingpools wird mit steigenden Temperaturen eher zunehmen. Bei einer Steigerung der Anzahl privater Swimmingpools in Hausgärten von derzeit rund einem Drittel auf rund die Hälfte würde das bei gleichbleibender durchschnittlicher Poolgröße im Österreichdurchschnitt eine Erhöhung von 7 auf 10 l/Ed mit sich bringen.

Eine verstärkte Bewässerung und Nutzung privater Swimmingpools würden bei einer Klimaerwärmung um +4 bis 5°C und den vorliegenden Wasserverbrauchsmodellen für den Haushaltswasserverbrauch eine Steigerung des Außenwasserverbrauch von derzeit durchschnittlich 19 l/Ed auf insgesamt 26 bis 30 l/Ed ergeben.

Nach den Wasserverbrauchsmodellen für ganze Versorgungsgebiete (Kapitel 6.9 ab Seite 57) würde eine Temperaturerhöhung um 4°C durchschnittliche Verbrauchserhöhungen von 12 bis 15 l/Ed bedeuten (siehe Abbildung 141 auf Seite 220). Stark touristisch beeinflusste Versorgungsstrukturen sind von der Betrachtung ausgenommen und können wesentlich höhere Werte aufweisen. Unter Berücksichtigung des Dämpfenden Effekts kleiner werdender Hausgärten auf den Pro-Kopf-Bedarf im Außenbereich stimmen die Modellrechnungen relativ gut überein.

Die durchschnittliche Verbrauchssteigerung in Folge des Klimawandels ist mit rund 10 l/Ed nicht übermäßig hoch. Da die Steigerungen aber wesentlich aus dem Außenwasserverbrauch an warmen und heißen Tagen resultieren werden, ist mit höheren Spitzenlastsituationen zu rechnen.

9.2.2.7 Spitzenverbräuche

Maximalverbräuche werden im Wesentlichen von Außenverbräuchen an Tagen mit hohen Temperaturen ausgelöst. Daher werden die Spitzenverbräuche keinesfalls mit dem Rückgang des durchschnittlichen Verbrauchs im Innenbereich der Haushalte zurückgehen.

Das 99,99%-Modell (siehe Kapitel 6.9.5 auf Seite 63) basiert auf zu wenigen Spitzenwerten, um seriös extrapoliert zu werden. Es kann jedoch zusammenfassend festgehalten werden, dass bei weiter steigenden, mittleren Tagestemperaturen auch eine Steigerung der Maximalverbräuche auftreten wird. **Die höchsten Tagesspitzen werden weiterhin bei hohen Temperaturen erreicht werden. Sie werden höher sein als die bisherigen Tagesspitzen, aber nicht in gleichem Maße ansteigen wie die Durchschnittsverbräuche bei steigenden Temperaturen.**

Bezüglich der Spitzenfaktoren ist zusätzlich eine Steigerung zu erwarten, da die jahresdurchschnittlichen Tagesverbräuche, aufgrund von Einsparungen im Innenbereich der Haushalte, zurückgehen werden.

9.2.3 Zusammenfassung

Aufgrund der prognostizierten Steigerung der Bevölkerungszahlen müsste der sinkende spezifische Haushaltswasserverbrauch in wenigen Jahrzehnten mehr als ausgeglichen werden. Dies gilt natürlich nicht für alle Regionen gleichermaßen. Während Zuwanderungsgebiete um Ballungszentren auch weiterhin starke Steigerungen der Bevölkerungszahlen erwarten, müssen Abwanderungsgebiete zusätzlich zu sinkenden Pro-Kopf-Verbräuchen mit einer geringeren Kundenzahl die bestehende Infrastruktur aufrechterhalten. Der wirtschaftlich nachhaltige Betrieb der Wasserversorgung ist in diesen Regionen in Gefahr.

Der spezifische Haushaltswasserverbrauch wird insbesondere im Innenbereich weiter sinken. Gründe dafür sind Entwicklungen hin zu sparsameren Haushaltsgeräten bzw. die Durchdringung aller Haushalte mit bereits existierenden wassersparenden Technologien wie z.B. dem Zweimengenspülsystemen oder Wasserstoptasten am WC sowie die Bereitschaft der Nutzer diese Technologien auch zu verwenden. Wie schnell dieser Prozess vor sich gehen wird, ist schwer vorherzusagen. Eine Schätzung kann einerseits anhand der Lebensdauer von Haushaltsgeräten und andererseits jener von Gebäuden abgegeben werden.

Wenn Haushaltsgeräte alle 10 bis 20 Jahre erneuert werden müssen, kann davon ausgegangen werden, dass in 20 Jahren nur noch moderne Geräte mit niedrigem Wasserverbrauch eingesetzt werden. Die Lebensdauer von WC-Spülkästen kann eher der Lebensdauer oder den Renovierungsperioden von Gebäuden zugeordnet werden. Somit müssten nach höchstens 50 Jahren überall moderne Systeme eingebaut sein.

Die wesentlichen Reduktionen des Innenwasserverbrauchs müssten somit in rund 20 bis 40 Jahren abgeschlossen sein (Prognose 2050 in Abbildung 142). Wie sich der Innenwasserverbrauch zwischen 2050 und 2100 weiterentwickeln könnte, kann momentan noch nicht abgeschätzt werden. Der Innenverbrauch ist daher in der Prognose 2100 in Abbildung 142 nur transparent und gegenüber 2050 unverändert dargestellt, da hier große Unsicherheiten für die weitere Entwicklung bestehen.

Bezüglich des Klimawandels wird nach den derzeit wahrscheinlichsten Modellen eine Temperatursteigerung um durchschnittlich 4°C bis in das Jahr 2100 vorhergesagt. Nach dem derzeit gültigen Verbraucherverhalten würde der Außenverbrauch entsprechend weiter steigen (Prognose 2100 in Abbildung 142).

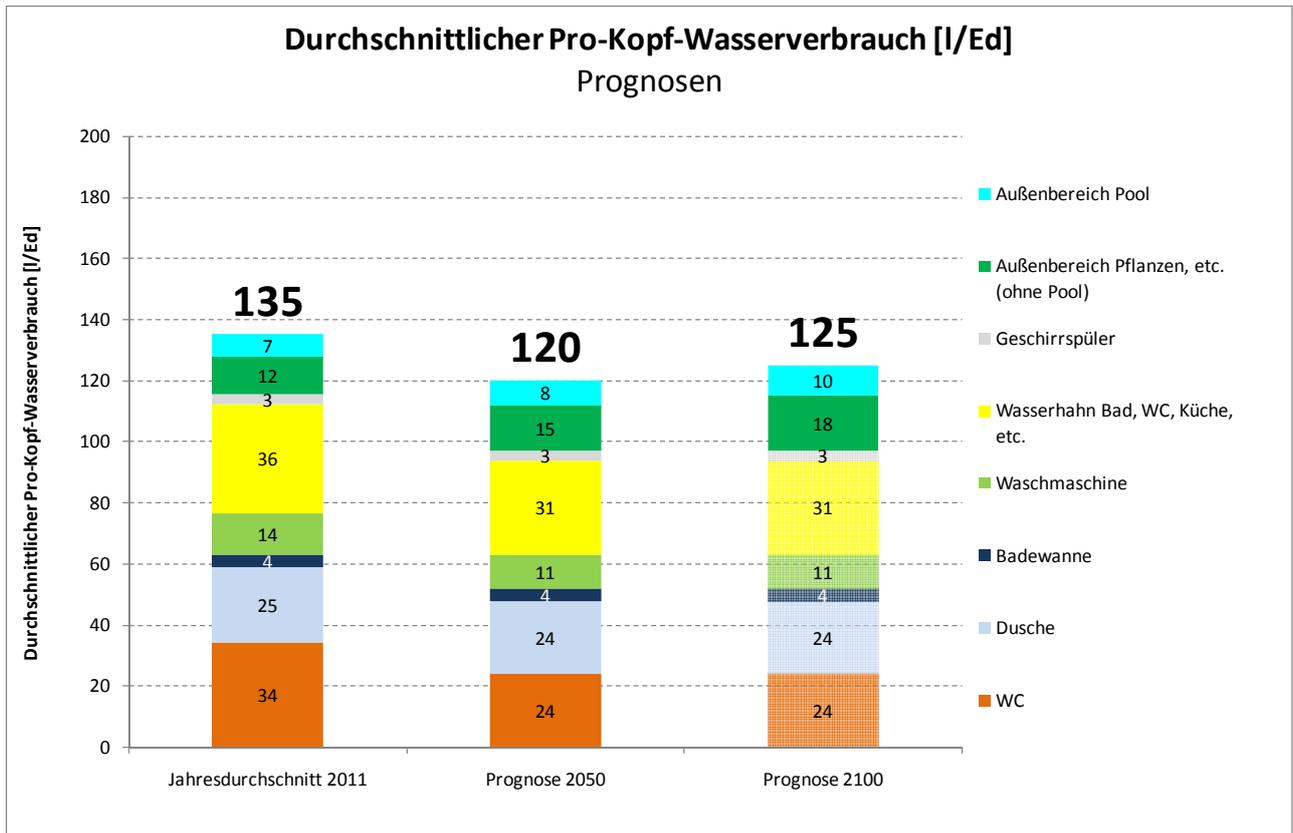


Abbildung 142: Prognose – Entwicklung des durchschnittlichen Haushaltsinnenverbrauchs aufgrund sozioökonomischer Entwicklungen bis 2050 und des Außenverbrauchs aufgrund des Klimawandels mit einer Erhöhung der Durchschnittstemperatur um 4°C bis 2100

10 Ausblick

Die Auswirkungen des **Klimawandels** sind vielfach erforscht und die prognostizierten Veränderungen reichlich mit Daten belegt. Dennoch sind Prognosen für kleinräumige Gebiete schwer zu treffen und mit großen Unsicherheiten behaftet. Es wurde oftmals festgehalten, dass insbesondere der Alpenraum und damit maßgebliche Teile Österreichs, zu den am stärksten vom Klimawandel betroffenen Gebieten gehören werden (CLIMCHALP, 2008). Für Vorhersagen in kleinräumigen Regionen des Alpenraumes ergeben sich regional und zeitlich stark unterschiedliche Ergebnisse (siehe Kapitel 4.2). Um die Auswirkungen des Klimawandels auf die Alpengebiete mit ausreichender Genauigkeit beschreiben zu können, fehlen daher noch exaktere Prognosen für Änderungen der Temperatur und des Niederschlags. Aktuelle Studien halten fest, dass speziell die Prognosen für Niederschlagsveränderungen problematisch und unzuverlässig sind.

Ein entscheidender Faktor in **Landwirtschaft, Industrie und Gewerbe** ist die Entwicklung der Nachfrage nach den Produkten. Da diesen Bereich viele Faktoren beeinflussen können (wirtschaftliche Entwicklung, Konsumentenverhalten, Preis, Kauf inländischer Produkte), ist die genaue Voraussage, wie sich die Nachfrage entwickeln wird, sicherlich problematisch und eher nur kurzfristig abschätzbar.

Um treffsichere Prognosen zu erstellen, sind natürlich Untersuchungen auf regionaler Ebene und in Abstimmung auf das jeweilige Versorgungsgebiet notwendig.

Mit der vorliegenden Studie wurden Grundlagendaten geschaffen, mit denen einerseits die Verbrauchscharakteristik einzelner **Nutzungen in Privathaushalten** und andererseits unterschiedlicher **Versorgungsstrukturen** beschrieben werden können.

11 Literatur

Anm.: Das Literaturverzeichnis ist gleichzeitig auch für die Literaturstudie (1. Teil) gültig. Auf viele der angegebenen Literaturstellen wird daher im Text des vorliegenden empirischen Teils (Teil 2) nicht verwiesen.

- AGRARNET (2010): Wasser als Futtermittel, Onlineseite der Landwirtschaftskammer Österreich, URL: <http://www.agrarnet.info/index.php?id=2500%2C1493052%2C%2C%2CeF9EV19IRUFERVJbMF09cHJldmllldw%3D%3D>, [Abruf: 21.10.2010]
- ALLAN, J. A., (1996): Water use and development in arid regions: Environment, economic development and water resource politics and policy. Review of European Community and International Environmental Law 5(2): 107–115
- ARBUÉS, F., GARCÍA – VALINAS, M., MARTÍNEZ – ESPINEIRA, R. (2003): Estimation of residential water demand: a state – of – the – art – review. Journal of Socio – Economics 32, 2003
- BBC (2010): Water company may impose hosepipe ban, Online im Internet, URL: <http://www.bbc.co.uk/news/10394098> [Abruf: 27.10.2010]
- BDEW – Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (2008): Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn, 2008
- BDEW - Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (2010): Wasserfakten im Überblick (Stand: Januar 2010) Online im Internet: URL: http://www.bdew.de/bdew.nsf/id/DE_Wasserfakten_im_ueberblick [Abruf: 07.05.2010]
- BMLFUW - BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND – UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (2004): Wasserverbrauch in Industrie und Landwirtschaft Online im Internet, URL: <http://www.bmlfuw.gv.at/article/articleview/20181/1/5740> [Abruf: 11.3.2010]
- BMLFUW - BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND – UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (2008): Wasserverbrauch allgemein, Online im Internet, URL: <http://www.bmlfuw.gv.at/article/articleview/56056/1/5740> [Abruf: 11.3.2010]
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2009): Auf dem Weg zu einer nationalen Anpassungsstrategie, Policy Paper, BMLFUW, 2009
- BÖHM (2011): Klimawandel und Extremereignisse – ein Zusammenhang? Symposium Wasserversorgung – Tagungsband 2011 der ÖVGW, Wien 26.-27. 1. 2011
- BVT (2010): Beste Verfügbare Technik, Merkblätter zur europäischen IVU-Richtlinie, Online im Internet, URL: www.bvt.umweltbundesamt.de [Abruf: 03.10.2010]
- ClimChAlp (2008): Klimawandel, Auswirkungen und Anpassungsstrategien im Alpenraum, Common Strategic Paper, München, 2008, Strategisches Interreg-III-B-Alpenraum-Projekt, www.climchalp.org
- DBV (2010): Situationsbericht 2010, Trends und Fakten zur Landwirtschaft; Deutscher Bauernverband; Online im Internet [Abruf: 04.10.2010] URL: <http://www.situationsbericht.de/>
- DESTATIS (2009): Wasserabgabe der öffentlichen Wasserversorgung an Letztverbraucher, Eigenverbrauch der Wasserwerke und Wasserverluste, STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND; Fachserie 19 Umwelt, Reihe 2.1 Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung (1991, 1995, 1998, 2001) und Mitteilung vom 27.05.2009, Berlin

- DESTATIS (2010): Wasserabgabe an private Haushalte, STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND, Online im Internet, URL: <http://www.destatis.de> [Abruf am 12.10.2010]
- DÖLL, P., FLÖRKE, M., MÄRKER, M., VASSOLO, S. (2003): Einfluss des Klimawandels auf Wasserressourcen und Bewässerungsbedarf: Eine globale Analyse unter Berücksichtigung neuer Klimaszenarien. Tagungsband des Tags der Hydrologie, Band 2, Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, Freiburg, 2003
- DVB (2010): Situationsbericht 2010, Trends und Fakten zur Landwirtschaft; Deutscher Bauernverband, Online im Internet: URL: <http://www.situationsbericht.de/> (Abruf am 21.10.2010)
- DVGW – Deutscher Verein des Gas – und Wasserfachs e.V. (2008): Technische Regel, Arbeitsblatt W 410. Wasserbedarf – Kennwerte und Einflussgrößen, 2008
- DVGW (2010): Klimawandel und Wasserversorgung, Auswirkungen des Klimawandels und mögliche Anpassungsstrategien – eine Information der DVGW-Lenkungskomitees 1 “Wasserwirtschaft, Wassergüte, Wasserwerke” und 2 “Wasserversorgungssysteme” in Energie/ Wasser-Praxis 03/2010
- DW1 (2007): Daten Wasser – Statistische Daten österreichischer Wasserversorgungsunternehmen, Erhebung 2007, Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach (ÖVGW), www.ovgw.at
- EAWAG (2009): Wasserversorgung 2025, Vorprojekt Standortbestimmung im Auftrag des BAFU, Das Wasserforschungs-Institut des ETH-Bereichs
- EEA - EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2009): Water resources across Europe - confronting water scarcity and drought, EEA Report No. 2/2009, Kopenhagen
- ETLINGER, E. (2005): EU Wasserrahmenrichtlinie- Phase 2, Istbestandsaufnahme: Ökonomische Analyse, Kostendeckung – Ergebnisse und Handlungserfordernisse, BMLFUW, Wien
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (2010): Spezialisierung der Betriebe und intensivere Verfahren, Online im Internet, URL: http://ec.europa.eu/agriculture/envir/report/de/expl_de/report.htm, [Abruf: 21.10.2010]
- EVN (2002): Nachhaltigkeitsbericht 2001/02, EVN Online im Internet [Abruf: 20.10.2010] URL: http://www.evn.at/getattachment/3c564b3d-6ab9-45d1-8563-14082e0c7435/NHB-01_02.aspx
- FCIO (2010): Homepage der Chemischen Industrie Österreichs, Online im Internet: URL: <http://www.fcio.at/DE/fcio/Homepage.aspx>, [Abruf: 20.10.2010]
- FMMI (2010): Bilanzkennzahlenanalyse der Maschinen- und Metallwarenindustrie, Bilanzbranchenbild 2007/2008, Bundessparte Industrie der Wirtschaftskammer Österreich, 2010
- FORMAYER H., KROMP – KOLB, H. (2007): Auswirkungen des Klimawandels aus Hochwasserereignisse in Oberösterreich, Wien, 2007 Online im Internet: URL: http://www.boku.ac.at/met/klima/berichte/Hochwasser_lang.pdf [Abruf: 11.05.2010]
- FORMAYER H., CLEMENTSCHITSCH, L., KROMP-KOLB, H. (2008): Regionale Klimaänderung in Österreich, Auswirkungen auf die Bereiche Energieerzeugung, Infrastruktur, Land- und Forstwirtschaft, Institut für Meteorologie, Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt, Universität für Bodenkultur, Wien, Online im Internet: URL: http://alt.global2000.at/files/klimawandel_oesterreich.pdf [Abruf: 19.10.2010]
- GAILLE, P. (1999): Der Wasserverbrauch im Schweizer Haus, Messbericht über den Wasserkonsum und Abschätzung des Sparpotentials, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, 1999
- GESCHIRRSPÜLERTEST (2010): Im Zuge der Studie durchgeführter Preisvergleich am Inst. f. Siedlungswasserbau der Univ. f. Bodenkultur Wien; Datengrundlagen: Preisvergleich Online im Internet, Abruf am 10.5.2010, URL: <http://www.ideal.de/preisvergleich/ProductCategory/2160.html>
- GROMBACH, P., HABERER, K., MERKL, G., TRÜEB, E. (2000): Handbuch der Wasserversorgungstechnik, 3. Auflage, Oldenbourg Industrieverlag, München

- GROSSMANN, J., HOFMANN, H. (2008): Integrierte Wasserbedarfsprognose, Erstellung eines innovativen Prognosemodells für HAMBURG WASSER, GWF Wasser/Abwasser, Oldenbourg Industrieverlag, 2008
- GUJER, W. (2002): Siedlungswasserwirtschaft. 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 2002
- HAAS, W., WEISZ, U., BALAS, M., McCALLUM, S., LEXER, W., PAZDERNIK, K., PRUTSCH, A., RADUNSKY, K., FORMAYER, H., KROMP-KOLB, H., SCHWARZL, I. (2009): Identifikation von Handlungsempfehlungen zur Anpassung an den Klimawandel in Österreich, Bericht im Auftrag des Lebensministeriums, AustroClim, Wien, 2008
- HERBER, W., WAGNER, H., ROTH, U. (2008): Die Wasserbedarfsprognose als Grundlage für den Regionalen Wasserbedarfsnachweis der Hessenwasser GmbH & Co. KG, Wasser Abwasser 149. Nr. 5, 2008
- HILLENBRAND, T., BÖHM, E. (2008): Entwicklungstrends des industriellen Wassereinsatzes in Deutschland, Korrespondenz Abwasser, Abfall Nr. 8 (55), 2008
- HILLENBRAND, T., HIESSL, H. (2006): Sich ändernde Planungsgrundlagen für Wasserinfrastruktursysteme, Teil 1: Klimawandel, demografischer Wandel, neue ökologischen Anforderungen, Kommunale Abwasserbehandlung, Abwasser Abfall, Nr. 12 (53), 2006
- HOEKSTRA (2008c) The water footprint of food, In: Förare, J. (ed.) Water for food, The Swedish Research Council for Environment, Agricultural Sciences and Spatial Planning (Formas), Stockholm, Sweden,
- IPCC (2000): Summary for Policymakers, Emission Scenario, Special Report of IPCC Working Group III., – Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2000, Online im Internet, URL: <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf> [Abruf: 19.10.2010]
- IPCC, (2007): Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Online im Internet, URL: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm [Abruf: 19/10/2010]
- ISW (2005): Institut für Sozial- und Wirtschaftswissenschaften, WISO – Wirtschafts- und Sozialpolitische Zeitschrift, WISO 3/2005 (Oktober 2005)-Schwerpunktausgabe „Zukunft gestalten – Ansatzpunkte für eine nachhaltige Politik“, Bericht von Heinz Fassmann – Demografische Entwicklung und politische Handlungsfelder, Online im Internet, URL: http://www.isw-linz.at/themen/dbdocs/LF_fassmann_3_05.pdf, [Abruf: 10.11.2010]
- JONAS, M., STAEGER, T., SCHÖNWIESE, C.-D. (2005): Berechnung der Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Extremereignissen durch Klimaänderungen – Schwerpunktdeutschland, Forschungsvorhaben 201 41 254, Umweltbundesamt, Dessau, Online im Internet, URL: <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/dateien/2946.htm> [Abruf: 19.10.2010]
- KAMM, U., FREIBURGHANUS, M. (2008): Wasserversorgung in der Schweiz 2007, gwa 4/2009
- KELLNER, K. (2010) The Water footprint of paper products, Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien, Inst. f. Siedlungswasserbau
- KEPPLINGER, D. (2008): Freizeitverhalten im neuen Jahrtausend – Auswirkungen auf Niederösterreichs Ausflugsziele, Symposium Stift Göttweig, 13. 03. 2008, Online im Internet, URL: http://www.kondeor.at/uploads/media/Beitrag_Ausflug130308_02.pdf [Abruf: 03.11.2010]

- KIEFER, J. (2006): Prevailing Water Demand Forecasting Practices and Implications for Evaluating the Effects of Climate Change, in Climate Change and Water, IWA Publishing, London und American Water Works Association, Denver, 2010
- KIM, S.H., CHOI, S.H., KOO, J.K., CHOI S.I., HYUN, I.H. (2007). Trend analysis of domestic water consumption depending upon social, cultural, economic parameters, Water Science & Technology: Water Supply, Vol. 7, 5-6, Korea 2007
- KIPFER, R., LIVINGSTONE, D. (2008): Wasserressourcen und Klimawandel, Eawag News, 65d/September 2008
- KLAIBER, G. (2007): Szenarien für die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserversorgung, in Entwicklungstendenzen in der Wasserversorgung in Deutschland, Oldenbourg Industrieverlag, Stuttgart, 2007
- KLUGE, T., DEFFNER, J., GÖTZ, K., LIEHR, S., MICHEL, B., MICHEL, F., RÜTHRICH, W. (2007): Wasserbedarfsprognose 2030 für das Versorgungsgebiet der Hamburger Wasserwerke GmbH (HWW), Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE), COOPERATIVE Infrastruktur und Umwelt, Frankfurt am Main / Darmstadt, 2007
- KNIEPERT M., MAYER C., ORTNER K. (2008): Agrarwirtschaftliche und agrarpolitische Entwicklungen im Spiegel der Landwirtschaftlichen Gesamtrechnung Österreichs von 1964 bis 2007, Online im Internet, URL: http://www.agraroekonomik.at/fileadmin/download/Kniepert_Mayer_Ortner.pdf [Abruf: 10.11.2010]
- KNOFF, N. (1987): Entwicklung des Industrier Wasserverbrauchs am Beispiel der Wiener Großverbraucher, Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, 1987
- KOEGST, T., TRÄNCKER, J., FRANZ, T., KREBS, P., (2008): Multi-Regression analysis in forecasting water demand based on population age structure, 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Schottland 2008
- KOEGST T. (2009): Einflussfaktoren auf den Wasserverbrauch und deren Berücksichtigung in Prognosen zum Wasserbedarf, Technische Universität Dresden, 2009
- KOM – Kommission der europäischen Gemeinschaften (2007): Grünbuch der Kommission an den Rat, das europäische Parlament, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Anpassung an den Klimawandel in Europa – Optionen für Maßnahmen der EU, Brüssel, 2007
- KOM – Kommission der europäischen Gemeinschaften (2009): Weißbuch. Anpassung an den Klimawandel: Ein europäischer Aktionsrahmen, Brüssel, 2009
- KARGER, R., LANDWEHR, K., HOFFMANN, F. (2008): Wasserversorgung, 13. Auflage, Friedr. Vieweg & Sohn Verlag, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2008
- KRONBERGER BARBARA, MARIA BALAS, SABINE MCCALLUM, KATJA PAZDERNIK, ANDREA PRUTSCH, KLAUS RADUNSKY, (2009): Auf dem Weg zu einer nationalen Anpassungsstrategie; Policy Paper Stand 27. Februar 2009, BMLFUW, Abteilung V/4
- LKOE (2010): Klimawandel: Landwirtschaft hat Anpassungsbedarf, Online-seite der Landwirtschaftskammer Österreich, URL: <http://www.lk-oe.at/> [Abruf: 21.10.2010]
- LUX, A. (2009): Wasserversorgung im Umbruch – Der Bevölkerungsrückgang und seine Folgen für die öffentliche Wasserwirtschaft, Campus Verlag, Frankfurt/New York, 2009
- MAYER, P., DeOREO, W. B. (1998): RESIDENTIAL END USES OF WATER, Aquacraft, Inc. Water Engineering and Management, 2709 Pine St., Boulder, USA
- MAYER, F. (1982): Untersuchungen über den Wasserverbrauch in Wien - Entwicklung des Haushaltswasserverbrauchs, Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, 1982

- MOOG O. (2009): Nährstoffbilanzen aquatischer Lebensgemeinschaften, Foliensammlung zur Vorlesung Ökologie (831.330), SS 2009, Universität für Bodenkultur Wien
- MEMON, F.A., BUTLER, D. (2006): Water consumption trends and demand forecasting techniques; in Water Demand Management, Edited by David Butler and Fayyaz Ali Memon, IWA Publishing, London, 2006
- MR-WETTER (2010): Agrarwetter für die Landwirtschaft, Online im Internet, URL: <http://www.mr-wetter.de>, [Abruf: 21.10.2010]
- MUTSCHMANN, J., STIMELMAYR, F. (2007): Taschenbuch der Wasserversorgung, 14. Auflage, Friedr. Vieweg & Sohn Verlag, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2007
- MUTSCHMANN, J., STIMELMAYR, F. (1995): Taschenbuch der Wasserversorgung, 11. Auflage, Friedr. Vieweg & Sohn Verlag, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2007
- MUTSCHMANN, J., STIMELMAYR, F. (1991): Taschenbuch der Wasserversorgung, 10. Auflage, Friedr. Vieweg & Sohn Verlag, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2007
- MUTSCHMANN, J., STIMELMAYR, F. (1983): Taschenbuch der Wasserversorgung, 8. Auflage, Friedr. Vieweg & Sohn Verlag, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2007
- NEUNTEUFEL, R., BOCK, R., PERFLER, R. (2009): ÖVGW Statistikprojekt: Langjährige Datenreihen aus DW 1 Daten – Untersuchung möglicher Einflussfaktoren. Universität für Bodenkultur Wien, 2009
- ÖNORM B 2538 (2002): ÖNORM B 2538 Transport-, Versorgungs- und Anschlussleitungen von Wasserversorgungsanlagen – Ergänzende Bestimmungen zu ÖNORM EN 805, Österreichisches Normungsinstitut, Wien 2002
- ÖROK (2006): Bevölkerungsprognosen, Online im Internet, URL: <http://www.oerok.gv.at/raum-region/daten-und-grundlagen/oerok-prognosen.html> [Abruf: 26.4.2010]
- POLAK (2010): Vergleich Österreich – EU, Online im Internet, URL: http://www.polak.at/fileadmin/Inhaltsdateien/POLAK/essays/reader_eu_08_Oesterreich%20im%20Vergleich%20mit%20der%20EU.pdf, [Abruf: 21.10.2010]
- RATNAYAKA D. D., BRANDT, M. J., JOHNSON, M. (2009): Twort's Water Supply, Sixth Edition, Butterworth-Heinemann, Oxford
- RAUMBERG, GASTEINER, J., EINGANG, D., SONNLEITER, L., STEINWIDDER, A. (2007): Hitzestress bei Milchkühen unter Weidebedingungen, Bautagung Raumberg-Gumpenstein, 2007
- ROBERTS, P. (2004): Residential End Use Measurement Study, Yarra Valley Water, Australien, 2005
- ROHMEIER, H. (1986): Zukünftiger Wasserbedarf nach Verbrauchergruppen und Planungsräumen, Schriftenreihe gwf – Wasser Abwasser, Oldenbourg Verlag, München, 1986
- ROTH, U. (1998): Bestimmungsfaktoren für Wasserbedarfsprognosen. GWF – Wasser/Abwasser 139 Heft 2, 1998
- SCHEELE U., (2009): Wassernutzung und Eingriffe des Menschen in den Wasserhaushalt, Universität Oldenburg, Institut für Volkswirtschaftslehre, Online im Internet, URL: <http://www.wipol.uni-oldenburg.de/download/scheele.pdf> [Abruf: 06.11.2010]
- SCHLEICH, J., HILLEBRAND, T. (2008): Determinants of residential water demand in Germany; Ecological Economists (2009) 1756-1769
- SCHLEICH, J., HILLEBRAND, T. (2009): Determinanten der Wassernachfrage in Deutschland, energie wasser-praxis 6/2009
- SCHMIDBAUER, B. (2010): „Muss denn Bio teuer sein?“ Ein Preisvergleich biologischer und konventioneller Lebensmittel, im österreichischen Lebensmitteleinzelhandel. Semesterarbeit an der Fachhochschule Wieselburg.

- SCHMOLL (2010): Auswirkung der demografischen Entwicklung auf die touristische Nachfrage, Prof. Dr. Schmoll, Institut für innovative Tourismus- und Freizeitwirtschaft FH OOW; Online im Internet: URL: www.behindertenbeauftragter.de [Abruf: 21.10.2010]
- SCHRAMM, E. (1998): Soziale Dimensionen nachhaltiger Wassernutzung, ISOE Diskussionspapiere 1, Frankfurt am Main, 1998
- SCHÜRCH, M. (2008): Auswirkungen der Klimaänderung auf das Grundwasser unter der Lupe, Online im Internet: URL: http://www.hydrogeo.ch/doku/pdf/AG_KlimaUndGrundwasser-Zwischenbericht2009.pdf [Abruf: 11.05.2010]
- SCHWARZ, N. (2007): Umweltinnovationen und Lebensstile; Eine raumbezogene, empirisch fundierte Multi – Agenten – Simulation, Metropolis Verlag, Marburg, 2007
- SIMONIS, U. (2008): Weltbevölkerung, Wasserdargebot und Wassernachfrage, Berlin Institut für Bevölkerung und Entwicklung, Berlin 2008
- SITUMET (2010): Agrarwetter, Online im Internet, URL: http://www.situmet.org/case_studies_german.htm, [Abruf: 21.10.2010]
- STARTCLIM (2009): Anpassung an den Klimawandel in Österreich – Endbericht, Online im Internet, URL: http://www.austroclim.at/fileadmin/user_upload/reports/StCl08_end.pdf, [Abruf: 10.11.2010]
- STATISTIK AUSTRIA (2007a): Volkszählung 2001, Online im Internet, URL: http://www.statistik.at/web_de/dynamic/statistiken/bevoelkerung/publdetail?id=2&listid=2&detail=287, [Abruf: 20.10.2010]
- STATISTIK AUSTRIA (2007b): Wasser – kostbares Gut – vielseitig verwendbar; http://www.statistik.at/web_de/dynamic/statistiken/energie_und_umwelt/umwelt/020296 [Abruf: 8.9.2010]
- STATISTIK AUSTRIA; (2008a): Österreich – Zahlen, Daten, Fakten, Wien 2008
- STATISTIK AUSTRIA, ÖSTERREICHISCHER STÄDTEBUND (2008b): Österreichs Städte in Zahlen, Wien 2008, Online im Internet, URL: http://www.statistik.at/web_de/services/oesterreich_zahlen_daten_fakten/index.html, [Abruf: 20.10.2010]
- STATISTIK AUSTRIA, (2009a): Privathaushalte 1998 bis 2008 – Ergebnisse im Überblick, Erstellt am: 19.05.2009, Wien
- STATISTIK AUSTRIA (2009b): Bevölkerungsprognosen, Online im Internet, URL: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/bevoelkerung/demographische_prognosen/bevoelkerungsprognosen/index.html [Abruf: 27.4.2010]
- STATISTIK AUSTRIA (2009c): Wanderungsstatistik 2008 , Online im Internet, URL: http://www.statistik.at/web_de/dynamic/statistiken/bevoelkerung/wanderungen/wanderungen_insgesamt/publdetail?id=44&listid=44&detail=542 [Abruf: 27.10.2010]
- STATISTIK AUSTRIA (2010): Erwebstätige, Online im Internet: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/arbeitsmarkt/erwerbstaetige/index.html, [Abruf: 24.10.2010]
- STATISTIK AUSTRIA (2010b): Arbeitsmarktstatistik, 2 Quartal 2010, Online im Internet: URL: http://www.statistik.at/web_de/dynamic/statistiken/arbeitsmarkt/publdetail?id=3&listid=3&detail=412 [Abruf: 04.11.2010]
- STATISTIK AUSTRIA (2010c): Wohnen 2010 (Standardpublikation) – Ergebnisse der Wohnungserhebung im Mikrozensus Jahresdurchschnitt 2010, http://www.statistik.at/web_de, abgerufen am 30.11.2011
- STATISTIK AUSTRIA (2011): Statistikdatenbank Online im Internet, URL: <http://sdb.statistik.at/superwebguest>, abgerufen am 30.11.2011

- SVGW (2007): Statistische Erhebung der Wasserversorgung in der Schweiz, Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches, Ausgabe 2008
- SYDNEYWATER (2010): Water Wise Rules, Online im Internet, URL:
<http://www.sydneywater.com.au/Water4Life/WaterWise/> [Abruf: 20.10.2010]
- UMWELTBUNDESAMT (2004): Umweltsituation in Österreich; Siebenter Umweltkontrollbericht des Umweltministers an den Nationalrat, 2004; Online im Internet, URL:
<http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/umweltkontrollbericht/ukb2004/> [Abruf: 19.10.2010]
- UMWELTBUNDESAMT (2007): Anlagenbericht 2007; REPORT REP-0185 Wien, 2008; Online im Internet, URL: <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0185.pdf> [Abruf: 11.10.2010]
- UNESCO (2009): The United Nations World Water Development Report 3, The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Online im Internet: <http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/> [Abruf: 23.10.2010]
- VANHAM, D., RAUCH, W. (2010): Mountain Water and Climate Change, in Climate Change and Water, IWA Publishing, London und American Water Works Association, Denver, 2010
- VEWIN (2008): Watergebruik thuis 2007, Bericht C6026 der Niederländischen Vereinigung der Wasserwerke (VIWIN), herausgegeben im Jänner 2008
- WASCHMASCHINENTEST (2010): Im Zuge der Studie durchgeführter Preisvergleich am Inst. f. Siedlungswasserbau der Univ. f. Bodenkultur Wien; Datengrundlagen: Testberichte Online aus dem Internet am 8.4.2010 , URL: <http://www.testberichte.de/p/siemens-tests/wm16s741-testbericht.html>
- WEIßKIRCHER, E. (1982): Untersuchung über den Wasserverbrauch in Wien, Entwicklung des nicht von den Haushalten her bestimmten Verbrauchs, Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, 1982
- WIRTSCHAFTSBERICHT ÖSTERREICH (2010): Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Online im Internet: URL:
http://www.vto.at/iddb/archiv10560/60_archiv10560_181972.pdf?etxid=8b24dee57c8f569b0171c96c95c40310 [Abruf: 03.11.2010]
- IAASTD (2008): Agriculture at Crossroads; International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (IAASTD); Online aus dem Internet am 4.11.2010 , URL:
<http://www.agassessment.org>
- WHO/UNICEF (2010): Progress on sanitation and drinking water - 2010 update, WHO, Genf UNICEF, New York 2010
- WHO/UNICEF (2008): Progress on drinking water and sanitation – special focus on sanitation, WHO, Genf UNICEF, New York 2008
- WHO/UNICEF (2010): Progress on sanitation and drinking water - 2010 update, WHO, Genf UNICEF, New York 2010
- WIEN ENERGIE (2010): Kraftwerk Simmering, Online aus dem Internet, URL:
<http://www.wienenergie.at/we/ep/programView.do/contentTypeld/1001/channelId/-22748/programId/13138/pageTypeld/11894>, [Abruf: 20.10.2010]
- WRC (2008): Water Use In New Dwellings, Studie CP 337, <http://www.wrcplc.co.uk>
- WITZKE (2008): Weltagrarmärkte: Einige zentrale Änderungen der Rahmenbedingungen und deren Implikationen für die Landwirtschaft, Harald von Witzke in Online Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Deutschland, 2008; Online aus dem Internet URL: www.laendlicher-raum.at/filemanager/download/28133/ [Abruf: 24.9.2010]

WILLIS, R., STEWART, R., PANUWATWANICH, K., WILLIAMS, P. (2009): Influence of Household Socioeconomic Region and Resident Type on End Use Water Consumption Levels, School of Engineering, Griffith University, Australia

WVG (2009): Wasserversorgungsgesetz Wien, §5 Einschränkungen im Wasserverbrauch. Online im Internet <http://www.wien.gv.at/recht/landesrecht-wien/rechtsvorschriften/html/f8200000.htm> [Abruf: 10.11.2010]

Anhang zur Studie

Wasserverbrauch und Wasserbedarf

Inhaltsverzeichnis Anhang

1. Anhang zu Kapitel 6.2 bis 6.6 - Verbrauchscharakteristik ausgewählter Versorgungsgebiete..	2
2. Anhang zu Kapitel 6.9 - Modelle.....	7
3. Anhang zu Kap 8: Fragebogen Haushalte	11

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zusammenhang von Sonneneinstrahlung und Temperatur.....	2
Abbildung 2: Zusammenhang Niederschläge und Luftfeuchtigkeit.....	3
Abbildung 3: Zusammenhang von Luftfeuchtigkeit und Temperatur	3
Abbildung 4: Zusammenhang von Niederschlägen und Temperatur.....	4
Abbildung 5: Wasserverbrauch in Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung	4
Abbildung 6: Wasserverbrauch je Strukturgruppe in Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung	5
Abbildung 7: Wasserverbrauch in Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit	5
Abbildung 8: Wasserverbrauch je Strukturgruppe in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit....	6
Abbildung 26: Modelle für den Einfluss von Temperatur und Wochentag auf den Bedarf touristisch beeinflusster Versorgungsstrukturen.....	7
Abbildung 26: Modelle für den Einfluss von Temperatur und Wochentag auf den Bedarf ländlicher Versorgungsstrukturen	8
Abbildung 26: Modelle für den Einfluss von Temperatur und Wochentag auf den Bedarf gemischter Versorgungsstrukturen	8
Abbildung 28: Modell für den Einfluss von Temperatur und Dauer von Trockenperioden auf den Bedarf städtischer Versorgungsstrukturen.....	9
Abbildung 28: Modell für den Einfluss von Temperatur und Dauer von Trockenperioden auf den Bedarf ländlicher Versorgungsstrukturen.....	9
Abbildung 28: Modell für den Einfluss von Temperatur und Dauer von Trockenperioden auf den Bedarf touristisch beeinflusster Versorgungsstrukturen	10

1. Anhang zu Kapitel 6.2 bis 6.6 - Verbrauchscharakteristik ausgewählter Versorgungsgebiete

In Ergänzung zu den Abbildungen und Ausführungen der Kapitel 6.2 bis 6.6 sind in den nachfolgenden Abbildungen weitere Zusammenhänge dargestellt.

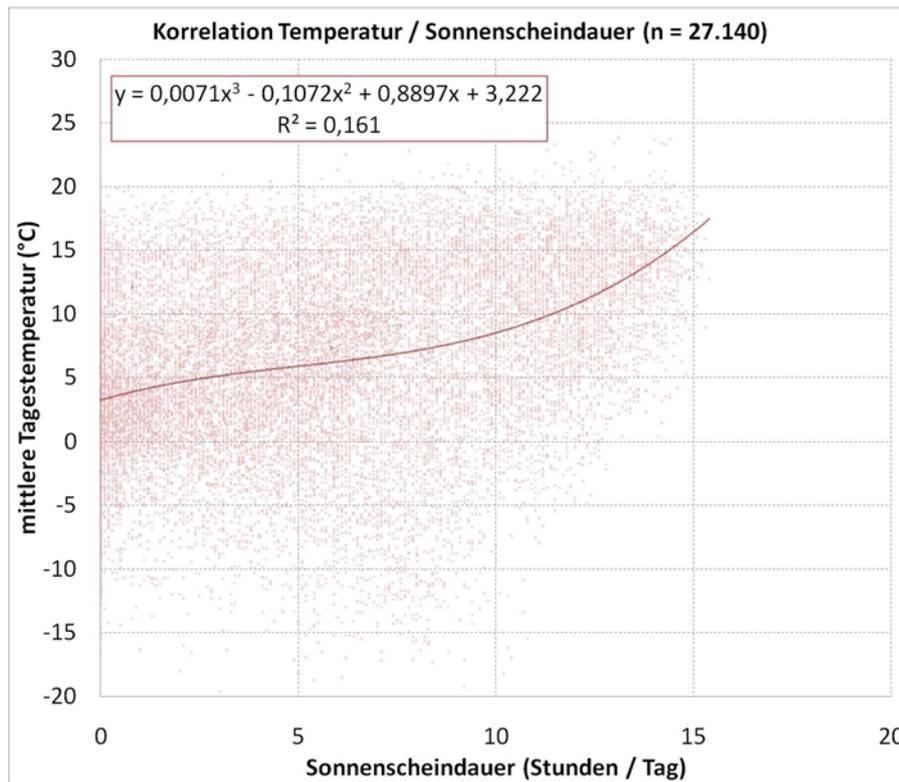


Abbildung 1: Zusammenhang von Sonneneinstrahlung und Temperatur

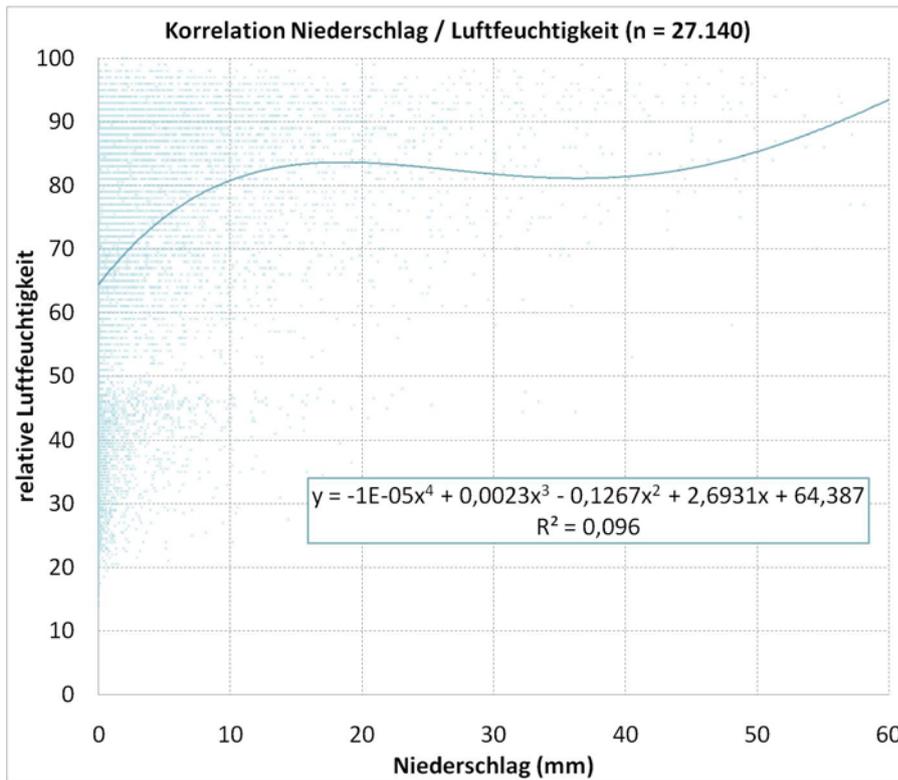


Abbildung 2: Zusammenhang Niederschläge und Luftfeuchtigkeit

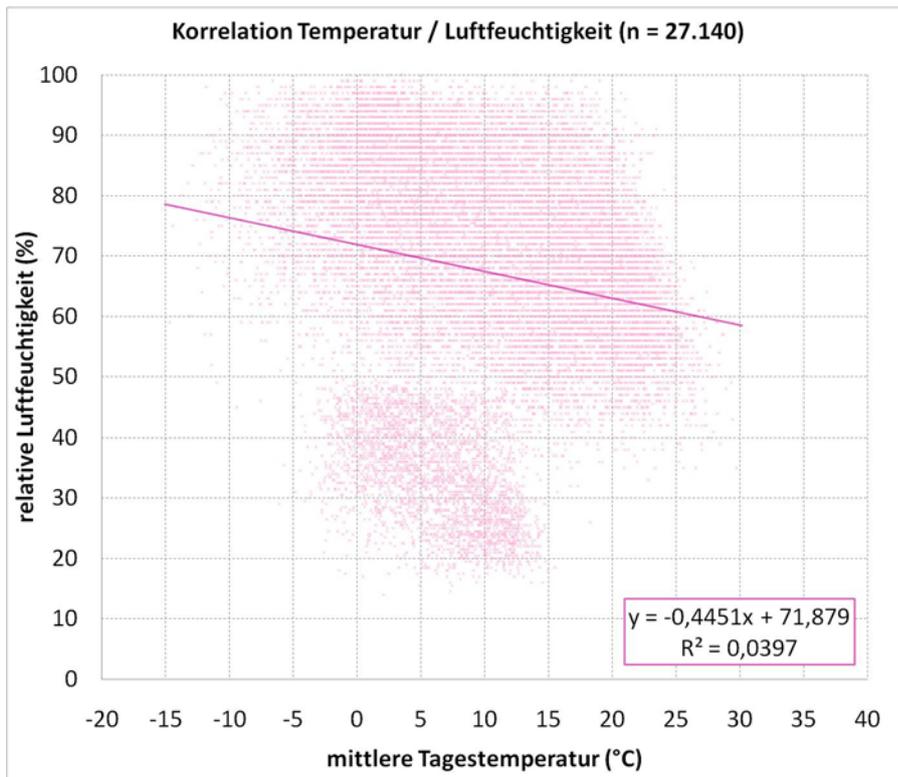


Abbildung 3: Zusammenhang von Luftfeuchtigkeit und Temperatur

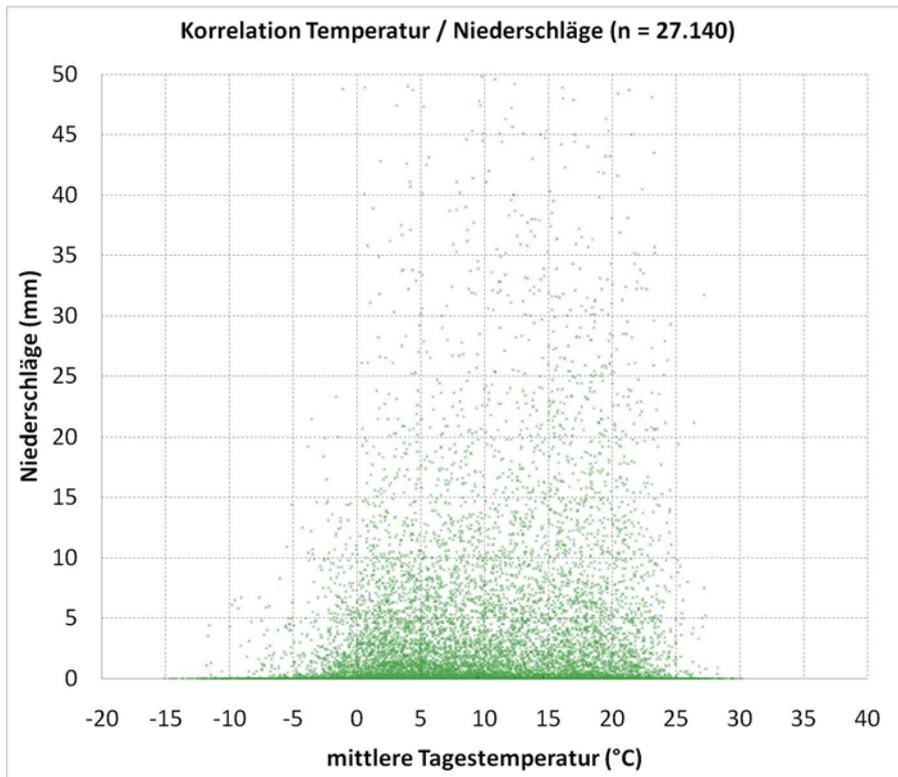


Abbildung 4: Zusammenhang von Niederschlägen und Temperatur

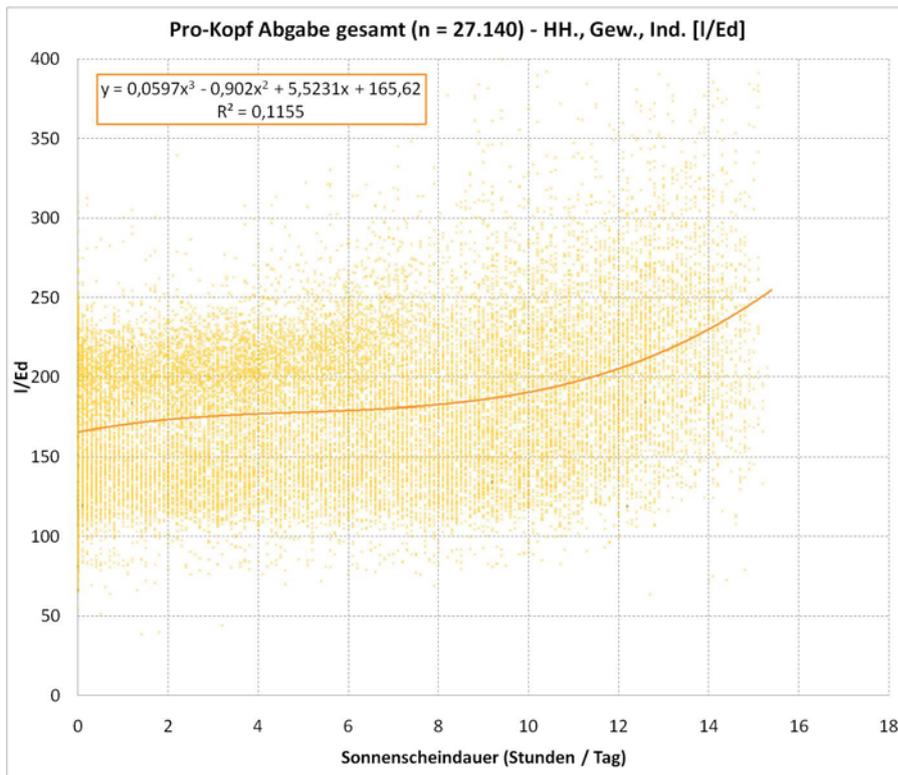


Abbildung 5: Wasserverbrauch in Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung

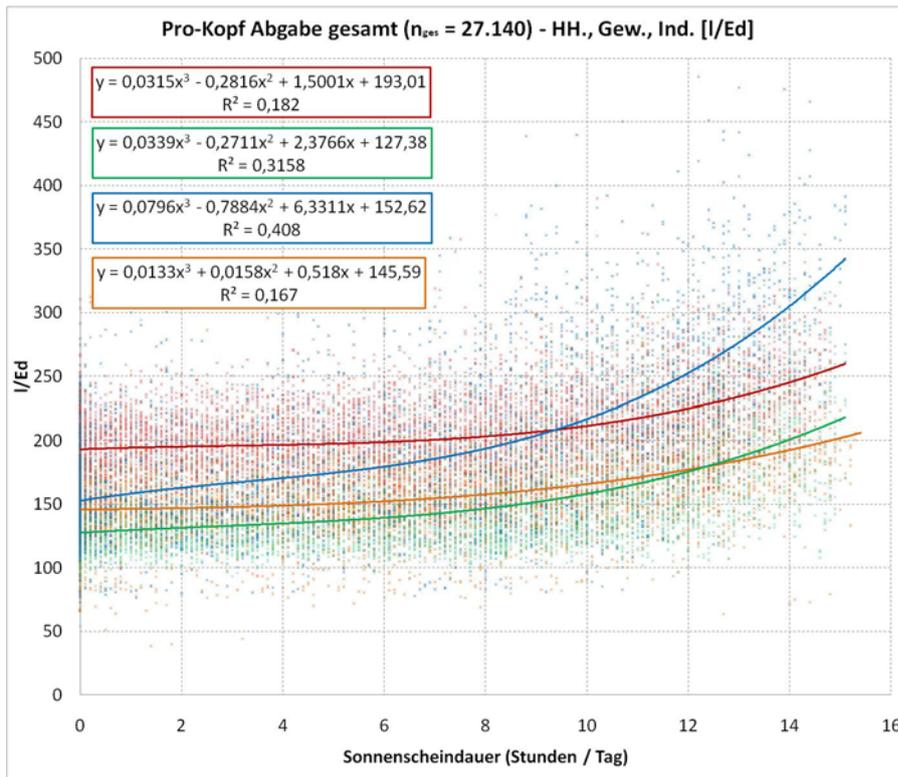


Abbildung 6: Wasserverbrauch je Strukturgruppe in Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung

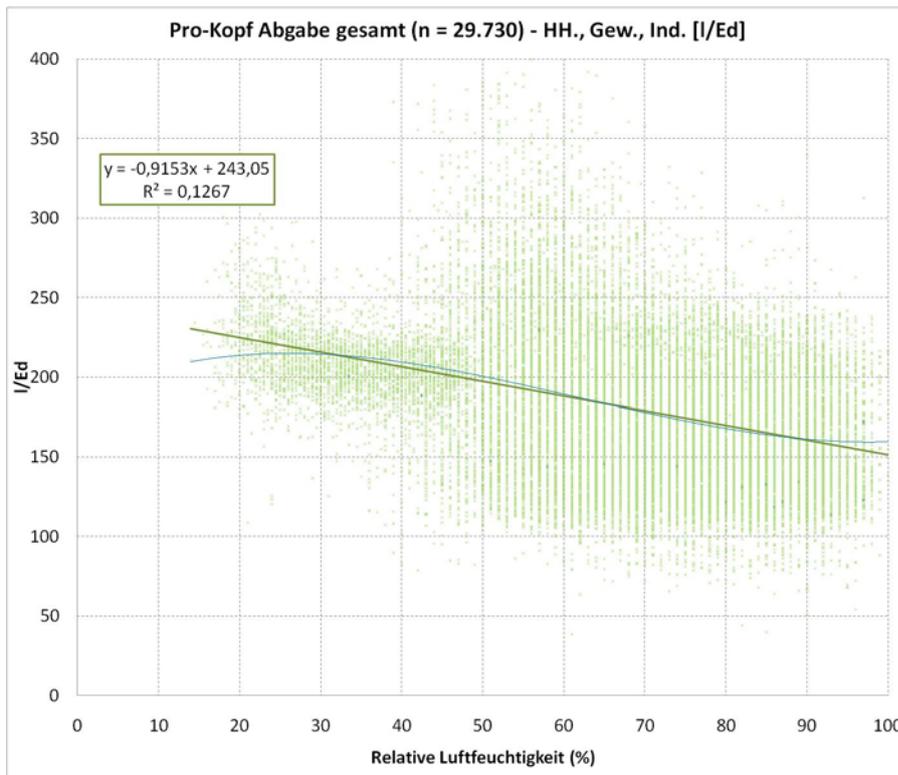


Abbildung 7: Wasserverbrauch in Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit

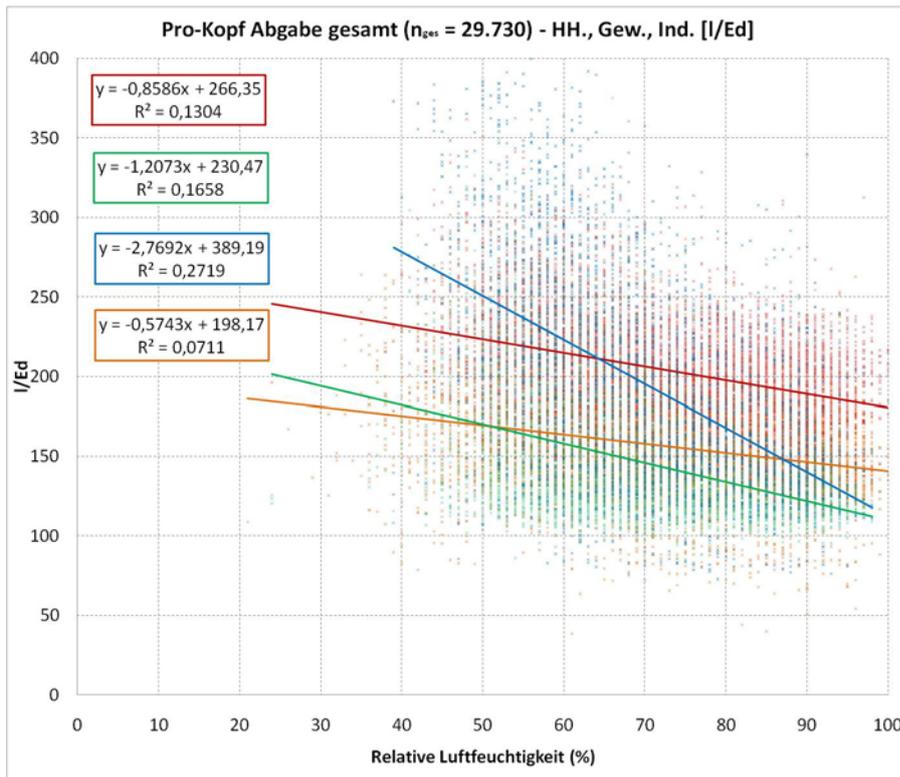


Abbildung 8: Wasserverbrauch je Strukturgruppe in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit

2. Anhang zu Kapitel 6.9 - Modelle

In Ergänzung zu den Abbildungen und Ausführungen des Kapitel 6.9 sind in den nachfolgenden Abbildungen weitere Modelle dargestellt.

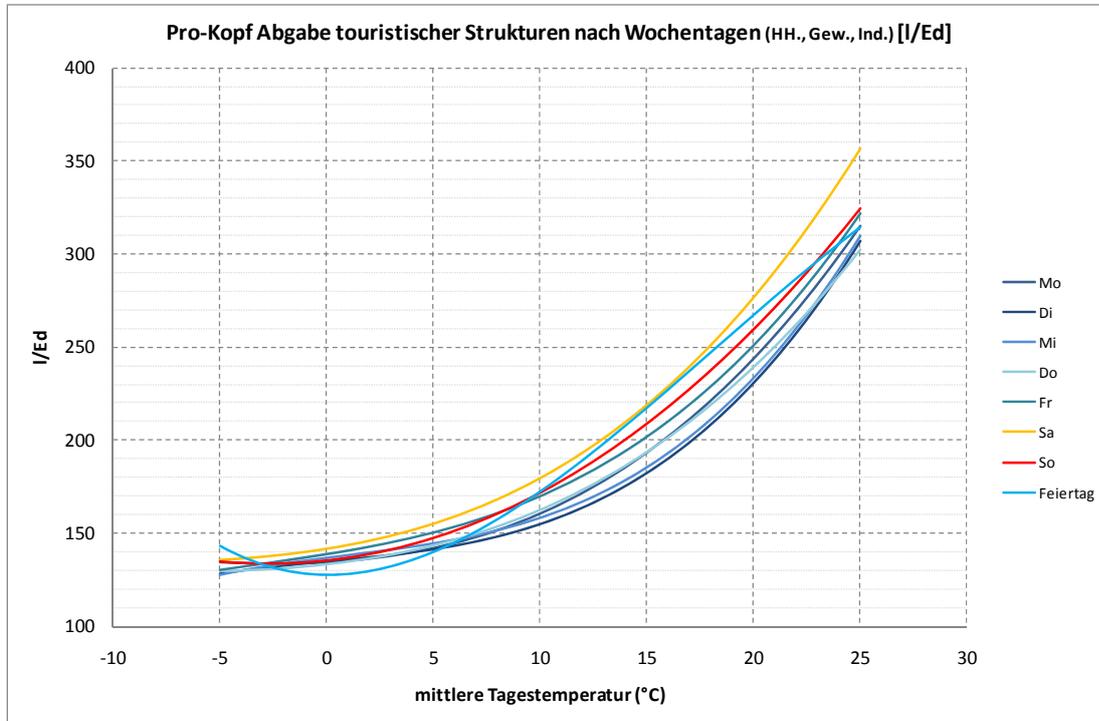


Abbildung 9: Modelle für den Einfluss von Temperatur und Wochentag auf den Bedarf touristisch beeinflusster Versorgungsstrukturen

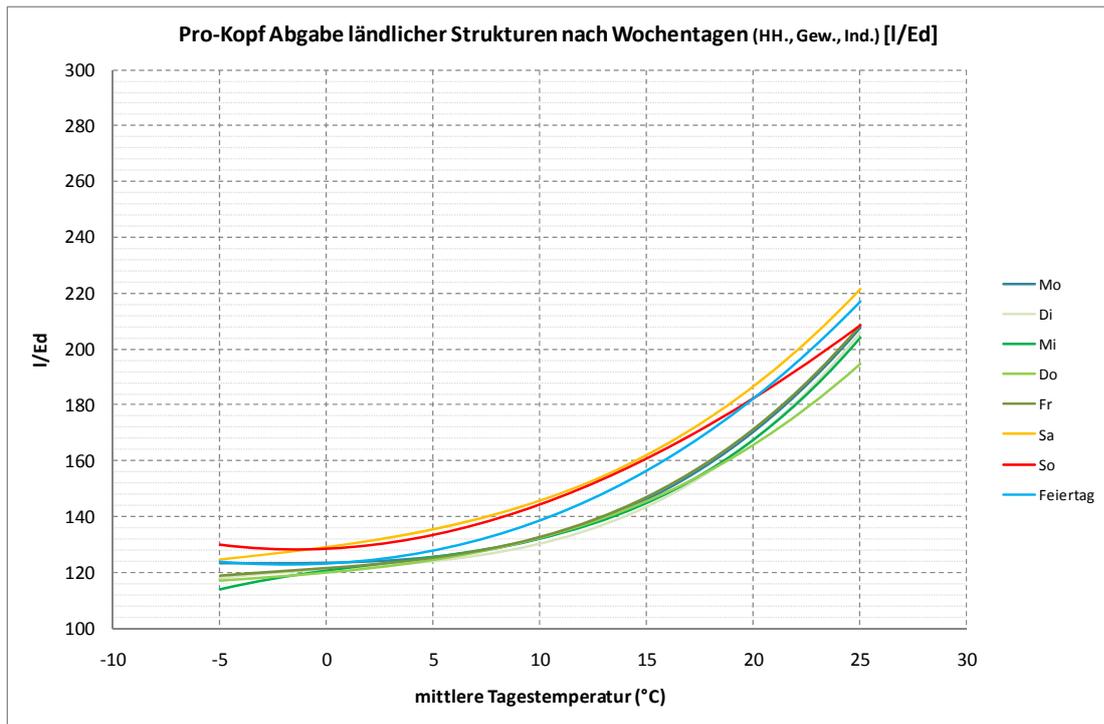


Abbildung 10: Modelle für den Einfluss von Temperatur und Wochentag auf den Bedarf ländlicher Versorgungsstrukturen

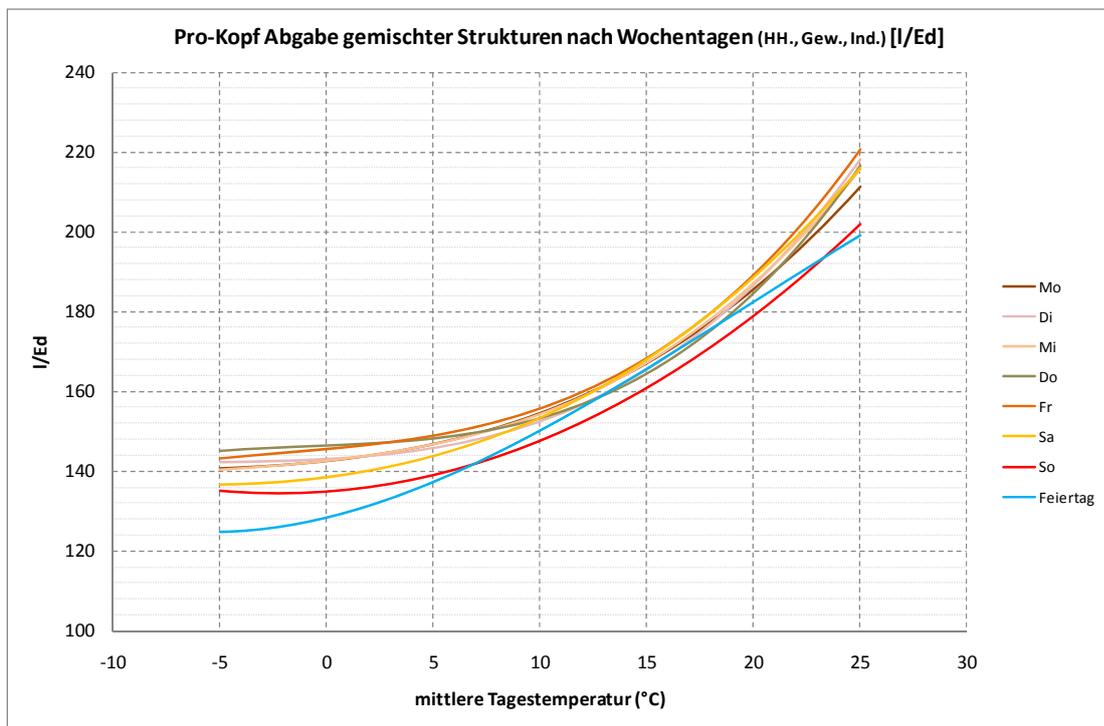


Abbildung 11: Modelle für den Einfluss von Temperatur und Wochentag auf den Bedarf gemischter Versorgungsstrukturen

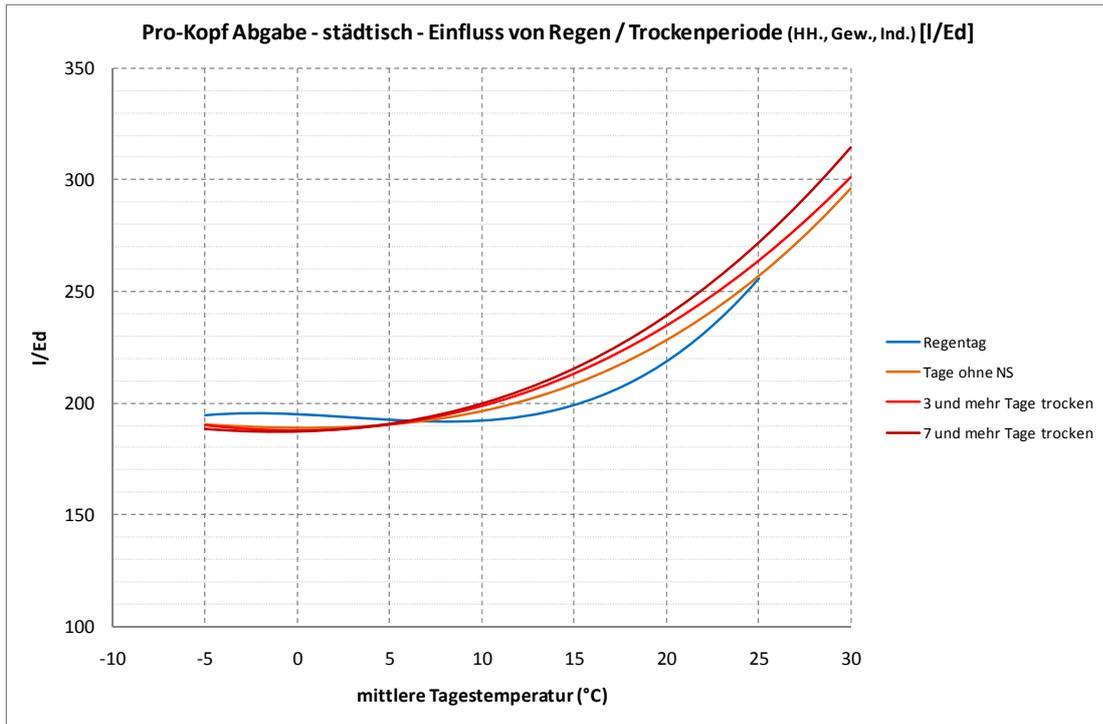


Abbildung 12: Modell für den Einfluss von Temperatur und Dauer von Trockenperioden auf den Bedarf städtischer Versorgungsstrukturen

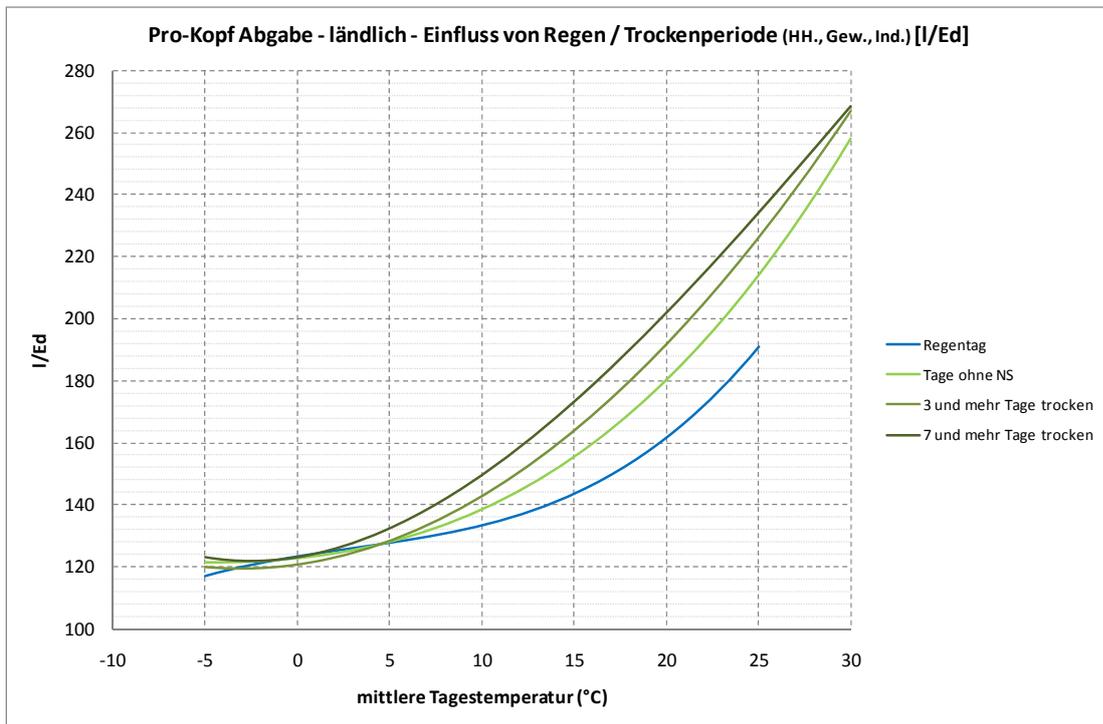


Abbildung 13: Modell für den Einfluss von Temperatur und Dauer von Trockenperioden auf den Bedarf ländlicher Versorgungsstrukturen

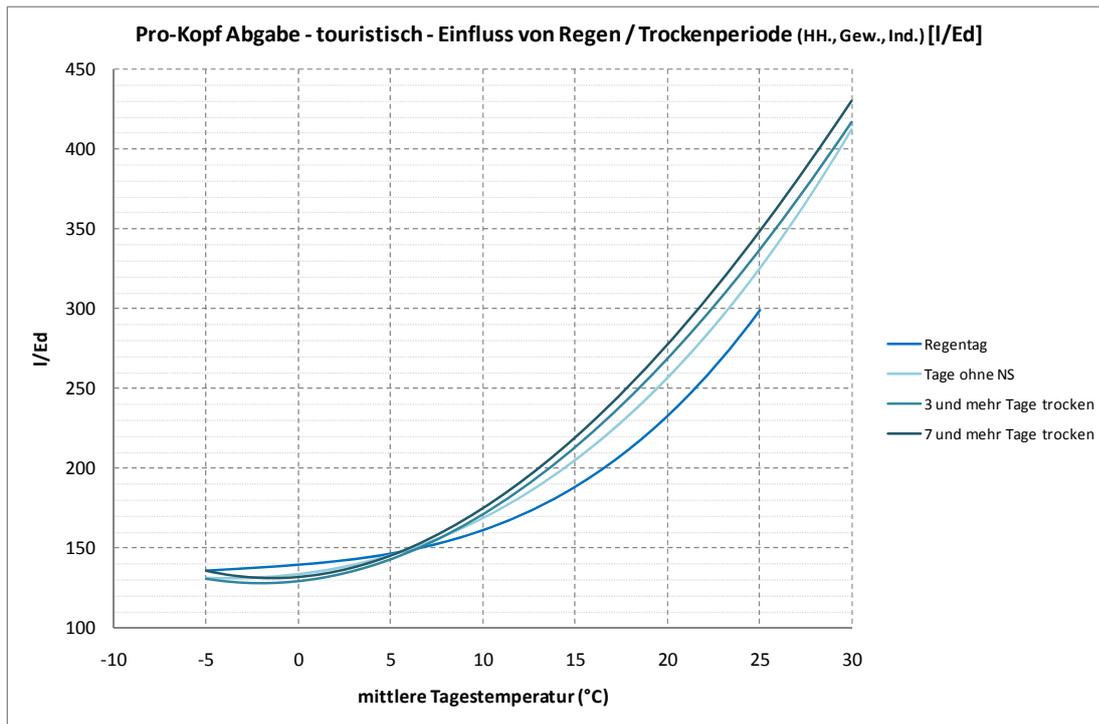


Abbildung 14: Modell für den Einfluss von Temperatur und Dauer von Trockenperioden auf den Bedarf touristisch beeinflusster Versorgungsstrukturen

3. Anhang zu Kapitel 8: Fragebogen Haushalte

Name / Postanschrift: _____

Telefonnummer: _____

Email: _____

Wasserversorgungsunternehmen: _____

Messprogramm Zähler: Logger:	Zählerstand	Datum / Zeit
Beginn der Messperiode		
Ende der Messperiode		

Original Zähler:	Zählerstand	Datum / Zeit
Vor Einbau des Messprogrammzählers		
Nach der Messperiode		

Art der Wohnung: Mietwohnung

 Eigentumswohnung

 Einfamilienhaus in Eigentum

 Einfamilienhaus in Miete

 Mehrfamilienhaus in Eigentum

 Mehrfamilienhaus in Miete

Baujahr: _____ bzw. Renovierung: _____

Wohnfläche: __ Zimmeranzahl: _____

Jahreswasserverbrauch – Jahresabrechnung _____ m³ im Jahr _____

Wasserpreis je m³: _____ Euro im Haushalt unbekannt

Wasserversorgung: Öffentliche Wasserversorgung

 Eigenwasserversorgung

 geschätzte Menge / Jahr: _____ m³

 Regenwassernutzung

 geschätzte Menge / Jahr: _____ m³

 Verwendung für _____

Struktur: Großstadt

 städtischer Raum

 ländlicher Raum

Familienstruktur

Haushaltsgröße (Personenanzahl): _____

Anzahl Vollzeit berufstätiger Personen im Haushalt: _____ bzw. Teilzeit: _____

Monatliches Haushaltseinkommen (Netto): _____ Euro

	Alter	Höchste abgeschlossene Ausbildung	Tätigkeit	Beschreibung Anwesenheit in der Messperiode
Person 1				
Person 2				
Person 3				
Person 4				
Person 5				

Haustiere: Art und Anzahl: _____

Aquarium: _____ Größe: _____

Führen Personen in der Messperiode bzw. im Jahresdurchschnitt Tätigkeiten außer Haus durch wie z.B.: Duschen in der Arbeit oder nach dem Sport im Fitnesscenter oder Schwimmbad?

Ja Nein

Wenn Ja was und wie oft (regelmäßig): _____

Gibt es eine Badewanne(n)? Nein

Ja Nutzung pro Woche _____ pro Monat _____

Häufigkeit von Gästen (zum Essen, Übernachten etc.):

Häufigkeit von Auswärtsübernachtungen:

Häufigkeit von Auswärtsessen:

Während der Messperiode geplante Ferien, Urlaube oder Wochenendaufenthalte:

Wird regelmäßig gekocht? Ja Nein

Essen zu Hause pro Woche (ankreuzen plus die Anzahl):

Früh	gekocht	½ Fertig oder Fertiggericht	kalt
Mittag	gekocht	½ Fertig oder Fertiggericht	kalt
Abend	gekocht	½ Fertig oder Fertiggericht	kalt

Garten: Ja ungefähre Größe: _____ Nein

Art der Bewässerung: automatische Bewässerung
Bewässerung von Hand (Schlauch oder Gießkanne)

Wie wird bewässert: nur Regenwasserbewässerung bzw. Eigenwasserbewässerung
nur Trinkwasserbewässerung (Leitungswasser)
Kombination aus Regenwasser- und
Trinkwasserbewässerung

Waschen Sie Ihr Auto zuhause? Nie
Ja Anzahl pro Monat _____ pro Jahr _____

Wassernutzung im Garten: Swimmingpool Größe: _____
Biotop Größe: _____
Schwimmteich Größe: _____
sonstiges: _____

Haben Sie eine Sauna? Ja Nein

Nutzungshäufigkeit: _____

Haben Sie einen Whirlpool? Ja Nein

Nutzungshäufigkeit: _____

Person 1

Gehen Sie bewusst sparsam mit Wasser um?	ja	eher ja	eher nicht	Nein / nie
Ich verwende den Spülstopp (oder kleine Spülmenge) am WC				
Ich dusche kurz und drehe zwischendurch das Wasser ab				
Am Handwaschbecken drehe ich auch für kurze Zeit immer wieder ab (z.B. beim Rasieren)				
Im Garten gieße ich nur wenn nötig und nur gezielt				
Ich schalte den Geschirrspüler nur ein wenn er ganz voll ist.				
Ich schalte die Waschmaschine nur ein wenn sie ganz voll ist.				
Ich verwende Sparprogramme bei GS und WM				

Person 2

Gehen Sie bewusst sparsam mit Wasser um?	ja	eher ja	eher nicht	Nein / nie
Ich verwende den Spülstopp (oder kleine Spülmenge) am WC				
Ich dusche kurz und drehe zwischendurch das Wasser ab				
Am Handwaschbecken drehe ich auch für kurze Zeit immer wieder ab (z.B. beim Rasieren)				
Im Garten gieße ich nur wenn nötig und nur gezielt				
Ich schalte den Geschirrspüler nur ein wenn er ganz voll ist.				
Ich schalte die Waschmaschine nur ein wenn sie ganz voll ist.				
Ich verwende Sparprogramme bei GS und WM				

Person 3

Gehen Sie bewusst sparsam mit Wasser um?	ja	eher ja	eher nicht	Nein / nie
Ich verwende den Spülstopp (oder kleine Spülmenge) am WC				
Ich dusche kurz und drehe zwischendurch das Wasser ab				
Am Handwaschbecken drehe ich auch für kurze Zeit immer wieder ab (z.B. beim Rasieren)				
Im Garten gieße ich nur wenn nötig und nur gezielt				
Ich schalte den Geschirrspüler nur ein wenn er ganz voll ist.				
Ich schalte die Waschmaschine nur ein wenn sie ganz voll ist.				
Ich verwende Sparprogramme bei GS und WM				

Person 4

...

Entnahmestellen

Entnahmestelle	Liter/10 Sek. bzw. Spez. Vol (WC)	Art der Armatur * Spülsystem (WC)	Geräte: Marke Baujahr	Nutzungsbeschreibung pro Tag / pro Woche
Waschmaschine				
Geschirrspüler				
WC				
WC				
WC				
Dusche				
Dusche				
Badewanne				
Wasserhahn				

Zur Überprüfung: Handwaschbecken, Waschmaschine, WCs, Geschirrspüler, Garten, Auto, etc: _____

* Armaturen: 2 Griffarmatur, Hebelmischer, Automatismischer, Duschkopf: (Spar) Handbrause, Regenbrause, Dampfdusche (Komfort)



Die Initiative
GENUSS REGION ÖSTERREICH
hebt gezielt die Bedeutung regio-
naler Spezialitäten hervor.
www.genuss-region.at



Österreichs erstes grünes
Karriereportal für
umweltfreundliche green jobs.
www.green-jobs.at



lebensministerium.at

Informationen zu Landwirtschaft,
Wald, Umwelt, Wasser und
Lebensmittel.
www.lebensministerium.at



Das Österreichische
Umweltzeichen ist Garant für
umweltfreundliche Produkte und
Dienstleistungen.
www.umweltzeichen.at



Das erste Webportal für
nachhaltigen Konsum in
Österreich.
www.bewusstkaufen.at



Das Internetportal der
Österreichischen Nationalparks.
www.nationalparksaustria.at



Die Klimaschutzinitiative
des Lebensministeriums
für aktiven Klimaschutz.
www.klimaaktiv.at



Die Kampagne vielfaltleben trägt
bei, dass Österreich bei der
Artenvielfalt zu den reichsten
Ländern Europas gehört.
www.vielfaltleben.at



Die Jugendplattform zur
Bewusstseinsbildung rund ums
Wasser.
www.generationblue.at



www.mein-fussabdruck.at

Der Ökologische Fußabdruck ist
die einfachste Möglichkeit, die
Zukunftsfähigkeit des eigenen
Lebensstils zu testen. Errechnen
Sie Ihren persönlichen Footprint.
www.mein-fussabdruck.at