



Wasserbedarf

Vorlesung

im FG Siedlungswasserwirtschaft

Bachelor-Studium 3. Semester

am 03.05.2011

8.00 – 9.30 Uhr und 9.45-11.15 Uhr

Dipl.-Ing. Paul Guckelsberger

3. Fassung - 03.05.2011

Vorlesung am Skript SiWaWi2 orientiert

- ⊕ ergänzend ausgeteilt Tab. 2.5
- ⊕ ergänzende Graphiken und Bilder
- ⊕ Aufgabe „Wasserbedarf für eine Kleinstadt“ – Berechnung in der Vorlesung
- ⊕ Film zur Veranschaulichung und Sensibilisierung: „Wasser in Not – Teil 2 Mexico“ – Alternativ: Teil 1: Kenia; Teil: 3: Israel

Downloads zur Vorlesung:

<http://www.PaulGuckelsberger.de/WasserProjekte.htm>



GLIEDERUNG

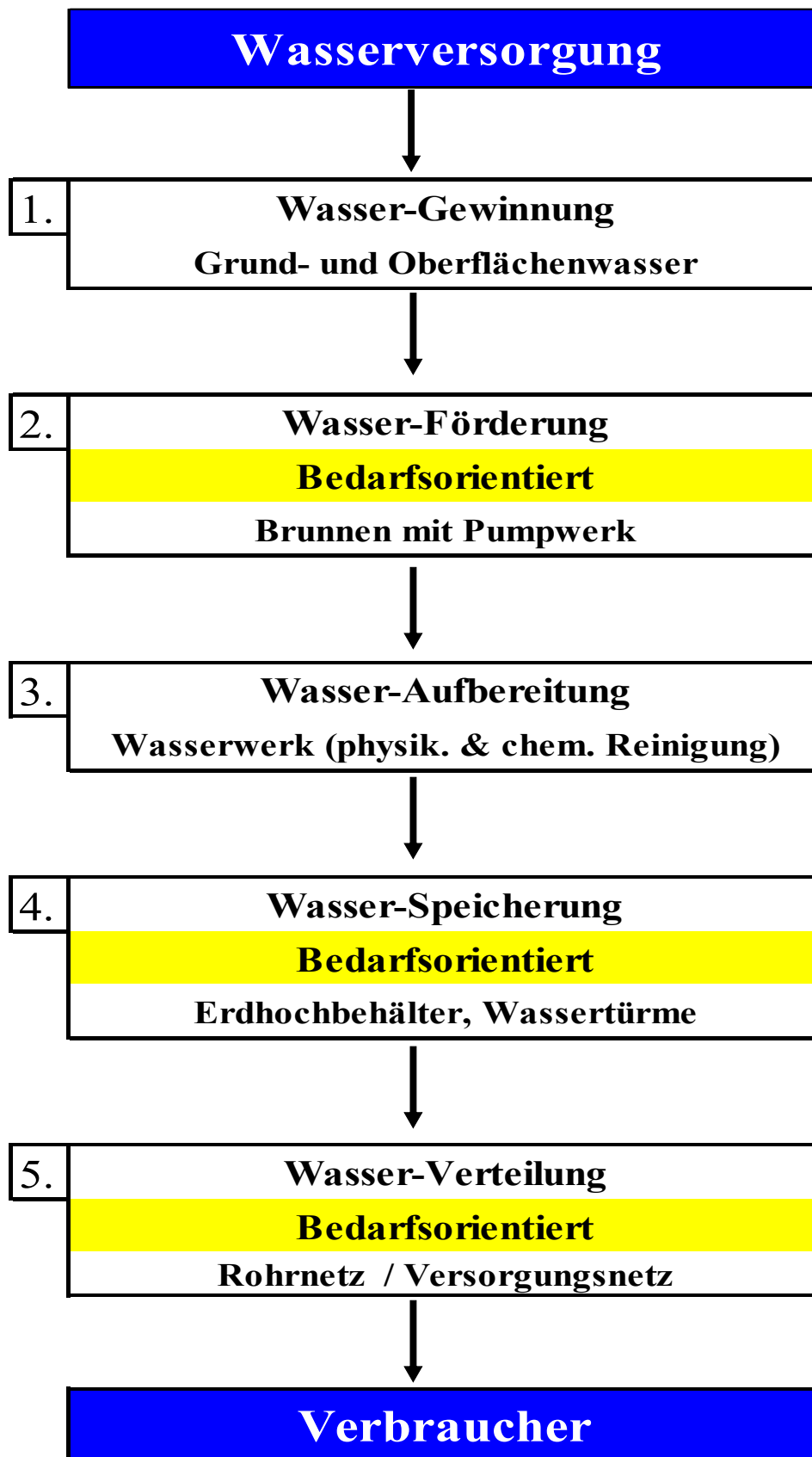
1	Wasserbedarf	3
1.1	Begriffsdefinitionen	12
1.2	Faktoren die den Wasserbedarf beeinflussen.....	19
1.3	Der Wasserbedarf als Bemessungsgrundlage	22
1.4	Bemessungszeiträume	24
1.5	Prognosen des Wasserbedarfs	26
1.6	Wasserverbrauchswerte	32
1.7	Löschwasserbedarf.....	35
1.8	Bedarfsschwankungen	38
1.9	Bemessungswerte der Anlagenteile eines WVU ,s:.....	40
1.10	Wasserrecycling und Wassersparmaßnahmen	41



1 WASSERBEDARF

Ablauf der Vorlesung:

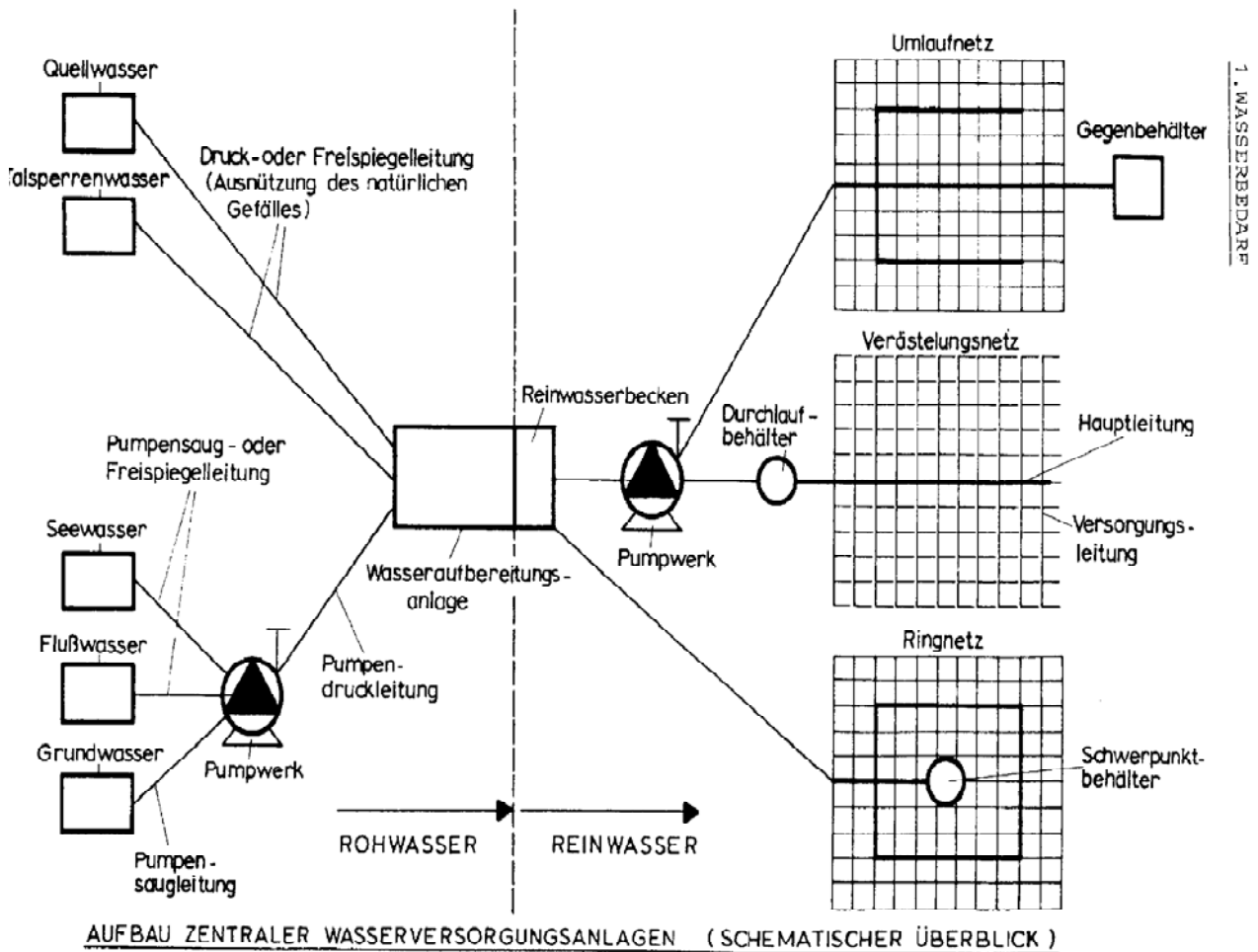
- **Thematische Einführung - Einführungs-Film**
- **Schema der öffentlichen Wasserversorgung Deutschland**
- **Definitionen: Wasserbedarf / Wasserabgabe**
- **Faktoren, die den Wasserbedarf beeinflussen**
- **Bedarfsermittlung - Haushalt, Gewerbe, öffentliche Einrichtungen**
- **Bemessungsaufgabe zur Wasserbedarfsermittlung für Kleinstadt.**
- **Schwankungen des Wasserbedarfs - jährlich, täglich, stündlich**
- **Schwankungsbeiwerte und Spitzenfaktoren**
- **Dimensionierungswerte für die Elemente einer Wasserversorgung**
- **Aufschlüsselung des häuslichen Wasserverbrauchs =>
Möglichkeiten der Wassereinsparung**



P.G.; © 2009

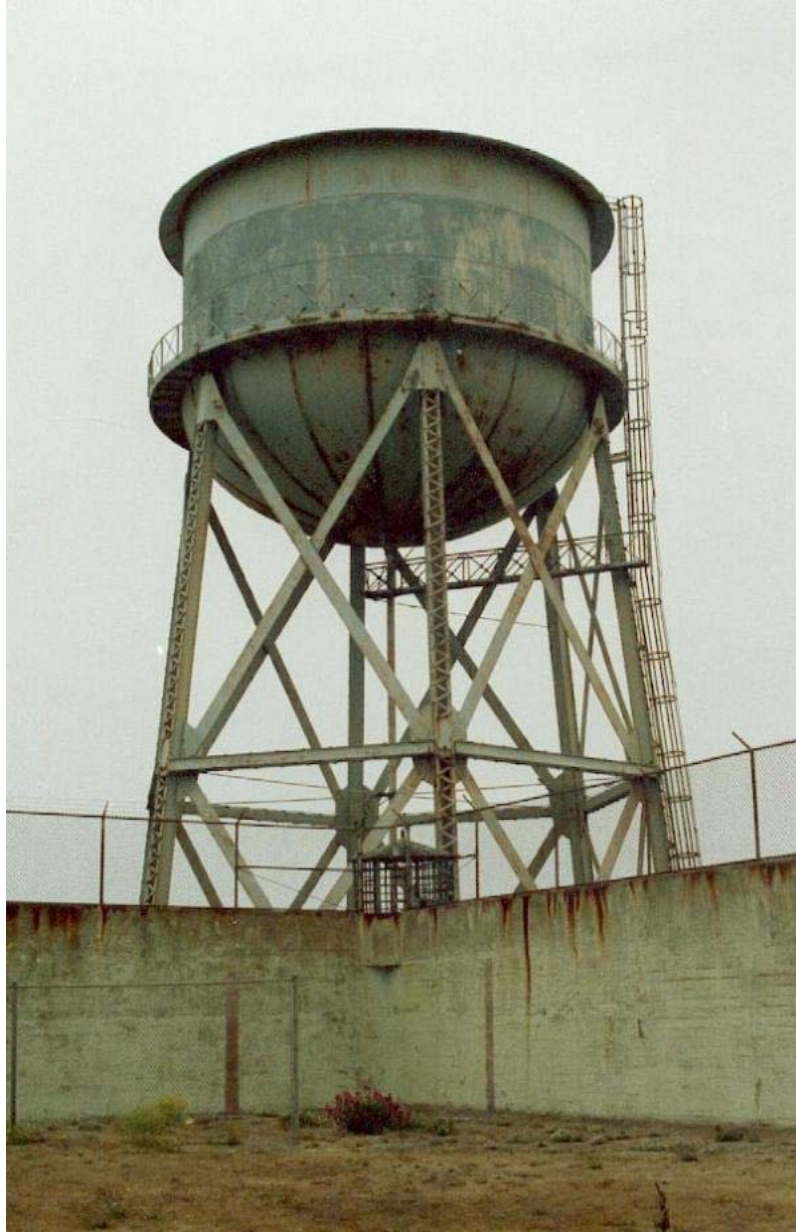


Schema „zentrale Wasserversorgung“ - Deutschland





?



Aus diesem Turm getrunken?



Wasserturm - Gefängnis Alcatraz – USA (Bucht von San Francisco)

500.000 Liter Süßwasser pro Woche für mussten auf die Insel gebracht werden

Bis zur Schließung 1963 waren insgesamt 1.545 Häftlinge - im Durchschnitt 260 gleichzeitig.

Gefängniswachen lebten mit Familien auf der Insel: rund 300 Zivilisten, darunter 80 Kinder.

Süßwasserversorgung + zunehmenden Verfall durch Salzwassereinfluss = Hohe Betriebskosten

=> 21. März 1963 Schließung des Gefängnisses.

Bucht von San Francisco - 2 Kilometer vor dem Hafenviertel Fishermans Wharf

85.000 Quadratmeter große Gefängnis der Sandsteininsel Alcatraz. - 500 Meter lang bis 41 Meter hoch.

Bundesgefängnis für besonders schwierige Häftlinge.

36 Gefangene versuchten in den 29 Jahren bei 14 Versuchen zu fliehen, aber es gab keinen bekannten erfolgreichen Ausbruch. Einzig zwei namentlich nicht bekannte Insassen sowie am 11. Juni 1962 ein Drei-Mann-Team (Frank Morris und die Brüder John und Clarence Anglin) wurden nach ihrer Flucht in das eisige Wasser auf der nördlichen Seite von Alcatraz nie mehr gefunden.

„Vermutlich (?)“ sind sie in der Bucht ertrunken, allerdings zeigte ein späterer Versuch, dass es entgegen der bisherigen Annahme durchaus möglich ist, von Alcatraz an Land zu schwimmen.

Dieser Fluchtversuch war die Vorlage für den Clint Eastwood-Film "Flucht von Alcatraz".



Vom Wasserfass.....



Abb. 1: Wasserfass/Regentonne – © PG-2006



.....zum Wasserturm



Wasserturm Wiesbaden-Biebrich - Germany



Ihr Trinkwasser wird in Tankwagen geliefert.

Ihr Monats-Trinkwasservorrat wird:

A: in einen hauseigenen 500 Liter-WasserTurm gefüllt

oder

B: in einen hauseigenen 10.000 Liter-WasserTurm gefüllt

Was kann im Fall A, was im Fall B bis zum Monatsende passieren?



A: Wassermangel da Bedarf höher als Wasserdargebot !

B: Wassermangel da Bedarf niedriger als Wasserdargebot !

Folge: Stagnation - Kein Wasseraustausch – Verkeimung !



1.1 Begriffsdefinitionen

Wasserbedarf

- Schätzung + Ingenieurmäßige Ermittlung

Berücksichtigung von:

- örtlichen Verhältnisse
- möglichen Einflüsse

Wasserbedarf = Wassermenge, die vom WVU für ein Versorgungsgebietes zu liefern ist !!

Wasserdargebot (WD)

die im natürlichen Wasserkreislauf für eine

- bestimmte Zeiteinheit

- in einem bestimmten Gebiet

nutzbare Süßwassermenge eines Wasservorkommens in Form von Oberflächen- oder Grundwasser.

- **Potentielles WD** = **Niederschlag - Verdunstung**
- **Stabiles WD** = **potent. WD - schnell abfl. Hochwasser**
- **Reguliertes WD** = **durch Speicherwirtschaft bereitgestellt**



Verfügbarkeitskriterien für das WD

Hydrologisch	Raum-Zeit-Prozess des Wasserkreislaufs und Nutzungsverluste bestimmen die verfügbare Menge pro Zeiteinheit Q [m^3/s]
Ökologisch	Beschaffenheitsklasse (Wassergüte) und Beeinflussung von Ökosystemen durch Wasserentnahme und Nutzung im Gewinnungsgebiet bestimmt die verfügbare Menge
Technisch	Stand der Technik (Fassungs-, Transport-, Aufbereitungsbedingungen) bestimmt die verfügbare Menge
Ökonomisch	wirtschaftlich Vertretbaren Aufwand für Erschließung von Wasser bestimmt die verfügbare Menge [$€/m^2$]
Juristisch	rechtliche Absprachen, wer welche Wasserressource verwenden darf bestimmt die verfügbare Menge

Wasserabgabe

Tatsächlich vorhandene, gemessene oder geschätzte Wasserlieferung des WVU = Istwert.

Wasserabgabe = WVU-eigenen Förderung + Wasserbezug von anderen WVU

Wasserverlust

Fehlmenge zwischen Wasserabgabe und Wasserabnahme.



Wasserverbrauch Deutschland pro Kopf u. Tag ?

Das Frühstück von heute Morgen:

1 Tasse Kaffee = 140 Liter Produktionswasserverbrauch

1 Frühstücksei = 200 Liter Produktionswasserverbrauch



Hilfe für die Antwort

Unser Konsumprodukt	Wasserverbrauch für die Produktion
1DIN A4-Blatt Papier	10 Liter
1 Tasse Kaffee	140 Liter
1 Frühstücksei	200 Liter
1 kg Rindfleisch	16.000 Liter
1 Baumwoll- Shirt	2.700 Liter
1 Neuwagen	450.000 Liter

(Fang)Frage zielt auf Indirekten Wasserverbrauch ab

Wassermenge, die wir durch Konsum von Produkten täglich verbrauchen

= **Wasser-Fußabdruck** pro Person in Deutschland



Virtueller (indirekter) Wasserverbrauch

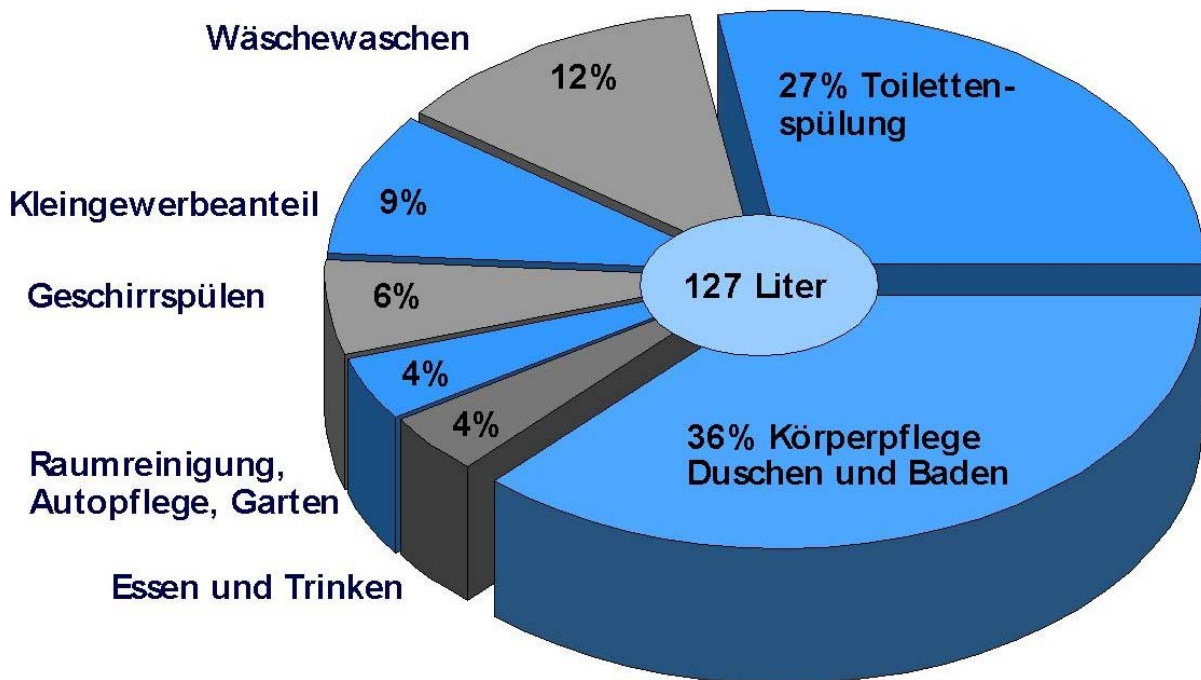


**Wasser-Fußabdruck
pro Person in Deutschland
4000 bis 5000 Liter
pro Person am Tag !!!**



Direkter Wasserverbrauch in Deutschland

rd. 130 Liter Wasser pro Person am Tag !





Immerhin.....:



- **30-40 Liter Wasser** die jeder von uns, an einem Tag die Toilette hinunter spült – **Trinkwasser** in SchwemmKanalisation !

Die rd. 130 l Trinkwasser pro Tag landen zu **fast 100 % in Kanalisation** !



1.2 Faktoren die den Wasserbedarf beeinflussen

Faktoren die der planende Ingenieur im Auge haben muss !

Klima

- geringen Niederschlag + hohen Sommertemperaturen => mittlere Wasserverbrauch steigt !
- Hohe Verbrauchsspitzen, durch bewässern privater und öffentlicher Flächen

Wassermenge

- Unzureichende Wassermenge => Abwandern von Gewerbe und Industrie
 - damit zu geringer Gesamtwasserverbrauch Q [l/Exd]
 - gepl. Verbrauchsspitzen werden nicht entnommen => Stagnation

Sonstige Wasserbezugsquellen

- Privatbrunnen, insbesondere Industriebrunnen, bedingt geringen Gesamtwasserverbrauch Q [l/Exd].

Wasserbeschaffenheit

- Ungenügende Wasserqualität hat sparsamen Verbrauch zur Folge
- Verwendung von anderem Wasser, z.B. Regenwasser bei hoher Wasserhärte
- geringe Tendenz zum Ansiedeln von Industrie.



Wasserpreis und Kontrolle der Abnahme

- **Hoher Wasserpreis = verbrauchsdämpfend**
 - Deutschland und Dänemark haben die höchsten Kubikmeterpreise unter den 16 Industrieländern.
 - Allerdings ist die durchschnittliche Wasserrechnung aufgrund des geringeren Wasserverbrauchs in Deutschland nicht höher als in anderen Ländern.
- **Fehlen Wasseruhren => unkontrollierbare Wasserverschwendung mit großen Spitzenwerten in Trockenzeiten. (siehe New York, Mexico, Moskau)**

Kanalisation

- **Fehlt eine Kanalisation so ist Wasserverbrauch geringer**
- **besonders bei ungünstigen Vorflutverhältnissen, d.h. Abwasserableitung stagniert – Abwasser stinkt !**

Wirtschaftsstruktur & Versorgungsgebietsgröße

Verbrauchswerte nehmen zu mit:

- **Größe des Versorgungsgebietes**
- **bei stärkerem Anteil an Gewerbe und Industrie**

Komfort, soziale Struktur; Besiedlungsdichte /-art

Wasserverbrauchs nimmt zu:

- **mit Wohnkomfort und Wohnungsgrößen**
- **verbesserten sozialen Verhältnisse**
- **aufgelockerter Bebauung mit hohem Grünflächenanteil.**



Wasserverluste durch

- **Hoher Wasserdruck im Rohrnetz,**
- **ungünstige Wasserbeschaffenheit, die häufige Netzspülung erfordert,**
- **überalterte undichte Rohrleitungen**
- **nicht rechtzeitiges Beheben der kleiner Verlustursachen**



1.3 Der Wasserbedarf als Bemessungsgrundlage

Bedarfsermittlung

- Grundlage für Dimensionierung der zentralen WaVers !
- möglichst exakte Abschätzung des Bedarfs notwendig.
- Sinnvoll: Bedarf nach Verbrauchsgruppen ermitteln:

- Q_h = Haushalt
- Q_g = Kleingewerbe
- Q_i = Industrie und Großgewerbe
- $Q_{\ddot{o}}$ = Sonstige einschl. öffentlicher Bedarf
- $Q_{\text{lös ch}}$ = Löschwasserbedarf
- Q_{verluste} = Wasserverluste
- Q_{ww} = Eigenbedarf des Wassewerks
- Q_{ges} = $Q_h + Q_g + Q_i + Q_{\ddot{o}} + Q_{\text{lös ch}} + Q_{\text{verluste}} + Q_{\text{ww}}$

Haushalt: Pauschalermittlung pro Einwohner. Abhängig von

- Besiedlungsstruktur
- Bevölkerungsstruktur (soziale Schichtung)
- Klima

Kleingewerbe: Pauschalwerte pro Angestellter. Beisp.:

- 25 Bäckereiangestellte $0,150 \text{ m}^3/(\text{Ang} \times \text{d})$
- Gem. Taf. 1.2

Großgewerbe öffentlicher Bedarf - Pauschalwerte pro
und Produktionseinheit bzw. pro Angestellter / Gast
Industrie:



Wasserverluste (bezogen auf Jahresverbrauch Q_a)

Anlagenteil	Alle Anlagenteile ohne Wasserverteilung	Wasserverteilung	Gesamt
Neuanlagen	ca. 1 % von Q_a	ca. 4 % von Q_a	5 % von Q_a
Altanlagen, gut gewartet	ca. 2 % von Q_a	ca. 8 % von Q_a	10 % von Q_a

Eigenbedarf des Wasserwerks

- Rückspülung von Wasseraufbereitungselementen (Filter etc.)
- Rohrnetzspülungen, Frostläufe, Wasserkammerreinigung
- eigenes Brauchwasser.

Arbeiten werden an Tagen geringen Verbrauchs ausgeführt:

=> nur der mittlere Verbrauch, nicht aber $Q_{d, \max}$ erhöht sich

Wasserverbrauch eines WVU mit Aufbereitungsanlagen etwa:

1,3 bis 1,5 % bei sonstigen Anlagen etwa **1%- Q_a**



Löschwasserbedarf

Löschwassermenge ist in Abhängigkeit von:

- der Lage des Objekts,
- der Brandgefährlichkeit – **gering, mittel, groß** (örtl. Feuerwehr fragen !)
- der Nutzung des Objekts
- Ansatz-/Richtwerte DVGW Regelblatt W 405 u. **Skript Taf. 1-3**

1.4 Bemessungszeiträume

Wahl des Bemessungszeitraums für Wasserbedarf hängt ab von:

- problemlose Erweiterbarkeit einzelner Anlagenteile
- Lebensdauer der einzelnen Anlagenteile
- Sicherstellung der Wassererneuerung in Rohrnetz, Wasserbehälter etc.: Lange Bemessungszeiträume => Überdimensionierung => Stagnation.
- ökonomische Gründe

Zweckmäßig:

- Beginn des Bemessungszeitraums ab Anlagen-Inbetriebnahme
- da Zeitbedarf für Planung, Genehmigung, Bau erheblich sein kann



Als Bemessungszeiträume sind sinnvoll:

- **15 Jahre** alle Wasserwerks-Anlagenteile, mit Ausnahme der nachfolgenden Sonderanlagenteile
- **30 Jahre** Trinkwassertalsperren, Wasserturm, Fernleitungen unter Berücksichtigung Druckerhöhungspumpwerken, Verteilungsbauwerken innerhalb geschlossener, bebauter Gebieten.
- **50 Jahre** Sicherung von Wassergewinnungsgebieten, wasserwirtschaftliche Planungen

Weiterhin sollten die Wasserbedarfsberechnungen auf bestimmte „Prognosejahre“ abgestellt werden, um so Vergleiche mit anderen Entwicklungsplanungen der Gemeinde zu ermöglichen.



1.5 Prognosen des Wasserbedarfs

Wasserbedarfs-Entwicklung möglichst gut abschätzen !

In vergangenen Jahrzehnten für BRD Prognosen zu hoch angesetzt !

Folgenbeisp.: Überdimensionierte Anlagen, Baukosten, Stagnation . . .

Viele Prognosen sind durch die Entwicklung überholt !

In Aktuelle Wasserbedarfsprognose fließen ein:

- **Bevölkerungsentwicklung je VS-Gebiet (Abwanderung/Zuwanderung, Geburten etc. => Zahl der Wasser-Verbraucher).**
- **Veränderungen der Sanitärausstattung (hygienische Ansprüche etc.)**
- **Erhöhung des Anschlussgrades an öffentliche Trinkwasserversorgung**
- **Trend zu kleineren Haushalten mit gehobener Ausstattung**
- **Angleichung der Verbrauchsgewohnheiten urbaner Randbereiche an Kerngebiete**
- **Entwicklungen der öffentlichen Infrastruktur (Schwimmbäder, Fremdenverkehr etc.)**
- **Veränderungen des Gewerbe- und Industrieanteils am Gesamtwasserverbrauch und deren Verbrauchsgewohnheiten wie z.B. Produktionsumstellungen**
- **Durch Umweltdiskussion verändernde Verbrauchsgewohnheiten (z.B. Duschen statt Baden, Renaissance des Zahnputzbechers etc.)**
- **verstärkter Einsatz wassersparender Haushaltsgeräte (Waschmaschine, Geschirrspüler) – Abwrackprämie für „Energie- und Wasserfresser“.**
- **verstärkte Nutzung von Regenwasser im Haushalt und in der Industrie (Terminal 2 des Frankfurter Flughafens)**
- **verstärkter Einbau von Wohnungs- neben Hauswasserzählern**
- **die künftige Wasserpreisgestaltung**



1.5.1 Wieviel Wasser braucht der Mensch?

Ein Mensch braucht zum Überleben 2 - 10 Liter Trinkwasser pro Tag.

Tatsächliche Wasserbedarf, einschließlich Hygiene, weit höher,

vor allem in den Industrieländern - Toiletten mit Trinkwasser zu spülen.

Ohne Landwirtschaft und Industrie: Wasserverbrauch pro Person und Tag (GralsWelt, 51/2009):

Liter Wasser/Person/Tag	Land
25	Indien
122	Belgien
129	Deutschland
145	Österreich / Dänemark
188	Schweden
237	Schweiz
278	Japan
295	USA
500	Dubai

Für die Nahrungsmittelproduktion wird ebenfalls viel Wasser benötigt. Prozentual verteilt sich der **weltweite Wasserverbrauch** folgendermaßen:

	Landwirtschaft	Industrie	Haushalt
Länder mit niedrigem bis mittlerem Einkommen	82 %	10 %	8 %
Länder mit hohem Einkommen	30 %	59 %	11 %
EU	21 %	63 %	16 %
Welt	70 %	22 %	8 %

Water for People-Water for Life, The United Nations World Water Report, UNESCO WWAP, 2003. S.228



Jeder Tropfen Trinkwasser ist kostbar, denn die Süßwasserreserven der Erde sind begrenzt. Doch während Wasser in Ungarn, Belgien und Deutschland „**weitgehend**“ als das behandelt wird, was es ist - ein knapper Rohstoff nämlich - gehen andere Länder mit dem unentbehrlichen Nass verschwenderisch um. So liegt der Haushaltswasserverbrauch in Norwegen pro Kopf doppelt so hoch wie in Deutschland, und auf jeden US-Einwohner entfällt fast dreimal so viel wie auf jeden, der in Ungarn lebt. Beim Haushaltswasserverbrauch wird neben dem privaten Bereich auch das Kleingewerbe berücksichtigt, wozu neben Handwerksbetrieben und „Garagenfirmen“ beispielsweise auch Kaufhäuser gehören.

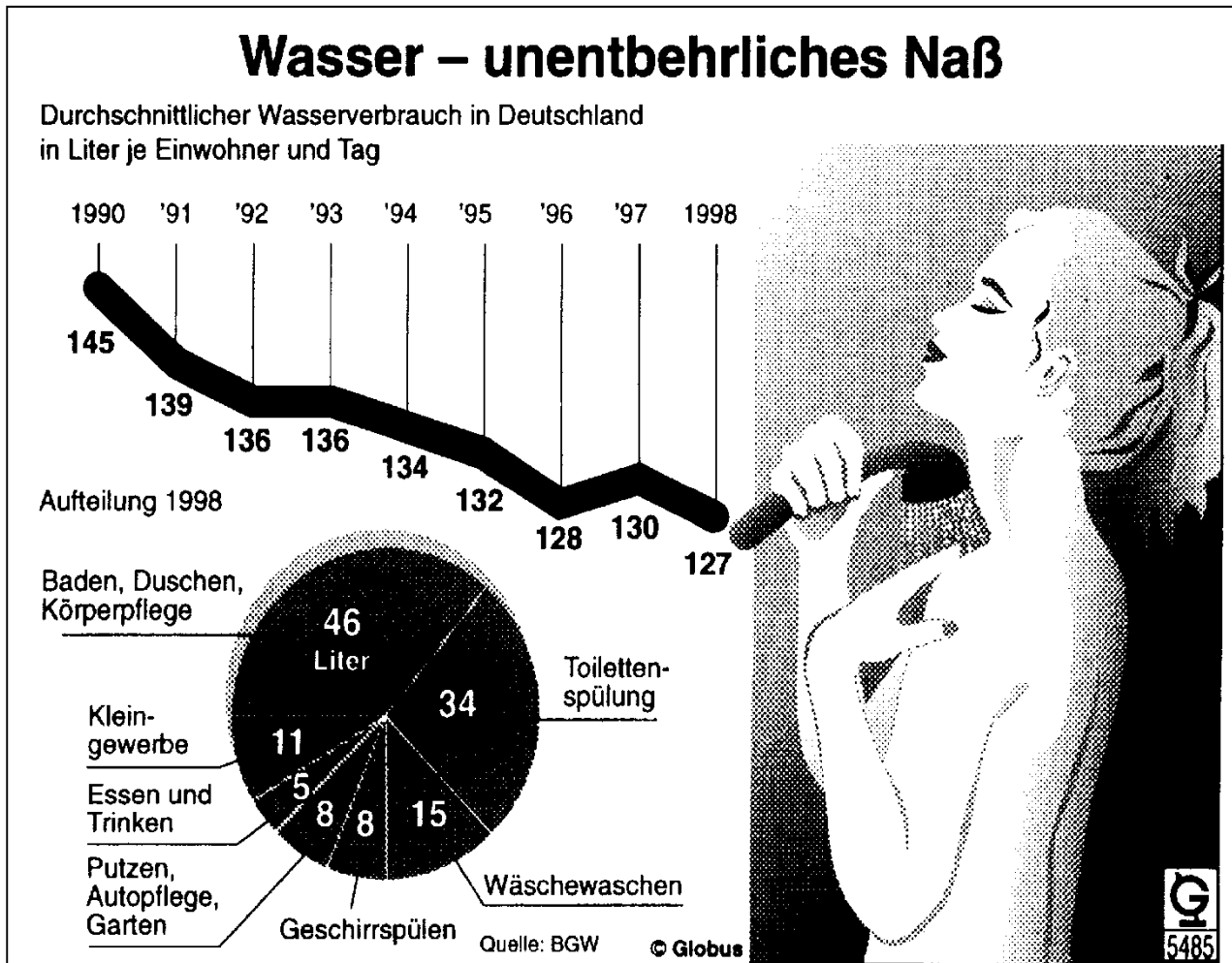
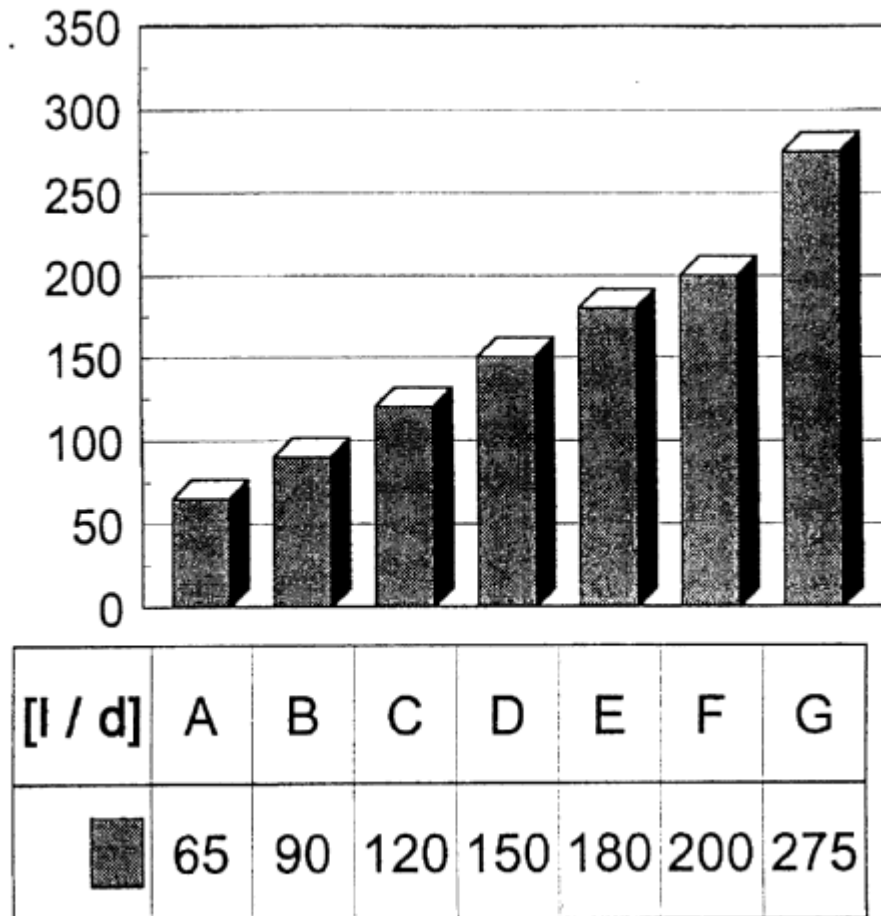


Abb. 1-2: Wasserverbrauch in Deutschland in Liter je Einwohner und Tag (Stand 1998/99)

Wasser ist kostbar. Das ist auch an den gestiegenen Gebühren für die Frischwasserversorgung abzulesen. Die Statistik belegt, dass die Bundesbürger umweltbewusster mit Wasser umgehen. Von 1990 bis 1998 sank der durchschnittliche Verbrauch je Einwohner und Tag von 145 auf 127 Liter Trinkwasser, also um rund zwölf Prozent. Über ein Drittel des täglichen Wasserbedarfs geht fürs Baden, Duschen und die Körperpflege drauf. Immerhin durchschnittlich 34 Liter rauschen täglich durch die Toilettenspülung. Vorallem dort sehen Umweltexperten noch immer Einsparmöglichkeiten, zum Beispiel durch den Ersatz alter Spülkästen durch neue Modelle mit Wasserspartaste oder aber auch durch den Einsatz von Brauch- oder Regenwasser. (Trink-)Wasser als Nahrungsmittel spielt übrigens in der täglichen Verbrauchsbilanz keine entscheidende Rolle: Gerade einmal 5 Liter werden für Essen und Trinken gebraucht.



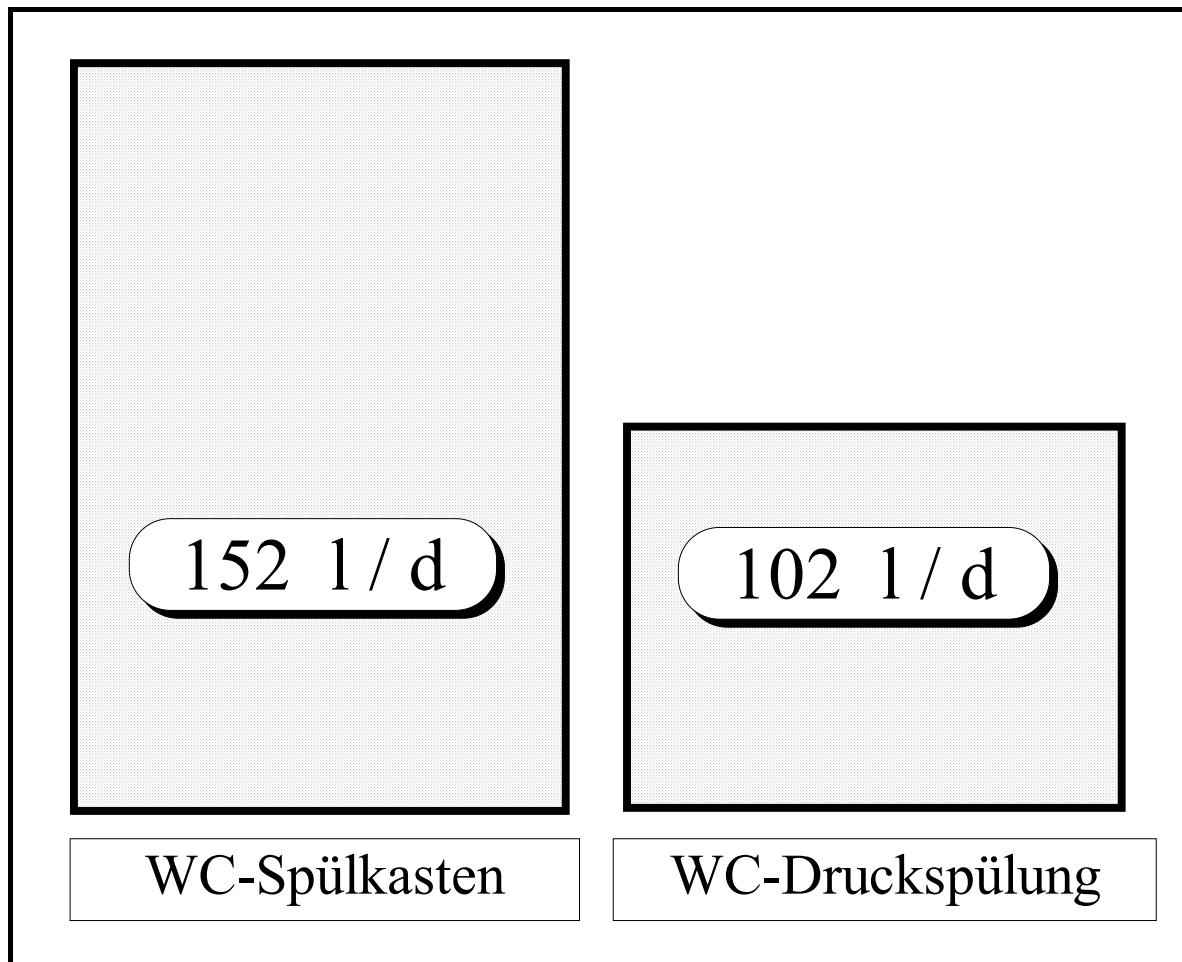
Wasser in Wohngebäuden unterschiedlicher Bauart, Lage und Ausstattung



- A = alte Ein- und Zweifamilienhäuser einfachster Bauart
B = einfache Mehrfamilien-Wohngebäude, errichtet vor 1940
C = Mehrgeschossige Wohngebäude mit Sozialwohnungen, errichtet vor 1960
D = Neuere Einfamilienreihenhäuser, mehrgeschossige Wohngebäude
E = Apartmenthäuser und Wohngebäude mit Komfortgebäude
F = Ein- und Zweifamilienhäuser in guter Wohnlage G = Moderne Villen in bester Wohnlage mit Komfortausstattung
G = Moderne Villen in bester Wohnlage mit Komfortausstattung



Wasserbedarf l/E*d
in Abhängigkeit von der WC-Ausstattung





1.6 Wasserverbrauchswerte

Tab. 1-1: Verbrauchsanhaltswerte für Haushaltungen aus [W 410], [Damrath, 1998]

<i>täglicher Verbrauch</i>	[%]	[l/Exd]
Körperpflege, Baden, Duschen	37	30-60
WC-Spülung	32	20-50
Wäsche	12	10-40
Geschirrspülen	7	4-25
Reinigung	5	5-10
Trinken und Kochen	2	2-4
Garten	2	2-4
Verschiedenes	3	
	100	ca. 131

Kleingewerbe

20-70

<i>spezifischer Verbrauch</i>	l/Vorgang
Wannenbad	140-160
Duschen pro Minute	6-23
WC-Spülung	4-14
Geschirrspüler je nach Baujahr	20-55
Geschirrspülung von Hand	30-40
Waschmaschinen je nach Baujahr	50-175
Autowäsche von Hand (Eimer)	20-40
Autowäsche von Hand (Schlauch)	100-200
Gartenbewässerung	20 l/m ²
Wohngebäude je nach Lage und Baujahr	90-500 l/(Exd)
Hausanschlußleitungen nach Anzahl der Wohneinheiten	1,5-3,2 l/s



Tab. 1-2: Auswahl von Verbrauchswerten in: Gewerbe, Industrie, öffentliche Einrichtungen, Dienstleistungsbereich [Damrath, 1998]

Gewerbe und Industrie: *)	Mittelwerte [m³]
Bäckerei je Beschäftigten und Arbeitstag (Ad)	0,150
Fleischer je Beschäftigten und Ad	0,250
Waschstraße je PKW mit Ober- und Unterwäsche	
– ohne Kreislaufführung	0,400 - 0,500
– mit Kreislaufführung	0,080
Zuckerherstellung je Tonne Rüben	
– alte Betriebsform	15,00
– moderne Betriebsform	0,030
Hüttenindustrie je Tonne Rohstahl	
– alte Betriebsform	100,00
– moderne Betriebsform	44,00
Molkerei je 1000 l Milch	4,00
Brauerei ohne Kühlung je 1000 l Bier	3,00
Schlachthof je Großvieheinheit (GVE)	0,30
(1 GVE (GVE Pferd, Rind) = 2,5 Kleinvieheinheiten (KVE = Schaf, Schwein))	
*) je nach Kreislaufführung können erhebliche Abweichungen auftreten	

Richtwerte spez. Verbrauch bei 310 Arbeitstagen (Ad) und 14 h Betriebszeit pro Ad	l/(sxha)
Betriebe mit geringem Verbrauch („trocken“)	0,5-1,0
Betriebe mit mittlerem Verbrauch	2,5-5,0
Betriebe mit hohem Verbrauch („naß“)	5,0-10,0

Landwirtschaft	Mittelwerte [m³ / d]
GVE	0,050
1 GVE mit Güllewirtschaft	0,100
1 Großvieheinheit (GVE = 500 kg Lebendgewicht), 1 Kleinvieheinheit = 0,2 GVE	
Umrechnung je nach Lebendgewicht Faktoren von 1,2 (Kühe) bis 0,004 (Geflügel) siehe W 410	



Öffentliche Einrichtungen, Dienstleistungsbereich	[m³/(d x Person)]
Büro und Verwaltungsgebäude	0,010-0,040
Schulen	0,010-0,030
Campingplätze	0,017
Altenheime	0,150
Krankenhäuser (min/max/Mittelwert)	0,120/0,830/0,340
Hotel (Erstklass/Pension/Mittelwert)	1400/0,100/0,290
Hallen- und Freibäder	0,140-0,210



1.7 Löschwasserbedarf

Nach DVGW-W405: Dimensionierung neuer und zur Nachprüfung bestehender Wasserversorgungsnetze gemäß nachfolgender Tab. . Bei Löschwasserentnahme soll der Netzdruck an keiner Stelle des Netzes unter 1,5 bar sinken. Für kleine ländliche Orte werden unabhängig davon 48 m³/h angesetzt. Einzelanwesen werden mit Hilfe von Tankfahrzeugen versorgt. Ein LW-Vorrat von 50 m³ je Anwesen wird empfohlen.

Tab. 1-3: Richtwerte für den Löschwasserbedarf (m³/h) [Wendehorst 1998]

Bauliche Nutzung nach § 17 der Baunutzungsverordnung	Kleinsiedlung (WS), Wochendhausgebiete (SW)	reine Wohngebiete (WR) allg. Wohngebiete (WA) bes. Wohngebiete (WB), Mischgebiete (MI), Dorfgebiete (MD), Gewerbegebiete (GE)		Kerngebiete (MK), Gewerbegebiete (GE)		Industriegebiete (GI)
		≤ 3	> 3	1	> 1	
Zahl der Vollgeschosse	≤ 2	≤ 3	> 3	1	> 1	Baumassenzahl (BMZ)
Geschossflächenanzahl (GFZ)	≤ 4	≤ 0,3-06	0,7-1,2	0,7-1,0	1,0-2,4	≤ 9
L ö s c h w a s s e r b e d a r f i n m³ / h b z w . (l / s) f ü r m i n d e s t e n s 2 S t u n d e n						
Gefahr der Brandausbreitung	klein ¹	24 (6,7)	48 (13,3)	96 (26,7)	96 (26,7)	96 (26,7)
	mittel ²	48 (13,3)	96 (26,7)	96 (26,7)	192 (53,3)	192 (53,3)
	groß ³	96 (26,7)	96 (26,7)	192 (53,3)	192 (53,3)	192 (53,3)

Gefahr der Brandausbreitung

- ¹ klein feuerbeständige oder feuerhemmende Umfassungen, harte Bedachungen
- ² mittel Umfassungen nicht feuerbeständig oder nicht feuerhemmend, harte Bedachungen oder Umfassungen feuerbeständig oder feuerhemmend, weiche Bedachungen
- ³ groß Umfassungen nicht feuerbeständig oder nicht feuerhemmend; weiche Bedachungen, Umfassungen aus Holzfachwerk (ausgemauert). Stark behinderte Zugänglichkeit, Häufung von Feuerbrücken usw.

Erläuterungen:

$$\text{Geschossflächenzahl} = \frac{\text{Geschossfläche}}{\text{Grundstücksfläche}}$$

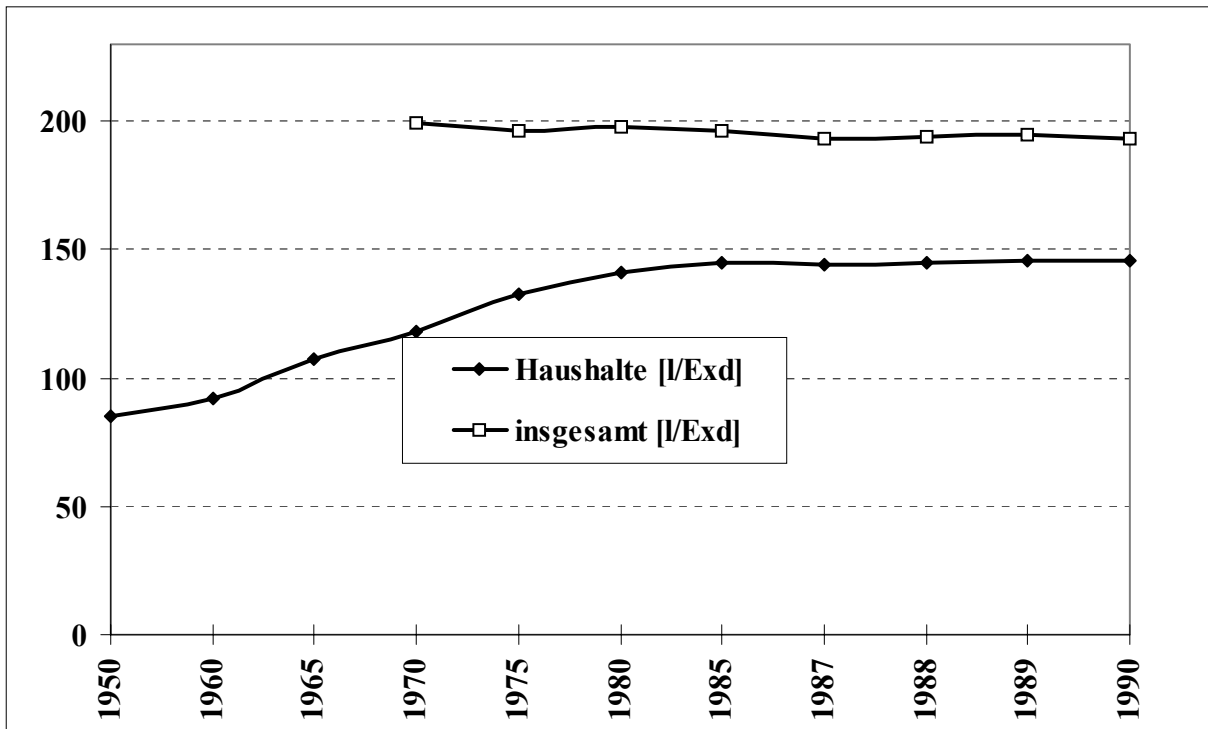
- Bei Planungen ist davon auszugehen, dass Kleinsiedlungen und Wochendgebiete keine hohe Brandempfindlichkeit haben.

$$\text{Baumassenzahl} = \frac{\text{ges. umbauter Raum}}{\text{Grundstücksfläche}}$$

- Die Begriffe „feuerhemmend“ und „feuerbeständig“ sowie „harte Bedachung“ und „weiche Bedachung“ sind baurechtlicher Art; sie sind nicht eindeutig definiert. Zur Erläuterung ihres Sinngehaltes wird auf DIN 4102 verwiesen. Hiernach entspricht in etwa „feuerhemmend“ der Feuwerstandsklasse F30 bis F60 und „feuerbeständig“ der Feuerwiderstandsklasse F90 und darüber.
- Begriff nach DIN 14011 T 2: „Brandausbreitung ist die räumliche Ausdehnung eines Brandes über die Brandausbruchsstelle hinaus in Abhängigkeit von der Zeit“. Die Gefahr der Brandausbreitung wird um so größer, je brandempfindlicher sich die überwiegende Bauart eines Löschbereichs erweist.



Entwicklung des einwohnerbezogenen Wasserbedarfs in der BRD



Jahr	1950	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1987	1988	1989	1990
Haushalte [l/Exd]	85	92	107	118	133	141	145	144	145	146	146
insgesamt [l/Exd]	199	196	198	196	193	194	195	193	194	195	193



Tagesganglinien des Wasserverbrauches $Q_h[m^3/h]$ in [%] von $Q_d [m^3/d]$

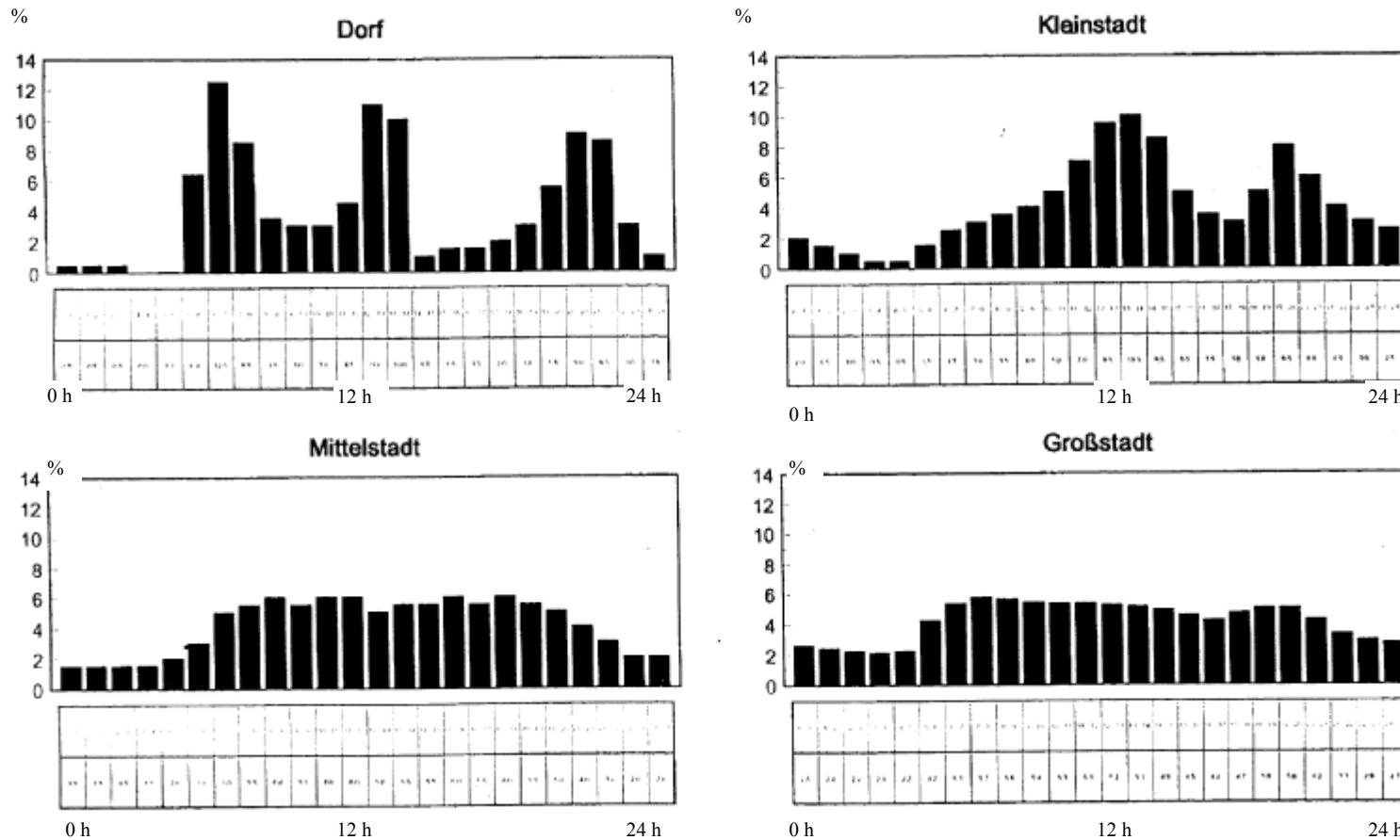


Abb. 1-3: Tagesganglinien des Wasserverbrauches Stadt/Dorf



1.8 Bedarfsschwankungen

Grundsätzlich:

Zeitraum von	Ursache
Jahr zu Jahr	Kühles, niederschlagsreiches Jahr - warmes, trockenes Jahr
Jahreszeiten	Frühjahr - Sommer - Herbst – Winter
unterschiedlichster Dauer	saisonale Produktionsschwankungen
Monat zu Monat	kühle oder warme bzw. nasse oder trockene Monate / Wochen
Woche zu Woche	Ferien- und Urlaubszeit, Fremdenverkehr, gewerbliche Saisonbetriebe, Kampagnezeiten (z.B. Obst- und Weinverarbeitung, Zuckerrüben)
Tag zu Tag	Arbeitsruhe an Feiertagen und Wochenenden, heiße Tage mit Verbrauchsspitzen
Stunde zu Stunde	Tages- und Nachtverbrauch, Morgen-, Mittag- und Abendspitzen

Die Ausprägungen der Schwankungen sind entscheidend von der Siedlungsdichte, den klimatischen Verhältnissen und dem Verhältnis Haushalte zu Industrie, Gewerbe zu Sonstige abhängig.

Je kleiner das Versorgungsgebiet desto ausgeprägter sind die Schwankungen, d.h. die Spitzenverbrauchswerte !

Die einzelnen Anlagenteile eines WVU werden entsprechend ihrer Funktion für unterschiedliche Bedarfswerte dimensioniert. Folgende Bedarfsgrößen sind im Zuge einer Planung zu ermitteln;

Qd = Qa / 365	mittlerer Tagesbedarf in m ³ /d = Bedarf im Jahresdurchschnitt
max Qd	Bedarf an verbrauchsreichen Tagen in m ³ /d, größter Tagesbedarf
min Qd	Bedarf an verbrauchsarmen Tagen in m ³ /d, kleinster Tagesbedarf
Qh = Qd / 24	mittlerer stündlicher Bedarf in m ³ / h
max Qh	maximaler stündlicher Bedarf in m ³ /h
f oder f_s	Spitzenfaktor zur Berücksichtigung von Verbrauchsschwankungen



1.8.1 Faktoren für Wasserbedarfsschwankungen

Zur Berücksichtigung der Verbrauchsschwankungen innerhalb eines Versorgungsgebietes dient der Spitzenfaktor f . Er stellt einen Verhältniswert zwischen dem jeweiligen Maximalwert und dem Mittelwert dar:

- Faktor, der die maximale Stundenbelastung [m^3/h] beschreibt:

$$f_h = \frac{\text{maximaler Stundendurchfluss } [\text{m}^3/\text{h}]}{\text{mittlerer Durchfluß } [\text{m}^3/\text{h}]}$$

- Faktor, der die maximale Tagesbelastung [m^3/d] beschreibt:

$$f_d = \frac{\text{maximaler Tagesdurchfluss } [\text{m}^3/\text{d}]}{\text{mittlerer Durchfluss } [\text{m}^3/\text{d}]}$$

Ermittlung der Bemessungswerte:

$$Q_d = Q_a / 365$$

$$Q_{d, \max} = f_d \times Q_d$$

$$Q_h = Q_d / 24$$

$$Q_{h, \max} = f_h \times Q_d / 24 = f_h \times Q_h \quad (\text{bezogen auf } Q_d)$$

$$Q_{h, \max} = f_h \times f_d \times Q_h \quad (\text{bezogen auf max } Q_d)$$

Richtwerte für die Spitzenfaktoren:

	Maximalwerte		Minimalwerte	
	f_h	f_d	f_h	f_d
Dorf	3,6	3	0	0,4
Kleinstadt	3	2,7	0,12	0,5
Mittelstadt	2	2~5	0,36	0,7
Großstadt	1,4	2	0,5	0,75

1.9 Bemessungswerte der einzelnen Anlagenteile eines WVU ,s:

1. derzeitiger und künftiger Wasserbedarf Q_a , Q_d , $Q_{d,max}$
 - für wasserwirtschaftliche Planungen, Genehmigungsverfahren, Vergleich mit Wasserdargebot und Wasserbereitstellung.
2. künftiger Wasserbedarf $Q_{d,max}$, mittlerer $Q_h(Q_{d,max})$
 - für Bemessung von Wassergewinnung, Wasseraufbereitung, Förderung, Speicherung, Fern- und Zubringerleitungen, wenn Ausgleichsbehälter vorhanden
3. künftiger Wasserbedarf $Q_{h,max}(Q_{d,max})$
 - für Versorgungsleitungen, ferner für alle Anlagenteile des Abschnitts, wenn kein Ausgleichsbehälter vorhanden
4. Spitzenvolumenstrom Q_s
 - für Anschlussleitungen und Verbrauchsleitungen unter Berücksichtigung moderner sanitärer Ausstattung
5. derzeitiger und künftiger Wasserbedarf Q_a
 - in Abständen von 1 Jahr, für Finanzplanungen

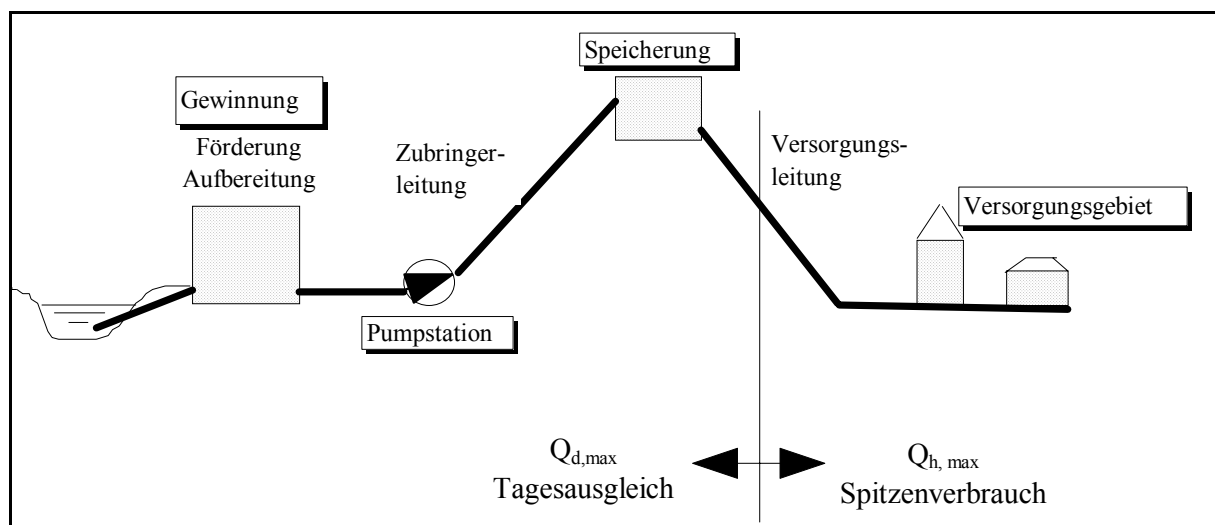


Abb. 1-4: Fließschema eines WVU's - Dimensionierungswerte

Bemessungsaufgabe !



1.10 Wasserrecycling und Wassersparmaßnahmen

Für viele Menschen in den Industriestaaten und wirtschaftlich aufstrebenden Ländern (Asien) gilt:

**« Wasser ist ein Wirtschaftsgut, dass in unerschöpflichen Mengen,
kostengünstig und jederzeit zur Verfügung steht !! »**

Durch den technischen Fortschritt und dem damit verbundenen Komfortanstieg (Wasser-aus-der-Wand Denken) existiert ein entfremdetes Bewusstsein, was natürliche Zusammenhänge des Wasserkreislaufs angeht.

Ohne dieses Verständnis für natürliche Strukturen und Zusammenhänge ist ein langfristiges Überleben auf diesem Planeten nicht denkbar – Stichwort: **NACHHALTIGKEIT !!**

Die Folgen unseres übermäßigen Wasserverbrauchs sind zwar dank modernster Technik bisher nur partiell auszumachen (Vegetationsveränderungen infolge von Grundwasserabsenkungen etc.), die sich daraus abzeichnende Gesamtentwicklung lässt jedoch jetzt schon die fatalen Konsequenzen für die Natur und letztendlich für uns Erdenbewohner erahnen.

Mögliche Folgen des Wasserverbrauchs :

- Entnahme von Grundwasser führt zu regionalen Absenkungen des Grundwasserspiegels:
 - ⇒ Absterben der Vegetation
 - ⇒ Wegfall der Wälder ⇨ Klima-Kühler geht verloren. Folge: Klima-Erwärmung, Versteppung ganzer Regionen.
 - ⇒ Setzungsschäden an Gebäuden
- enormer Energieverbrauch bei der Aufbereitung des Rohwassers zu Trinkwasser
- Drainwirkung der Leitungsräben ⇨ ungewollte Entwässerung der Landschaft
- hoher Wasserverbrauch ⇨ große Abwassermengen entstehen ⇨ hoher technischen Aufwand für die Abwasserreinigung

Aus dieser Aufzählung wird deutlich, wie dringend notwendig Maßnahmen zur Wassereinsparung sind. Verschiedene technische Möglichkeiten bieten sich im Haushalt an:

- wassersparende Haushaltsgeräte
- Durchflußbegrenzer in den Armaturen
- Komposttoiletten / Wasserspartoiletten / Vakuumtoiletten
- Regenwassernutzung
- etc.

Unter Wassersparen ist die rationelle Wassernutzung im verantwortungsbewussten Umgang mit dem Naturgut Wasser zu verstehen, um die Wasserressourcen bestmöglich zu schonen.

Diese Zielsetzung ergibt sich aus der **europäischen Wassercharta** von 1968, den meisten



Landesentwicklungsprogrammen und letztlich aus **§1a des WHG** („sparsame Verwendung des Wassers“). Öffentliche Versorger sind in ihrer **Vorbildfunktion** darin angehalten, Verbraucher für dieses Thema zu sensibilisieren.

Der **Wasserpreis** kann durch **hohe Fixkosten** in der Wasserversorgung bei zunehmenden Einsparungen steigen. Eine Kostenersparnis kann gegebenenfalls bei der Warmwasserbereitstellung durch Senkung der **Energiekosten** erzielt werden.

Die **Grenzen des Wassersparens** liegen in der Einbuße von **Komfort** und im besonderen Maße bei der nicht Einhaltung vom Hygienestandards. Ein geringer Durchsatz kann zu **technischen Problemen** (Korrosion) oder **hygienischen Risiken** (Aktivierung von Blei- und Kupfer-Ionen, Verkeimungen) führen. Außerdem kann es zur **Problemverlagerung** kommen (z.B. Verunreinigung von Gewässern durch Reinigungs- und Desinfektionsmitteln aus Kühlkreisläufen). Neben den genannten Gesichtspunkten sind auch **ökonomische Aspekte** einzubeziehen, die den Material- und Energieverbrauch von Wasserspareinrichtungen berücksichtigen.

Maßnahmen zum Wassersparen, die diese **ökonomischen, ökologischen, versorgungstechnischen** und **hygienischen Randbedingungen** berücksichtigen, sind sinnvoll, zweckmäßig und erforderlich.

Im folgenden werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie in einzelnen Bereichen Wassersparmaßnahmen ausgestaltet werden können. Die Aufstellung ist exemplarisch und erweiterbar.

1.10.1 Wasserversorgungsunternehmen

- Rohrnetze auf tatsächliche, echte Wasserverluste überprüfen und ggf. reparieren.
- Laufbrunnen durch Kreislaufbetrieb ersetzen.
- Für Zwecke ohne Trinkwasserqualität Oberflächenwasser benutzen (z.B. für Straßen-, Kläranlagenreinigung, Kanalnetzspülung).
- Degressive Wassergebühren für Großabnehmer abschaffen, ggf. progressive Wassergebühren einführen.

1.10.2 Industrie und verarbeitendes Gewerbe

- Wasser für Nicht-Trinkwasserzwecke durch Oberflächenwasser ersetzen und wenn möglich Regenwasser nutzen.
- Wassersparende Technologien in Produktion und Betrieb einsetzen, jedoch dabei Gewässergefährdung oder eine Verunreinigung vermeiden.
- Eigene Aufbereitung von Prozesswässern (Wasserrecycling) und wieder Einbringung in den internen Prozesskreislauf.

1.10.3 Landwirtschaft



- Durch pflanzenbedarfs- und zeitgerechte Bewässerung Auswaschung von Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln vermeiden.
- Flüssigmistverfahren durch Festmistverfahren ersetzen.
- Nutzung von Regenwasser zu Brauchwasserzwecken im landwirtschaftlichen Betrieb

1.10.4 Haushaltsbereich

Der Wasserspareffekt wird auf rund 20 l/Ed geschätzt. Folgende Maßnahmen bieten sich im häuslichen Bereich an:

- **Verbrauchsverhalten ändern** (duschen statt baden, Wasch- und Geschirrspüler voll auslasten, Wasser bei der Körperreinigung nicht ungenutzt laufen lassen, undichte Armaturen reparieren, Rasen nur wenig und abends gießen)
- **Wassersparende Armaturen / Einrichtungen einsetzen** (6l WC Spülkasten mit Unterbrechertaste und abgestimmten WC-Becken, Einhebelmisch-armaturen, Thermostatarmaturen, Perlatoren, Durchflussbegrenzer, wasser-sparende Wasch- und Geschirrspülmaschinen, Körperformbadewannen).
- **Auto weniger oft waschen** und dann in Waschanlage mit Waschwasserwiederverwendung.
- **Regenwasser** zur Gartenbewässerung nutzen

1.10.5 Öffentliche Einrichtungen, Hotel- und Gaststättengewerbe

- **Wasser-Armaturen und Einrichtungen** (vgl. Haushaltsbereich)
- Urinale mit benutzungsabhängiger Steuerung einrichten oder nachrüsten, ggf. bei starker Frequentierung **Trockenurinale** einsetzen (z.B. Flughäfen).
- In öffentlichen Bädern Selbstschlussarmaturen installieren.
- In Hotels den Gast um Mithilfe bitten, dass unnötiges Waschen von Hand- und Badetüchern vermieden wird („Towel on the floor“-Regelung)