

SKRIPT SANITÄRTECHNIK

Fachbereich Architektur
Fachgebiet
Technische Gebäudeausrüstung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerhard Hausladen

September 1999

**U N I K A S S E L
V E R S I T Ä T**

INHALTSVERZEICHNIS

1	SANITÄRPLANUNG	1
1.1	Grundlagen.....	1
1.2	Hausanschluß.....	1
1.3	Installationsarten.....	3
1.3.1	Schlitzinstallation.....	3
1.3.2	Vorwandinstallation.....	7
1.3.3	Installationsschächte.....	11
1.4	Abstände von Sanitärobjekten.....	12
1.4.1	Arten (Symbole).....	12
1.4.2	Anordnung und Abstände.....	13
1.4.2	Grundrißbeispiele.....	15
2	SCHALLSCHUTZ	21
2.1	Allgemeines.....	21
2.2	Schallausbreitungsarten.....	22
2.2.1	Luftschall.....	22
2.2.2	Luftschallschutzmaßnahmen im Sanitärbereich.....	23
2.2.3	Körperschall.....	23
2.2.4	Körperschallschutzmaßnahmen im Sanitärbereich.....	24
2.3	Armaturenklassen.....	24
3	BRANDSCHUTZ	27
4	ENTWÄSSERUNG	29
4.1	Technische Infrastruktur.....	29
4.1.1	Analyse.....	29
4.1.2	Anschluß an die öffentliche Kanalisation.....	31
4.1.3	Revisionsschacht und Rückstau ebene.....	33
4.1.4	Schutz gegen Rückstau.....	35
4.1.5	Schutzmaßnahmen gegen Rückstau.....	36
4.2	Kanalisationstypen.....	36
4.2.1	Mischkanalisation.....	37
4.2.2	Trennkanalisation.....	37
4.3	Wasserablaufstellen.....	37
4.3.1	Geruchsverschlüsse.....	37
4.4	Anschlußleitungen (AL).....	38
4.5	Falleitungen.....	42
4.6	Lüftungsleitungen.....	45
4.7	Sammel- und Grundleitungen.....	47
4.7.1	Sammelleitung (SL).....	47

4.7.2	Grundleitungen (GL)	47
4.8	Abscheider	51
4.8.1	Sand- und Schlammfänge	51
4.8.2	Abscheider für Leichtflüssigkeiten	52
4.9	Abwasserhebeanlagen	54
4.9.1	Hebeanlagen für fäkalienfreie Abwässer	55
4.10	Fäkalienhebeanlagen	56
5	KLEINKLÄRANLAGEN	60
5.1	Allgemein	60
5.1.1	Anwendungsbereich	60
5.2	Zusammensetzung der häuslichen Abwässer	60
5.2.1	Einwohnergleichwerte	62
5.3	Planung	62
5.4	Klärvorgang	63
5.5	Mechanische Reinigung	63
5.5.1	Mehrkammer-Absetzgruben, Mehrkammer-Ausfallgruben	64
5.6	Biologische Reinigung (mit Abwasserbelüftung)	66
5.6.1	Filtergräben	66
5.6.2	Tropfkörperanlagen	67
5.7	Abwassereinleitung	68
5.7.1	Untergrundverrieselung	68
5.8	Pflanzenkläranlagen	70
5.8.1	Horizontal durchflossene Beete	71
5.8.2	Vertikal durchströmte Beete	72
5.8.3	Bemessung	73
6	WARMWASSER	75
6.1	Konventionelle Warmwasserbereitung	75
6.1.1	Elektrisch betriebene Warmwasserbereiter	75
6.1.2	Warmwasserbereitung mit Gas	78
6.2	Brennwert-Kessel	80
6.2.1	Kombigeräte	82
6.3	Warmwasser-Bereitung durch Solarenergie	83
6.3.1	Aufbau und Wirkungsweise einer Solaranlage	83
6.3.2	Kollektoren	83
6.3.3	Speicherung des Warmwassers	85
6.3.4	Nachheizung bei Solaranlage	87
6.3.5	Regelung und sicherheitstechnische Einrichtungen	87
6.4	Ökologische und wirtschaftliche Betrachtung von Kollektoren	87
6.5	Warmwasser-Speicher	89

6.5.1	Allgemeines	89
6.5.2	Idealer Mischspeicher	89
6.5.3	Der geschichtete Speicher	90
6.6	Warmwasser-Leitungen	90
6.6.1	Allgemeines	90
6.6.2	Zirkulationsleitungen	91
6.6.3	Betriebs- und Regeleinrichtungen	92
6.7	Verhinderung von „Legionellose“	92
7	TRINKWASSER	93
7.1	Wasserverbrauch	93
7.1.1	Kaltwasserbedarf	93
7.2	Allgemeines	96
7.2.1	Wasserhärte	97
7.2.2	PH-Wert	98
7.3	Rohrleitungselemente (Fittings)	98
7.4	Bemessung der Trinkwasserleitungen nach DIN 1988	104
7.5	Druckerhöhungsanlagen	106
7.6	Anordnung und Verlegung von Leitungen	111
7.6.1	Verlegung im Erdreich	111
7.6.2	Verlegung im Gebäude	111
7.7	Schutz der Leitungen gegen Korrosion	112
8	REGENWASSERNUTZUNGSANLAGEN	113
8.1	Allgemeines	113
8.2	Aufbau und Funktion einer Regenwassernutzungsanlage	114
8.3	Betriebswasserversorgungsanlagen	115
8.4	Auffangflächen:	115
8.5	Speicherbehälter	116
8.5.1	Sicherheitsüberlauf	116
8.6	Auslegung kleinerer Anlagen	116
8.6.1	Faustformeln - überschlägige Richtwerte:	117
8.6.2	Anlagengröße berechnen:	118
8.7	Hauswasserstation	119
8.8	Rechtliche Grundlagen	120
8.9	Der Bau einer Zisterne	121

1 Sanitärplanung

1.1 Grundlagen

Die Grundrißplanung von Sanitärräumen sollte schalltechnisch und installationstechnisch günstig sein. Das heißt:

- Sanitärbereiche in Mehrfamilienhäusern möglichst übereinander anordnen,
- Sanitärbereiche möglichst nebeneinander und neben Treppenträumen anordnen, um eine weitere Geräuschquelle abzuschirmen,
- innerhalb der Sanitärbereiche auf kurze Wege für Rohre und Leitungen achten,
- Schallschutz bei Leitungsinstallation und Entwässerungsgegenständen, sowie bei Montage von Sanitärprojekten berücksichtigen.

1.2 Hausanschluß

Jedes Grundstück erhält einen eigenen Hausanschluß mit eigener Anschlußleitung, bei Bedarf auch mehrere. Die Hausanschlußleitung wird in der Regel vom zuständigen Wasserversorgungsunternehmen, das auch die Nennweite und die Lage der Hauseinführung bestimmt, oder einem von ihm beauftragten Unternehmer erstellt.

Vorschriften

- Verlegung in frostfreier Tiefe, je nach klimatischen Gegebenheiten 1,00 bis 1,80 m unter dem Gelände
- Anordnung rechtwinklig zur Straße, geradlinig, mit Steigung zum Grundstück hin
- eine Überbauung der Hausanschlußleitung ist unzulässig
- waagerechter Abstand zu Entwässerungsanlagen > 1,00 m
- Absperrvorrichtung (Anbohrschelle mit Schlüsselstange Straßenkappe) möglichst nahe der Versorgungsleitung
- Hinweisschild

Rückflußverhinderer : Dieser wird vor der ersten Entnahmestelle, also in der Regel hinter dem Wasserzähler, eingebaut, um ein Rückfließen des Wassers in das öffentliche Rohrnetz zu verhindern.

Druckminderer: Ein einstellbarer Druckregler oder Druckminderer, meist kombiniert mit einem Manometer, reguliert einen evtl. Überdruck auf den höchst zulässigen Wasserdruck von 6 bar. Anschließend an die Wasserzähleranlage können verschiedene Geräte zur Wasserbehandlung zwischengeschaltet werden.

Die wichtigsten Komponenten sind:

- Filter
- Dosiergeräte
- Enthärtungsanlagen

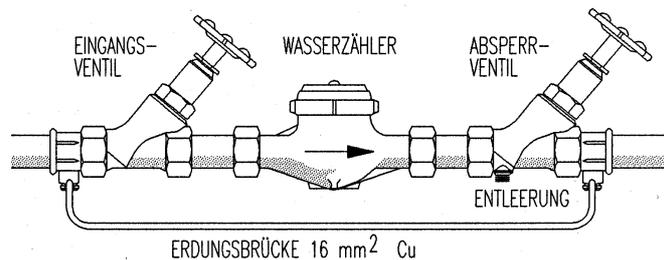


Abbildung 1-1 Wasserzähler (Pi, B26/1)

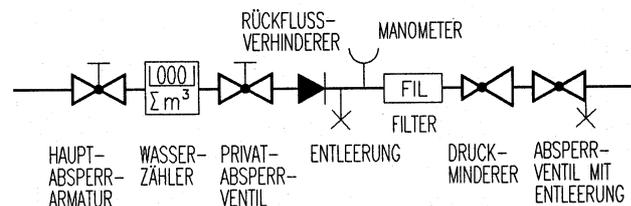


Abbildung 1-2 Rückflußverhinderer (Pi, B27/1)

Filter

Für metallische Leitungen sind Feinfilter nach DIN 19632 vorgeschrieben, um die Trinkwasseranlagen gegen Korrosionsschäden in Form von Mulden- oder Lochfraß durch gelegentlich eingeschwemmte kleine Feststoffpartikel (z.B. Rostteilchen, Sandkörner, Schweißperlen) von 30 bis 50 µ zu schützen. Gefährdet sind insbesondere Kupferleitungen. Auch bei Kunststoffleitungen wird der Einbau eines Filters empfohlen da auch hier metallene Fittings, Armaturen usw. vorhanden sind.

Wichtig ist die regelmäßige Wartung der Filtereinsätze.

Hausanschlußraum

Hausanschlußräume sind zur Einführung der Hausanschlußleitungen und der Aufnahme der Regel-Meßgeräte für Gas, Wasser und Strom vorgesehen und in einem eigens dafür vorgesehenen Raum unterzubringen. Sie haben folgende Mindestabmessungen (Länge x Breite x Höhe in mm):

bis 30 Wohneinheiten (WE) 2000 x 1800 x 2000

bis 60 Wohneinheiten (WE) 3500 x 1800 x 2000

Hausanschlüsse sind vor Beginn der Installationsarbeiten fertigzustellen. Die Eingangstür muß mind. das lichte Durchgangsmaß von 800 x 1950 mm aufweisen. Für Ein- und Zweifamilienhäuser läßt DIN 18012 Ausnahmeregelungen zu; auf Hausanschlußräume kann hier verzichtet werden.

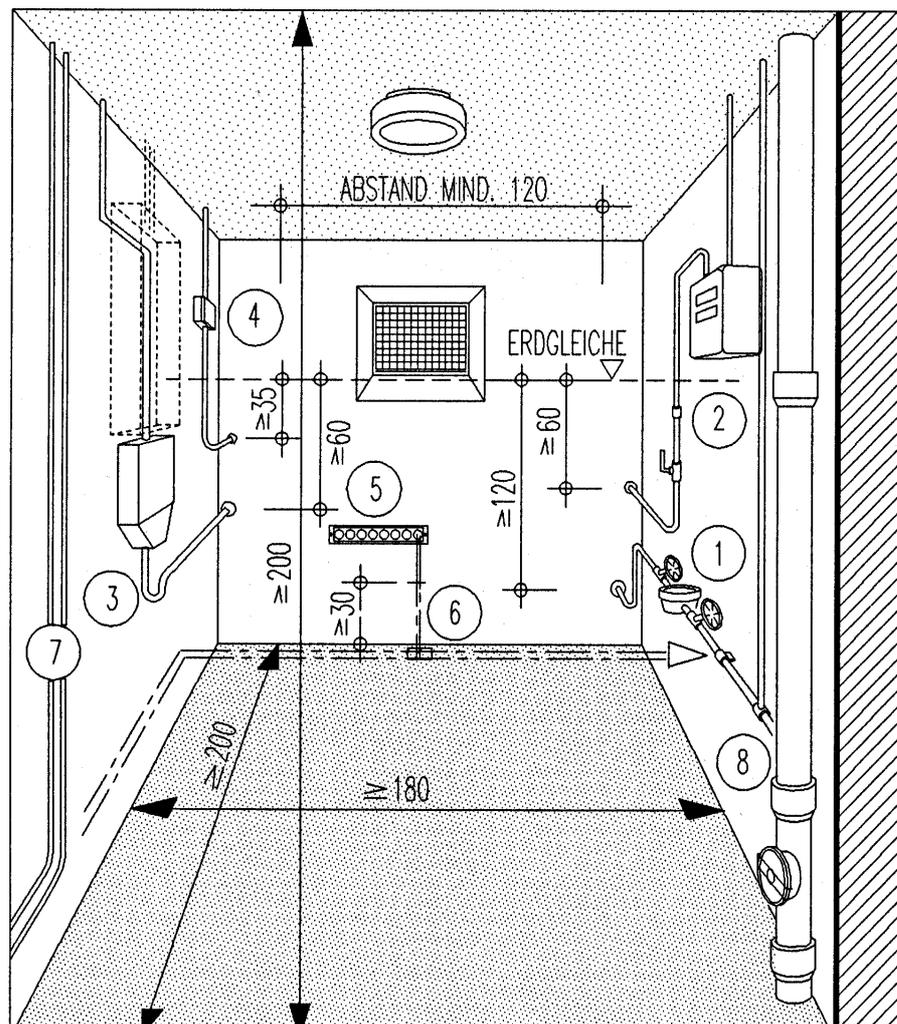


Abbildung 1-3 Hausanschlußraum (Pi, A55)

1.3 Installationsarten

1.3.1 Schlitzinstallation

Die Verlegung der senkrechten Steigleitungen in Wandschlitzten stellt im Massivbau, insbesondere im Wohnungsbau, trotz vieler Nachteile noch immer die Regel dar.

Schlitzinstallation bei Massivbauten

Nachteile der konventionellen Schlitzinstallation sind

- die konstruktive Schwächung der Wand
- die lohnintensive Arbeit für das Anlegen und Schließen der Schlitze, insbesondere bei nachträglich gefrästen oder gestemmtten Schlitzen, und , soweit nach DIN 1053 T 1 überhaupt zulässig
- mangelnder Schallschutz
- verminderter Wärmeschutz bei Außenwänden
- evtl. fehlender Brandschutz.

Vorteile liegen ggf. in der Platzersparnis und der einfachen Handhabung bei weniger hoch installierten Bauten.

Horizontale Installationsführung

Horizontale Leitungsführung bei Massivbauten

Die horizontale Führung der Installationen in Wänden ist wegen der Schwächung des Mauerwerks, insbesondere durch die damit verbundene außermittige Belastung, sehr eingeschränkt. Wegen der Knickgefahr kommen nach DIN 1053 T 1 horizontale und schräge Schlitze nur in einem Bereich $< 0,4$ m ober- und unterhalb der Rohdecke, jeweils nur an einer Wandseite, in Frage. Die Tiefe richtet sich nach der Wandstärke und liegt - mit Einschränkungen - zwischen 15 und maximal 30 mm, was allenfalls für Elektroleitungen sowie für kleinere Wasser- und Heizungsanschlußleitungen ausreicht (siehe Tab. A 50/1). Die horizontale Führung von Rohrleitungen ist deshalb in der Regel nur auf kurzen Strecken oder aber als Vorwandinstallation möglich.

Aussparungszeichnungen

Installationen des technischen Ausbaus im Gebäude müssen häufig durch Decken und Wände geführt werden.

Dies erfordert Aussparungen im Rohbau, die in den sog. Schlitzplänen, im allgemeinen im M 1:50, eingetragen werden.

Um Fehlerquellen zu vermeiden, ist es am sinnvollsten, daß der Architekt die Schlitzangaben der verschiedenen Projekte koordiniert und - unter Berücksichtigung der Statik - die Aussparungen in seine Werkpläne (Ausführungspläne) einträgt.

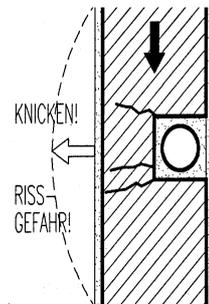


Abbildung 1-4 Knickgefahr bei horizontaler Wandschwächung (Pi, A42/1)

Hinweise zur Darstellung

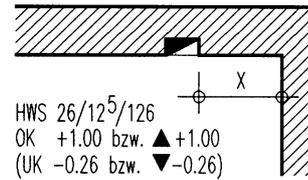
Werkpläne:

In den Grundrissen (Ausführungspläne, Bewehrungspläne des Statikers) werden dargestellt:

- Wandaussparungen des jeweils dargestellten Geschosses Deckenaussparungen der Decke über dem dargestellten Geschoß (= Nenngeschoß)
- Aussparungen im Boden des untersten Geschosses sind als Bodenaussparungen zu kennzeichnen

Kennzeichnung und Vermaßung

Die Aussparungen werden in der Regel durch eine Kombination von drei Buchstaben und der Maßangabe sowie der Höhenlage, bezogen auf ± 0.00 (i. allg. OKF EG), gekennzeichnet.



BEDEUTET:

HEIZUNGS-WAND-SCHLITZ,
26 cm BREIT, 12,5 cm TIEF,
126 cm HOCH,
BEGINNEND -0.26, ENDEND +1.00
(EINE ANGABE GENÜGT IN DIESEM FALL)
BEZOGEN AUF ±0.00 DES GESCHOSSES

VERMASSUNG x NACH ERFORDERNIS

Abbildung 1-5 Aussparung (Pi, A48/3)

Nutzungszweck	Bauteil	Art der Aussparung	Vermaßung cm
S = Sanitär E = Elektro G = Gas H = Heizung L = Lüftung	B = Boden D = Decke F = Fundament W = Wand	D = Durchbruch S = Schlitz K = Kanal	Breite ¹⁾ x Tiefe x Höhe Angabe der Höhenlage ²⁾
Weitere Bezeichnungen		AS = Ankerschiene RH = Rohrhülse	b x t Ø
¹⁾ Breite bei Wandaussparungen mit Blick auf die Wand, bei Deckenaussparungen ist die Lage im Plan maßgebend ²⁾ Höhenangabe OK bzw. UK oder mit Höhenkote (▼ bzw.▲), bezogen auf ± 0.00 des jeweiligen Planes			

Abbildung 1-6 Kennzeichnung und Vermaßung von Aussparungen
Pi, (A48/2)

Empfehlungen

- Schlitz- und Aussparungen sollten in hochbelasteten Mauerwerksbereichen wie z.B. Auflagerbereichen, unter Stürzen und in der Nähe von Öffnungen, vermieden werden.
- Wände mit weniger als 17,5 cm sollten nicht geschlitzt werden.
- Beim Schlitz- und Aussparungen darf das Wandgefüge nicht gestört werden, also kein Stemmeisen, Pickel oder dgl. verwenden!
- Die Tiefe nachträglich gefräster Schlitz- und Aussparungen (horizontale Schlitz- und Aussparungen nur knapp über oder unter der Rohdecke!) sollte so gering wie möglich gehalten werden, auf keinen Fall tiefer als 30 mm.

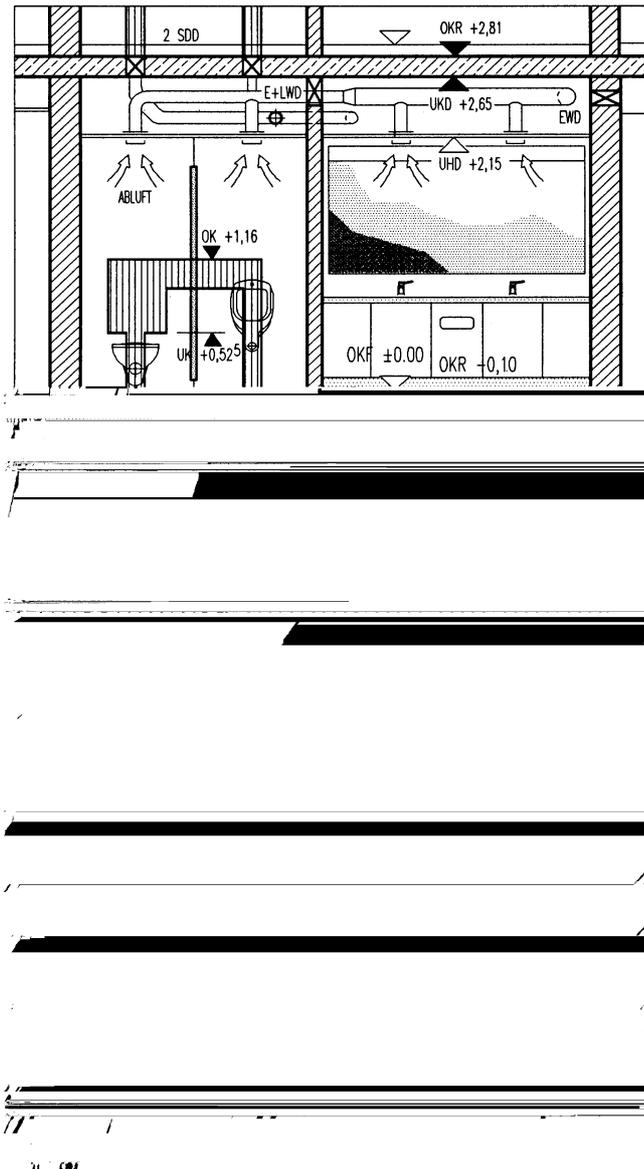


Abbildung 1-7 Grundriß u. Schnitt eines Bürogebäudes (Pi, A51/1)

Erläuterungen zum Schlitzplan:

Bei dem dargestellten Grundriß handelt es sich um den Sanitärbereich eines Verwaltungsgebäudes in Massivbauweise. Die Größe und Höhenlage der Aussparungen richtet sich deshalb nach der Maßordnung. Die Abmauerung der Vorwandinstallation wird nachträglich in Gasbeton ausgeführt.- Hier brauchen deshalb auch keine Aussparungen angegeben werden.

Zur Verdeutlichung ist die Leitungsführung für größere Installationen schematisch eingetragen. Die Vermaßung wurde wegen der besseren Übersichtlichkeit weggelassen.

Zur Darstellung im Grundriß:

- **Wanddurchbrüche (WD):**
Wanddurchbrüche werden im allgemeinen im Grundriß als Kreuze dargestellt. Zur besseren Kenntlichmachung können in der Praxis die Dreiecke schwarz ausgefüllt werden, insbesondere bei kleineren Aussparungen.

Wandschlitz- (WS):
Bei Wandschlitz- wird unterschieden zwischen vertikalen und horizontalen Wandschlitz- . Bei horizontalen Wandschlitz- ist

die Knickgefahr durch die einseitige Wandschwächung statisch zu berücksichtigen.

Deckendurchbrüche (DD):

Deckendurchbrüche werden in der darüberliegenden Decke dargestellt. Soweit darunter kein Geschoß liegt (z.B. im Kellergeschoß), werden ggf. Bodendurchbrüche (BD) eingetragen.

DD bei durchgehenden WD sind zur bequemeren Montage etwas tiefer als die WD auszufahren (im Beispiel die beiden HDD).

1.3.2 Vorwandinstallation

Als Alternative zur konventionellen Schlitzinstallation setzt sich in zunehmendem Maße auch im Wohnungsbau die Vorwandinstallation durch.

Diese Art der Installation bedeutet eine klare Trennung Bauwerk Installation und damit eine klare Arbeitsteilung zwischen Rohbau und Ausbaugewerken. Die Installation kann als "Einrichtung" angesehen werden.

Ein weiterer Faktor ist der wachsende Anteil an Altbausanierungen, der teilweise schon über 50 % ausmacht, bei dem ein nachträgliches Stemmen von Schlitzten oft gar nicht oder nur unter erheblichem Aufwand möglich ist.

- **Vorteile der Vorwandinstallation**

- Wegfall von Schlitzarbeiten, Schmutz, Wiederverschließen
- keine Schwächung von tragenden und aussteifenden Wänden durch Aussparungen
- Reparaturen, Änderungen und Modernisierungsarbeiten sind ohne Eingriff in die Bausubstanz möglich
- Zusammenfassung möglichst vieler Installationen
- besserer Schallschutz, keine Schallbrücken
- keine Unterbrechung des Wärmeschutzes bei Außenwänden
- keine Beeinträchtigung des Brandschutzes bei Wänden mit Brandschutzanforderungen
- Ermöglichung der werksmäßigen Vorfertigung von Rohrregistern und Installationsblocks.

- **Tiefe der Vorwandinstallation**

Sie ist abhängig von den Leitungsdurchmessern sowie evtl. erforderlicher Kreuzungen (vgl. auch Tab. A 38/1):

- bei Installation ohne Kreuzungen: ca. 14 - 16 cm
- bei einseitiger Abzweigung bzw. Kreuzung: ca. 16 - 23 cm
- bei zweiseitiger Abzweigung oder Kreuzung (z.B. bei beidseitiger Installation): ca. 21 - 28 cm

Nach DIN 18 022 ist für eine Vorwandinstallation folgender Platzbedarf zu berücksichtigen (vgl. Abb. D 26/1), der aber ggf. in der Praxis auch unterschritten werden kann:

- bei horizontaler Leitungsführung: ≥ 20 cm

- bei vertikaler Leitungsführung:

≥ 25 cm

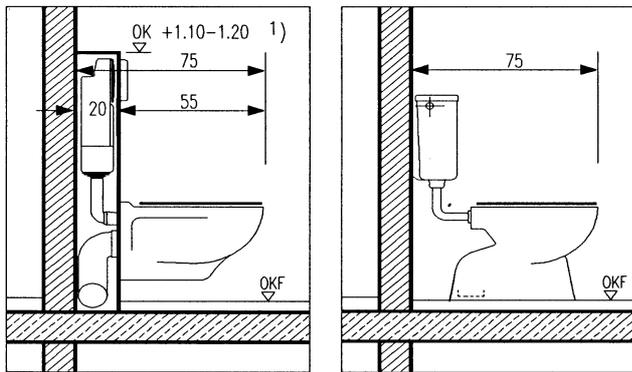


Abbildung 1-9 Platzbedarf einer wandhängenden und einer bodenstehenden WC-Anlage (Pi, A45/2)

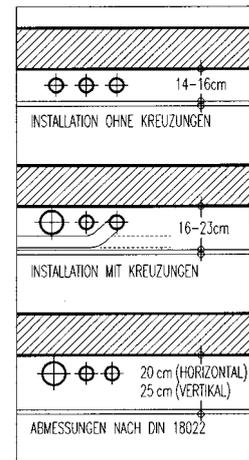


Abbildung 1-8 Vorwandinstallation, Platzbedarf in der Tiefe (Pi, A45/1)

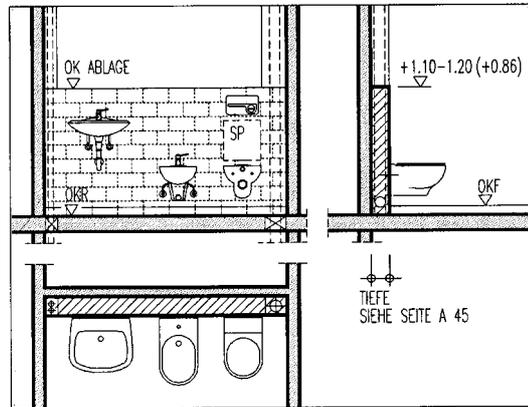
Der zusätzliche Platzbedarf für die Vorwandinstallation ist in den meisten Fällen nicht von Nachteil, da er z.B. zum Einbau des Spülkastens oder anderer Installationsteile genutzt werden kann, wobei der obere Teil als Ablage, Spiegelschrank oder dgl. dient.

Ausführungsvarianten

Konventionelle Vorwandinstallation: Die Installationen werden handwerklich gefertigt und vor Ort an der Rohbauwand montiert.

Die Zwischenräume zwischen den Rohrleitungen und den Installationsgegenständen werden durch Ausmauern verkleidet.

Dies ist sehr Zeit- und damit lohnaufwendig. Um ein einigermaßen einwandfreies akustisches Verhalten einer derartigen Installation zu erhalten, ist ein erheblicher Aufwand notwendig.



Günstiger ist eine vor den Installationshohlraum vorgemauerte Wandschale, an dem die Installationsgegenstände befestigt werden. Nachteilig ist dabei allerdings der zusätzliche Platzbedarf.

Abbildung 1-10 Konventionelle Ausmauerung (Pi, A46/1)

• **Vorwandinstallation mit Montagehilfen:** Hierbei werden die Installationen und Installationsgegenstände auf Montagegerüsten in Form von

Schienen, Halterungen und Befestigungswinkeln montiert, was eine wesentlich schnellere, flexiblere und maßgenauere Installation ermöglicht.

Eine weitere Verbesserung stellen vorgefertigte Rohrregister dar, die sich allerdings erst bei größeren Stückzahlen lohnen.

Die Befestigung der Montagegerüste und Rohrregister an der Wand und zum schwimmenden Estrich sollte möglichst Körperschallgedämmt erfolgen, was sich aber mit den üblichen Dübeln nicht ganz zufriedenstellend lösen läßt.

Die Montagegerüste dienen gleichzeitig als Unterkonstruktion für die flächige Beplankung, z.B. mit Gipskartonplatten (im Bad Feuchtraumplatten!), die anschließend direkt gefliest werden können.

Durchgehende Leitungen wie Abwasserfalleitungen, Regenwasserfalleitungen, Lüftungsleitungen werden möglichst in entgegengesetzten Ecken angeordnet, um Kreuzungen zu vermeiden und damit Raum zu gewinnen.

Der Absatz oberhalb der waagerechten Verzüge kann als Ablage oder z.B. als Einbauschränk ausgebildet werden.

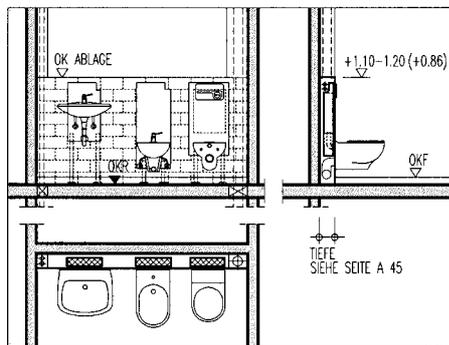
Vorwandinstallation mit Installationsbausteinen: Ein Installationsbaustein (Installationsblock) ist ein vorgefertigtes kompaktes Element, mit allen Ver- und Entsorgungsanschlüssen sowie den Befestigungen für einen oder auch mehrere, vorzugsweise wandhängende Sanitärapparate.

Die einzelnen Blocks können halbhoch, raumhoch, einzeln oder auch in Kombination für mehrere Anschlüsse von Sanitärobjekten geliefert werden. Die Tiefe der Blöcke beträgt etwa 15 cm.

Beim Anschluß von Installationsblocks ist auf eine schallmäßige Entkoppelung (Trennung) zwischen Block und Rohbauwand zu achten, um Körperschallübertragungen zu vermeiden.

Zwischen Block und Wand sollte eine schalldämmende Matte angeordnet werden. Die Befestigung der Blöcke an der Wand erfolgt durch punktförmig verschraubte Verbindungsflaschen.

Die Montage der Installationsblocks erfolgt mit Zwischenlegen einer körperschalldämmenden Platte direkt vor der Wand, wobei unten, oben und ggf. seitlich Öffnungen für die Anschlußleitungen frei bleiben.



Nach Fertigmontage werden die Zwischenräume bauseits ausgemauert oder ausgemörtelt.

Die Blöcke enthalten je nach Bedarf bereits Einbauspülkästen, Wandeinbauarmaturen, Wandeinbauthermostate usw. und exakt auf das Fliesenraster abgestimmte Auslässe. Die Oberfläche ist fliesenfertig.

Abbildung 1-11 Vorwandinstallation mit Installationsbausteinen (Pi, A47/1)

Beispiele für die Verwendung von Installationsblocks:

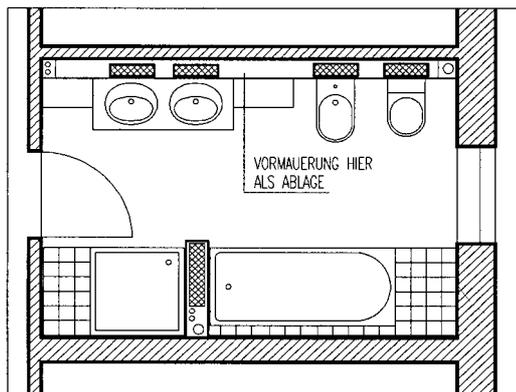


Abbildung 1-12 Badezimmer unter Verwendung von Installationsblocks (Pi, A47/2)

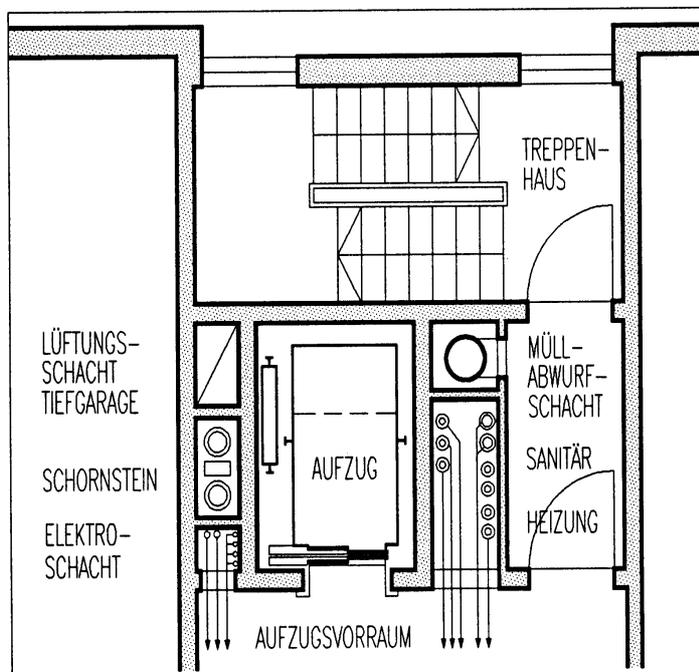
1.3.3 Installationsschächte

Mit zunehmender Installation, auch schon bei höheren Wohngebäuden, ist eine Zusammenfassung aller vertikalen Ver- und Entsorgungsleitungen in einem Installationsschacht im Gebäudekern anzustreben.

Dieser Installationsschacht sollte möglichst - schon aus Schallschutzgründen - im Gebäudekern zusammen mit Treppenhaus, Aufzugsschacht, Schornstein, Müllabwurf-schacht usw. eingeplant werden.

- Der Schachtquerschnitt richtet sich nach der Anzahl und dem Platzbedarf der Rohrleitungen sowie erforderlicher Arbeitsräume für Reparaturen und Wartungsarbeiten.
- Elektro- und wasserführende Leitungen sind aus Sicherheitsgründen in getrennten Schächten unterzubringen.
- In Gebäuden mit mehr als 3 Vollgeschossen werden an die durchgehenden Schächte Brandschutzanforderungen gestellt, um ein Übertragen von Feuer und Rauch in andere Geschosse zu verhindern.

Aus diesem Grund müssen die Schächte entweder horizontale Abschottungen erhalten oder der durchgehende Schacht als eigener Brandabschnitt mit der entsprechenden Feuerwiderstandsdauer ausgebildet werden.



Durchgehende Leitungen und Schächte, wie z.B. Tiefgaragen-Abluftschächte, Schornsteine, Regenwasserfalleitungen vom Dach usw., können dabei unzugänglich abgemauert werden. Bei abzweigenden Rohrleitungen und Kanälen in die Geschosse ist auf entsprechende Zugänglichkeit und Kreuzungsfreiheit zu achten.

Abbildung 1-13 Vertikaler Installationsschacht in einem Wohngebäude (Pi, A39/1)

1.4 Abstände von Sanitärobjekten

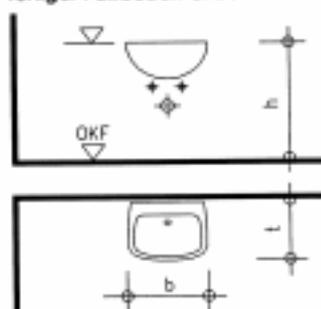
1.4.1 Arten (Symbole)

Abmessungen und Montagehöhen der Sanitärgegenstände

Nebenstehend sind die Abmessungen für die üblichen Sanitär-objekte (Normalform) im Wohnungs- bau angegeben.

Sonderformen und ausgefallene Maße sind dabei nicht berücksichtigt

Die Montagehöhen beziehen sich auf die OK des Sanitär-objekts, bezogen auf die Oberkante fertiger Fußboden OKF.



b = Breite
t = Tiefe
h = Montagehöhe des Objekts

Einrichtungs- gegenstände	Maß	Abmessungen in cm			Höhe über OKF in cm
		Mindest- maß	Mittel- maß	Größt- maß	
Einzel- waschtisch 	b t h	80 50	65 55	70 60	≥ 85
Doppel- waschtisch 	b t h	110 55	120 55	130 60	≥ 85
2 Einzel- waschtische 	b t h	125 55	135 55	145 55	≥ 85
Hand- waschbecken 	b t h	45 35	50 40	60 50	≥ 85
Sitz- waschbecken 	b t h	40 60	40 65	45 70	≥ 40
Urinal 	b t h	40 40	40 45	45 45	Männer 65 - 70 Knaben 45 - 50
Klosettbecken mit offenem Spülkasten 	b t h	40 65	40 70	40 75	≥ 40
Klosettbecken mit eingebautem Spülkasten 	b t h	40 55	40 60	40 65	≥ 40
Duschwanne (normale Form) 	b t h	80 75	90 90	100 100	modell- abhän- gig 0 - 30
Badewanne (normale Form) 	b t h	160 70	170 75	180 80	Einstieg- höhe ≤ 60

Abbildung 1-14 Abmessungen und Montagehöhen von Sanitärobjekten (Pi, D24/1)

1.4.2.. Anordnung und Abstände

Die Abstände zwischen den einzelnen Einrichtungen bzw. zwischen den Sanitäreinrichtungen und den fertigen Wandoberflächen sowie die erforderlichen Bewegungsflächen, die zur Nutzung notwendig sind, sind in DIN 18 022 festgelegt.

**Stellflächen, Bewegungsflächen und seitliche Abstände
sanitärer Einrichtungsgegenstände im Wohnungsbau.
(Mindestmaße nach DIN 18 022).**

Einrichtung (Bewegungsfläche schraffiert)	Stellfläche seitlicher Abstand	Einrichtung (Bewegungsfläche schraffiert)	Stellfläche seitlicher Abstand
	60 x 55 20 cm ¹⁾		120 x 55 20 cm ¹⁾
	45 x 35 20 cm		40 x 60 25 cm
	40 x 40 20 cm 25 cm bei Wänden beidseitig		40 x 60 20 cm 25 cm bei Wänden beidseitig
	80 x 80 1) 2)		170 x 75 1) 2)
	60 x 60 3 cm zu Wänden ³⁾		40 x 30 3 cm zu Wänden ³⁾ 10 cm zu Tür- leibungen

b x t Breite x Tiefe des Objekts
A = Seitlicher Abstand zum angrenzenden Objekt. Der jeweils größere Wert ist maßgebend!
C = Abstände zu seitlichen Wänden
B = Breite der Bewegungsflächen
T = Tiefe der Bewegungsflächen

Bei allen Maßangaben der fertigen Wände ist der Wandaufbau (in der Regel Fliesen und Putz) zu berücksichtigen!

¹⁾ Der Abstand zwischen Waschtisch und Dusch- bzw. Badewanne kann bis auf 0 verringert werden.
²⁾ Bei gemeinsamer Trennwand mit Armaturen zwischen Badewanne und Dusche 15 cm erforderlich.
³⁾ Der Mindestabstand von Badmöbeln und beweglichen Einrichtungen zu Wänden, auch zu Duschtrennungen, beträgt 3 cm. Bei Wänden auf beiden Seiten beträgt der Abstand auf beiden Seiten etwa 7 bis 10 cm.

Abbildung 1-1-156: Stell- und Bewegungsflächen von Sanitärobjekten im Wohnungsbau (Pi, D25)

Erläuterungen:

Als Bewegungsflächen sind in der Regel zwischen Steiflächen oder Wänden und gegenüberliegenden Steiflächen ≥ 75 cm erforderlich, bei Waschmaschinen und Wäschetrocknern ≥ 90 cm. Bei Badewannen ist eine Breite von mindestens 90 cm vor der Wanne erforderlich.

- Der Abstand zwischen beweglichen Einrichtungen und den fertigen (ggf. gefliesten) Wandoberflächen, auch zu Duschtrennungen, beträgt ≥ 3 cm, zwischen Steiflächen und Türleibungen ≥ 10 cm.

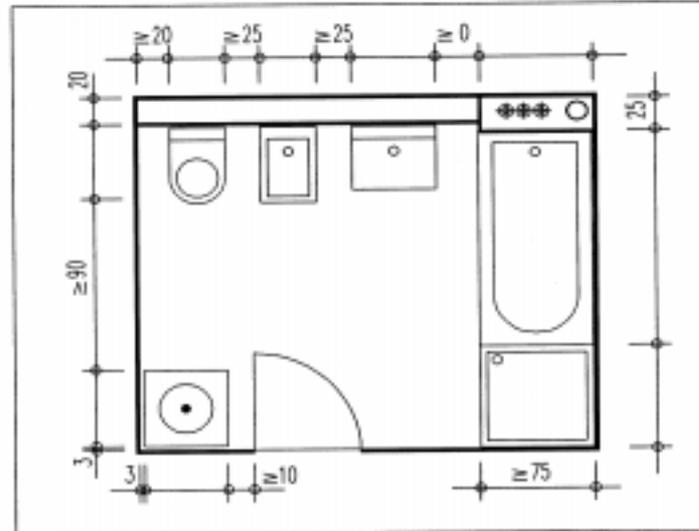
- Zu den so ermittelten Maßen sind jeweils rechts bzw. links für Putz und Fliesen etwa 3 cm hinzuzurechnen.

- Für Vorwandinstallationen sind nach DIN 18 022 zusätzlich zu berücksichtigen:

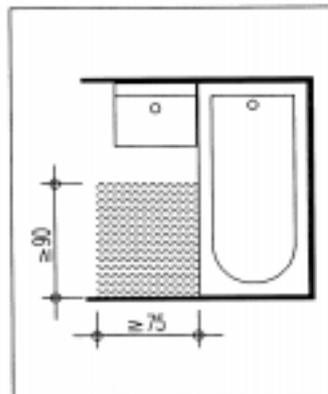
- bei horizontaler Leitungsführung: ≥ 20 cm

- bei vertikaler Leitungsführung: ≥ 25 cm

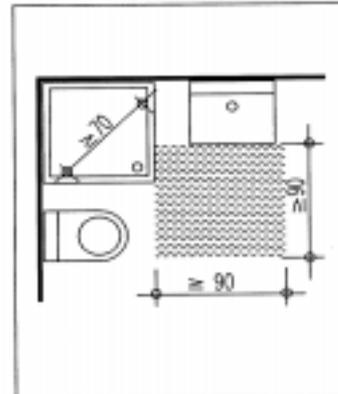
Beispiele zu Abständen und Bewegungsflächen DIN 18 022



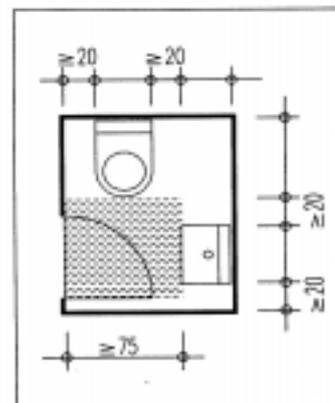
Beispiel Badezimmer



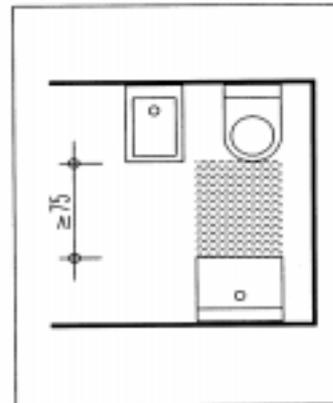
Bewegungsfläche vor einer Badewanne



Duschwanne mit ECKEINSTLEG



Beispiel WC



Bewegungsflächen bei gegenüberliegender Anordnung

Abbildung 1-17: (Pi, D 26)

Übliche Objektmaße und Achsabstände für sanitäre Einrichtungsgegenstände im Wohnungsbau. Maße unter Berücksichtigung von DIN 18 022

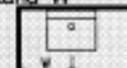
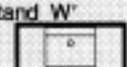
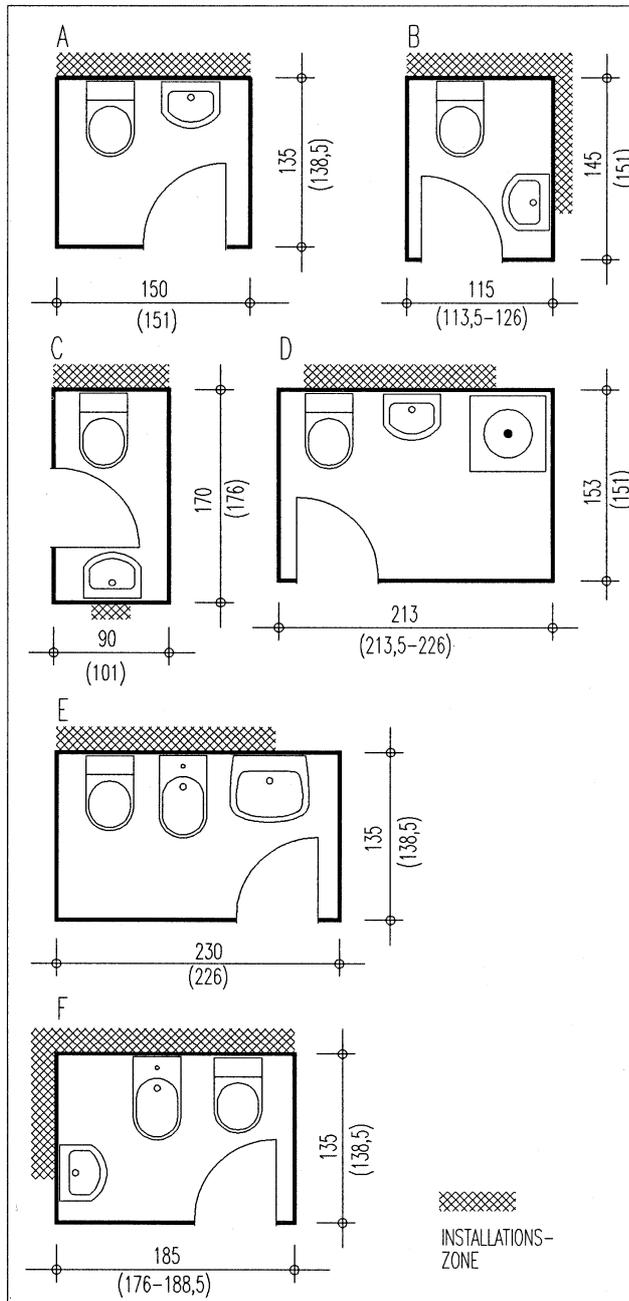
Einrichtungsgegenstände								
Abmessungen (Stellflächen)	Erforderliche Abmessungen (Stellflächen) für die Objekte (b x f) in cm:							
	60 x 55	50 x 40	40 x 60	40 x 40	40 x 60	90 x 90	170 x 75	
Bewegungsflächen	Erforderliche Bewegungsflächen zur Nutzung der Objekte (B x T) in cm:							
	100 / 75	90 / 75	80 / 75	80 / 75	80 / 75	90 / 75	90 / 75	
Abstände	Mindestachsabstände X : zwischen den Objekten						Y: Objekt / Wanne	
Waschtische 	80	-	75	70	70	50 (bis ... 30)	50 (bis ... 30)	
Handwaschbecken 	-	70	70	65	65	45	45	
Sitzwaschbecken 	75	70	-	65	65	45	45	
Urinalbecken 	70	65	65	-	60	40	40	
Klosettbecken 	70	65	65	60	-	40	40	
Abstand Y 	50 (bis ... 30)	45	45	40	40	-	-	
Abstand W 	50	45	45	40	40	-	-	
Abstand W' 	50	45	45	45	45	-	-	

Abbildung 1-18: Pi, D 27)

Abbildung 1-0-16: Stell- und Bewegungsflächen von Sanitärobjekten im Wohnungsbau (Pi, D25) 13

1.4.2 Grundrißbeispiele

Beispiele für WC-Räume



Die angegebenen Raumgrößen sind lichte **Fertigmaße** (zwischen den gefliesten Wänden), die sich (rechnerisch) nach den Mindestmaßen der DIN 18 022 ergeben. Die in Klammern stehenden Werte sind in der Praxis übliche **Rohbaumaße**, die im Ausbau z.T. die DIN-Maße geringfügig unterschreiten können.

Die notwendigen Installationszonen sind eingetragen.

A
Günstige Anordnung für die Raumnutzung und Installation

B
Häufige, platzsparende Anordnung bei schmalen Grundriß: Formal nicht befriedigende und ungünstige Installation des Handwaschbeckens

C
Gegenüberliegende Anordnung: Lösung für sehr schmalen Grundriß. Zwei getrennte Installationszonen erforderlich

D
Erweitertes WC mit Waschmaschine oder Hochschrank

E
Erweitertes WC mit zusätzlichem Sitzwaschbecken. Die Anordnung mit zusätzlicher Duschwanne 80 x 80 erfordert etwa den gleichen Platzbedarf (vgl. Abb. D 30/1 C)

F
Anordnung mit zusätzlichem Sitzwaschbecken und Waschbecken an der Seitenwand

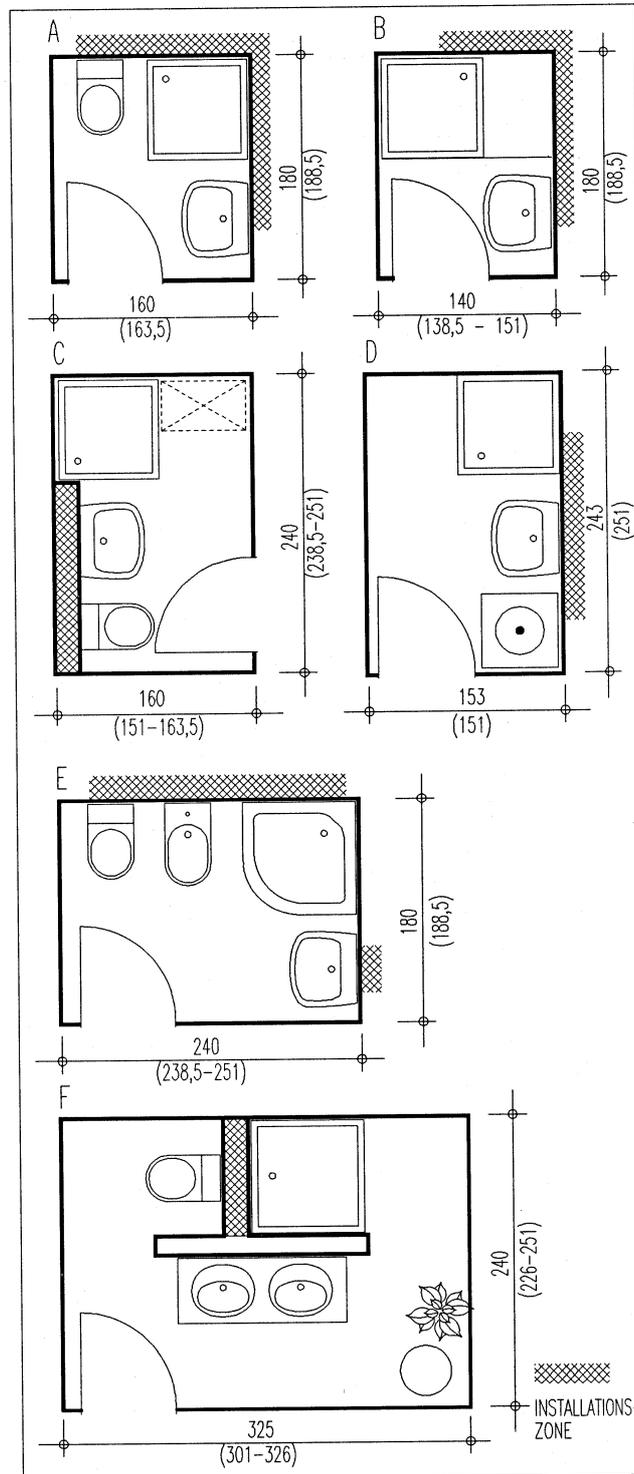
Beispiele für Duschräume

Die angegebenen Raumgrößen sind lichte **Fertigmaße** (zwischen den gefliesten Wänden), die sich (rechnerisch) nach den Mindestmaßen der DIN 18 022 ergeben. Die in Klammern stehenden Werte sind in der Praxis übliche **Rohbaumaße**, die im Ausbau z.T. die DIN-Maße geringfügig unterschreiten können.

Duschräume (anstelle von Bädern mit Badewanne) empfehlen sich vor allem in kleineren Wohnungen, Heimen und als zusätzliches Gäste- oder Kinderbad.

Duschwannen haben mindestens 80 x 80 cm, normalerweise 90 x 90 cm bzw. 90 x 75 cm in Verbindung mit einer 75 cm breiten Badewanne.

Auch Eckduschen in dreiseitiger Form und freistehende Rundduschen sind auf dem Markt.



A
Günstige, platzsparende Lösung mit Dusche, Waschtisch und WC: Übliche Anordnung in Heimen, Hotels und Einraumwohnungen

B
Zusätzlicher Duschaum in einer Wohnung mit Waschtisch

C
Duschaum mit installationsmäßig günstiger Anordnung (als Vorwand- oder Fertiginstallation)

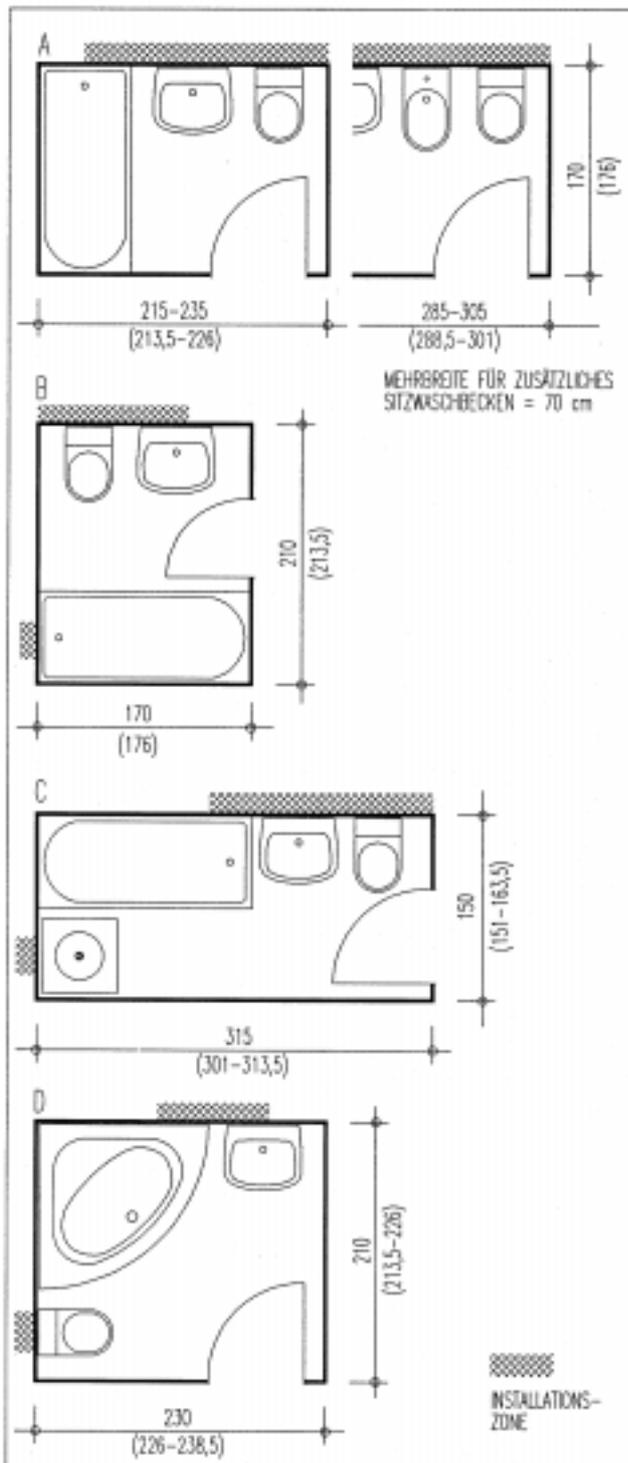
D
Duschaum mit Platz für Waschmaschine

E
Größerer Duschaum mit Eckwanne, WC, Sitzwaschbecken und Waschtisch

F
Sonderform im Block, mit Duschwanne, Doppelwaschtisch und WC an einem frei im Raum stehenden Installationsschacht

1. Abbildung 1-20: (Pi, D30)

Beispiele für Badezimmer



Die angegebenen Raumgrößen sind lichte **Fertigmaße** (zwischen den gefliesten Wänden), die sich (rechnerisch) nach den Mindestmaßen der DIN 18 022 ergeben. Die in Klammern stehenden Werte sind in der Praxis übliche **Rohbaumaße**, die im Ausbau z.T. die DIN-Maße geringfügig unterschreiten können.

Badezimmer mit Liegewannen sind der Normalfall, wenn nur ein Bad in der Wohnung vorhanden ist.

Die Normalwanne hat die Maße 170 x 75 cm. Sitzbadewannen sind kürzer, sind aber vom Wasserverbrauch her nicht sparsamer.

Nach oben hin sind kaum Grenzen gesetzt.

A
Normalbad. Mindestgrößen nach DIN 18 022
Die Mehrbreite für ein zusätzliches Sitzwaschbecken beträgt 70 cm.

B
Badezimmer mit gegenüberliegender Anordnung der Sanitärgegenstände

C
Badezimmer mit Badewanne in Längsrichtung:
Formal im allgemeinen nicht so günstig

D
Badezimmer mit Eckwanne: Die Mindestschenkellänge beträgt etwa 130 cm x 130 cm.

1. Abbildung 1-21: (Pi, D31)

Die angegebenen Raumgrößen sind lichte **Fertigmaße** (zwischen den gefliesten Wänden), die sich (rechnerisch) nach den Mindestmaßen der DIN 18 022 ergeben. Die in Klammern stehenden Werte sind in der Praxis übliche **Rohbaumaße**, die im Ausbau z.T. die DIN-Maße geringfügig unterschreiten können.

Günstige Anordnung der Bade- und Duschwanne nebeneinander mit gemeinsamer Trennwand für die Armaturen.

Für Dusche und Badewanne genügt ein Fallrohr DN 70, was sich noch relativ einfach in der Wand unterbringen lässt.

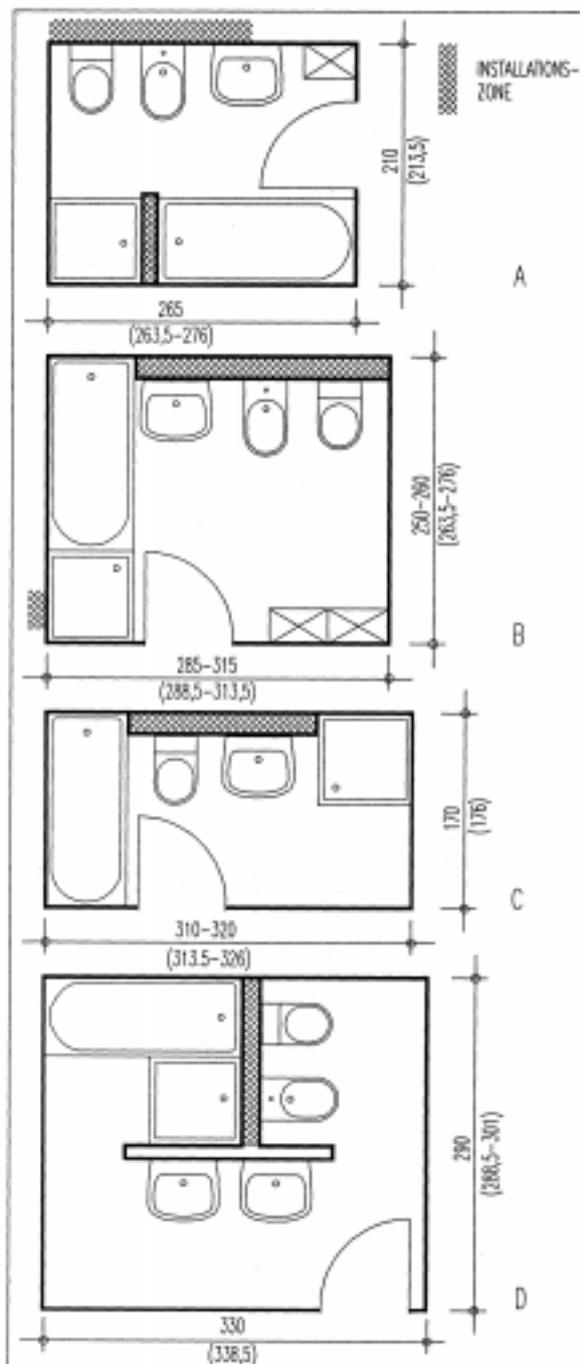
A
Bade- und Duschwanne sowie Waschtische, Sitzwaschbecken und WC-Becken an gegenüberliegenden Seiten: räumlich günstige Anordnung. Anstelle des Sitzwaschbeckens kann auch die Stellfläche für eine Waschmaschine vorgesehen werden.

B
Badewanne und sonstige Sanitärobjekte an einer gemeinsamen Installationswand:
Die Anschlüsse für die Dusche können unter der Badewanne verlegt werden.

C
Anordnung von Badewanne und Duschwanne getrennt, mit mittig liegendem Installationschacht:
Günstig für Fertiginstallation und Installationsblöcke

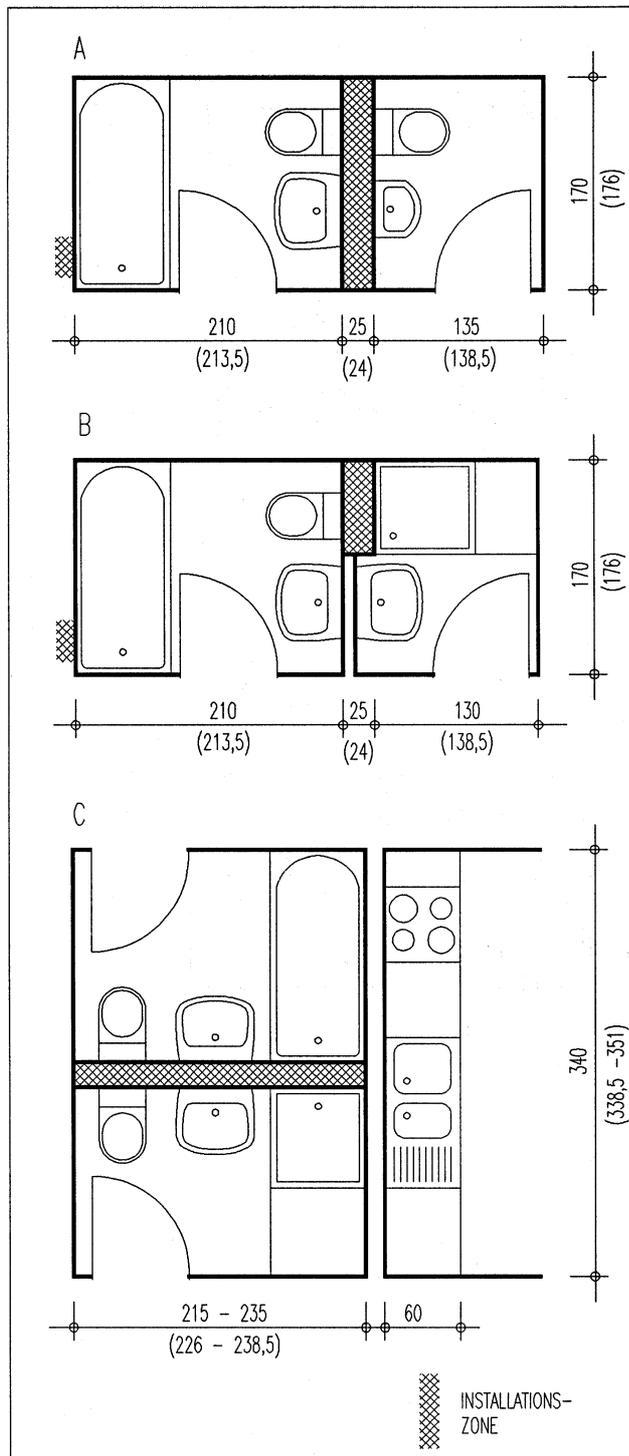
D
Anordnung mit drei Sanitärbereichen, die um einen Installationschacht angeordnet sind:
Räumlich günstige Trennung von WC, Waschtischen und Bade- bzw. Duschbereich

Beispiele für Bade-/Duschräume



1. Abbildung 1-22: (Pi, D32)

Beispiele für Kombinationen von Bad, Dusche und WC



Die angegebenen Raumgrößen sind lichte **Fertigmaße** (zwischen den gefliesten Wänden), die sich (rechnerisch) nach den Mindestmaßen der DIN 18 022 ergeben. Die in Klammern stehenden Werte sind in der Praxis übliche **Rohbaumaße**, die im Ausbau z.T. die DIN-Maße geringfügig unterschreiten können.

Die Grundrißbeispiele zeigen günstige Installationsmöglichkeiten für die Anordnung von Badezimmer, Dusche und WC-Raum bzw. Küche.

Der Anschluß an einen gemeinsamen Installationsschacht ermöglicht eine kostengünstige Installation und hat schallmäßige Vorteile gegenüber dezentral angeordneten Räumen.

Trotzdem sollte im Zweifelsfall ein funktionell richtiger Grundriß Vorrang haben vor einer sparsamen Installationsführung.

A
Badezimmer und WC-Raum an einer gemeinsamen Wand:
Es empfiehlt sich, die beiden WC-Becken an eine gemeinsame Fallleitung zu legen.

B
Badezimmer mit Dusche an einer gemeinsamen Wand:
Die Installationen können hinter der Dusche angeordnet werden, da hier der Platz wegen der Bewegungsflächen ohnehin vorhanden ist.

C
Badezimmer und Dusche mit WC von zwei gegenüberliegenden Seiten an einem gemeinsamen Installationsschacht mit der Kücheninstallation;
Sehr sparsame, empfehlenswerte Lösung

1. Abbildung 1-23: (Pi, D33)

2 Schallschutz

2.1 Allgemeines

Schall entsteht durch mechanische Schwingungen eines elastischen Mediums, die sich wellenförmig in festen Körpern, Flüssigkeiten und Gasen ausbreiten.

Töne und Geräusche

Töne sind Schallschwingungen mit sinusförmigem Verlauf und einer bestimmten Frequenz. Die Frequenz bedeutet die Zahl der Schwingungen je Sekunde, gemessen in Hertz (Hz). Je größer die Frequenz, desto höher wird ein Ton empfunden. Eine Verdoppelung der Frequenz entspricht einer Oktave.

- **Geräusche** setzen sich aus verschiedenen Teiltönen unterschiedlicher Frequenzen zusammen. Die Tonhöhe (Frequenz) spielt neben der Schallintensität eine Rolle bei der subjektiven Beurteilung des Schalls, da das menschliche Ohr für mittlere Frequenzen weniger schmerzempfindlich ist als z.B. bei tiefen oder sehr hohen Frequenzen. In der Bauakustik ist der Bereich zwischen 100 Hz bis 3150 Hz von Bedeutung.

Nach DIN 4109 darf der von Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen verursachte Schalldruckpegel in "schutzbedürftigen" Räumen 35 dB(A), bei erhöhtem Schallschutz 30 dB(A) nicht überschreiten. Ausgenommen sind einzelne, kurzzeitige Spitzen, die beim Betätigen von Armaturen entstehen.

dB(A)	subjektives Empfinden	Geräuschart
0	unhörbar	absolute Stille
10		fallendes Blatt
20	sehr leise	tickende Armbanduhr
30		Flüstern
40	leise	leise Unterhaltung
50		halblaute (2m) Unterhaltung
60	laut	normale (2 m) Sprache
70		laute Sprache
80	sehr laut	starker Straßenverkehr
90		Kreissäge
100		Diskotheke
110	unerträglich laut	Flugzeugtriebwerk (240 m)
120		Flugzeugtriebwerk (30 m)
150-180		Raketentriebwerk

Abbildung 2-1: Lautstärkeskala (Pi, A 30/1)

Zu den schutzbedürftigen Räumen gehören:

- Wohnräume einschließlich Wohndielen
- Schlafräume in Wohnungen und Beherbergungsstätten
- Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien
- Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und anderen
- Büroräume (ausgenommen Großraumbüros), Praxisräume
- Sitzungsräume und ähnliche Arbeitsräume

In Bezug auf den Schallschutz sind bei der Planung der Wasserinstallation insbesondere folgende Punkte maßgebend:

- Anordnung der Räume im Grundriß
- Verlegung der Wasserleitungen
- Anforderungen an Armaturen
- Ausführung der Sanitärobjekte

Anordnung der Sanitärräume im Grundriß

Die einfachste und wichtigste Maßnahme für den Schallschutz ist eine richtige Grundrißplanung. Grundsätzlich sollen schallempfindliche Räume, vor allem Schlafzimmer, so angeordnet werden, daß sie nicht an Sanitär- oder Wirtschaftsräume, auch nicht bei übereinander liegenden Geschossen, grenzen.

Dies gilt besonders auch für Wohnungstrennwände zu fremden Wohnungen.

Bei einem schallmäßig günstigen Grundriß sollten Bad, WC und Küche möglichst an einer gemeinsamen Installationswand zusammengefaßt werden. Zur Nachbarwohnung hin ist ein Nebenraum oder eine Gebäudetrennfuge angeordnet.

Bei einer solchen schallmäßig günstigen Grundrißanordnung sind auch Armaturen der Armaturengruppe II ≤ 30 dB(A) möglich, die aber kaum noch verwendet werden.

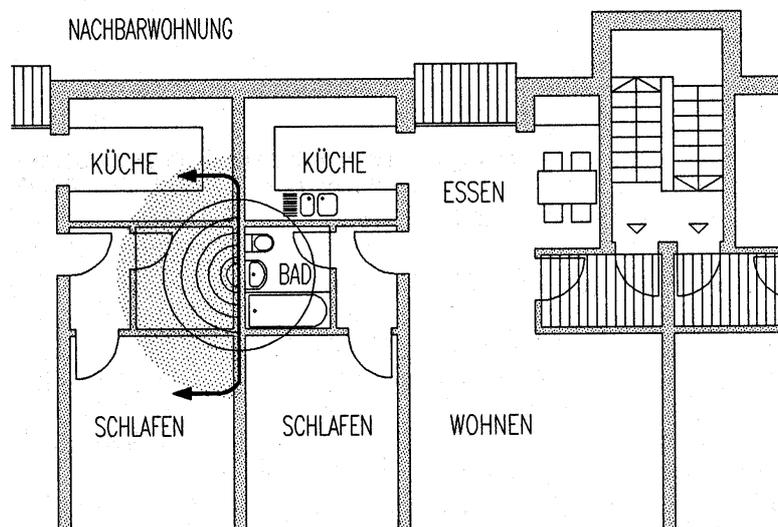


Abbildung 2-2: Schallmäßig ungünstiger Grundriß (Pi, B 70/1)

2.2 Schallausbreitungsarten

2.2.1 Luftschall

Luftschall breitet sich in der Luft aus und kann beim Auftreffen auf ein Bauteil dieses zu Schwingungen anregen.

Luftschallschutz besteht entweder in der Schalldämpfung (Schallabsorption) im schall-erzeugenden Raum selbst durch schallschluckende (absorbierende) Materialien oder durch schwere oder schalldämmende Bauteile, die durch hohes Gewicht oder Elastizität den Schalldruck abbauen.

2.2.2 Luftschallschutzmaßnahmen im Sanitärbereich

Die Luftschalldämmung einer einschaligen Wand hängt vor allem von ihrer Masse ab (Massengesetz) und steigt mit zunehmender Masse an. Bei geringen Flächenmaßen unter 40 kg/m^2 ist allerdings die Abhängigkeit von der Schalldämmung zur Masse gering.

Bei leichten Wänden ist eine Luftschalldämmung abhängig von der Biegesteifigkeit einer Wand. Biegeweiche Wände sind normalerweise günstiger als gleich schwere biege- steife, auch bei der Verwendung als Vorsatzschale mehrschichtiger Wandaufbauten. Dies gilt nicht für schwere Wände (z.B. 24 cm Mauerwerk), bei denen die hohe Steifig- keit zu guten Schalldämm-Maßen führt.

Homogene Wände sind schalldämmender als gleich schwere inhomogene, da durch die verschiedenen Schichten und Hohlräume eine höhere Schallübertragung und, vor allem bei großflächigen Wänden dieser Art, eine erhöhte Resonanz stattfindet.

Eine innere Dämpfung wirkt sich besonders bei schwingenden Bauteilen schalltech- nisch günstig aus, da den Bauteilen dadurch Schallenergie entzogen wird. Auf diese Weise können z.B. sandgefüllte Wände schalldämmender wirken als gleich schwere homogene.

Bei mehrschaligen schweren Wänden wird die Luftschalldämmung stark durch die Flä- chenmassen der Schalen bestimmt. Hohe Schalenmassen oder großer Schalenab- stand mit Schallschluckstoff begünstigen den Schallschutz.

Maßnahmen zur Minderung des Luftschallpegels

- Die Abstrahlung des Luftschalls von Maschinen, Geräten und Rohrleitungen kann an der Stelle seiner Entstehung, also an der Anlage selbst, durch schallabsorbierende Bekleidungen und Kapselungen vermindert werden. Die erreichbare Minderung beträgt je nach Ausführung 15 dB(A) bis 30 dB(A).
- Soweit die störende Geräuschübertragung durch Luftschallübertragung erfolgt, kann durch eine Bekleidung der Decken und Wände im schallerzeugenden Raum mit schallabsorbierendem Material (z.B. Mineralfaserplatten) der Schalldruckpegel gesenkt werden. Erreichbar ist eine Senkung um etwa 5 dB(A).
- Wenn die Luftschallanregung überwiegt, kann die Luftschallübertragung zum Nachbarraum in erster Linie durch schwere Ausbildung der Bauteile bzw. durch entsprechend ausgebildete Vorsatzschalen, auch abgehängte Decken und schwimmende Estriche vermindert werden.

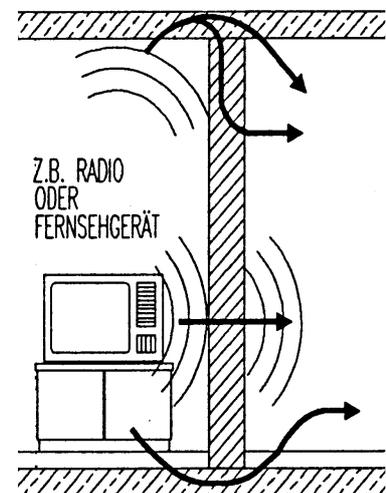


Abbildung 2-3: Luftschallanregung (Pi, A 31/1)

2.2.3 Körperschall

Körperschall wird über feste Körper, also insbesondere Bauteile wie Decken, Wände und auch Leitungen übertragen.

2.2.4 Körperschallschutzmaßnahmen im Sanitärbereich

Körperschallschutz bedeutet demnach eine Unterbindung der Schallübertragung durch Trennung der Bauteile und Leitungen voneinander bzw., durch Zwischenschalten weichfedernder, elastischer Dämmmaterialien.

Maßnahmen zur Verbesserung der Körperschalldämmung

- Bei überwiegender Körperschallanregung, z.B. bei Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen, Pumpengeräuschen u.a., ist eine schwere Ausführung des unmittelbar angeregten Bauteils vorteilhaft. Ggf. kann auch im schutzbedürftigen Raum eine Vorsatzschale angeordnet werden, wenn die unmittelbar zu Körperschall angeregte massive Wand leicht ist.
- Zwischenschalten einer federnden Dämmschicht an der Befestigungsstelle zwischen Maschine, Gerät, Rohrleitung oder Einrichtungsgegenstand und der Decke bzw. Wand.
- Ummantelungen von Rohrleitungen, die in Decken und Wänden verlegt werden, mit weichfedernden Dämmstoffen.
- Zwischenschalten von Kompensatoren oder ähnlichem bei wasserführenden Rohrleitungen oder Lüftungskanälen.
- Aufstellen ganzer Anlagen (z.B. in Zentralen und Maschinenräumen) auf einer schwimmend gelagerten Stahlbetonplatte.

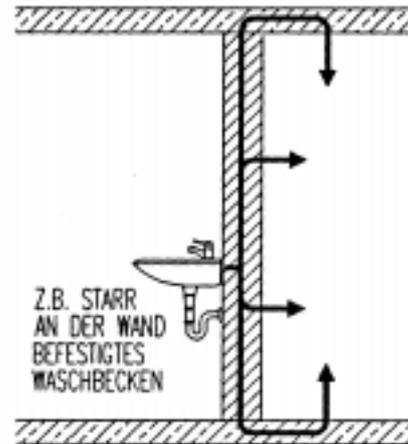


Abbildung 2-4: Körperschallanregung (Pi, 31/2)

Guter Trittschallschutz wird durch schwimmende Fußböden erreicht. Die Dämmschicht zwischen Rohdecke und Fußboden verhindert die Übertragung des Trittschalls auf die Rohdecke. Mit hohen Deckenmassen allein erhöht sich die Luftschalldämmung mehr, die Trittschalldämmung eher wenig. Weichfedernde Gehbeläge können allerdings zur Trittschalldämmung beitragen. Bei schwimmenden Konstruktionen ist nur mit absoluter Vermeidung von Schallbrücken, z.B. zwischen Estrich und Rohdecke, ein guter Trittschallschutz gewährleistet.

2.3 Armaturenklassen

Hohe Geräuschbelastung entsteht in den Armaturen, wobei besonders Spüleinrichtungen von WC-Anlagen große Lärmquellen sind. Wasserentnahmearmaturen sind nach ihren schalltechnischen Eigenschaften in zwei Gruppen unterteilt: Armaturengruppe 1 und 2. Armaturen der Gruppe 1 liegen mit ihrem Geräuschpegel von ≤ 20 dB günstiger als Armaturen der Gruppe ≤ 30 dB. Diese Armaturen der Gruppe 2 dürfen beispielsweise nicht an Wänden zu schutzbedürftigen Räumen angeordnet werden, auch nicht, wenn derartige Räume darunter oder darüber liegen, da mit zunehmender Entfernung der Körperschall nur wenig abnimmt. Insofern ist es prinzipiell sinnvoll, Armaturen der Gruppe 1 vorzuziehen.

3 Brandschutz

Feuerhemmende Bauteile werden in Klassen eingeteilt, aus denen hervorgeht, wie lange das Bauteil den Durchgang des Feuers zu verhindern in der Lage ist (DIN 4102). Dabei richtet sich die Zeitdauer nach den Anforderungen, die an das Gebäude gestellt werden (Mehrfamilienhaus, Hochhaus, Bürogebäude, Industriegebiet, etc.). Entsprechend dieser Anforderung müssen die Bauteile als feuerhemmend oder feuerbeständig ausgewiesen sein. So müssen die Bauteile während der Prüfdauer, die gleich oder größer der jeweiligen Feuerwiderstandsdauer ist, eine ausreichende Tragfähigkeit aufweisen. Ferner dürfen die Oberflächentemperaturen auf der feuerabgekehrten Seite bestimmte Werte nicht überschreiten.

Die Regelungen des baulichen Brandschutzes sind nicht in jedem Bundesland gleich. So gelten zu Zeit noch unterschiedliche Landesbauordnungen und Durchführungsbestimmungen. Zur Begrenzung der Brandausbreitung und zur Erleichterung der Brandbekämpfung wird ein Gebäude in Brandabschnitte unterteilt, vertikal sowie horizontal. Geschloßdecken sind somit feuerbeständig auszuführen (F 90-AB, DIN 4102). Zur vertikalen Trennung sind Brandwände anzuordnen (F 90-A). Sie müssen bei Brandeinwirkung raumabschließend sein. Eventuell eingebaute Türen müssen ebenfalls einen Feuerübergang verhindern.

Luftkanäle in Gebäuden mit mehr als zwei Geschossen, oder solche, die zwei Brandabschnitte überbrücken, müssen so beschaffen sein, daß sie während der vorgegebenen Feuerwiderstandsdauer kein Feuer oder Rauch in andere Brandabschnitte übertragen können. Die Anforderungen des Brandschutzes betreffen auch die Wärmedämmung. So müssen bauphysikalische Anforderungen im Entwurf schon als Ganzes behandelt werden, da nachträgliche Maßnahmen außer Kosten auch den Wärme- und Schallschutz negativ beeinflussen können.

Bauaufsichtlich werden Anforderungen an Bauteile bezüglich der Feuerwiderstandsdauer (feuerhemmend / feuerbeständig) gestellt, wobei die verschiedenen Arten der Bauteile unterschiedliche Prüfkriterien erfüllen müssen.

Die Feuerwiderstandsdauer ist die Mindestdauer in Minuten, während der ein Bauteil bei der Prüfung im Brandversuch bestimmte in der DIN 4102 gestellte Anforderungen erfüllen muß.

Nachweis des Brandverhaltens und Zuordnung zu Baustoffklassen

Baustoffklasse	Zusätzliches Kriterium		Nachweis durch	Beispiele
A1 nicht brennbar	ohne brennbare Bestandteile	Baustoff nach Norm	DIN 4101 Teil 4	Beton, Ziegel
		nicht genommene Baustoffe	Prüfzeugnis	Kalzium-Silikat-Platten
	mit brennbaren Bestandteilen		Prüfbescheid mit Prüfzeichen	Mineralfaserplatten mit geringfügiger Kunstharzbindung
A2 nicht brennbar	es sind brennbare Bestandteile vorhanden		Prüfbescheid mit Prüfzeichen	Gipskarton- und Gipsfaserplatten, Mineralfasererzeugnisse mit Kunstharzbindung
B1 schwer entflammbar	nach bestimmten Normen		DIN 4102, Teil 4	Holzwohle-Leichtbauplatten, Hart PVC
	sonstige		Prüfbescheid mit Prüfzeichen	PS-Schaum, Spannplatten mit Ausrüstung
B2 normal entflammbar	nach bestimmten Normen		DIN 4102, Teil 4	Holz, Dachpappen, Polyethylen
	sonstige		Prüfzeugnis	PU-Schaum

*Feuerwiderstandsklassen F für tragende Bauteile
(Wände, Decken, Stützen, Unterzüge, Treppen usw.)
und bauaufsichtliche Benennungen (nach DIN 4102 T 2)*

Feuerwiderstands- klasse F ¹⁾	Feuerwider- standsdauer in Minuten	Bauaufsichtliche Benennung
F 30	≥ 30	feuerhemmend
F 60	≥ 60	
F 90	≥ 90	feuerbeständig
F 120	≥ 120	
F 180	≥ 180	
¹⁾ Zusatzbuchstaben für die Art der verwendeten Baustoffe: -B Bauteil aus brennbaren Baustoffen, z.B. F 30-B -AB Bauteil in den wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen, z.B. F 60-AB -A Bauteil aus nichtbrennbaren Baustoffen, z.B. F 90-A		

Abbildung 3-1: (Pi, A34/1)

4 Entwässerung

4.1 Technische Infrastruktur

Sollen Grundstücksentwässerungsanlagen geändert oder neu erstellt werden, muß eine Genehmigung vom Bauamt eingeholt werden. Die Genehmigung erfolgt durch die örtliche Tiefbaubehörde nach Vorlage eines Entwässerungseingabeplanes mit zugehörigen Entwässerungsantrag. Der Entwässerungseingabeplan stellt die Elemente der Entwässerungsanlage in den Grundrissen sowie in der Strangabwicklung dar. Der Entwässerungsantrag beschreibt zusätzlich Kosten und erläutert spezielle Elemente wie: Abwasserhebeanlagen, Abscheider und Anschlußkanal.

Zur Erstellung des Entwässerungseingabeplanes mit Entwässerungsantrag muß sich zunächst mit den baulichen Rahmenbedingungen auseinandergesetzt werden. Dabei wird die Technische Infrastruktur, d. h. die Ver- und Entsorgungsleitungen innerhalb der Straße und deren Gebäudeanbindung (Strom, Gas, Wasser, Telefon ...), genau analysiert.

4.1.1 Analyse

Zur Analyse der technischen Infrastruktur müssen auf dem örtlichen Bauamt die Lagepläne für das Grundstück in den Maßstäben 1:1000, 1:500 sowie 1:200 besorgt werden. Die erforderlichen Informationen zur Erstellung des Entwässerungseingabeplanes erhält man durch einen sogenannten "Antrag auf Erteilung von Kanalangaben", der an das Tiefbauamt gestellt werden muß. Weitere wichtige Informationen können der örtlichen Entwässerungssatzung (EWS) entnommen werden.

Während die Versorgungsleitung unter der Straße bis hin zum Wasserzähler Sache des kommunalen Tiefbauamtes ist (es muß nur ein Wasserlieferungsantrag gestellt werden), sind für die haustechnische Planung von Entwässerungsanlagen folgende Informationen von besonderer Wichtigkeit:

- Welche Entwässerungskanäle liegen in der Straße (Misch- oder Trennsystem) ?
- Wo liegen die Kanäle im Straßenprofil (Abstand zu Grundstücksgrenze) ?
- Wie tief liegen Kanäle (zwei Punkte mit jeweils Angabe von Deckeloberkante (DO) und Kanalsole (KS), ⇔ Feurich 973) ?
- Wo sind Anschlußkanäle möglich ?

Diese Daten dienen dem Planer zur Festlegung des Entwässerungskonzeptes. Dabei gibt es für Gebäude- und Grundstücksentwässerungssysteme folgende Möglichkeiten:

1. **Trennsysteme** (s. Kap. 4.2.2)

Dazu muß die Frage beantwortet werden, ob eine Regenwasserableitung in öffentlichen Regenwasserkanal möglich ist. Weiterhin ist zu klären, ob Regenwassernutzungsanlagen oder -versickerungsanlagen von der örtliche Behörde überhaupt genehmigt werden.

2. **Mischwassersysteme** (s. Kap. 4.2.1)

Regenwasser und Schmutzwasser werden in gemeinsamen Leitungen der öffentlichen Kanalisation zugeführt.

3. **Kleinkläranlagen** (s. Kap. 5)

Nur in Ausnahmefällen z. B. bei Industriebetrieben oder in abwassertechnisch nicht erschlossenen Regionen (neue Bundesländer, Einsiedlerhöfe)

4.1.2 Anschluß an die öffentliche Kanalisation

Die Entwässerungsanlage eines Gebäudes endet mit der Grundleitung (s. Kap. 4.7.2) und wird über den Anschlußkanal und den Kanalanstich an den öffentlichen Straßenkanal angeschlossen. Zwischen Grundleitung und Anschlußkanal befindet sich der Revisionschacht. Er beinhaltet das erste Reinigungsrohr der Entwässerungsanlage und befindet sich kurz hinter der Grundstücksgrenze.

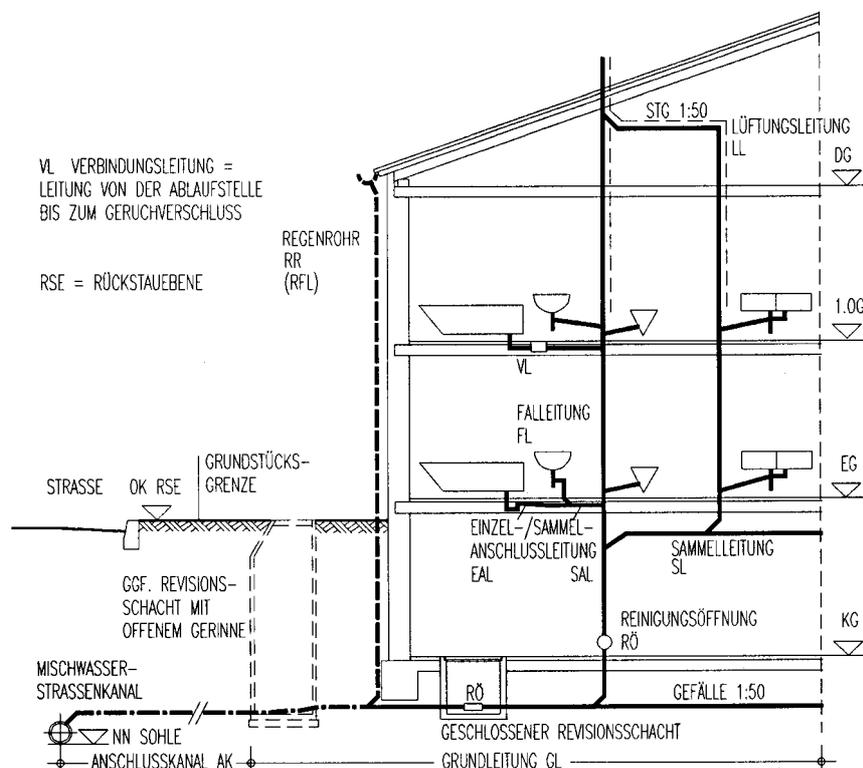


Abbildung 4-1: Bezeichnung für Leitungsteile (PI, C13)

Anschlußkanäle beginnen mit dem letzten Reinigungs- und Kontrollschacht (Revisionschacht) auf dem Baugrundstück und enden im öffentlichen Straßenkanal (Kanalanstich). Sie sollen aufgrund der notwendigen Schwemmwirkung mit konstantem 2% Gefälle verlegt werden. Der Mindestquerschnitt wird von der zuständigen Behörde meist mit DN 150 festgelegt und der Abstand vom Revisionschacht bis zum Kanalanstich darf maximal 15 m betragen.

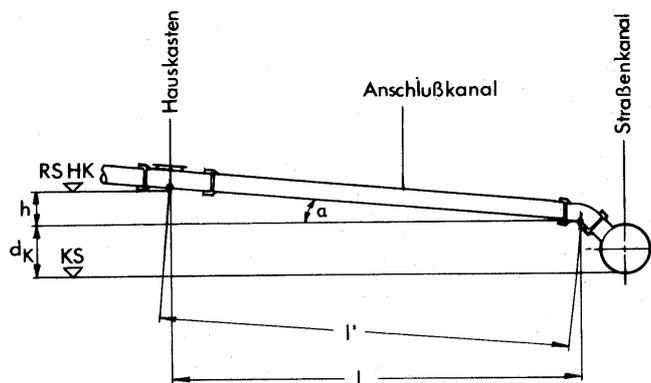


Abbildung 4-2: Anschlußkanal (Feu, S. 973)

Bemessungsgrößen für die Ermittlung der Rohrsohle des Revisionsschachtes und der

wahren Rohrlänge des Anschlußkanales $l' = \sqrt{l^2 + h^2}$

Mindestgefälle Anschlußkanal 2% (1:50) Ausnahme 1% (1:100)

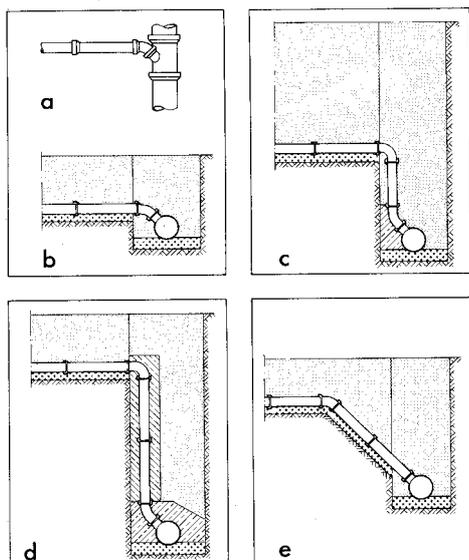
Maximalgefälle 5% (1:20), Vollfüllung möglich $l/d = 1$

Bei Beginn der Verlegearbeiten des Hausanschlusses sollte der Anschlußkanal bis zum Übergabeschacht erstellt werden. Dies vermeidet, daß andere Versorgungsleitungen, Gefälle und Höhenlage des Anschlußkanales und damit des Revisionsschachtes beeinflussen. Eine spätere Änderung der Höhenlage des Revisionsschachtes kann zur Störung der gesamten Entwässerungsanlage führen.

Die Verbindung des Anschlußkanales mit dem Straßenkanal wird über ein 45° - Abzweigstück realisiert. Falls der Straßenkanal tief liegt, kann ein 45° Schräganschluß oder ein Absturz vorgesehen werden.

Entwässerungsanlagen für Gebäude funktionieren nach dem Schwerkraftprinzip. Entscheidend dafür ist einerseits die Höhe der Rohrsohle des ersten Reinigungsrohres im Revisionsschacht und andererseits die Höhe der Rohrsohle des entferntesten Entwässerungsgegenstandes (z. B. Abfluß eines Waschbeckens). Unterbleibt die genaue Höhenbestimmung, so kann das Gefälle der Grundleitungen nicht einwandfrei festgelegt werden. Verstopfungen und Kellerüberschwemmungen sind oft die Folgen schlecht geplanter Entwässerungsanlagen.

Weitere Einflußgrößen sind Frosttiefe und Rückstauenebene (s. Kap. 4.1.3), denn alle unterhalb der Rückstauenebene liegenden Abflußrohre müssen Abwasserhebeanlagen (s. Kap. 4.9) zugeführt werden.



- a) Anschluß mit Abzweig 45°
- b) Anschluß bei geringer Höhendifferenz
- c) Anschluß bei mittlerer Höhendifferenz (Abstruz und Betonwiderlager am Anstrich)
- d) Anschluß bei beliebiger Höhendifferenz (45°-Kanalanstich)
- e) Anschluß bei beliebiger Höhendifferenz mit schräg unter 45° einfallendem Anschlußkanal

Abbildung 4-3: Anschlußausführung an die öffentliche Kanalisation (Feu, S. 973)

4.1.3 Revisionschacht und Rückstauenebene

Die Planung einer Entwässerungsanlage beginnt mit der Berechnung

- der Rückstauenebene und
- der zulässig tiefsten Lage der Rohrsohle des Revisionschachtes

Dazu muß zunächst

- die Lage des Revisionschachtes und
- des Anschlußpunktes an den öffentlichen Straßenkanal (Kanalanstich)

im Lageplan zeichnerisch festgelegt und bemaßt werden. Anschließend kann mit Hilfe einer Gefälleberechnung die Höhenlage der Rohrsohle ermittelt werden.

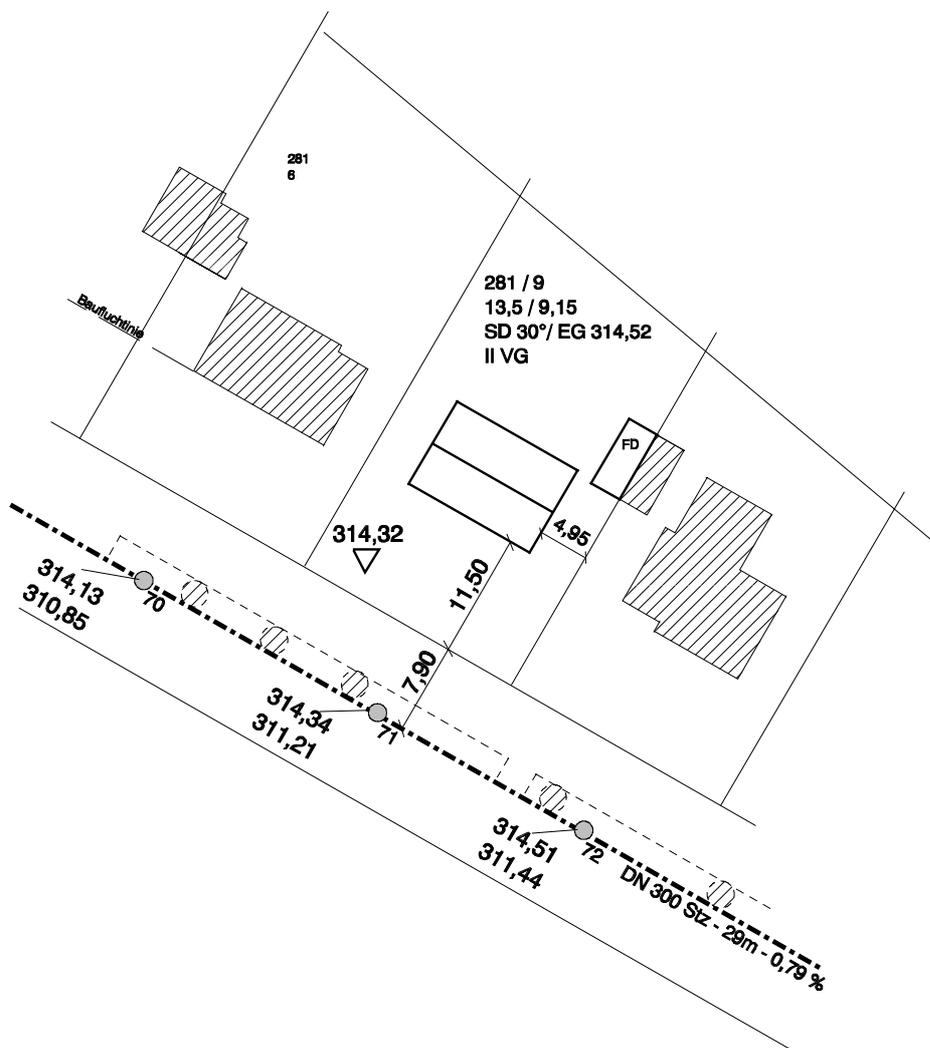


Abbildung 4-4: Lageplan

Aus dem Lageplan kann die Lage und das Gefälleverhältnis des öffentlichen Kanales vor dem Grundstück ermittelt werden. Nachdem die Position des Abzweigstückes (Kanalanstich) für den Hausanschlußkanal eingezeichnet und bemaßt ist, kann die Höhenlage des Abzweigstückes durch eine Gefälleberechnung bestimmt werden. Die Höhe liegt normalerweise einen halben Kanaldurchmesser über der Kanalsohle. Auf den gefundenen Punkt kann dann das Gefälle des Hausanschlußkanales und der Hauptgrundleitung ausgerichtet werden.

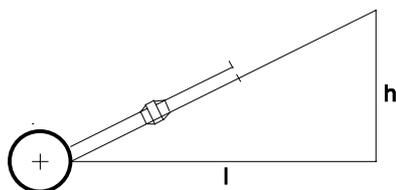


Abbildung 4-5: Gefälleberechnung

Formeln zur Berechnung des Gefälles:

$$J(\text{Gefälle}) = \frac{h(\text{Höhe})}{l(\text{Länge})}$$

Um bei praktischen Gefälleangaben in Bauzeichnungen Vergleichswerte zu erhalten, setzt man die Länge $l = 100$ (%) oder 1000 (‰). Dadurch erhält man die Längen in Prozent oder in Promille. Dies ist für die Leitungsverlegung mit Hilfe einer 100 cm langen Gefällewasserwaage von Vorteil.

$$\text{Gefälle } J = 100 * \frac{h}{l} \text{ in \%}$$

z. B. 2 % bedeutet, je 1 m beträgt der Höhenreduzierung 2 cm

$$\text{Gefälle } J = 1000 * \frac{h}{l} \text{ in ‰}$$

z. B. 2 ‰ bedeutet, je 1 m reduziert sich die Höhe um 2 mm

Ein weiteres sehr wichtiges Maß für die Planung und Auslegung von Entwässerungsanlagen ist die Höhenlage der Rückstauenebene.

Als "Rückstauenebene" wird von der zuständigen Behörde die Höhenlage, im allgemeinen Oberkante Straße oder Bordstein an der Anschlußstelle, festgelegt, bis zu welcher tiefer liegende Entwässerungsgegenstände gegen Rückstau gesichert werden müssen.

- Alle **über** der Rückstauenebene liegenden Entwässerungsgegenstände sind mit natürlichem Gefälle zu entwässern.
- Alle **unterhalb** der Rückstauenebene liegenden Abläufe für Schmutz- oder Regenwasser sind durch entsprechende Schutzmaßnahmen gegen Rückstau zu sichern.

4.1.4 Schutz gegen Rückstau

Rückstau entsteht durch Überflutung des Kanals, wenn

- das Entwässerungssystem im Kanal verstopft ist
- das Aufnahmevermögen des Straßenkanals, z.B. bei einem Wolkenbruch, überfordert ist.

Dabei steigt der Wasserspiegel nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren im Kanalsystem an und es kommt zum Austritt von Abwässern bei tiefer liegenden ungesicherten Abläufen und Entwässerungsgegenständen. Besondere Gefahr besteht bei Mischsystemen wegen der Überlastung der Mischwasserleitungen bei starken Regenfällen.

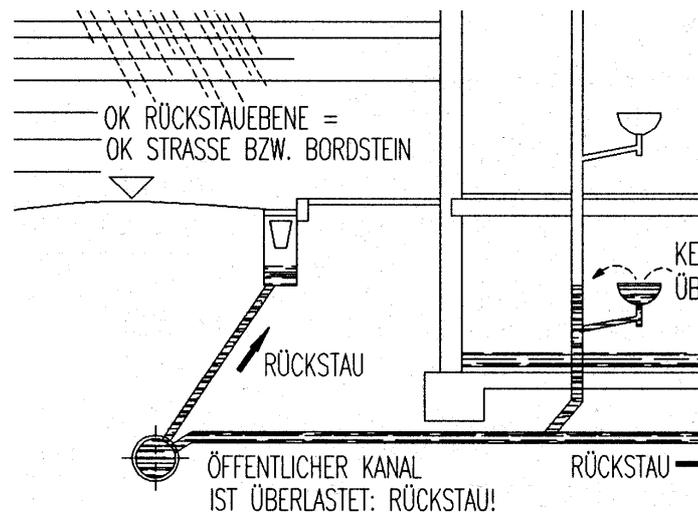


Abbildung 4-6: Rückstau- und Rückstauenebene (RSE) in einem Mischsystem

4.1.5 Schutzmaßnahmen gegen Rückstau

Als Schutzmaßnahmen gegen Rückstau kommen in Frage:

- Automatisch wirkende Rückstauverschlüsse nach DIN 1997 bei Bodenabläufen oder in Leitungen von selten benutzten Entwässerungsgegenständen unterhalb der RSE, wenn bei Rückstau auf die Benutzung der Ablaufstellen verzichtet werden kann
- Hebeanlagen (s. Kap. 4.10) für Niederschlagswasser von Flächen unterhalb der Rückstauenebene, soweit das Wasser nicht versickern kann
- Sammelbehälter und Abwasserhebeanlagen für ständig benutzte Ablaufstellen unterhalb der Rückstauenebene
- Fäkalienhebeanlagen für unter der Rückstauenebene angeordnete Klosett- oder Urinalanlagen

4.2 Kanalisationstypen

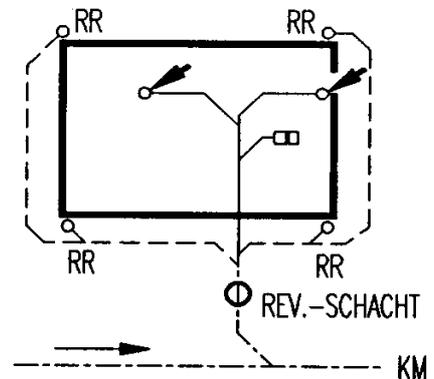
Bei der öffentlichen Abwasserkanalisation wird unterschieden zwischen Trenn- und Mischsystem, je nachdem, ob Regen- und Schmutzwasser getrennt oder im gleichen Kanal geführt werden.

4.2.1 Mischkanalisation

Regen- und Schmutzwasser werden in ein und demselben Rohrsystem geführt und der gemeinsamen Abwasserreinigung zugeleitet.

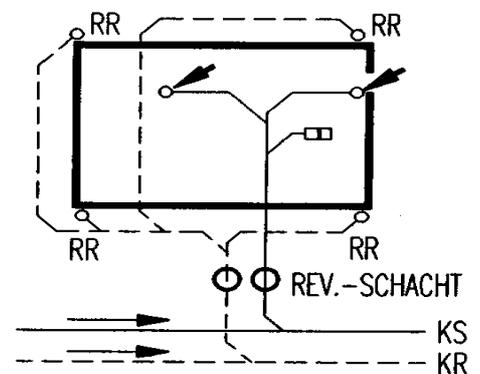
Dieses System erfordert große Leitungsquerschnitte und besondere Schutzmaßnahmen wegen der Rückstaugefahr bei starken Regenfällen. Ggf. sind Regenrückhaltebecken, besondere Querschnitte und Regenüberläufe zum Vorfluter vorzusehen.

Regen- und Schmutzwasser dürfen in der Regel nur außerhalb des Gebäudes in der Grundleitung zusammengeführt werden.



4.2.2 Trennkanalisation

Regen- und Schmutzwasser werden in getrennte Leitungssysteme geführt, wobei nur das Schmutzwasser der Kläranlage zugeleitet wird, das Regenwasser gelangt -nach Vorreinigung - unmittelbar in den nächsten Vorfluter. Doppeltes und deswegen teureres Rohrnetz. Der Schmutzwasserkanal und die Kläranlage sind aber gleichmäßig belastet und können kleiner bemessen werden. Der Hauptvorteil liegt in der Rückstausicherheit bei Regenwasserspitzen. Innerhalb des Gebäudes sollte nach dem Trennsystem verfahren werden.



4.3 Wasserablaufstellen

4.3.1 Geruchsverschlüsse

Geruchsverschlüsse verhindern durch eine entsprechende Sperrwasserhöhe in einem besonders geformten Ablauf das Austreten von Kanalgasen aus der Entwässerung.

Anforderungen

Grundsätzlich erhält jede Ablaufstelle einen Geruchsverschluss nach DIN 19541, mit Ausnahme von:

- Ablaufstellen für Regenwasser im Trennverfahren
- Ablaufstellen für Regenwasser im Mischverfahren, wenn die Mündung oder Einläufe mindestens 1 m oder 2 m seitlich von Öffnungen von Aufenthaltsräumen liegen
- Bodenabläufe, die über sogenannten Ferneinläufe an einem Ablauf mit Geruchsverschluss oder an Abscheider für Leichtflüssigkeiten angeschlossen sind

Mindestsperrwasserhöhe in Geruchsverschlüssen

Art des Ablaufs	Sperrwasserhöhe
Abläufe von Klosetts	50 mm
Abläufe von Bade- und Duschwannen	50 mm
sonstige Schmutzwasserabläufe	60 mm
Abläufe für Regenwasser	100 mm
Bei Räumen mit Über- oder Unterdruck, wie z.B. bei Lüftungszentralen, sind ggf. größere Verschlusshöhen erforderlich	

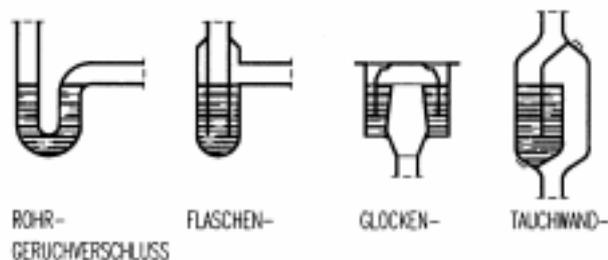


Abbildung 4-8: Verschlussarten

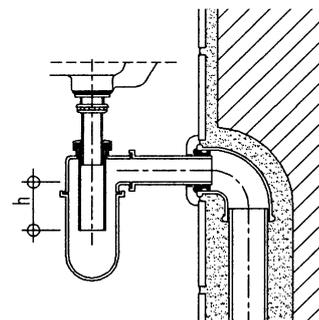


Abbildung 4-7: Flaschengeruchverschluss

Rohrgeruchverschlüsse sind strömungstechnisch am günstigsten. Sie bestehen aus einem S-förmig gebogenen Rohr, in dem Wasser bis zur Biegung steht.

Der Innendurchmesser bei Rohrgeruchverschlüssen muß bei Wasch- und Sitzwaschbecken, Brause- und Duschwannen mindestens 30 mm, bei Ausgüssen, Wasch- und Geschirrspülmaschinen mindestens 35 mm und bei Urinalbecken mind. 45 mm betragen.

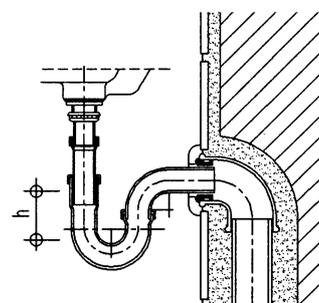


Abbildung 4-9: Rohrgeruchverschluss

Flaschengeruchverschlüsse sind formal anspruchsvoller, verstopfen aber leichter. Das gleiche gilt für Glockengeruchverschlüsse. Sie lassen sich aber von oben leichter reinigen.

4.4 Anschlußleitungen (AL)

Leitung vom Geruchverschluss des Entwässerungsgegenstandes bis zur weiterführenden Leitung bzw. Abwasserhebeanlage. Man unterscheidet Einzelanschlußleitungen (EAL) und Sammelanschlußleitungen (SAL) für den Anschluß mehrerer Entwässerungsgegenstände.

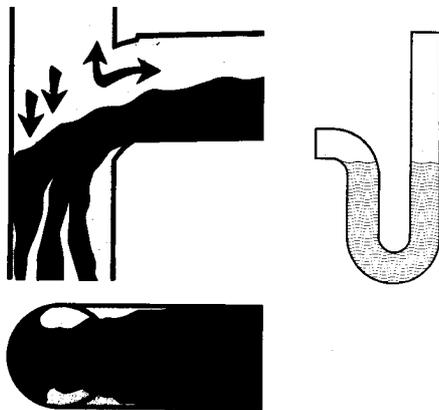
Für Anschlußleitungen (mit Ausnahme von WC- und Urinalbecken) kommen nur heißwasserbeständige Materialien (bis 95°) in Frage. Diese Materialien können z.B. sein:

- Gußeisen
- Stahl
- Faserzement
- heißwasserbeständiger Kunststoff (HAT-Rohre=hot-water-tube) aus PP, ABS, ASA, PVC

Der Anschluß von Anschlußleitungen bis DN 70 an Falleitungen ab DN 100 darf nach DIN nur über Abzweige mit 87 bis 88,5° Anschlußwinkel erfolgen. Wichtig bei Falleitungsabzweigungen ist, daß:

- Anschlußleitungen für Klosett-, Bade- und Duschwannen sowie für Badabläufe sind so in die Falleitung einzuführen, daß der Höhenunterschied h zwischen Wasserspiegel im Geruchsverschluß und der Sohle der Anschlußleitung am Falleitungsabzweig \geq der jeweiligen Nennweite (DN) beträgt
- Luft über dem abfließenden Wasser zirkulieren kann und
- das zufließende Wasser aus der Anschlußleitung nicht den gesamten Querschnitt der Falleitung verschließt

Optimale hydraulische Bedingungen werden durch Bogenabzweige realisiert. Bei dieser Abzweigungsart ist die Be- und Entlüftung sowohl in der Fall- als auch in der Anschlußleitung immer gewährleistet. Auch bei temporären Belastungsspitzen größerer Gleichzeitigkeit ist die einwandfreie Funktion gesichert. Die Gefahr der Selbstabsaugung eines Geruchsverschlusses ist gering. Auch bei Anschlußleitungen DN 100 wird die Luftzirkulation nicht behindert, da die Leitung im Bogenabzweig kaum voll läuft.



Probleme wie:

- Fremdeinspülungen aus der Fall- in die Anschlußleitungen oder
 - Überspülungen von einer Anschlußleitung in eine andere
- können auftreten bei dicht untereinander liegenden Falleitungsabzweigen im Stockwerksbereich und bei Anschluß von Leitungen mit hohem Abwasseranfall wie bei WC- oder Sammelleitungsanschlüssen. Zur Vermeidung von Störungen sind in DIN 1986 für Falleitungsanschlüsse bestimmte Höhenunterschiede, Abzweigabstände und Spreizwinkel vorgegeben.

Abbildung 4-10: Bogenabzweig 88,5°, dimensionsgleich (Ge S.156)

Mögliche Situationen werden in der DIN 1986 speziell für Anschlußleitungen mit 1 oder 2 Klosetts in einer Tabelle berücksichtigt. Basis bildet der Parameter realisierbarer Sohlenabstand. Davon ausgehend wird der maximal mögliche Spreizwinkel ermittelt. Je größer der mögliche Sohlenabstand, desto größer kann der Spreizwinkel gewählt werden. Bei 180° liegen sich die Leitungen genau gegenüber, d. h. die Gefahr der Einspülung ist am größten. Weiterhin schreibt die DIN für Einzelanschlußleitungen mit Klosettbecken eine maximale Länge von 5 m vor (vergl. DIN 1986, Teil 1, S. 20 Tabelle 5).

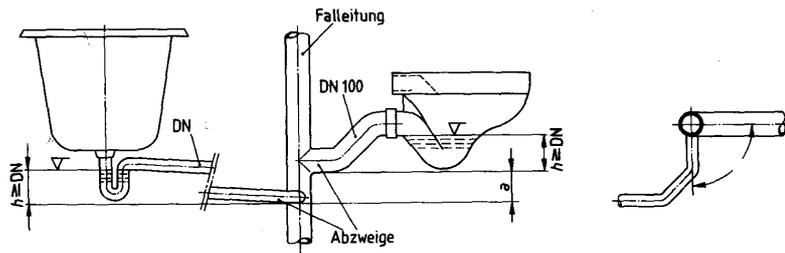


Abbildung 4-11: Beispiel für Einmündung benachbarter Anschlußleitungen in eine Falleitung (DIN 1986, Teil 1, S. 21)

1	2	3
Nr	Zulässiger Abstand der Sohlen zweier Anschlüsse (siehe a in Bild 14) für verschiedene Spreizwinkel und Einmündungen bei	
	Anschlußleitung und Klosett-Einzelanschlußleitung	Anschlußleitung und Klosett-Sammelanschlußleitung mit 2 Klosetts
1	<p>Sohlenabstand $a = 0^*$ bis < 150 mm Spreizwinkel bis 120°</p>	<p>Sohlenabstand $a = 0^*$ bis < 200 mm Spreizwinkel bis 90°</p>
2	<p>Sohlenabstand $a = 150$ bis < 200 mm Spreizwinkel bis 135°</p>	<p>Sohlenabstand $a = 200$ bis < 250 mm Spreizwinkel bis 120°</p>
3	<p>Sohlenabstand ≥ 200 mm Spreizwinkel bis 180°</p>	<p>Sohlenabstand ≥ 250 mm Spreizwinkel bis 180°</p>
4	<p>Sohlenabstand $a \geq 0$ mm Spreizwinkel bis 180°</p>	<p>← Klosett-Einzelanschlußleitung und Klosett-Einzelanschlußleitung</p>
*) Eckdoppelabzweige dürfen verwendet werden		

Abbildung 4-12: Anordnung von Abzweigen in Falleitungen

4.5 Falleitungen

Falleitungen (FL)

Senkrechte Leitung, ggf. mit Verziehung, die durch ein oder mehrere Geschosse führt, über Dach gelüftet wird und das Abwasser einer Grund- oder Sammelleitung zuführt. Falleitungen sind, getrennt für Schmutz- und Regenwasser, mit gleichbleibender Nennweite möglichst geradlinig zu führen.

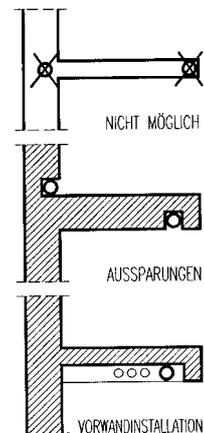
Schmutzwasserfalleitungen müssen heißwasserbeständig sein. Die Mindestweite von Falleitungen beträgt DN 70 bei Anschluß eines WC-Beckens DN 100.

Beim Übergang in eine Grund- oder Sammelleitung ist eine Reinigungsöffnung vorzusehen.

Anordnung

Bei der Anordnung der Falleitungen sind statisch-konstruktive und schallschutztechnische Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

- Nicht möglich ist aus Gründen der Wandaussteifung die Anordnung der Falleitung an Kreuzungspunkten, ferner an Mauerenden. Neben Tür- und Fensteröffnungen ist genügend Platz für das Sturzauflager einzuplanen.
- Schlitz in dünnen Wänden stellen schalltechnische Schwachstellen dar und sind zu vermeiden. Ggf. sind Vorwandinstallationen vorzuziehen. Nebeneinander-liegende Wohnungen dürfen nicht an eine gemeinsame Schmutzwasserfalleitung angeschlossen werden.



1-3 Geschosse (bis 10 m)

Bis zu 3 Geschossen bzw. bis zu 10 m Höhe dürfen beim Übergang einer Falleitung in eine liegende Leitung Bogen mit 87° oder $88,51^\circ$ ohne Zwischenstück verwendet werden. Dasselbe gilt für Sprungrohre.

Abbildung 4-13: Falleitungsanordnung

4-8 Geschosse (10-22 m)

Beim Übergang in eine liegende Leitung sowie bei einer Leitungsverzweigung ist ein gerades Zwischenstück von 250 mm Länge zum Druckabbau anzuordnen.

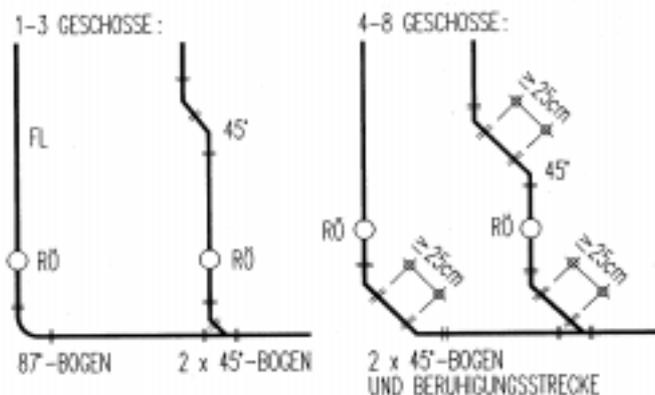


Abbildung 4-14: Übergang der Falleitung in eine liegende Leitung (Pi, C 42/2)

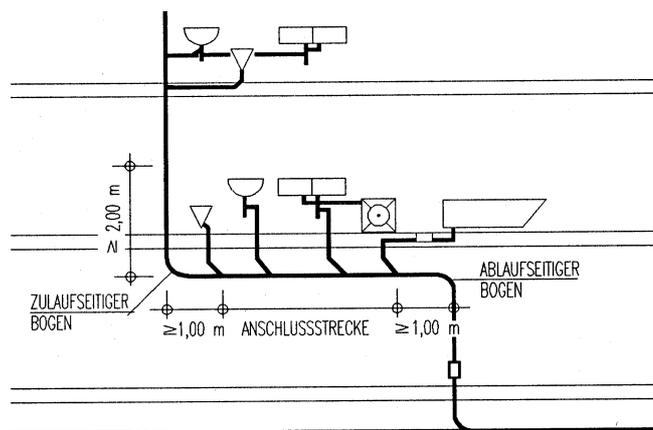


Abbildung 4-15: Anschlußfreie Leitungsteile einer Falleitungsverzweigung (Pi, C 42/3)

Bei mehr als 3 Geschossen ist die Falleitung oberhalb des zulaufseitigen Bogens einer Verzweigung auf eine Höhe von mindestens 2 m von Anschlüssen freizuhalten. Anschlüsse an die liegende Leitung sind mit einem Abstand von 1 m zur lotrechten Leitung vorzunehmen ("anschlußfreie Leitungsteile").

- Wird die Anschlußstrecke $x = 0$ (d.h. die Falleitungsverzweigung $< 2\text{ m}$), ist eine Umgehungsleitung einzubauen.
- Anschlüsse oberhalb von Sprungbogen und Falleitungsverzweigungen bis zu 45° unterliegen keinen Beschränkungen.

Eine andere Möglichkeit, Entwässerungsgegenstände im Bereich der Einmündung in die Sammel- oder Grundleitung anzuschließen, ist die sog. Umlüftung, d.h. eine gelüftete Sammelleitung, die zurückgeführt wird an die Falleitung.

Mehrfach verzogene Falleitungen, z.B. in Terrassenhäusern, sind mit einer direkten oder indirekten Nebenlüftung auszuführen, wobei die Entwässerungsgegenstände möglichst an die liegenden Leitungen anzuschließen sind.

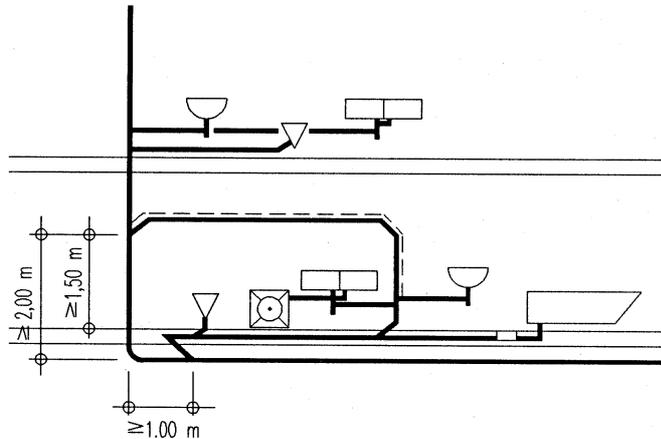


Abbildung 4-16: Umlüftung von Sammelanschlußleitung auf Falleitung (PI C 43/1)

Über 8 Geschosse (> 22 m)

Bei Falleitungen, die mehr als 8 Geschosse durchlaufen bzw. länger als 22 m sind, müssen bei Falleitungsverziehungen oder beim Übergang in eine liegende Leitung Umgehungsleitungen eingebaut werden.

- Die Umgehungsleitung ist mind. 1,50 m über dem Fußboden und 2 m oberhalb des zulaufseitigen Bogens bzw. 1 m unterhalb des ablaufseitigen Bogens anzuschließen.
 - Der Anschluß der Lüftungsleitung erfolgt mit einem Formstück unter 135°
- Ist die Verziehung der Falleitung größer als 2 m oder wird eine Umgehungsleitung an eine Sammel- oder Grundleitung angeschlossen, so ist die Umgehungsleitung mind. 1,50 m nach dem Bogen, anzuschließen. In diesem Fall kann auf das gerade Zwischenstück am Bogen verzichtet werden.
- Umgehungsleitungen sind auch bei Falleitungen, die 4 bis 8 Geschosse durchlaufen, erforderlich, wenn im Bereich einer Falleitungsverziegung < 2 m Entwässerungsgegenstände angeschlossen werden müssen.

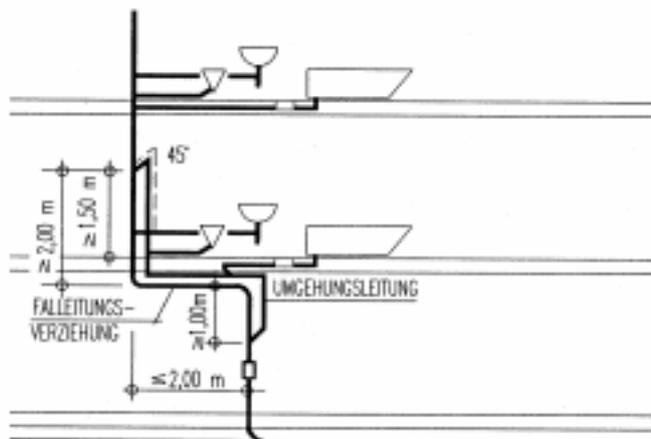


Abbildung 4-17: Falleitungsverziehung 2 m mit Umgehungsleitung (Pi C43/2)

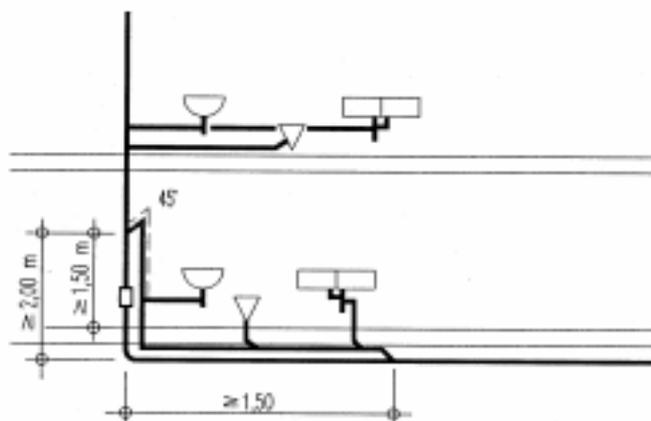


Abbildung 4-18: Falleitungsverziehung $\geq 2m$ mit Umgehungsleitung für Anschluß an liegende Leitung (Pi C 43/3)

4.6 Lüftungsleitungen

Neben der Leitungsführung ist zur Vermeidung von Druckunterschieden in Leitungssystemen eine einwandfreie Luftnachströmung entscheidend. Durch den Ablauf von Schmutzwasser entstehen zwangsläufig Über- und Unterdrücke, die zu Durchdrückungen bzw. Absaugung von Geruchsverschlüssen (Sperrwasser) führen können. Die Druckschwankungen müssen durch nachströmende bzw. ausströmende Luft ausgeglichen werden können. Wichtig ist dabei auch die unschädliche Abführung von Gasen und Schwaden aus dem Kanalnetz. DIN 1986 schreibt deshalb folgendes vor:

- Jede Falleitung ist als Lüftungsleitung bis über Dach zu führen.
- Die Oberkante der Mündung von Lüftungsleitungen muß bei Dächern mit mehr als 15° Neigung mindestens 30 cm, bei Dächern bis 15° Neigung mindestens 15 cm über die Dachhaut geführt werden.
- Die Mündung der Lüftungsleitung muß nach oben hin offen sein.
- Lüftungsleitungen dürfen nur an lotrechte Teile von Abwasserleitungen angeschlossen werden und sind möglichst geradlinig und senkrecht zur Mündung zu führen.
- Leitungsverziehungen müssen zur Ableitung von Kondenswasser 2% Gefälle aufweisen.
- Mündet eine Lüftungsleitung in der Nähe von Aufenthaltsräumen, sind Mindestabstände zu Fensteröffnungen einzuhalten. Die Öffnung muß 1 m über den Fenstersturz hochzuführen und mindestens 2 m Seitenabstand zur Fensteröffnung haben.

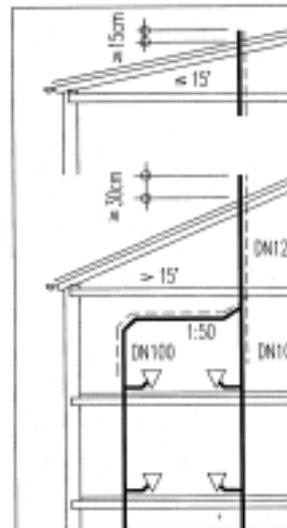


Abbildung 4-19: Anordnung / Verziehung von Lüftungsleitungen (PI C44/1)

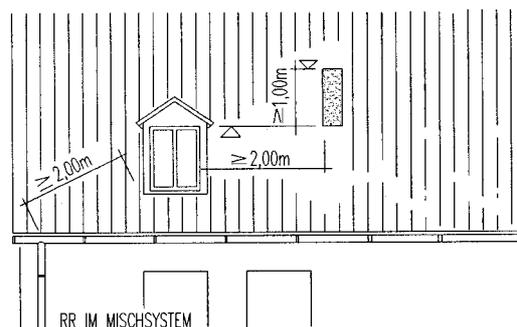


Abbildung 4-20: Abstände für die Mündung von Lüftungsleitungen (Pi C44/2)

4.7 Sammel- und Grundleitungen

4.7.1 Sammelleitung (SL)

Liegende Leitung zur Aufnahme des Abwassers von Fall- und Anschlußleitungen, die nicht im Erdreich oder in der Grundplatte verlegt ist. Üblicherweise an der Kellerdecke oder an den Kellerwänden angeordnet. Mindest-Nennweite DN 70.

In eine Sammelleitung für Schmutzwasser darf kein Regenwasser, in eine solche für Regenwasser kein Schmutzwasser eingeleitet werden.

Vorschriften für Gefälle, Richtungsänderungen, Abzweige, Reinigungsöffnungen usw. analog Grundleitungen.

Anwendung von Sammelleitungen

- Verziehen von senkrechten Abflußleitungen, um Falleitungen einzusparen, oder wenn durchgehende Falleitungen nicht möglich sind
- versetzte Geschosse bzw. teilweise nicht Unterkellerung
- hoch liegender Straßenkanal, wenn ein Grundleitungssystem mit vorschriftsmäßigem Gefälle nicht möglich ist.

Beim Übergang einer Sammelleitung in eine Grundleitung ist eine Reinigungsöffnung vorzusehen.

Verlegung von Sammelleitungen

Sammelleitungen werden an seitlichen Wänden analog den Falleitungen mit Rohrschellen befestigt. Durchführungen der Außenwand müssen dauerhaft abgedichtet und elastisch verformbar bzw. gelenkig ausgeführt werden, um eventuellen unterschiedlichen Setzungen Rechnung zu tragen.

Für die Deckenbefestigung gibt es spezielle Abhängesysteme mit elastischen Einlagen zur Schalldämmung:

- Einzel-Abhängesysteme für Schnellbefestigung und stufenlose Höheneinstellung
- Schienensysteme mit Schlitzschienen für die Befestigung mehrerer Installationsleitungen nebeneinander
- Bei fest verschweißten Rohren, insbesondere Kunststoffrohren, sind Ausdehnungsmöglichkeiten für die Längenänderungen einzuplanen

4.7.2 Grundleitungen (GL)

Im Erdreich oder in der Grundplatte unzugänglich verlegte Leitung, die das Abwasser in der Regel dem Anschlußkanal zuführt.

Verlegung

- Frostsichere Verlegung in offenen Rohrgräben auf gewachsenem Boden oder gestampftem Sand, in der Regel vor den Fundamentarbeiten. Die Rohre müssen dabei vollflächig aufliegen, d.h., für Muffen und Kupplungen müssen Ausnehmungen im Auflager hergestellt werden.
- Mindest-Erddeckung über den Grundleitungen etwa 15 cm, was eine Sohlentiefe von 40 bis 45 cm unter OKF Kellergeschoß ergibt. Ausnahme bei Gußrohren.
- Streifenfundamente (nicht Block- oder Schornsteinfundamente!) können rechtwinkelig oder schräg (unter 45°) durchfahren werden. Bei Verlegung parallel zu den Fundamenten außerhalb des Druckausbreitungswinkels der Fundamente! Die Rohre müs-

sen durch entsprechende Dämmstoffummantelungen geschützt werden, damit sich Bauwerkssetzungen nicht auf die Grundleitungen auswirken.

- Verfüllung der Rohrgräben mit Sand und Mittelkies in ca. 25 cm dicken Lagen, gleichmäßig verdichtet. Nicht geeignet sind Materialien, die die Rohrleitungen und die Dichtungen angreifen oder die unterschiedliche Setzungen hervorrufen könnten.

Anordnung von Grundleitungen

Eine sorgfältige Planung des Grundleitungssystems ist wichtig, da Planungs- oder Ausführungsfehler später kaum behoben werden können.

Die räumliche Lage des Grundleitungssystems wird durch die Anordnung der Falleitungen bestimmt, wobei - soweit dies im Kellergeschoß nicht stört - mehrere Fallstränge unter der Kellerdecke zusammengefaßt werden können, um möglichst wenige Anschlüsse an Grundleitungen zu erhalten.

Folgende Gesichtspunkte sind bei der Anordnung zu beachten:

Nennweite

Die Nennweite von erdverlegten Grundleitungen muß mindestens DN 100 betragen.

Gefälle

- Mindestgefälle abhängig vom Querschnitt, siehe Mindestgefälle für Abwasserleitungen nach DIN 1986 T1.
- Maximalgefälle = 1:20. Für größere Höhenunterschiede sind ggf. Abstürze mit Reinigungsmöglichkeiten vorzusehen.

Richtungsänderungen

Grundleitungen sollten möglichst geradlinig - parallel zu den Fundamenten - geführt werden.

Richtungsänderungen dürfen nur mit genormten 15°-, 30°- oder 45°-Bögen ausgeführt werden.

Richtungsänderungen unter 90° sind nicht zulässig, sie können ggf. mit zwei 45°-Bögen, strömungstechnisch günstiger mit einer geraden Beruhigungsstrecke dazwischen, ausgeführt werden.

Abzweige

In Grund- und Sammelleitungen dürfen nur Abzweige mit 45° verwendet werden. Damit lassen sich normalerweise alle denkbaren Zusammenführungen herstellen. Der Mindestabstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Abzweigen (Je nach Rohrtyp und Nennweite zwischen ca. 25 und 50 cm) ist zu beachten.

Doppelabzweige oder sog. Hosenrohre in liegenden Leitungen sind unzulässig.

Nennweitenänderungen

Eine Leitung darf in Fließrichtung nicht in eine solche mit geringerer Nennweite eingeführt werden.

Übergänge auf größere Nennweiten müssen mit Übergangsformstücken hergestellt werden. Bei exzentrischen Übergangsrohren läuft der Scheitel durch, der Absatz wird an der Sohle angeordnet. Bessere Lüftungsführung in der Grundleitung!

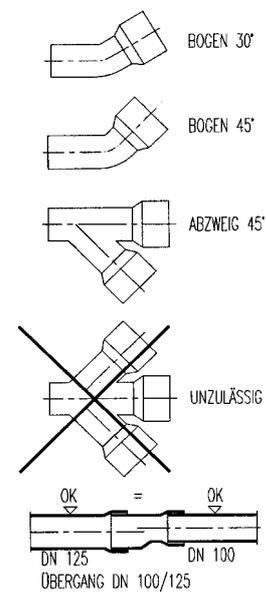


Abbildung 4-21: Formstücke für Grundleitungen (Pi C 48/1)

Materialwechsel

Ein Werkstoffwechsel darf nur in derselben Nennweite mit dafür vorgesehenen zueinander passenden Anschlußformstücken und Dichtungen vorgenommen werden.

Anhauschellen und Sattelstücke:

Sie dürfen nur ausnahmsweise für den nachträglichen Anschluß von Entwässerungsleitungen verwendet werden, wenn der Einbau eines Formstückes sonst nicht möglich ist und eine dauerhaft dichte Rohrverbindung gesichert ist.

Reinigungsöffnungen

Reinigungsöffnungen als Rohrend- oder Reinigungsverschlüsse bzw. Reinigungsrohre mit rechteckiger Öffnung sind vorzusehen:

- In Grund- und Sammelleitungen mindestens alle 20 m
- Bei Grundleitungen DN 150 und größer ohne Richtungsänderungen mindestens alle 40 m
- Erste Reinigungsöffnung möglichst nahe an der Grundstücksgrenze, jedoch in der Regel nicht weiter als 15 m vom öffentlichen Abwasserkanal entfernt.

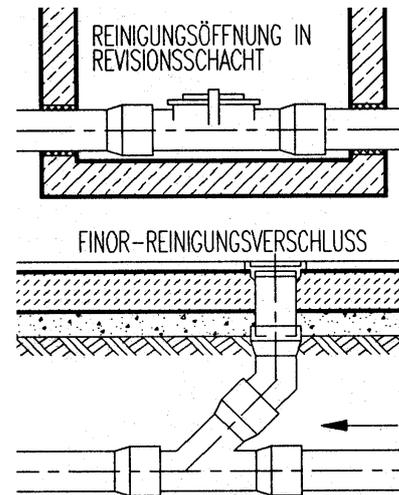


Abbildung 4-22: Möglichkeiten von Reinigungsöffnungen (Pi, C 48/2)

4.8 Abscheider

Abscheider dienen zum Rückhalten von Stoffen und Flüssigkeiten, die nicht in die Kanalisation eingeleitet werden dürfen. Dazu gehören In erster Linie u.a.

- feste und schwere Stoffe wie Sand, Schlamm, Kompost usw.
- Leichtflüssigkeiten wie Heizöl und Benzin
- Fette, wie sie bei Schlachthanlagen, Metzgereien, Fischverwertungsbetrieben, Gaststätten und Großküchen anfallen
- Stärke, wie sie z.B. In kartoffelverarbeitenden Betrieben anfällt, sowie weitere spezielle Stoffe, die bei industriellen und gewerblichen Anlagen anfallen können.

4.8.1 Sand- und Schlammfänge

Funktion

Sand- oder Schlammfänge werden In der Regel Benzin-, Heizöl oder Fettabscheidern vorgeschaltet, damit die absetzbaren Stoffe zurückgehalten werden und die Funktionstüchtigkeit des Abscheiders nicht beeinträchtigt wird. Einbau in frostfreier Tiefe (FT).

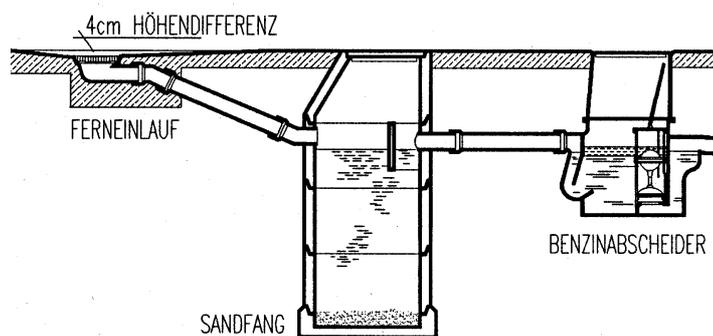


Abbildung 4-23: Sandfang mit nachgeschaltetem Benzinabscheider (Pi C 71/1)

Bemessung

Die Größe des Sand- oder Schlammfanges richtet sich nach der angeschlossenen Niederschlagsfläche bzw. der Durchflußmenge Q_s des Abscheiders.

Schlammfänge vor Heizöl- und Benzinabscheidern sind nach **DIN 1999 T 2**, vor Fettabscheidern nach **DIN 4040 T 2** zu bemessen.

Q_s in l/s	Zulauf/ Ablauf DN	runde Form		rechteckige Form		
		Ø min. mm	Inhalt l	Länge mm	Breite mm	Inhalt l
1	100	650	240	–	–	–
1,5	100	650	240	–	–	–
2	100	650	360	1000	800	520
3	100	800	650	1400	800	840
4	100	1000	1050	1750	1000	1400
5	125	1200	1550	2000	1000	1800
6	125	1500	2500	2500	1000	2500

Abbildung 4-24: Mindestgrößen von Schlammfängen nach DIN 1999 für Benzin- oder Heizölabscheider Nenngrößen 1 bis 6

Bei automatischen Waschanlagen und Waschstraßen muß der Ölschlammfang mindestens 5000 l Inhalt aufweisen.

Bei Fettabscheidern sind etwa 100 - 200 l Fassungsvermögen des Schlammfanges für je 1 l/s Abwassermenge Q_s vorzusehen.

4.8.2 Abscheider für Leichtflüssigkeiten

Funktion: Regen- und Schmutzwasser, das durch Leichtflüssigkeiten wie Benzin, Dieselloil oder Heizöl verunreinigt werden kann, muß über einen Abscheider nach DIN 1999 T 1 bzw. DIN 1999 T 4 geleitet werden, um diese Stoffe abzuscheiden.

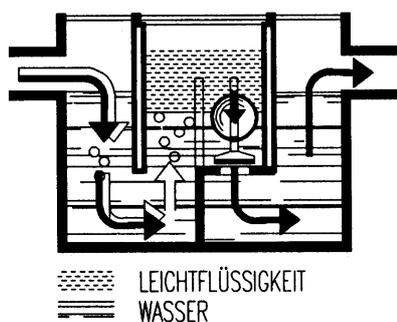


Abbildung 4-25
Abscheider für Leichtflüssigkeiten

Prinzip eines Abscheiders für Leichtflüssigkeiten:

Die Leichtflüssigkeit steigt in einem Beruhigungsraum nach oben, während das schwerere Wasser unten abfließt.

Ein austarierter Schwimmer, der leichter als das Wasser, aber schwerer als die Leichtflüssigkeit ist, wird mit zunehmender Leichtflüssigkeit nach unten gedrückt. Bei Erreichen einer bestimmten Flüssigkeitsmenge wird der Ablauf selbsttätig versperrt.

Benzinabscheider

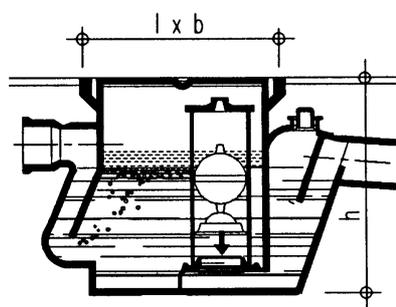
Ausführung:

Benzinabscheider nach DIN 1999 T 1-3 mit selbsttätigem Verschuß sind erforderlich in Tankstellen, Werkstätten, Garagen und Stellplätzen, auf denen Kraftfahrzeuge gewaschen, gewartet oder betankt werden.

Der Einbau erfolgt so, daß Benzin nicht austreten kann, wenn Rückstau eintritt oder der selbsttätige Abschluß wirkt. Einbau möglichst nahe der Anfahrsstelle, im Freien in frostsicherer Tiefe. Vorteilhaft sind werkmäßig hergestellte Betonfertigteile. In jedem Benzinabscheider ist ein Schlammfang mit ausreichender Größe vorzuschalten.

Eine optische oder akustische Warnanlage zeigt an, wenn die zulässige Speichermenge erreicht ist, und der Abscheider entleert werden muß.

Die im Abscheider zurückgehaltene Leichtflüssigkeit muß in 1/2jährlichen Abständen entfernt werden. Die Anlage ist einmal im Jahr zu kontrollieren und zu reinigen. Zur Ermittlung der Reinigungsleistung erhalten Abscheideanlagen einen nachgeschalteten Kontrollschacht.



Der Einbau eines Benzinabscheiders erfolgt im Anschluß an einen Schlammfang, ggf. ist noch ein Koaleszenzabscheider nachgeschaltet.

Schlammfang und Abscheider sollen möglichst im Freien und nicht in befahrenen Flächen angelegt werden.

Hinweis:

Für Abläufe von Flächen, auf denen Kraftfahrzeuge nur abgestellt werden, also nicht gewaschen, gewartet oder betankt werden, ist nach DIN 1986 kein Benzinabscheider vorgeschrieben.

Abbildung 4-26: Benzinabscheider (Pi C 72/2)

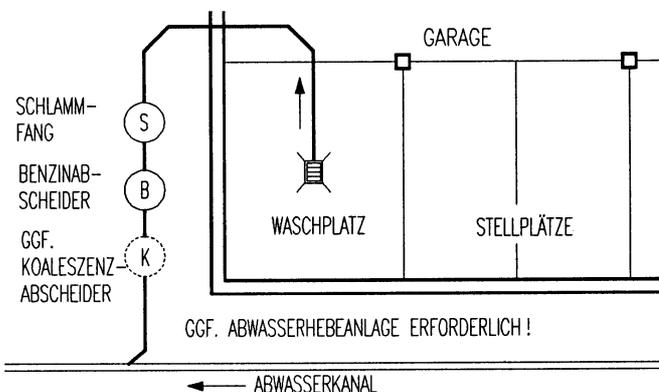


Abbildung 4-27: Einbaubeispiel: Benzin- und Koaleszenzabscheider (Pi C 72/3)

Koaleszenzabscheider

Bei weitergehenden Anforderungen, insbesondere bei Abwasseranfallstellen im Bereich des Kfz.-Gewerbes, werden Koaleszenzabscheider nach **DIN 1999 T 4-6** nachgeschaltet.

4.9 Abwasserhebeanlagen

Abwasserhebeanlagen sind erforderlich, wenn:

- eine Entwässerung mit natürlichem Gefälle nicht möglich ist
- ein ständiger Verschluss der Rückstausicherung wegen häufiger Benutzung der Entwässerungsgegenstände nicht möglich ist
- in den angrenzenden Räumen ein absoluter Schutz gegen Rückstau gewährleistet sein muß
- Klosett- oder Urinalanlagen, deren Oberkanten ≤ 25 cm über der Rückstauenebene liegen, entwässert werden müssen.

Entwässerungsgegenstände, die oberhalb der Rückstauenebene liegen, dürfen nicht über eine Abwasserhebeanlage geleitet werden!

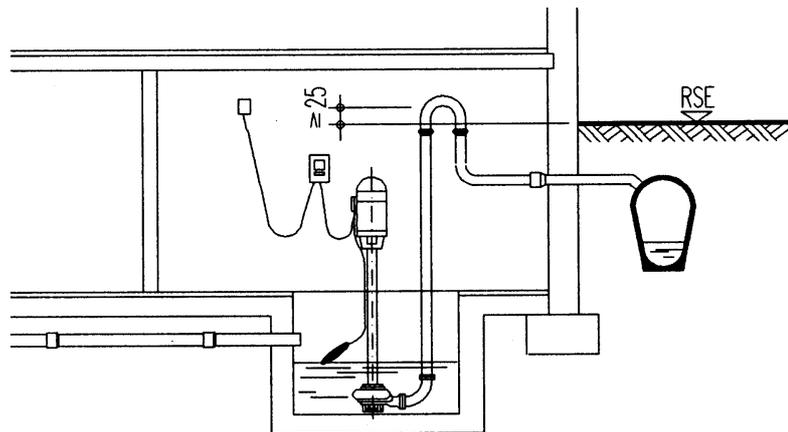
Man unterscheidet Abwasserhebeanlagen für:

- fäkalienfreies, leicht verschmutztes Schmutzwasser oder Regenwasser
- fäkalienhaltiges Abwasser aus Spülaborten und Urinalanlagen.

4.9.1 Hebeanlagen für fäkalienfreie Abwasser

Regenwasser oder leicht verschmutztes Abwasser aus Bade- und Duschwannen, Waschbecken, Küchenabläufen und dgl., das keine Geruchsbelästigung hervorruft, kann relativ einfach über eine Abwasserhebeanlage entwässert werden:

- Das Abwasser wird in einem wasserdichten Schacht oder Behälter aus Kunststoff, der oben abgedeckt ist, gesammelt.
- Eine Tauchpumpe, die durch einen Schwimmer selbsttätig ein und ausgeschaltet wird, pumpt bei Erreichen eines bestimmten Wasserstandes das Wasser in einer Druckrohrleitung über die Rückstauenebene, von wo es dann mit natürlichem Gefälle dem Straßenkanal zufließt.
- Die Druckrohrleitung kann mit Nennwerten $< \text{DN } 100$ ausgeführt werden. Der Einbau eines Rückflußverhinderers ist vorgeschrieben. Alle Leitungsanschlüsse müssen flexibel und schalldämmend ausgeführt werden.
- An die Druckleitung dürfen keine Entwässerungsgegenstände angeschlossen werden. Auch der Anschluß an Schmutzwasserfalleitungen ist nicht zulässig.



• *Abbildung 4-28: Abwasserhebeanlage für fäkalienfreies Abwasser (Pi C 68/1)*

Räume für Abwasserhebeanlagen müssen beleuchtet sein und mindestens 60 cm Arbeitsraum über und neben den zu bedienenden Teilen haben. Bei nur geringem Wasseranfall genügt als Abwasserhebeanlage ggf. auch ein größerer Bodenablauf mit eingebauter schwimmerschalteter Entwässerungspumpe.

4.10 Fäkalienhebeanlagen

Notwendigkeit

Alle Klosett- und Urinalanlagen, deren Oberkante (Wasserspiegel im Geruchsverschluß) nicht höher als **25 cm** über der Rückstauenebene liegt oder die nicht mit natürlichem Gefälle in den Straßenkanal entwässert werden können, müssen an eine Fäkalienhebeanlage angeschlossen werden.

Ausführung

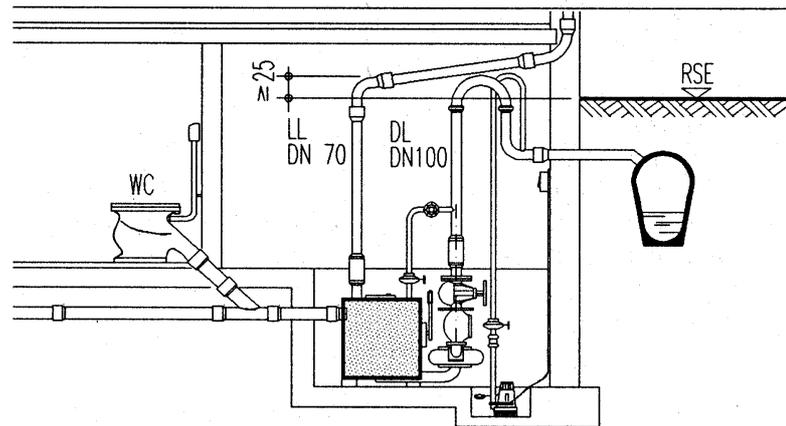


Abbildung 4-29: Einbau einer Fäkalienhebeanlage (Pi C 69/1)

Für die Ausführung von Fäkalienhebeanlagen gelten nach DIN 1986 T 1 folgende Vorschriften:

- Das fäkalienhaltige Schmutzwasser aus WC- und Urinalanlagen wird in geschlossenen, wasser- und gasdichten Behältern aus Stahl oder Kunststoff mit einem Nutzvolumen von mindestens 20 l gesammelt. Die Behälter sind mit einer eigenen Lüftungsleitung \geq DN 70 über Dach zu entlüften.
- Druckrohrleitung \geq DN 100 mit Rohrschleife \geq 25 cm über Rückstauenebene mit eingebautem Rückflußverhinderer. Absperrschieber auf der Zulaufseite und hinter dem Rückflußverhinderer bei Leitungen $<$ DN 80.
- An die Druckleitung dürfen keine Entwässerungsgegenstände angeschlossen werden. Druckleitungen dürfen nicht an Schmutzwasserfalleitungen angeschlossen werden.
- Alle Leitungsteile müssen elastisch und schalldämmend verlegt werden.
- Die Anlage muß automatisch arbeiten. Ein optisches oder akustisches Signal sollte bei Betriebsunfähigkeit warnen.

Bei Stromausfall oder defekter Pumpe ist für den Notbetrieb eine Handmembranpumpe vorzusehen.

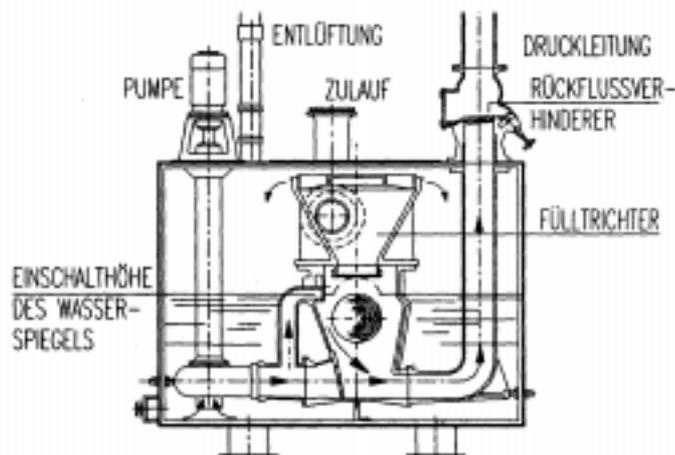


Abbildung 4-30: Fäkalienhebeanlage (Pi C 69/2)

Wirkungsweise:

Das Abwasser fließt über einen Fülltrichter in den Spülraum des Sammelbehälters. Bei Erreichen des festgelegten Einschaltpunktes wird die Kreiselpumpe durch einen Schwimmerschalter eingeschaltet und das Abwasser mit den im Spülraum befindlichen Sperrstoffen über die Druckleitung in das Kanalnetz befördert. Die Schwimmkugel dichtet dabei den Fülltrichter ab. Nach Ausschalten der Pumpe sinkt die Kugel wieder ab, und der gesamte Vorgang wiederholt sich.

Bauliche Anforderungen

- Räume für Fäkalienhebeanlagen sind so zu bemessen, daß über und neben den zu bedienenden und zu wartenden Teilen ein Arbeitsraum von mindestens **60** cm vorhanden ist.
- Die Aufstellungsräume müssen beleuchtet sein.
- Da der Zufluß etwa **50** cm unter der OK Kellerfußboden liegt, muß der Pumpenraumfußboden mindestens 100 bis 150 cm abgesenkt werden. Über eine zusätzliche Vertiefung im Schacht, den sog. Pumpensumpf, kann evtl. anfallendes Wasser mit einer kleineren elektrischen oder einer Handpumpe abgesaugt werden.
- Größere Anlagen benötigen in der Regel einen Drehstromanschluß 230/400 V.

Es empfiehlt sich, das Abwasser aus mehreren Gebäuden oder Gebäudeteilen in einer Hebeanlage zusammenzufassen, die ggf. auch außerhalb (frostsicher) untergebracht werden kann.

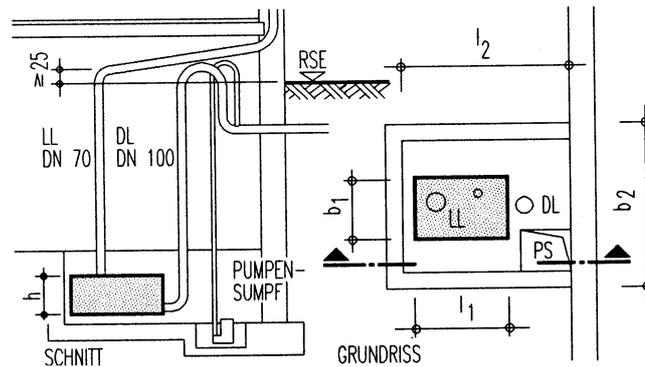


Abbildung 4-31: Bauliche Anforderungen für Fäkalienhebeanlagen (Pi Für kleinere Anlagen, z.B. C 70/1)

für Einfamilienhäuser, gibt es kompakte Kleinanlagen, die mit wesentlich geringerem Raum auskommen: Abmessungen ca. 50 cm x 50 cm, damit Grundfläche des Aufstellungsraumes ca. 120 cm x 140 cm, auch Wandeinbaugeräte.

Kleinstwasserhebeanlagen können auf der gleichen Ebene wie das Klosett installiert werden, sind steckerfertig verdrahtet und besitzen einen Anschluß für Wechselstrom.

Abmessungen

Die Größen für Fäkalienhebeanlagen sind fabrikatabhängig sehr unterschiedlich. Neben der Kapazität sind die Einbaubedingungen, Lage des Pumpensumpfes, Lage der Druckleitung mit Rohrschleife über Rückstauenebene u.a. zu berücksichtigen.

Die in der Tabelle angegebenen Werte können deshalb nur zur überschlägigen Orientierung dienen (siehe Herstellerangaben!).

Nutzvolumen l	Zulauf DN	Förderstrom der Pumpe Q_p in l/s bei einer Förderhöhe H (in m) etwa					Behälterabmessungen $l_1 \times b_1 \times h$ (in cm)	erforderliche Grundfläche ca. $l_2 \times b_2$ (in cm)
		2	3	4	5	6		
22	100	10,0	8,5	6,3	2,8	–	90 x 25 x 80	(Wandeinbau)
32	100	12,0	10,3	8,5	6,5	4,0	50 x 50 x 34	140 x 120
49	100	12,0	10,3	8,5	6,5	4,0	50 x 50 x 53	140 x 120
100	150	26,5	23,0	20,0	16,0	12,5	85 x 65 x 80	200 x 180
145	150	bis 29,5	bis 27,0	bis 37,0	bis 35,0	bis 52,0	97 x 65 x 86	250 x 180
260	150						100 x 77 x 105	250 x 200

Abbildung 4-32: Abmessungen von Fäkalienhebeanlagen (Pi C70/2)

5 Kleinkläranlagen

5.1 Allgemein

5.1.1 Anwendungsbereich

Kleinkläranlagen, Gruben und Sickeranlagen zur örtlichen Abwasserbeseitigung dürfen nur hergestellt werden, wenn die Abwässer nicht in eine öffentliche Sammelkanalisation eingeleitet werden können:

- als Notlösung, wenn keine öffentliche Kanalisation zur Verfügung steht oder der Kanalanschluß wirtschaftlich nicht tragbar ist (z.B. abgelegene Gehöfte, Sportstätten, Feriensiedlungen, usw.) oder
- als Übergangsmaßnahme in Neubaugebieten, wo eine Kanalisation geplant aber noch nicht ausgeführt ist.

5.2 Zusammensetzung der häuslichen Abwässer



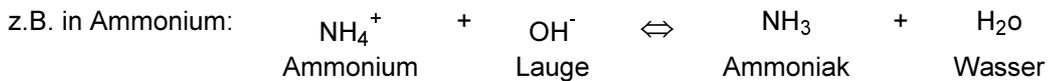
Die Vielzahl der chemischen Verbindungen, die zu den Gruppen der Proteine (Eiweiße), Fette und Kohlenhydrate (Zucker, Stärke, Zellulose) und ihrer Abbauprodukte gehören, ist sehr groß. Die Einführung einer Summenmeßgröße ermöglicht schneller und einfacher die Verschmutzung von Abwassers zu beurteilen. Ein Summenparameter ist z.B. diejenige Sauerstoffmenge, die Bakterien benötigen, um die abbaubaren organischen Stoffe in Minerale und in die Ausgangssubstanzen Kohlendioxid (CO_2), Wasser (H_2O), Nitrat (NO_3); Phosphat (PO_4) und Sulfat (SO_4) zu überführen. Er wird für die leicht abbaubaren Stoffe als **BSB₅** - Wert ausgedrückt (**Biochemischen Sauerstoffbedarf in 5 Tagen**).
Bestimmung: Man mißt den Sauerstoffgehalt in einer Abwasserprobe innerhalb von 5 Tagen. Je mehr Sauerstoff durch die Bakterien verbraucht wird, desto größer ist die organische Verschmutzung und damit der BSB₅ (in mg/l O_2).

Um auch die Stoffe erfassen zu können, die ebenfalls zu den Kohlenstoffverbindungen gehören, aber von den Bakterien wegen ihrer schweren Abbaubarkeit nur sehr langsam mineralisiert werden, wurde der chemische Sauerstoffbedarf (CSB) als Bestimmungsmethode eingeführt. Der **CSB** erfasst alle organischen Verbindungen, auch solche, die potentiell abbaubar sind, wie z.B. synthetische Tenside, chlororganische Verbindungen, Mineralöle usw. Er ist also ein Maß für die leicht und schwer abbaubaren organischen Kohlenstoffverbindungen.

Die Bestimmung erfolgt mit sehr giftigen Substanzen (Schwefelsäure, Chrom-, Silber- und Quecksilbersalzen), Ergebnisse innerhalb von 3 Stunden; Maßeinheit: mg/l O_2 .
Aus dem Verhältnis von CSB zu BSB₅ ist die Abbaubarkeit der im Abwasser verborgenen organischen Stoffe abzulesen. Für frisches häusliches Rohabwasser liegt es im Mittel bei 2:1, für gut gereinigtes Abwasser kann es sich bis auf 10:1 erhöhen. Je enger das Verhältnis ist, desto besser kann sich das Abwasser reinigen.

Stickstoffverbindungen im Abwasser haben ihren Ursprung vorwiegend in den mit der Nahrung aufgenommen Eiweißen. Der Stickstoff wird hauptsächlich in Form von Harnstoff mit dem Urin ausgeschieden. Unter luftsauerstofffreien Bedingungen im Abwasser

wandelt sich der im Harnstoff und der in Eiweißabbauprodukten organisch gebundene Stickstoff in Ammonium um. Ammonium (nicht giftig) besitzt eine hohe Umweltrelevanz, da es sich schnell in andere Verbindungen umwandelt;



Ammonium selbst ist nur im neutralen und sauren Bereich (pH-Werte < 7,0) stabil. Im alkalischen Bereich, d.h. wenn der pH-Wert über 7,0 steigt, wandelt es sich in das für alle Lebewesen giftige Ammoniak um.

Nitrifikation: Ammonium wandelt sich in Gegenwart von bestimmten Bakterien (und unter Einwirkung von Sauerstoff; Oxidation), die Nitrifikanten genannt werden, in die Stickstoffverbindungen Nitrit und Nitrat um.

Nitrit (NO₂) ist eine auch für Menschen sehr giftige Stickstoffverbindung. Der kritische Wert für Erwachsene liegt bei 0,133 mg NO₂ / kg Körpergewicht (ADI-Wert von Förster 1984).

Nitrat (NO₃) ist die bekannteste Stickstoffverbindung, da ihre Konzentration im Trinkwasser allgemein als Qualitätskriterium herangezogen wird. Die Trinkwasserverordnung (BGBl. I, 1990, S. 2600) schreibt einen Grenzwert von 50 mg/l, die EG einen Richtwert von 25 mg/l Nitrat vor.

Phosphor ist wie Stickstoff ein für alle Lebewesen unverzichtbares Element. Er kommt in der Biosphäre fast ausschließlich als Phosphatverbindung vor, die auch in organischen Molekülen gebunden sein kann, wie z.B. in der DNS, der Erbsubstanz aller höherer Lebewesen.

In sehr sauberen und unbelasteten Gewässern mißt man Konzentrationen von weniger als 0,01 mg/l P (Phosphor). Treten höhere Gehalte auf, so ist von einer Verunreinigung durch Abwässer oder von einem Eintrag von Phosphatdünger auszugehen. Phosphor wird, mehr noch als Stickstoffverbindungen, für die Überdüngungserscheinungen (Algenblüte) der Nord- und Ostsee wie auch vieler kleinerer Binnenseen verantwortlich gemacht.

Im Gegensatz zu den Stickstoff- und Kohlenstoffverbindungen, die letztlich als Kohlendioxid und Luftstickstoff nach dem Abbau aus dem Wasser entweichen, kann Phosphor nicht abgebaut, sondern nur deponiert werden. Der Phosphor, den wir in die Gewässer einbringen, wird also nur zu einem sehr geringen Teil über die Nahrungskette Pflanze-Wirbellose-Fische-Greifvögel wieder entnommen.

Phosphor-Fällung: Phosphor kann aus dem Nährstoffkreislauf entfernt werden, indem es mit Eisensalzen in Verbindung gebracht wird. Das kann z.B. beim Abwasser, das ca. 20 mg Phosphor/Liter Wasser enthält dadurch erreicht werden, indem dem Abwasser Eisensalze zugesetzt werden. Dies passiert in der dritten Reinigungsstufe einer Kläranlage.

Nicht abbaubare Abwasserinhaltsstoffe

Zu den nicht abbaubaren Abwasserinhaltsstoffen zählen vor allem Schwermetalle, hochchlorierte organische Verbindungen sowie Salze (Chloride, Sulfate und Phosphate). Die Klärschlammverordnung vom 01.07.1992 schreibt Höchstwerte u.a. für sieben Metalle vor (Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink), deren Konzentrationen im Klärschlamm und in Böden nicht überschritten werden dürfen.

5.2.1 Einwohnergleichwerte

Für den Bau von Kläranlagen sowie für die Beurteilung verschiedener Abwässer hat es sich als sinnvoll erwiesen, bestimmte Belastungskennwerte kommunalen Abwassers festzulegen. Mit der Formulierung von Einwohnergleichwerten (EGW) wurden durchschnittliche Stoffmengen ausgewiesen, die eine Person täglich an das Abwasser abgibt.

	Fracht	Konzentration mg/l	
		im Rohabwasser 150 l	im abgesetzten Abwasser 150 l
Absetzbare Stoffe	45	300	
Abfiltrierbare Stoffe	70	457	200
BSB ₅	60	400	267
CSB	120	800	533
Stickstoff	11	73	67
Gesamt-Phosphor	2,5	17	15

Abbildung 5-1: Mittlere Frachten bei einem Wasserverbrauch von 150 l / Person und Tag

5.3 Planung

Die Zulässigkeit des Einbaues und des Betriebes von Kleinkläranlagen unterliegt baurechtlichen und wasserrechtlichen Vorschriften, die regional unterschiedlich sein können. Die zuständige Behörde entscheidet über das erforderliche Maß der Abwasserbehandlung und die Art der Abwassereinleitung, je nach örtlichen Gegebenheiten und den Erfordernissen des Gewässerschutzes.

Kleinkläranlagen nach DIN 4261 sind zulässig für einen täglichen Schmutzwasseranfall aus einzelnen oder mehreren Gebäuden mit maximal 50 Einwohnern. Die Angabe erfolgt in Einwohnergleichwerten (EGW).

Gewerbliches Schmutzwasser, soweit es nicht mit häuslichem Schmutzwasser vergleichbar ist, Fremdwasser, Kühlwasser, Abwasser von Schwimmbecken und Niederschlagswasser dürfen nicht in eine Kleinkläranlage eingeleitet werden.

5.4 Klärvorgang

Beseitigung des Schmutzwassers:

Häusliche Schmutzwässer durchlaufen in Kleinkläranlagen nacheinander folgende Reinigungsstufen:

- **Mechanische Reinigung:** In Mehrkammer-Absetzgruben erfolgt eine Trennung von Sinkschlamm und Schwimmschlamm. Absetzbare Stoffe und Schwimmstoffe werden aus dem Abwasser entfernt. Diese Behandlung allein genügt in der Regel nicht. In Mehrkammer-Ausfaulgruben findet durch anaerobe biologische Behandlung zusätzlich eine biologische Teilreinigung statt. Es wird aber keine vollständige Ausfaulung erreicht.
- **Biologische Reinigung:** In nachgeschalteten Anlagen erfolgt durch anaerobe-aerobe biologische Nachbehandlung eine biologische Reinigung bis zur Fäulnisunfähigkeit.
- **Abwassereinleitung:** Das mechanisch biologisch gereinigte Wasser wird entweder in ein Oberflächenwasser (Vorfluter) eingeleitet oder bei entsprechender Bodenverhältnissen im Untergrund verrieselt.
Eine chemische Reinigung findet bei Kleinkläranlagen in der Regel nicht statt.

Art der Abwasserbehandlung	Mögliche Abwasserverfahren	Ausführung und Bemessung der Anlagen nach:
mechanische Reinigung	Mehrkammergruben Mehrkammerausfaulgruben	DIN 4261 T1 Nr. 6.1.1 DIN 4261 T1 Nr. 6.1.2
biologische Reinigung	Filtergräben Sandfilterschächte Tropfkörperanlagen ohne oder mit Rückspülung Tauchkörperanlagen	DIN 4261 T1 Nr. 6.1.3 DIN 4261 T2 Nr. 5.2 DIN 4261 T2 Nr. 5.3
Abwassereinleitung	Untergrundverrieselung Sickerschächte Pflanzenkläranlagen Abwasserteiche	DIN 4261 T1 Nr.6.31 DIN 4261 T1 Nr. 6.4 ATV-Hinweisblatt 262 ATV-Hinweisblatt A 201

Abbildung 5-2: Zusammenstellung der Möglichkeiten der Abwasserreinigung in Kleinkläranlagen

Die Abwässer müssen nacheinander **alle drei Stufen** der Abwasserbehandlung durchlaufen. Eine mechanische Reinigung allein genügt in der Regel nicht.

Bemessungsgrundlagen:

Schmutzwasseranfall je Einwohner	150 l / Tag	= 1 E
Wohneinheiten mit einer Wohnfläche bis zu 35 m ²	2 Einwohner	= 2 E
Wohneinheiten mit einer Wohnfläche über 35 m ²	4 Einwohner	= 4 E

Abbildung 5-3: Bemessungsdaten bei Wohngebäuden nach DIN 4261, T1

5.5 Mechanische Reinigung

Mehrkammergruben dienen zur mechanischen Reinigung des Abwassers. Durch Verringerung der Fließgeschwindigkeit erfolgt eine Trennung in schwerere bzw. leichtere Verunreinigungsstoffe.

Bauweise: Mehrkammergruben werden in runder oder rechteckiger Form hergestellt. Sie besitzen 2, 3 oder 4 Kammern, wobei die erste Kammer bei Zweikammergruben mindestens die Hälfte des gesamten Inhaltes aufnehmen muß.

Außenwände und Sohle sind normalerweise betoniert bzw. aus Vollsteinen mit Zementmörtel gemauert und wasserdicht verputzt. Die Kammertrennwände erhalten Schlitze bestimmter Größe. Sie sollen ebenso wie die Tauchwand vor dem Abfluß ein Übertreten

von Schwimm- und Bodenschlamm verhindern. Die Anlagen müssen be- und entlüftet werden. Zu- und Ablaufleitungen sind mit der Nennweite 150 auszustatten: Die Zulaufleitung ist mit einem Absturz von 100 mm auszuführen, damit der Schwimmschlamm nicht die Lüftung über die Zulaufleitung unterbinden kann. Die Ablaufleitung ist mit rückstaufreier Mündung gegen Abfließen von Schwimmschlamm durch eine Tauchwand oder ein oben offenes T-Stück geschützt.

5.5.1 Mehrkammer-Absetzgruben, Mehrkammer-Ausfaulgruben

In DIN 4261 werden Mehrkammer-Absetzgruben und Mehrkammer-Ausfaulgruben beschrieben. Sie unterscheiden sich durch ihre Größe. Während Mehrkammer-Absetzgruben ein Nutzvolumen von 300 Liter pro Einwohner (l/E; Mindestgröße 3.000 l) haben müssen, sind Mehrkammer-Ausfaulgruben mit einem Nutzvolumen von 1.500 l/E (Mindestgröße 6.000 l) auszuführen.

Der auf den Abbau organischer Stoffe (BSB_5) bezogene Wirkungsgrad von Absetzgruben erreicht durch die Grobentschlammung des Abwassers im besten Fall etwa 25% bei einer Mindestaufenthaltszeit von 2 Tagen. Soweit keine biologische Reinigung nachgeschaltet ist, werden Absetzgruben nur als Provisorien zugelassen.

In einer Ausfaulgrube kommt es aufgrund der langen Aufenthaltszeit des Abwassers zu einer Ausfaulung (anaerober Abbau) des Schlammes, so daß der Wirkungsgrad hier bis zu 40% betragen kann. Die abfaulenden Schmutzkonzentrationen sind jedoch immer noch so hoch, daß eine Einleitung in Oberflächengewässer nicht akzeptabel ist, d.h. das Ablaufwasser muß noch nachbehandelt werden.

Zur Gewährung der notwendigen Temperatur für den Faulungsprozeß durch die Bakterien, ist eine Erddeckung von 30 cm erforderlich. Dieser Vorgang wird als "biologische Teilreinigung" bezeichnet.

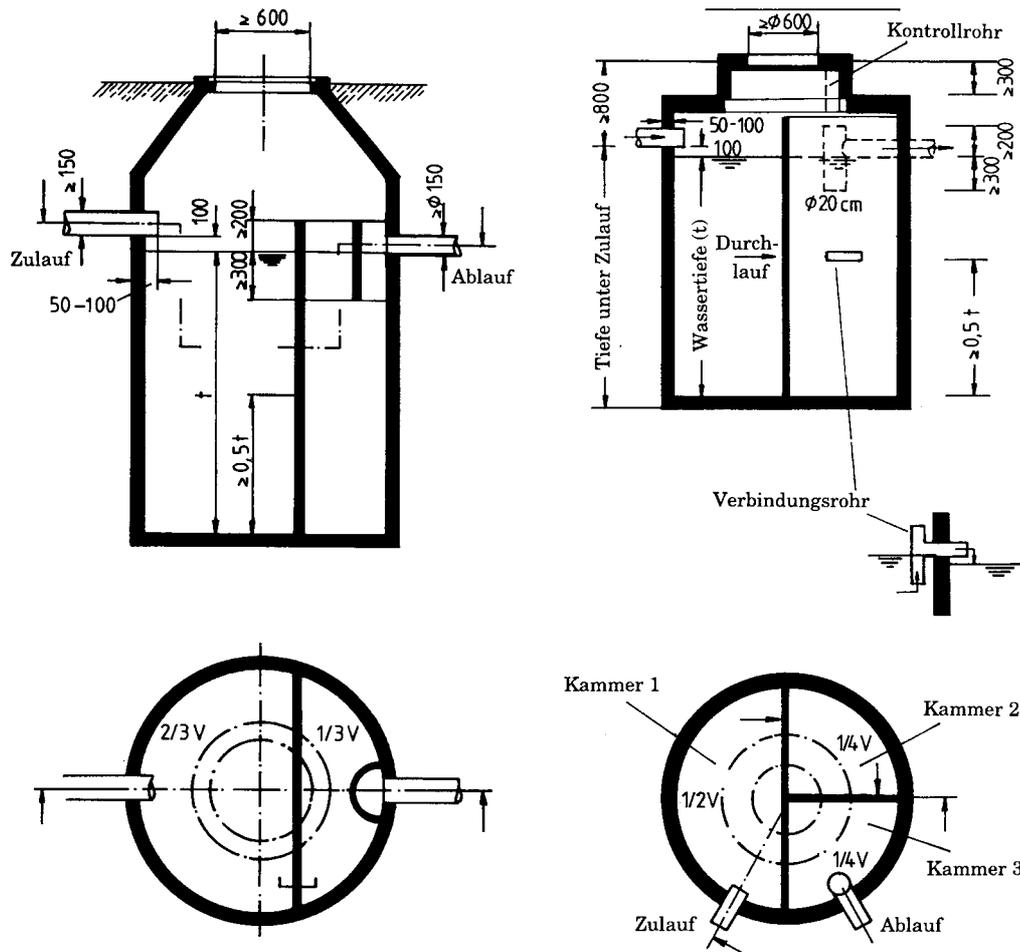


Abbildung 5-4: Zweikammerabsetzgrube

Dreikammergrube (Ba, S. 34)

5.6 Biologische Reinigung (mit Abwasserbelüftung)

5.6.1 Filtergräben

An Standorten ohne ausreichend wasserdurchlässige Böden oder mit hohem Grundwasserstand, ist nach der **DIN 4261** auch der Bau eines Sandfiltergrabens mit vorgeschalteter Mehrkammerausfallgrube möglich.

Filtergräben, in denen ein vorwiegend aerober Abbau der Schmutzstoffe erfolgt, bestehen aus zwei übereinander angeordneten Drainrohren mit einer lichten Weite von mindestens 100 mm und einer dazwischen liegenden Filterschicht von etwa 60 cm Höhe. Das mechanisch vorgereinigte Wasser (Dreikammerausfallgrube) wird, über die Verteilerkammer kommend, gleichmäßig auf den obersten Sand- bzw. Bodenkörperfilter verteilt. Aus dem oben liegenden Zuflußrohr versickert das Wasser. Anschließend wird es in dem unten liegenden Abflußrohr aufgefangen und dem Sammelschacht zugeleitet. Die unten und oben liegenden Leitungen sind getrennt zu entlüften. Pro angeschlossenen Einwohner werden 6 m Sickerleitung gefordert. Die Leitungen können auch im Abstand von 1 m parallel verlegt werden, so ergibt sich ein Filterbeet von 6 m²/Einwohner. Die Grabeneinzellänge darf 30 m nicht überschreiten.

Die für die Abwasserreinigung wichtigste Komponente, der Sandkörper, soll, um Verstopfungen zu vermeiden, aus Grobsand oder Feinkies aufgebaut sein. Bei einer Filtertiefe von 0,6 m ist der Wirkungsgrad aufgrund des groben Filtermaterials und der kurzen Aufenthaltszeiten des durchsickernden Abwassers gering. Da diese Anlagen unterirdisch angelegt sind, ist eine Kontrolle der Rohrleitungen nicht möglich. Allerdings kann die Reinigungsleistung durch die Entnahme von Ablaufproben überprüft werden.

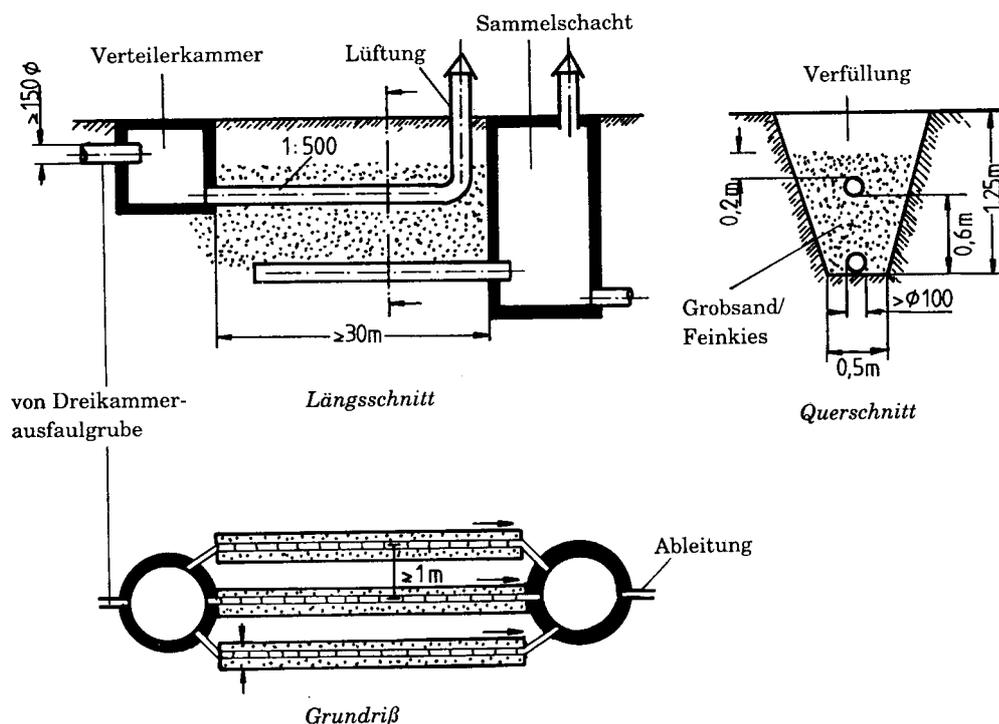


Abbildung 5-5: Filtergraben (Ba, S. 37)

5.6.2 Tropfkörperanlagen

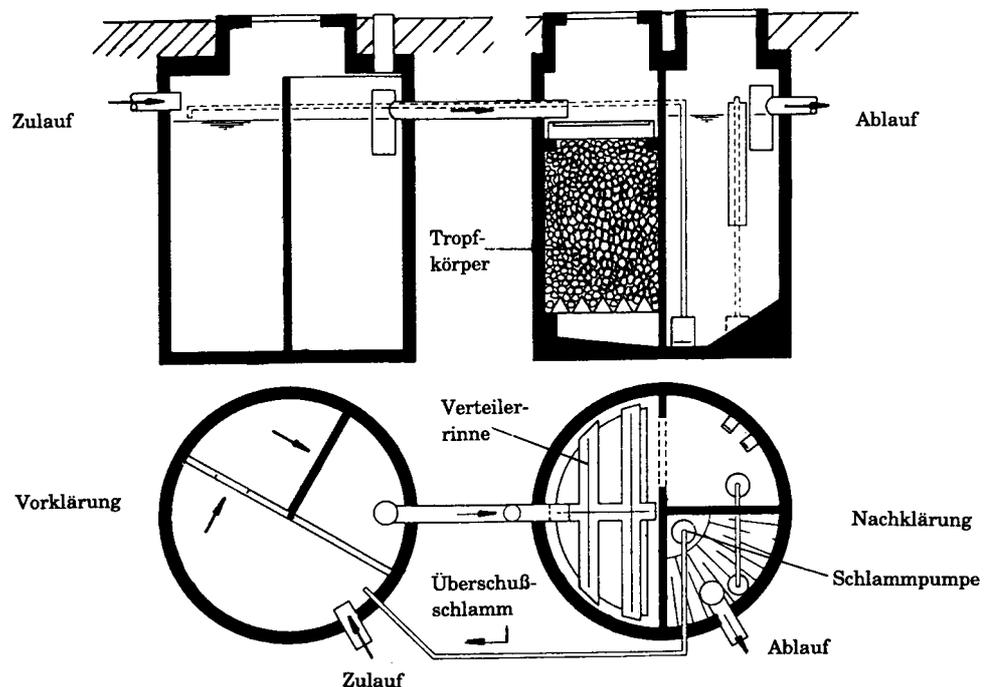


Abbildung 5-6: Tropfkörperanlage mit Dreikammergrube zur Vorreinigung (Ba, S. 39)

Tropfkörperanlagen sind ähnlich aufgebaut wie Filtergräben. Sie kommen ab etwa 10 Einwohnern in Frage.

Das entschlammte und teilbiologisch vorgereinigte Wasser wird über Füllstoffe mit Filterwirkung und große Oberfläche verrieselt. Dabei werden die organischen Schmutzstoffe unter reichlich Sauerstoffzufuhr durch aerobe Bakterien in geruchsfreie, fäulnisunfähige, mineralische Substanzen umgewandelt.

Wirkungsweise: Über gleichmäßig verteilte Rinnen verrieselt das vorgereinigte Schmutzwasser über eine mindestens 1,50 m hohe Packung aus abgestuftem Filtermaterial

(Mindestvolumen 2 m^3). Die einzelnen Lagen der Füllschichten (Lavaschlacke, Koks oder Spezial-Kunststoffkörnung) sind von oben nach unten in verschiedenen Korngrößen abgestuft: von 16/40 bis 80/150 (s. DIN 19557 - Füllstoffe für Tropfkörper). Die im Füllmaterial angesiedelten Bakterien ("biologischer Rasen") bewirken unter ständiger Durchlüftung des Füllkörpers den biologischen Abbau der im Wasser gelösten organischen Schmutzstoffe. Da die Sickerpackung meist wärmer ist als ihre Umgebung, stellt sich ein ständiger Luftzug von unten nach oben ein (Kaminwirkung).

Es empfiehlt sich eine Anlage mit **Rückspülung**, bei der der Schlamm und ein Teil des Wassers, aus dem Nachklärung des Tropfkörpers mittels einer Pumpe periodisch wieder der Vorklärung zugeführt wird. Auf diese Weise wird der biologische Abbau von Schmutzstoffen intensiviert und der biologische Rasen auch über längere Phasen ohne Abwasserzuflüsse lebensfähig gehalten.

Tropfkörperanlagen ohne Rückspülung haben den Nachteil, daß mehrtägige Betriebsunterbrechungen zum Austrocknen und dadurch zum Absterben des biologischen Rasens führen. Danach wieder einsetzende Befeuchtung fördert ein biologisches Bewachsen innerhalb der Füllschicht. Sofern sich dieser Vorgang wiederholt, wachsen die luftführenden Hohlräume zu. Dies hat ein Wechseln der Filterschicht zur Folge.

5.7 Abwassereinleitung

5.7.1 Untergrundverrieselung

Bei günstigen Bodenverhältnissen ist dies die beste Art der Abwasserbehandlung. Sie setzt allerdings große und nicht bebaute erweiterungsfähige Flächen voraus. Der Grundwasserspiegel darf nicht zu hoch liegen, da das Wasser eine ausreichend lange Strecke in filterfähigem Boden passieren sollte, bevor es dem Grundwasser zugeleitet wird. Im Anschluß an eine anaerobe Vorklärung in Mehrkammer-.Ausfaulgruben wird das Wasser über eine Verteilerkammer stoßweise einem Drainsystem zugeführt. Das System ist so auszubilden, daß mindestens zwei einzelne Stränge von maximal 30 m Länge an das Erdreich abgehen. Beim Absinken ins Erdreich erfährt das Abwasser eine physikalisch/chemische wie auch aerob/anaerobe nachträgliche Aufbereitung.

Die Gesamtlänge der Rohrleitung richtet sich nach der Aufnahmefähigkeit des Bodens. Als Richtwerte gelten:

- 10 m pro Einwohner bei Kies- oder Sandböden
- 15 m pro Einwohner bei lehmigen Sand
- 20 m pro Einwohner bei sandigen Lehm

Am Ende der Sickerstränge sind Lüftungsrohre anzubringen. Voraussetzung für Verrieselungsanlagen ist eine ausreichend große unbebaute Fläche ohne Baumbestand mit aufnahmefähigen Boden. Wurzeln von Bäumen und großen Sträuchern könnten ansonsten das Drainsystem verstopfen. Es sollte darauf geachtet werden, daß in jedem Fall eine Erweiterung des Rieselnetzes möglich ist.

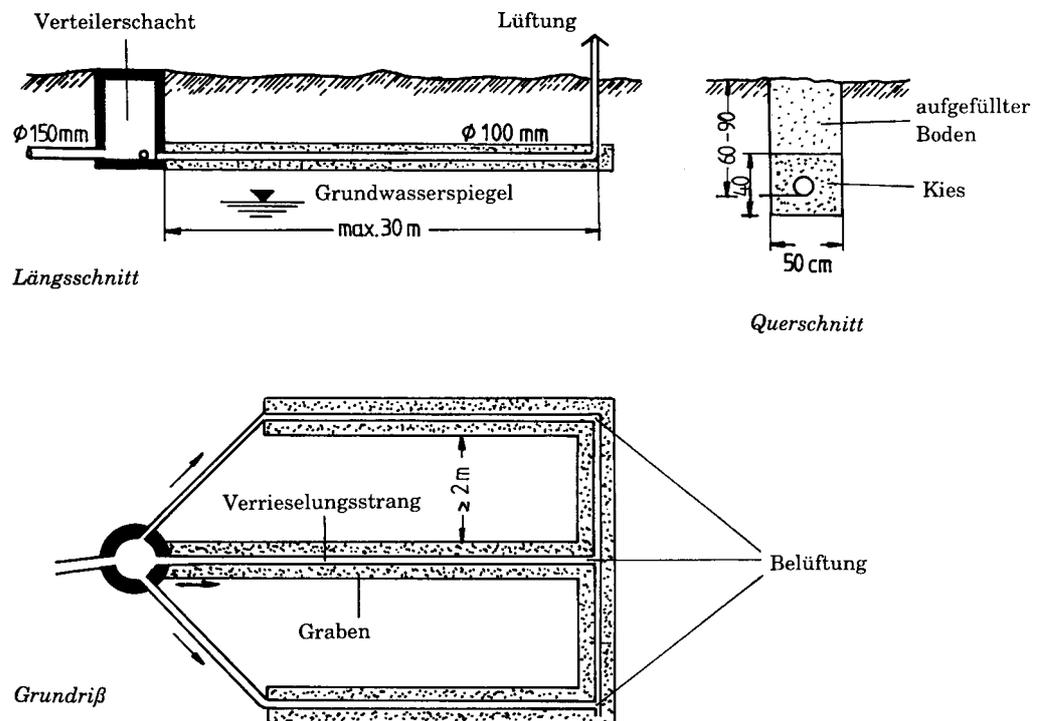


Abbildung 5-7: Untergrundverrieselung (Ba, S. 36)

5.8 Pflanzenkläranlagen

Pflanzenkläranlagen: ein mit Röhrichtpflanzen (Sumpfpflanzen, botanisch: Helophyten) ausgestattetes Beet, in das Abwasser eingeleitet wird.

Naturnahe Abwasserverfahren lassen sich grob in Teich und Landbehandlungsverfahren einteilen, wobei die Pflanzenkläranlagen im Grenzbereich zwischen beiden Methoden angesiedelt werden können. Bei den Teichverfahren werden die Abwasserinhaltsstoffe durch Mikroorganismen, die sich im Teichwasser befinden, umgesetzt, bei den Landbehandlungsverfahren dagegen durch Mikroorganismen, die sich im Boden entwickeln. Die naturnahen Verfahren unterscheiden sich von den technischen durch einen größeren Flächen- oder Raumbedarf. Dieser liegt in der Regel um den Faktor 10 - 100 höher als bei technischen Anlagen. Allerdings ist der landwirtschaftliche Wert von 2.500 m² Schilffläche einer Pflanzenkläranlage weitaus höher einzuschätzen als der Landschaftsverbrauch einer nur 250 m² großen kommunalen Kläranlage. Pflanzenkläranlagen sind eine Optimierungsvariante altbekannter naturnaher Verfahren.

In Pflanzenkläranlagen erfolgt die biologische Reinigung durch eine sogenannte Wurzelraumsorgung, bei der die biologischen und chemischen Abbauprozesse in einer 30 - 100 cm starken Bodenschicht im Wurzelbereich von Sumpfpflanzen (z.B. Schilfge-

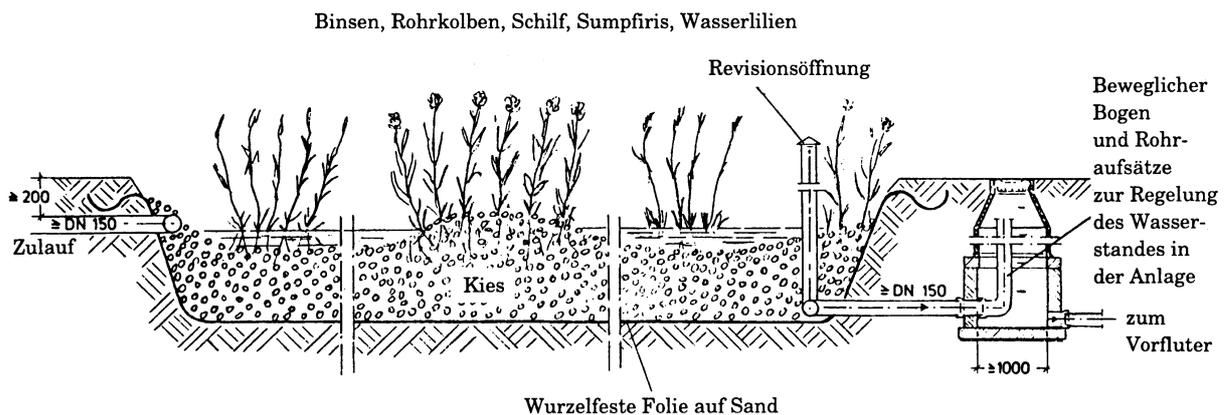
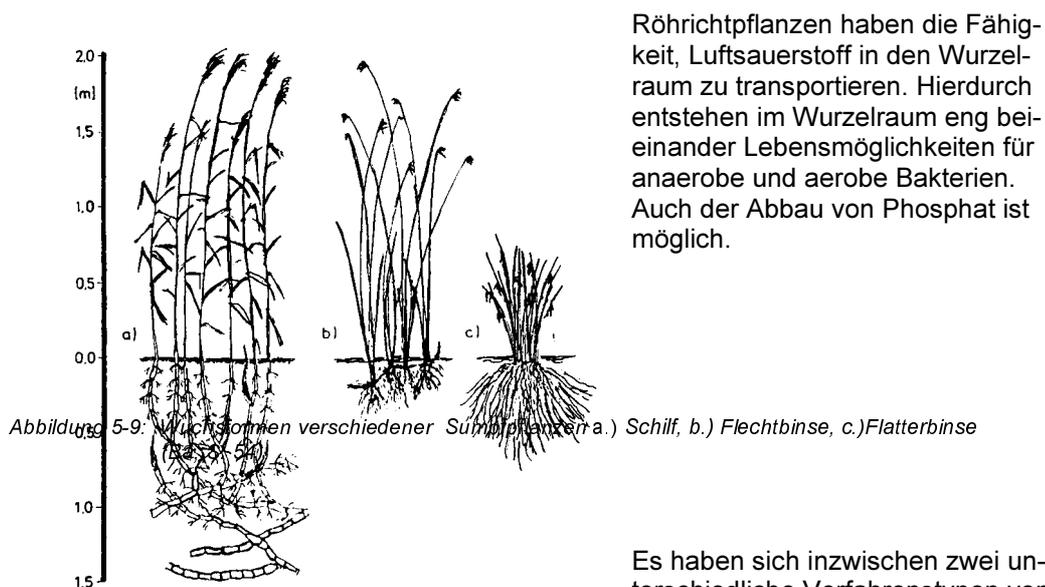


Abbildung 5-8: Pflanzenkläranlage "System Mettmann" nach LWA 1989

wächse, Binsen, Rohrkolben, Sumpfschwertlilien) erfolgen. Die Bodenschicht besteht entweder aus Sand oder Kies oder aus bindigem Boden.



Röhrichtpflanzen haben die Fähigkeit, Luftsauerstoff in den Wurzelraum zu transportieren. Hierdurch entstehen im Wurzelraum eng beieinander Lebensmöglichkeiten für anaerobe und aerobe Bakterien. Auch der Abbau von Phosphat ist möglich.

Es haben sich inzwischen zwei unterschiedliche Verfahrenstypen von Pflanzenkläranlagen etabliert:

- a) Horizontal durchflossene und kontinuierlich beschickte Beete
- b) Vertikal durchflossene und intermittierend beschickte Beete

5.8.1 Horizontal durchflossene Beete

Bei diesen überwiegend durch Schilf bepflanzen Anlagen fließt das abgesetzte Abwasser von einer Stirnseite in ein ca. 60 - 80 cm tiefes Beet, das auf den ersten 30 - 50 cm mit Schotter angefüllt ist, damit sich das Wasser über die gesamte Einsickerfläche verteilen kann. Es fließt dann horizontal durch den Boden. Auf der gegenüberliegenden Seite wird es über einen, im Schotterbeet verlegten, Drainagestrang gesammelt und abgeführt.

Die Einfachheit der horizontal durchflossenen Beete muß erkauft werden mit einem Mindestflächenbedarf von 5 m^2 pro Einwohner und geringen Nitrifikationsraten. Um Nitrifikationsraten zu erreichen, die heute für größere Kläranlagen gefordert werden, sind Flächen von mindestens 10 m^2 pro Einwohnerwert vorzusehen.

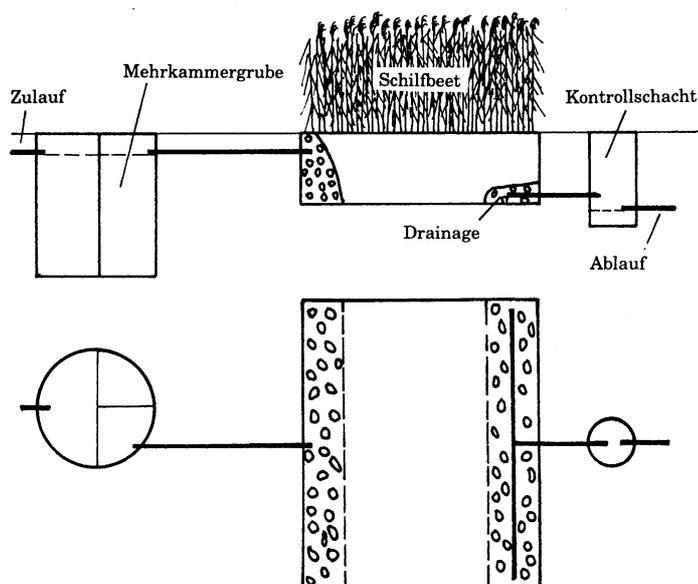


Abbildung 5-10: Prinzip des Horizontalfilters (Ba, S. 58)

5.8.2 Vertikal durchströmte Beete:

Bei diesem mit Schilf und anderen Sumpfpflanzen ca. 1 m tiefen Beeten wird das abgesetzte Abwasser intervallweise über Sickerrohre oder durch Schwallbeschickung auf die Beete aufgebracht. Nach der vertikalen Bodenpassage wird das Wasser über Drainrohre abgenommen.

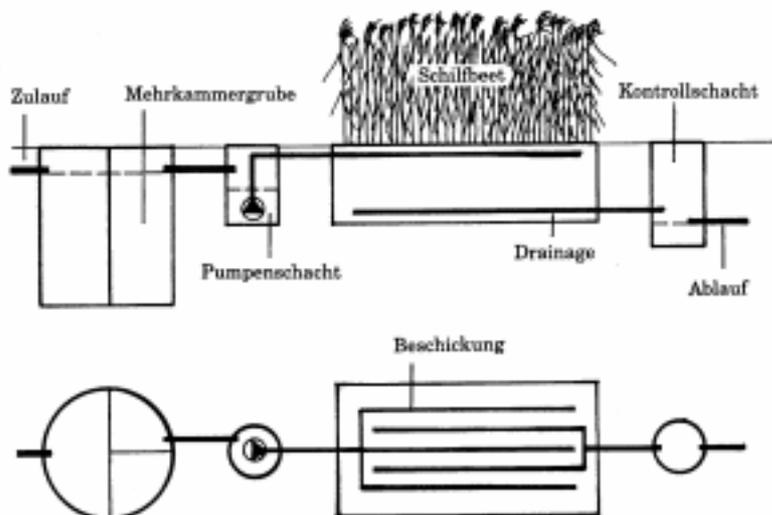


Abbildung 5-11: Prinzip des Vertikalfilters (Ba, S. 61)

Stoßweise beschickte Vertikalfilter erreichen bei einem geringen Flächen- und Raumbedarf von 2 - 3 m³ pro EGW gute Abbauleistungen. Ihre Effektivität muß aber mit der Installation eines intelligenten Beschickungssystems erkauft werden, das nicht ohne leistungsstarke Pumpen auskommt.

5.8.3 Bemessung

Zur Größe von naturnahen Abwasserreinigungsanlagen gibt es in der Literatur sehr unterschiedliche Angaben.

Die nachfolgenden Größenangaben sind nur ungefähre Anhaltswerte. Voraussetzung ist eine vorhergehende mechanische Reinigung, mindestens in einer Mehrkammergrube.

Art der Anlage	Abwasserteich		Pflanzenkläranlage	
	belüftet	unbelüftet	Sand/Kies	bindiger Boden
Fläche	2 - 5 m ² / E	10 - 20 m ² / E	2 - 6 m ² / E	5 - 10 m ² / E
Tiefe	1,0 m	1,2 m	0,3 - 1,0 m	0,3 - 0,5 m
	Je nach Beschaffenheit sind gewisse Mindestflächen einzuhalten!			

Abbildung 5-12: Größenbedarf naturnaher Abwasserreinigungsanlagen (Pi, C 28/2)

Aus hygienischen Gründen und auch vom Flächenbedarf her werden Pflanzenbeete und unbelüftete Teichkläranlagen in der Regel auf Außenbereiche beschränkt sein. Auf jeden Fall ist nach dem Wasserhaushaltsgesetz § 7 für die Abwassereinleitung eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich.

Einzelheiten siehe Fachliteratur (z.B. [C.06]) sowie Hinweise für:

- Pflanzenbeetanlagen : ATV-Hinweisblatt H 262
- Abwasserteichanlagen:ATV-Arbeitsblatt A201

6 Warmwasser

6.1 Konventionelle Warmwasserbereitung

6.1.1 Elektrisch betriebene Warmwasserbereiter

- **Elektro-Boiler:**
 - Kochendwassergeräte
 - Badeboiler
- **Elektro-Durchlauferhitzer:**
 - hydraulisch gesteuerte Geräte
 - thermisch gesteuerte Geräte
 - elektronisch geregelte Geräte
 - Durchlaufspeicher als Kombination von Durchlauferhitzer und Speicher

Elektro-Boiler

Elektro-Boiler sind zur Bereitung von heißem Wasser zum sofortigen Verbrauch bestimmt. Sie besitzen keine Wärmedämmung und werden kurz vor der beabsichtigten Wasserentnahme auf eine einstellbare Warmwassertemperatur eingeschaltet. Die Geräte sind drucklos, preisgünstig und wirtschaftlich im Betrieb. Sie können jeweils nur eine Zapfstelle versorgen.

Kochendwassergeräte werden in erster Linie in Küchen über der Spüle zur kurzfristigen Bereitung von heißem Wasser für Getränke und zum Spülen installiert. Sie werden komplett mit Entnahmematur geliefert und direkt über eine Schutzkontaktsteckdose angeschlossen. Der Behälter (meist aus Glas) ist mit einer Inhaltsskala versehen, so daß vor Inbetriebnahme genau die gewünschte Wassermenge abgefüllt werden kann. Die Aufheizzeit für 1l Wasser auf 100 °C beträgt etwa 3 Minuten. Küchengeräte haben eine Füllmenge bis zu 5 l, für gewerbliche Zwecke, z.B. für Teeküchen und gastronomische Betriebe, gibt es auch entsprechend größere Geräte mit 10, 15, 20, 30 und 60l Wasserinhalt.

Badeboiler sind einfache, drucklose Behälter aus Kupfer ohne Wärmedämmung, außen weiß einbrennlackiert, zur Versorgung für eine Dusche oder für eine Badewanne.

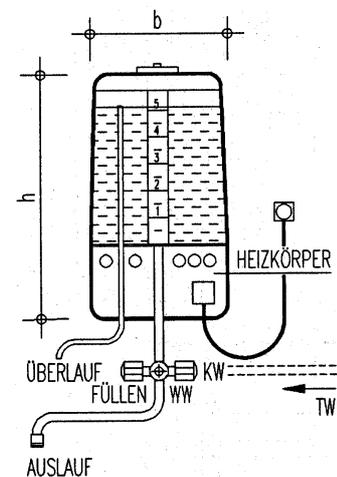


Abbildung 6-1: Kochendwassergerät 5 l
(Pi, B 35/2)

Die Geräte erhalten eine Überlauf-Mischbatterie.

Die Temperatur ist stufenlos einstellbar zwischen 35 und 85 °C. Die Aufheizzeit beträgt bei 85 °C und 6 kW etwa 1 bis 1^{1/4} Stunden.

Wegen ihres eingeschränkten Benutzungskomforts werden Boiler in Bädern bei Neuanlagen nur noch selten ausgeführt.

Obwohl Strom als Energie relativ teuer ist und den höchsten Primärenergiebedarf aufweist, sind Elektro-Heißwasserbereiter wegen der einfachen Montage, Bedienungsfreundlichkeit und der guten Regelbarkeit bei kleineren Geräten für die örtliche Warmwasserbereitung, insbesondere bei der Wohnungsmodernisierung, die am meisten verwendeten Geräte.

Auch von den Betriebskosten her sind sie unter Berücksichtigung der Kapitalkosten meist günstiger als andere Warmwasserbereiter.

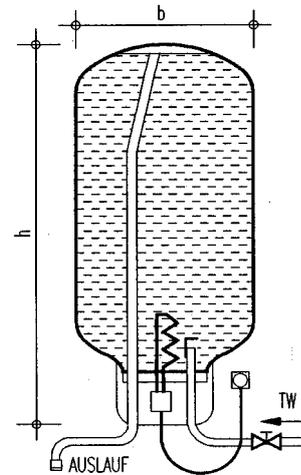


Abbildung 6-2: Badeboiler 60 - 80l

Geräteart	Nenninhalt	l	Kochendwassergerät			Badeboiler	
			5	15	30	60	80
Anschlußwert	1)	kW	2	2 - 4	2 - 4	2 - 6	2 - 6
Abmessungen 2)							
Breite	<i>b</i>	cm	30	35	35	Ø 36	Ø 38
Tiefe	<i>t</i>	cm	20	25	35	ca. 40	ca. 42
Höhe	<i>h</i>	cm	40	50	70	85	105
1) Bei einigen Geräten ist die Leistungsaufnahme umschaltbar. Bei Geräten mit kleinerer Leistungsstufe ist die Aufheizzeit entsprechend länger. 2) Ungefähre maximale Abmessungen ohne Armaturen							

Abbildung 6-3: Leistung und Abmessung von Elektro-Boilern (Pi, B 35/1)

Elektro-Durchlauferhitzer

Durchlauferhitzer sind geschlossene Wassererwärmer mit hoher Heizleistung und hohem Wirkungsgrad (bis zu 99 %), in denen das Wasser während des Durchfließens erwärmt wird. Um die erforderliche Wärmeleistung zu erbringen, sind relativ hohe Anschlußwerte erforderlich (Genehmigung durch das zuständige EVU).

Die Geräte können eine oder auch mehrere Zapfstellen (allerdings nicht gleichzeitig) versorgen. Für Anlagen mit größerem gleichzeitigen Warmwasserbedarf sind sie nicht geeignet.

Besonders wirtschaftlich sind neuere dezentrale Klein-Durchlauferhitzer für Waschbecken oder Küchenspüle mit 2,7 - 6,5 kW.

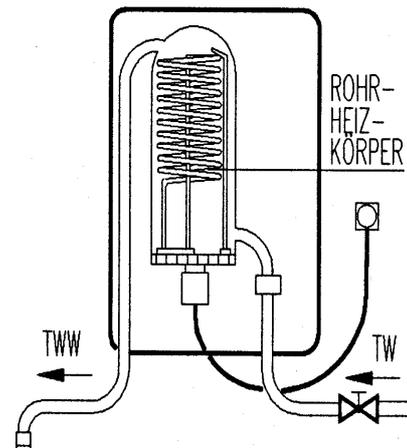


Abbildung 6-4: Elektro-Durchlauferhitzer (Pi, B 36/1)

Hydraulisch gesteuerte Elektro-Durchlauferhitzer

schalten die Heizleistung durch einen Differenzdruckschalter in Abhängigkeit von der jeweiligen Wasserdurchflußmenge. Es ist ein gewisser Mindestfließdruck erforderlich. Bei kleineren Zapfmengen, Druckschwankungen und bei Einhebelmischern mit höheren Druckverlusten können sich dadurch evtl. Probleme ergeben.

Zweikreisgeräte arbeiten mit zwei verschiedenen Durchflußmengen bei halber bzw. voller Leistung.

Thermisch geregelte Elektro-Durchlauferhitzer regeln die Heizleistung unabhängig vom Wasserdruck über einen Temperaturregler, was insbesondere bei geringen und schwankenden Zapfmengen und Einhebelmischern vorteilhaft ist.

Sie besitzen einen druckfesten und wärme gedämmten Wasserbehälter von 2,5 bis 15 l Inhalt. Ist der Wasservorrat entnommen, gehen die Geräte in den Durchlauferhitzerbetrieb über.

Die Wasser-Entnahmetemperatur ist auf etwa 65 °C begrenzt. Die Geräte sind mit einer Sicherheitsarmatur und durch einen Sicherheitstemperaturbegrenzer ausgerüstet.

Elektronisch geregelte Elektro-Durchlauferhitzer sind neuere Geräte, die - unabhängig von der Entnahmemenge und vom Wasserdruck - eine vorgewählte, stufenlos einstellbare Wassertemperatur zwischen etwa 35 und 60 °C liefern.

Vorteile von Durchlauferhitzern:

- geringe Abmessungen, gute Unterbringmöglichkeiten
- preisgünstig Im Vergleich zu Boilern und Speichergeräten
- hoher Wirkungsgrad (fast 100 %), da keine Stillstandsverluste
- gute Regelbarkeit bei geringen Zapfmengen und Einzelgeräten

Nachteile von Durchlauferhitzern:

- bei größerer Zapfmenge oder Gruppenversorgung mehrerer Zapfstellen ist die Temperatur bzw. Durchflußmenge begrenzt
- neigen bei hartem Wasser leicht zu Kesselsteinbildung
- bedingt durch die kurzfristig zu erbringende Leistung hohe Anschlußwerte, die evtl. nicht möglich sind
- billiger Nachtstrom kann z.B. bei Elektrogeräten nicht ausgenutzt werden.

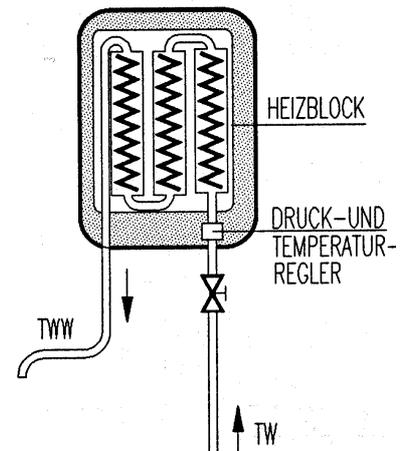


Abbildung 6-5: Durchflußwasser-erwärmer (Pi, B 31/2)

6.1.2 Warmwasserbereitung mit Gas

Gas als umweltfreundlicher und relativ billiger Brennstoff ist für örtliche Warmwasserbereiter wegen der schnellen Verfügbarkeit und der hohen Energiedichte gut geeignet.

Bei den Gas-Wasserheizern werden unterschieden

- Gas-Durchlaufwasserheizer als
 - Klein- Wasserheizer (Typ 125)
 - Groß-Wasserheizer (Typ 250, 325, 400)
- mit Schornsteinanschluß, d.h. es muß eine ausreichende Menge Verbrennungsluft aus dem Raum vorhanden sein. Die stark wasserdampfhaltigen Abgase müssen problemlos über einen Gasschornstein abgeführt werden können.
- mit Außenwandanschluß, d.h. raumluftunabhängig. Diese Geräte sind gegenüber dem Raum luftdicht abgeschlossen. Sie erhalten ihre Verbrennungsluft über ein Frischluftrohr aus dem Freien und geben die Abgase über ein zweites Rohr wieder nach draußen ab. Ein Schornstein ist für diese Wasserheizer also nicht erforderlich. Es werden deshalb auch keinerlei Anforderungen an das Raumluftvolumen gestellt.

Gas-Durchlaufwassererhitzer

Gas-Durchlaufwasserheizer werden meistens hydraulisch, d.h. abhängig von der Wasserdurchlaufmenge, gesteuert. Neuere Geräte arbeiten auch mit einer thermisch gesteuerten Gasregelung, d.h., die Brennerleistung kann unabhängig von der Wasserdurchflußmenge der gewünschten Temperatur angepaßt werden.

Es werden Geräte mit **Schornsteinanschluß** oder **Außenwandgeräte** mit Zuluft- und Abgasrohr In einem Mauerkasten (b =15- 25 cm, h =25 - 35 cm) angeboten. Die Maße - fabrikatabhängig verschieden - der Außenwandgeräte entsprechen etwa denen der Geräte mit Schornsteinanschluß In der nachfolgenden Tabelle. Die Typenbezeichnung gibt die Nennwärmeleistung in kcal/min (entsprechend -70 W) an.

Klein-Wasserheizer Typ 125 versorgen einzelne kleinere Entnahmestellen wie Küchenspüle und Dusche.

Groß-Wasserheizer Typ 250 (275), 325 (350) und 400 versorgen Waschtisch, Dusche und ggf. Badewanne sowie Küche.

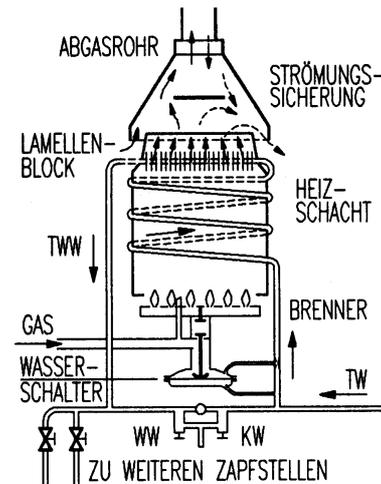


Abbildung 6-6: Prinzip eines Gas-Durchlaufwasserheizers (Pi, B 34/1)

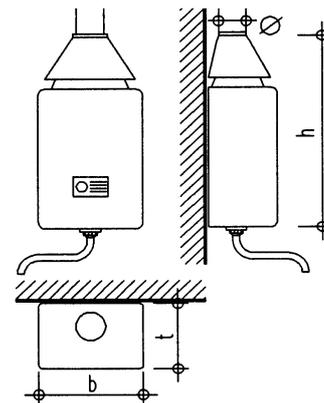


Abbildung 6-7: Gas- Durchlaufwasserheizer (Pi, B 34/1)

Gerätebezeichnung		125	250	325	400
Nennwärmeleistung	kW	8,75	17,5	22,7	28
Warmwasserleistung z.B. bei 35 °C	l/min	5	11	14	16
Breite <i>b</i>	¹⁾ cm	27	36	40	46
Tiefe <i>t</i>	¹⁾ cm	19	22	22	22
Höhe <i>h</i>	¹⁾ cm	65	68	76	76
Mindestwasserdruck	bar	0,2	0,3	0,4	0,45
KW-Anschluß	DN	15	15	15	15
WW-Anschluß	DN	10	15	15	15
Gasanschluß	DN	15	20	25	25
Abgasrohr-Ø	cm	9	11	13	13
¹⁾ Maße fabrikatabhängig unterschiedlich					

Abbildung 6-8: Gas-Durchlauferhitzer mit Schornsteinanschluß. Leistungen, ungefähre Abmessungen und Anschlüsse (Pi, B 34/2)

6.2 Brennwert-Kessel

Im Gegensatz zu herkömmlichen Gas-Kombi-Thermen, die einen bestimmten Rest an Abgaswärme brauchen, einerseits um den thermischen Auftrieb der Abgase zu gewährleisten, andererseits um nicht zu viel Kondensat im Abgasschornstein ausfallen zu lassen, arbeiten Gas-Geräte in Brennwert-Technik als Kondensationsheizgeräte.

Der Wasserdampf, der bei der Verbrennung von Kohlenwasserstoffen entsteht, wird an einem Abgaswärmetauscher aus Edelstahl zur Kondensation gebracht. Dabei wird Energie (Latentwärme) frei, die bei herkömmlichen Gas-Geräten nicht genutzt wird (Brennwert H_o , oberer Heizwert). Normalerweise wird mit dem Heizwert H_u (unterer Heizwert) gerechnet, der allerdings nicht die im Wasserdampf gebundene Energie berücksichtigt. Durch die Ausnutzung der Kondensationswärme können Wirkungsgrade über 100% erzielt werden.

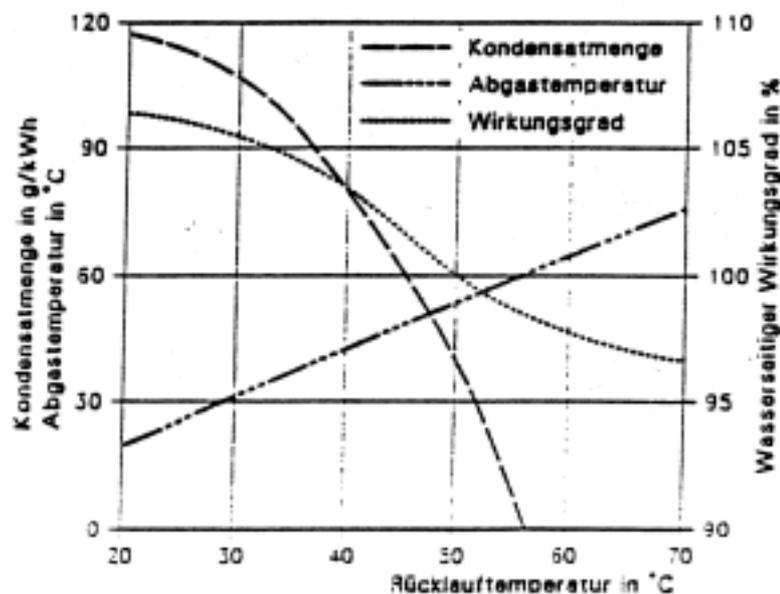


Abbildung 6-9: Abgastemperatur, Wirkungsgrad und Kondenswassermenge in Abhängigkeit zu der Rücklaufemperatur (SBZ 5, 1993)

Brennwertgeräte können nur als Niedertemperatur-Heizsysteme effizient arbeiten, da die Rücklaufemperatur (der Rücklauf des Heizsystems durchläuft den Abgas-Wärmetauscher) unterhalb des Taupunktes des Wasserdampfes in den Abgasen liegen muß (55 - 60°C). Oberhalb dieser Temperatur findet keine Kondensation mehr statt. Für die Warmwasserbereitung sind keine höheren Rücklaufemperaturen nötig, so daß in diesem Fall ein Brennwertgerät mit über 100% Wirkungsgrad arbeiten kann.

Der Vorteil dieser Geräte besteht darin, daß sich die Geräte jeder gewünschten Temperatur anpassen kann. Auch kleinste Wassermengen können mit konstanter Temperatur gezapft werden.

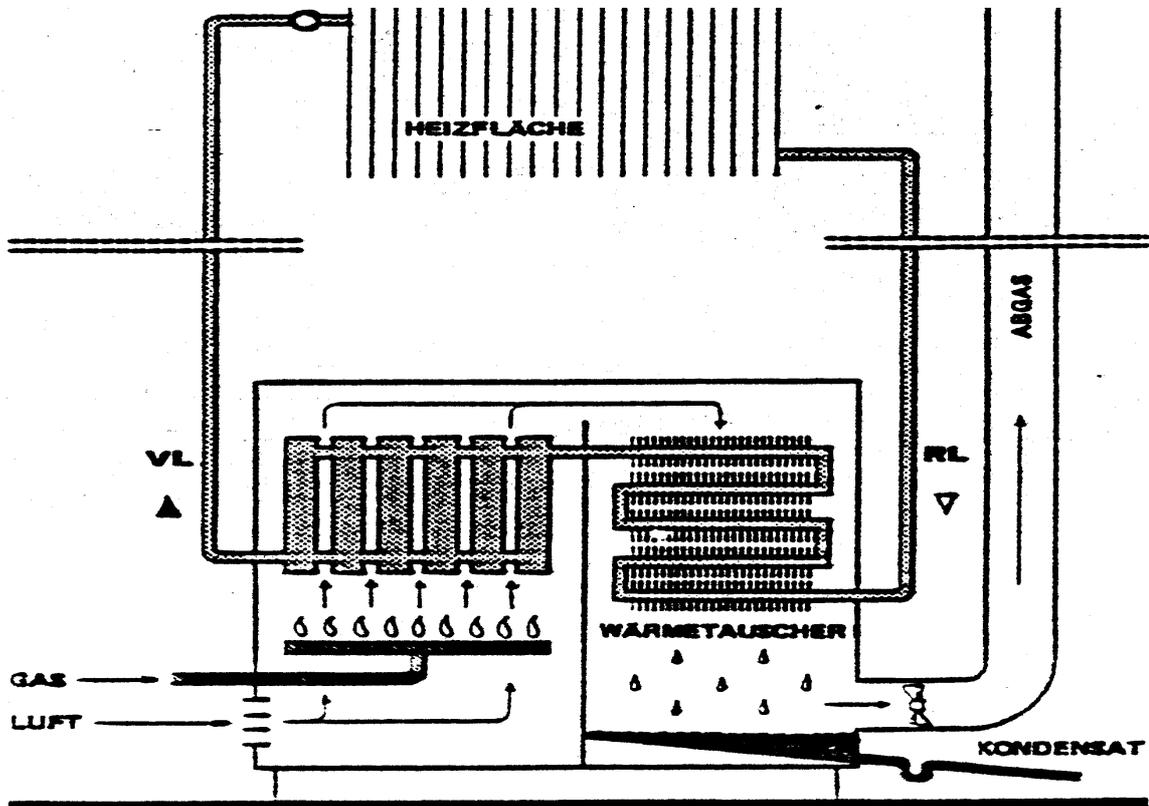


Abbildung 6-10: Funktionsschema eines Brennwertkessels (Wellpott, 1992 S.231)

6.2.1 Kombigeräte

Als Kombigeräte (Gas-Kombi-Therme) übernehmen Gas-Wasserheizer auch die Heizwasserversorgung eines Warmwasser-Heizsystems. Neue Geräte arbeiten mit automatischer Zündung (Wegfall der ständig brennenden Zündflamme).

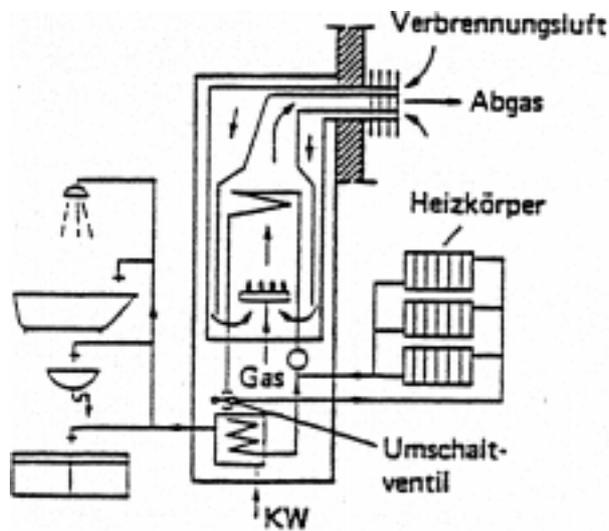


Abbildung 6-11: Kombigerät als Umlauf-Gaswassergerät für Heizung und Warmwassererwärmung mit Außenwandanschluß

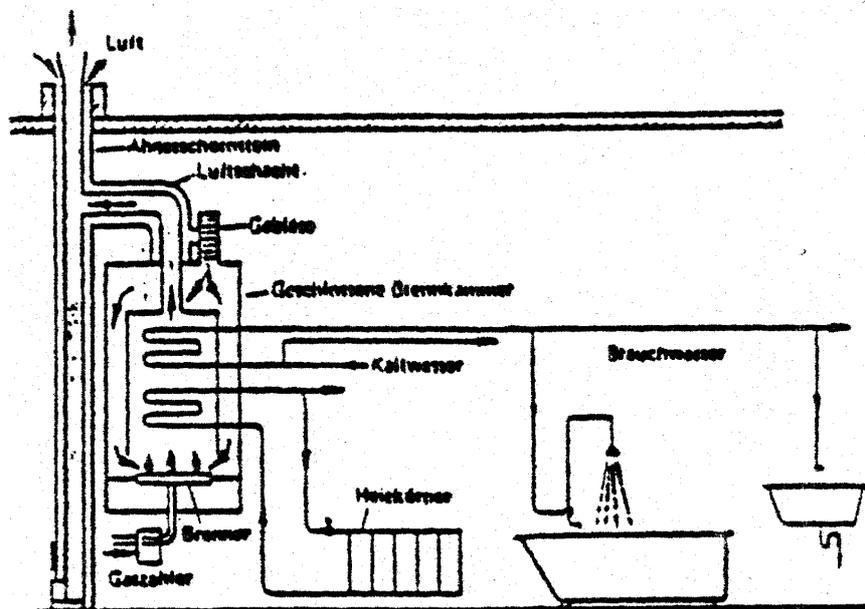


Abbildung 6-12: Kombigerät mit Anschluß an ein Luft-Abgasschornstein (SBZ 2, 1993)

6.3 Warmwasser-Bereitung durch Solarenergie

6.3.1 Aufbau und Wirkungsweise einer Solaranlage

Jede Solaranlage besteht grundsätzlich aus Sonnenkollektoren zum Einfangen der Sonnenenergie, aus einem geschlossenen Warmwasserspeicher zum Speichern von Warmwasser und einer Regelung, die den Transport der Wärme vom Kollektor zum Warmwasserspeicher bei entsprechend hohen Temperaturen steuert.

6.3.2 Kollektoren

Kollektoren sind selektiv beschichtete, in der Regel schwarze Absorberflächen, die die Energie der auftretenden direkten und diffusen Sonnenstrahlung nahezu vollständig in Wärme umwandeln und an ein Wärmeträgermedium (meist eine Soleflüssigkeit aus Wasser mit Frostschutzzusatz) abgeben.

Zur Minimierung der Wärmeverluste ist der Kollektor an der Oberseite mit einer sonnenstrahlungsdurchlässigen Abdeckung aus Glas oder Kunststoff abgedeckt und an der Unterseite mit einer hitzebeständigen Wärmedämmung versehen (Flachkollektor). Günstigere Werte erzielen **evakuierte** Kollektoren, bei denen ein Vakuum im Kollektor die Wärmeabgabe vermindert (Vakuum - Röhrenkollektoren).

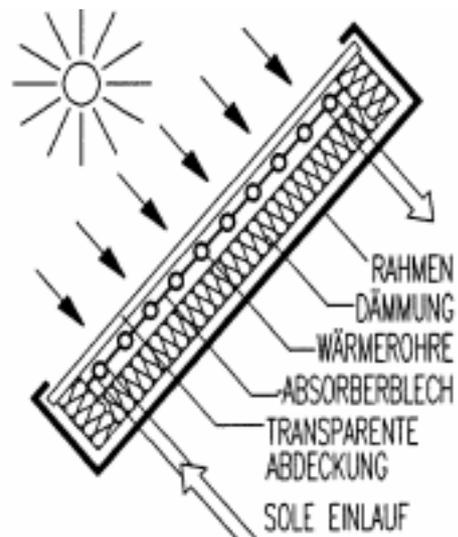


Abbildung 6-13: Schematischer Aufbau eines Flachkollektors (Pi, B 47/3)

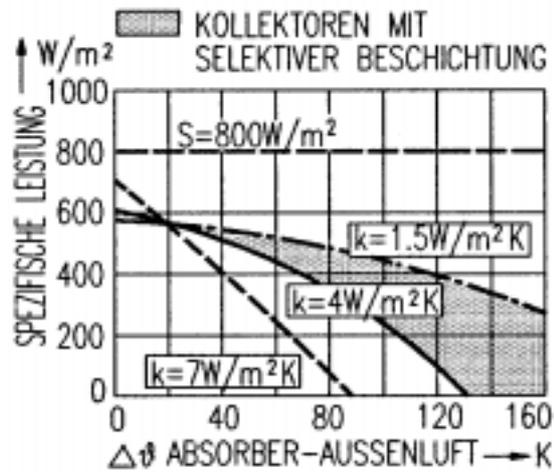


Abbildung 6-14: Leistungsbereiche verschiedener Kollektoren bei $800 W/m^2$ Einstrahlung (Pi, B 47/4)

Die Kollektor-Nutzleistung, die zur Warmwasserbereitung zur Verfügung steht, ist von verschiedenen Faktoren abhängig:

- Transmissionsgrad der Kollektorabdeckung, angegeben durch den Faktor τ , z.B. bei Klarglas $\tau = 0,9$
- Absorptionsgrad der schwarzen Fläche des Absorbers, angegeben durch den Faktor α , z.B. $\alpha = 0,95$. Damit betragen die gesamten Intensitätsverluste, auch "optische Verluste" des Kollektors genannt, z.B. 15 % ($100 - 0,9 \times 0,95$)
- Wärmeverluste des Kollektors aus Strahlungs- und Konvektionsverlusten, die mit zunehmender Obertemperatur des Kollektors zu seiner Umgebung linear zunehmen.

Erforderliche Kollektorfläche für einen 4-Personen-Haushalt			
– übliche Flachkollektoren		etwa 6 - 8 m ²	
– Vakuum-Röhrenkollektoren		etwa 4 - 5 m ²	
Kollektor-Anordnung		Sommer	Winter
Neigungswinkel α zur Horizontalen	– optimal	25 - 40°	60 - 75°
	– geeignet	20 - 60°	40 - 90°
mögliche Abweichung von der Süd- ausrichtung nach Osten oder Westen		±55°	±35°

Abbildung 6-15: Bemessung und Anordnung von Kollektoren zur Warmwasser-Bereitung (Pi, B 47/2)

Wirkungsweise

Die durch die transparente Abdeckung von Sonnenkollektoren einfallende direkte Sonnenstrahlung, sowie im geringen Umfang auch die diffuse Strahlung, erwärmen einen selektiv beschichteten Absorber, der die Wärme an die im bzw. unter dem Absorber liegenden Soleleitungen abgibt.

Bei entsprechend hoher Oberflächentemperatur der Soleflüssigkeit (Wasser mit Frostschutzzusatz) wird mittels einer Umwälzpumpe die Wärme über einen im Warmwasserspeicher angeordneten Wärmetauscher an das Warmwasser abgegeben.

Neben den Flachkollektoren gibt es Vakuum-Röhrenkollektoren, bei denen der Wärmetransport durch ein Kältemittel erfolgt.

6.3.3 Speicherung des Warmwassers

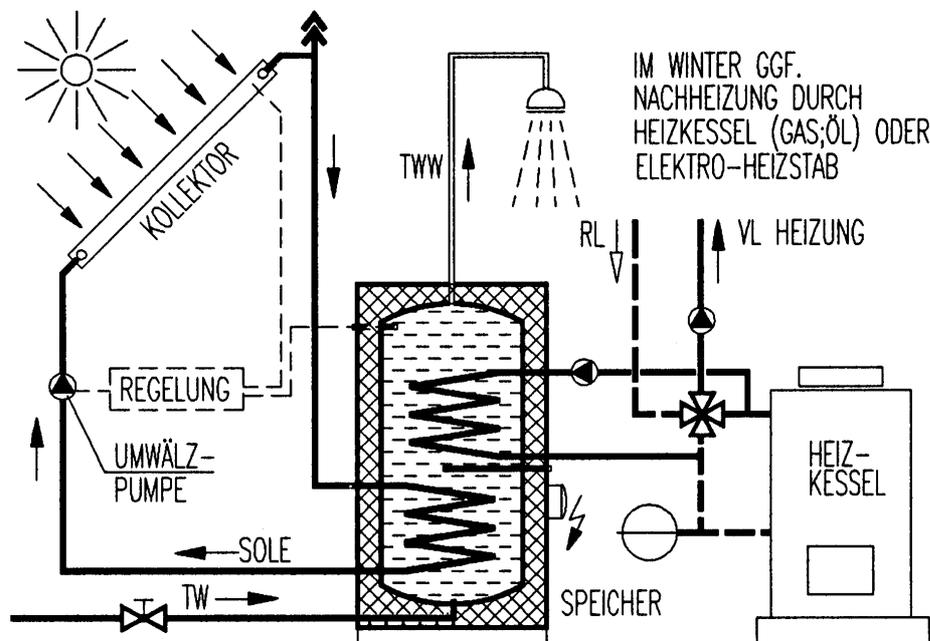


Abbildung 6-16: Prinzipieller Aufbau einer Solaranlage zur Warmwasserbereitung (Pi, B 47/1)

Geeignet hierfür sind extrem stark gedämmte, stehende geschlossene Druckspeicher aus emailliertem Stahl oder Edelstahl mit möglichst wenig Speichermasse und guter

Dämmung. Als Wärmetauscher verwendet man Heizschlangen oder Heizregister im unteren Teil des Speicherbehälters.

Speichergröße

- 70l je m² Kollektorfläche oder
- 80 bis 120 l je Person bzw.
- für einen 4-Personenhaushalt 300 bis 500 l Speicherinhalt

Kleinere Speicher erreichen schneller höhere Warmwassertemperaturen, können aber dafür weniger Energie für Schlechtwetterperioden speichern. Größere Speicher haben zwar eine höhere Aufnahmekapazität, erreichen aber evtl. bei geringerem Sonnenangebot nicht die gewünschte Temperatur, so daß sie eher nachgeheizt werden müssen. Für größere Anlagen kommen auch mehrstufige Kaskadenspeicher in Betracht, bei denen zuerst der kleinere Speicher aufgeheizt wird und erst, wenn dieser die gewünschte Temperatur erreicht hat, die anderen Speicher beheizt werden.

Nach diesem Prinzip kann auch bei einer guten Temperaturschichtung (Schichtspeicher) zuerst der obere Teil und danach der untere Bereich aufgeheizt werden, um oben für die Entnahme schneller heißeres Wasser bereitzuhalten.

Langzeitwärmespeicher

Ohne Langzeitwärmespeicher können nur 15 - 25 % des Wärmeverbrauches eines Gebäudes für Heizung und Warmwasserbereitung durch Sonnenenergie gedeckt werden. Messungen, an Anlagen mit saisonalen Wärmespeichern (die hauptsächlich im Sommer geladen werden) haben ergeben, daß mit diesen etwa 50 - 70 % des Heizwärmebedarfs gedeckt werden kann.

Unter saisonaler Wärmespeicherung wird im Allgemeinen die jahreszeitliche Speicherung von Niedertemperaturwärme (bis ca. 100°C) zu Heizzwecken verstanden.

Hintergrund für die Idee der saisonalen Speicherung ist die Tatsache, daß Wärme im Sommer jeweils zu genüge zur Verfügung steht und im Winter benötigt wird.

Die Speicherung erfolgt mit Hilfe eines geeigneten Wärmeträgermediums, wobei geeignet sich durch Anforderungen wie: hohe volumenbezogene Speicherkapazität, geringe Erschließungskosten und Ausnutzung gegebener, natürlicher bzw. geologischer Rahmenbedingungen näher bestimmen läßt. Aufgrund dieser Eignungsbedingungen ist das Wärmeträgermedium in der Regel Wasser, Gestein oder Erde. Für Wasser wird ein künstlicher Behälter gebaut.

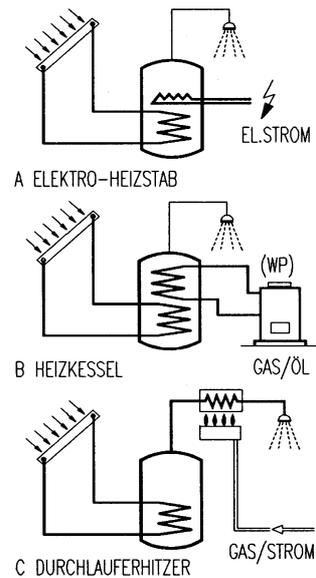
Um die Wärme von der Heizzentrale zu den Häusern zu transportieren, ist ein Warmwasserverteilnetz erforderlich.

Hier kann zwischen Zweileiter- und Vierleiternetz unterschieden werden, wobei beim Zweileiternetz die Brauchwassererwärmung dezentral über das Heiznetz mit Brauchwasserspeicher-Ladesystem oder bei Einfamilienhäusern mit Wärmetauschern in den einzelnen Häusern erfolgt.

1.1.4 Nachheizung bei Solaranlage

Nacherwärmung: Im Winter und an Tagen mit geringerem Sonnenangebot ist eine Nacherwärmung des Wassers notwendig. Dafür bieten sich verschiedene Möglichkeiten an:

- Nacherwärmung des Warmwassers durch einen im mittleren Teil des Speichers befindlichen Elektro-Heizstab, vorzugsweise mit Schwachlaststrom (A)
- Nacherwärmung des Warmwassers durch einen im oberen Teil des Speichers angeordneten zweiten Wärmetauscher, der z.B. mit dem Heizwasser eines Öl- oder Gas-Heizkessels bzw. einer Wärmepumpe beschickt wird (B).
- Nacherwärmung des Wassers durch einen nachgeschalteten Durchlauferhitzer (Gas oder elektrischer Strom). Diese Art ist besonders wirtschaftlich, da eine Nacherwärmung nur bei tatsächlichem Warmwasserbedarf erfolgt und die Aufnahme der Sonnenenergie nicht durch einen vorher schon aufgeheizten Speicher verhindert wird (C).



6.3.5 Regelung und sicherheitstechnische Einrichtungen

Voraussetzung für eine optimale Ausnutzung der Sonnenenergie ist eine gute, automatisch arbeitende, genau auf die jeweiligen Verhältnisse abgestimmte Regelung.

Die Umwälzpumpe wird so gesteuert, daß sie sich bei etwa 4 - 7 K Temperaturdifferenz zwischen Kollektor und Speicher automatisch einschaltet. Für mehrstufige Speicher mit verschiedenen Aufheiztemperaturen sind entsprechende Regelungen und Steuerungen zur Optimierung der Sonnenenergienutzung erforderlich.

Es sollten Thermometer vorgesehen werden, die die Speichertemperatur (ggf. in verschiedenen Höhen) und die Temperatur der Sole im Vor- und Rücklauf und die Absorbertemperatur anzeigen.

Sicherheitstechnische Anforderungen an Werkstoffe, Wärmeträgerflüssigkeiten und Sonnenkollektoren sind in DIN 4757 T 1 bis T 3 enthalten. Die Anforderungen an Wassererwärmungsanlagen für Trink- und Betriebswasser nach DIN 4753 T 1 gelten sinngemäß.

6.4 Ökologische und wirtschaftliche Betrachtung von Kollektoren

Wenn man abschätzt, wieviel Energie ein Kollektor während seiner voraussichtlichen Lebensdauer von 20 bis 30 Jahren erwirtschaften wird, sollte man sich aus gesamtwirtschaftlicher Sicht auch darüber Gedanken machen, wie hoch der Energieaufwand zur Herstellung des Kollektors ist. Das betrifft die eingesetzten Materialien samt Montageset, die Oberflächenbehandlungen, den Fertigungsprozeß der Bauteile und den Transport bis zur Montage auf dem Dach.

Die Bewertung der Transportwege ist schwierig, da ein Großteil der Hersteller zumindest Teile ihrer Produktionsstätten im Ausland hat. Prinzipiell wird die Herstellenergie für die Solarmodule spätestens nach zwei bis drei Jahren wieder von der Anlage zurückgewonnen. Sie hat damit ihre Schuldigkeit getan und erwirtschaftet ein energetisches Plus. Für die Bewertung der Umwelteigenschaften wurde zusätzlich die Art der verwendeten Materialien und die Verpackung berücksichtigt. So variieren die verwendeten Rahmenwerkstoffe zwischen Aluminium, Stahl, Edelstahl und glasfaserverstärktem Kunststoff/GFK. Aluminium läßt sich mit moderatem Energieaufwand zu 100 Prozent wiederverwerten, GFK nicht.

Abbildung 6-17: Möglichkeiten der Nacherwärmung (Pi, B 48/1)

Auch bei der Wärmedämmung gibt es eklatante Unterschiede: Neben Polypropylen, Polyurethan, Glas und Mineralwolle kommt sogar Schafwolle zum Einsatz. Polyurethan-Schäume wurden in der Vergangenheit mit FCKW geschäumt, das mittlerweile ersetzt wird, zum Beispiel durch Wasserdampf. Alles in allem gibt es hier noch einen Entwicklungsbedarf in Richtung Umweltverträglichkeit. Bei der Verpackung sind Mehrwegsysteme die Ausnahme.

6.5 Warmwasser-Speicher

6.5.1 Allgemeines

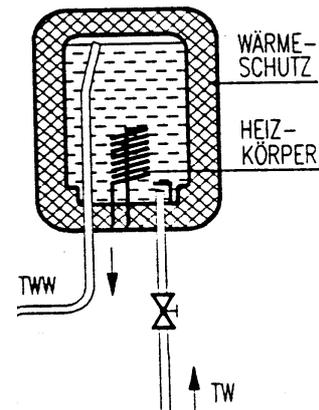
Warmwasser-Speicher sind große, gut wärmegeämmte, stets mit Wasser gefüllte Geräte, in denen das Wasser auf eine einstellbare Temperatur automatisch aufgeheizt wird. Dadurch steht kurzzeitig eine große Warmwassermenge zur Verfügung.

Vorteile von Speichern:

- geeignet für Stoßbetrieb u. bei Bedarf größerer Wassermengen gute Regelbarkeit der Zapftemperatur
- kleinere Anschlußwerte als Durchlauferhitzer
- bei Verwendung elektrischen Stroms zum Aufheizen kann der billigere Nachtstrom verwendet werden.
- Sicherung und Nutzung von Solarenergie

Nachteile von Speichern

- größere Abmessungen als Durchlauferhitzer
- höhere Anschaffungskosten bei gut gedämmten Geräten
- größere Verluste bei längeren Stillstandzeiten
- das Wasser im Speicher ist "abgestanden" und somit nicht zum menschlichen Genuß geeignet.



Entscheidende Bedeutung auf die erzielbare Zeitdauer der Speicherung hat die thermische Isolierung, da ein Teil der gespeicherten Energie meist durch Transmission verloren geht.

Abbildung 6-18: Speicher-Wassererwärmer (Pi, B 31/3)

6.5.2 Idealer Mischspeicher

Bei dem ideal gemischten Speicher sammelt sich durch temperaturbedingte Dichteunterschiede der Flüssigkeit die wärmere Flüssigkeit im oberen Teil des Speichers und die kältere Flüssigkeit sinkt nach unten. Diese Temperaturschichtung hat zur Folge, daß jeweils die wärmere Flüssigkeit dem Verbraucher zugeführt wird.

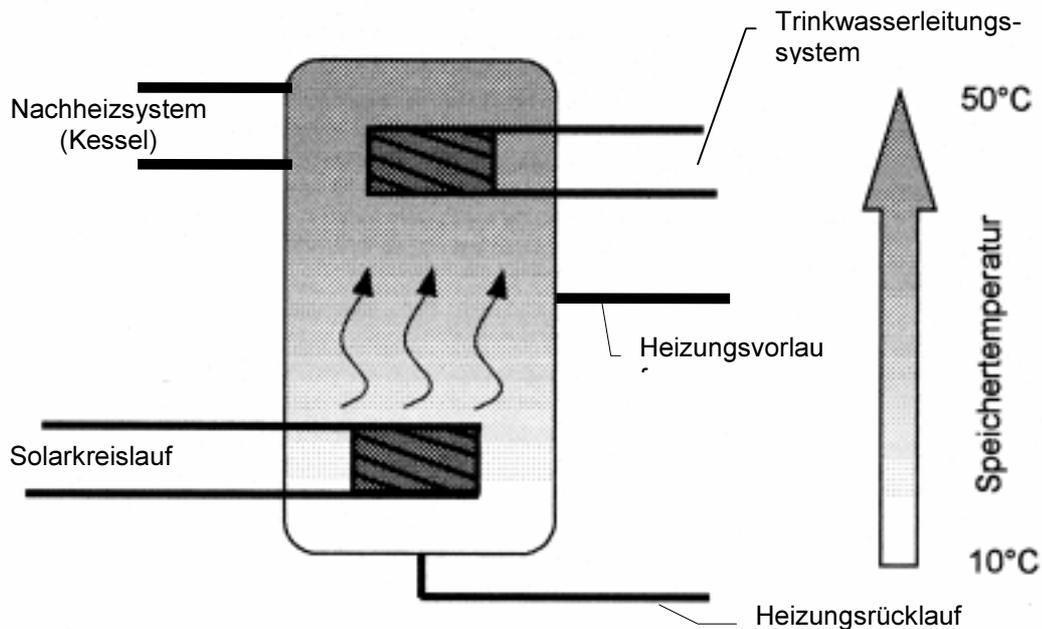


Abbildung 6-19 : Temperaturverlauf im Misch - Speicher zur Heizung und WW - Bereitung

6.5.3 Der geschichtete Speicher

Wird das Speichervolumen jedoch mehrmals am Tag umgewälzt werden, ist dieser Effekt gering.

Der Speicher gilt als entladen, wenn seine Temperatur den niedrigsten vom Verbraucher akzeptierten Wert angenommen hat.

Im Unterschied zum Modell des gemischten Speichers geht das Modell des geschichteten Speichers davon aus, daß innerhalb des Speichers kein Temperatenausgleich durch Wärmeleitung stattfindet, und daß die von den Kollektoren und die vom Verbraucher kommenden Flüssigkeitsströme stets genau jenem Querschnitt des Speichers zugeführt werden, der die gleiche Temperatur hat, wie die zugeführte Flüssigkeit. Praktisch wird dieses realisiert, indem man den Flüssigkeitseinlauf als ein vertikales gelochtes Rohr sieht, das vom Boden bis zum oberen Ende des Speichers reicht. Die Flüssigkeit tritt nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren vorzugsweise an der Stelle aus, an der die Dichte und die Temperatur der Flüssigkeit den gleichen Wert hat.

6.6 Warmwasser-Leitungen

6.6.1 Allgemeines

Für die zentrale Warmwasserbereitung kommen verschiedene Systeme In Frage, die sich In vier Gruppen einteilen lassen:

- Anlagen mit direkter Erwärmung des Warmwassers (unmittelbare Beheizung)
- Anlagen mit Erwärmung des Wassers durch das Heizwasser (mittelbare Beheizung)
- Warmwasserbereitung durch Wärmepumpen
- Warmwasserbereitung mittels Sonnenkollektoren

Daneben gibt es noch Systeme mit Anschluß an eine Fernwärmeversorgung sowie kombinierte Systeme mit zentraler und teilweise örtlicher Warmwasserbereitung.

Zentrale Warmwasserbereitungsanlagen versorgen über ein verzweigtes Rohrnetz beliebig viele, auch weit auseinanderliegende, Verbraucher mit Warmwasser.

Der größere Komfort bedingt in der Regel höhere Anlagekosten und - größere Wärmeverluste, die allerdings durch entsprechende Regelungskonzepte und Dämmung der Leitungen in Grenzen gehalten werden können.

Die sehr vielfältigen unterschiedlichen Systeme können hier nur in einem kurzen Überblick dargestellt werden.

6.6.2 Zirkulationsleitungen

Um nach längeren Zapfpausen kein abgekühltes Wasser zu erhalten, werden zentrale Warmwasserbereitungsanlagen häufig mit einer Zirkulationsleitung (= Rücklaufleitung für das erwärmte Wasser) ausgeführt.

Zirkulationsleitungen werden als Umlaufleitung bei zentralen Warmwasserbereitungsanlagen ausgeführt, damit bei entfernter liegenden Entnahmestellen sofort warmes Wasser gezapft werden kann. Die parallel zum Kaltwasser geführten Ringleitungen wälzen das warme Wasser mittels einer Zirkulationspumpe um, die zweckmäßigerweise mit einer Zeitschaltuhr gesteuert wird, um unnötige Wärmeverluste durch Abkühlung des umlaufenden Warmwassers zu vermeiden. Zur weiteren Kompensation der Wärmeverluste müssen Zirkulationsleitungen nach den selben Vorschriften wie Warmwasserleitungen gedämmt werden; es gelten u. a. die § 6 u. § 8 der Heizungsanlagenverordnung.

Damit dadurch der Energieverbrauch nicht allzusehr erhöht wird, können Zirkulationspumpen mit einer Zeitschaltuhr versehen werden, durch die die Zirkulation auf bestimmte Tageszeiten begrenzt wird.

Alternativ werden auch Rohrbegleitheizungen verwendet, um das abkühlen des umlaufenden WW zu mindern. Gesamtenergetisch ist dies jedoch mit erhöhten Verlusten verbunden.

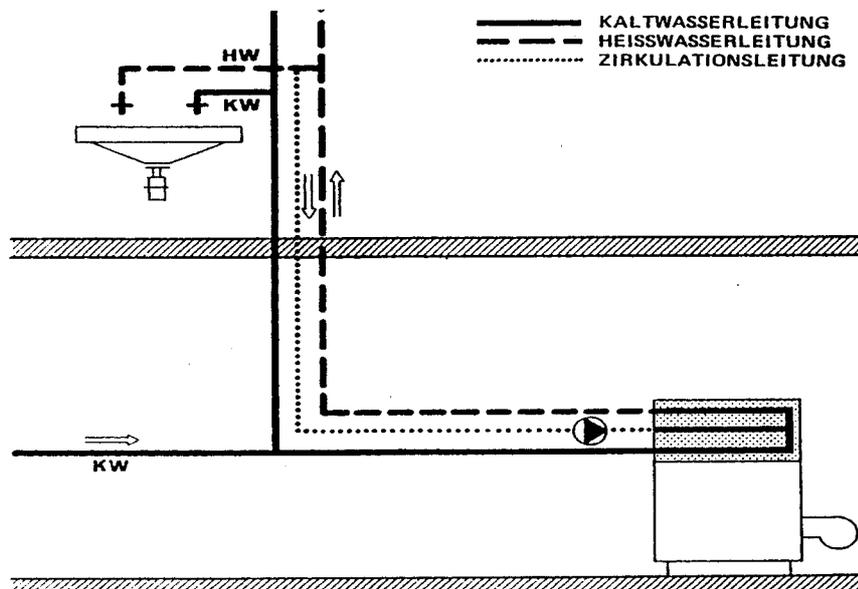


Abbildung 6-20: Zirkulationsleitung (Wellpott 1992 S. 179)

6.6.3 Betriebs- und Regeleinrichtungen

Zu den wichtigsten Betriebs- und Regeleinrichtungen geschlossener zentraler Warmwasserbereitungsanlagen gehören:

- Rückflußverhinderer, bei einem Nenninhalt von mehr als 10l Inhalt, mit Absperrung und Prüfeinrichtung
- Sicherheitsventil mit sichtbarem Ablauftrichter
- Druckminderer vor dem Wassererwärmer bei Betriebsdrücken über 80 % des Ansprechdrucks des Sicherheitsventils
- Druckmeßgerät in der Kaltwasserzuleitung zum Trinkwassererwärmer bzw. ein Anschluß hierfür bei Geräten bis zu 1000 l Inhalt
- Entleerungseinrichtung bei Wassererwärmungsanlagen mit mehr als 15 l Nenninhalt.

6.7 Verhinderung von „Legionellose“

Unter Legionellose versteht man eine Infektion mit Bakterien, die einer Lungenentzündung ähnelt und u.U. tödlich sein kann.

Die Infektion des Menschen findet über das Einatmen statt, d.h. durch das Einatmen von mit Legionella-Bakterien verseuchten feinsten Wassertröpfchen (Aerosolen). Das Trinken von mit Legionella-Bakterien verseuchtem Wasser ist dagegen ungefährlich. Gefährdet sind offensichtlich vor allem Menschen mit verminderter Widerstandskraft. "Kritische" Aerosole können in erster Linie dort entstehen, wo Legionella-verseuchtes Wasser in Luft versprüht wird, also vor allem beim Duschen, bei Whirlpools, bei Kühltürmen, in Luftbefeuchtern und in Kanälen von raumluftechnischen Anlagen. Die sicherste Vorbeugung gegen Legionellen ist eine möglichst geringe Verweildauer und die Erwärmung des Wassers auf mind. 60 °C (... 70 °C), so daß die Bakterien abgetötet werden. Durch Ozonisierung oder Chlorung kann die Legionellenkonzentration reduziert, aber nicht ganz beseitigt werden. Bestrahlung (Entkeimung) mit UV-Licht (mit einer Wellenlänge von 245 nm und einer Dosis von 30 mWs/cm²) in Verbindung mit einer Ultraschallbehandlung soll eine Vermehrung der Legionellen auf Dauer verhindern.

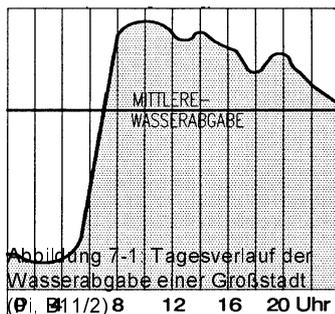
7 Trinkwasser

7.1 Wasserverbrauch

7.1.1 Kaltwasserbedarf

- Für die Bestimmung des Wasserbedarfs sind unterschiedliche Gesichtspunkte maßgebend:
- Der Spitzenbedarf, der je Stunde oder auch in einem kürzeren Zeitraum gemessen wird und sehr unterschiedlich sein kann, ist maßgebend für die Bemessung des Rohrnetzes eines Gebäudes oder einer Siedlung. Es gilt DIN 1988.
- Der tägliche Wasserverbrauch (Durchschnittsverbrauch), bezogen auf Personen oder auf die Wohnung, ist von Bedeutung für die Berechnung der Kosten sowie der Auslegung von Warmwasserbereitungsanlagen, ferner ist er ein Maß für den Umgang mit dem Rohstoff Wasser.

Von Bedeutung ist ferner der gewerbliche bzw. industrielle Wasserverbrauch, der z.B. zur Herstellung eines bestimmten Produkts oder eines Verfahrens benötigt wird.



Durchschnittlicher Wasserverbrauch

Der durchschnittliche häusliche Pro-Kopf-Verbrauch (Haushalte und Kleinverbraucher) liegt in der Bundesrepublik Deutschland derzeit bei unter 135 l/Tag und Person.

Spitzenbedarf

Der Wasserverbrauch schwankt jahreszeitlich, wöchentlich, täglich und auch stündlich ganz erheblich.

So kann der in den Morgenstunden gemessene Spitzenwert ein Vielfaches des Minimalwertes, der in den Nachtstunden gemessen wird, betragen, wie das nebenstehende Diagramm des Tagesverlaufes der

Wasserabgabe einer Großstadt an einem Werktag zeigt.

An einem heißen Sommertag wird das Mehrfache an Wasser verbraucht verglichen mit einem Wintertag.

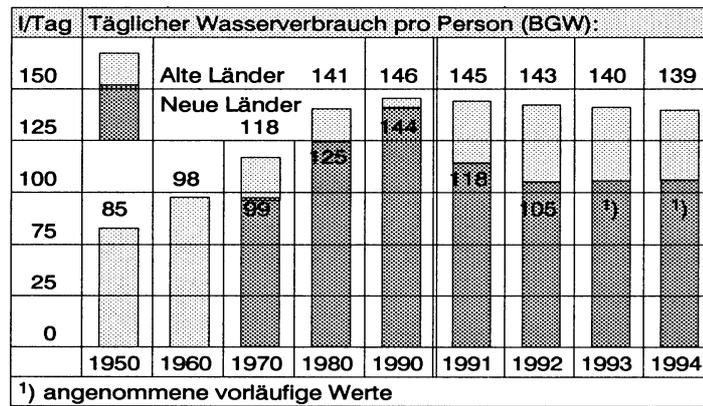
Schwankungen im Wasserverbrauch müssen durch entsprechende Speicheranlagen des Wasserwerkes ausgeglichen werden.

Die Bemessung der öffentlichen Wasserversorgungsanlagen (Fördermenge der Wassergewinnung, Volumen des Hochbehälters, Bemessung des Rohrnetzes usw.), die aus dem Spitzenbedarf abgeleitet werden, ist Aufgabe von Fachprojektanten.

Der Wasserverbrauch ist ein wichtiger ökologischer Faktor und ein Maß für den Umgang mit dem wertvollen Rohstoff Wasser.

Mit steigendem Lebensstandard und höherem Komfort ist der Wasserverbrauch in den letzten Jahren ständig gestiegen und heute fast doppelt so hoch wie vor 40 Jahren.

Zu dem privaten Wasserverbrauch im Haushalt kommt noch der Verbrauch der Industrie, der weit höher liegt hinzu.



Zu den ca. 6,5 Mrd. m³ der öffentlichen Wasserversorgung kommen noch 1,6 Mrd. m³ für die Landwirtschaft sowie 11,0 Mrd. m³ für die Industrie und 28,8 Mrd. m³ für Kraftwerkskühlwasser.

Abbildung 7-2: Entwicklung des personenbezogenen Trinkwasser Pro-Kopf-Verbrauches in der Bundesrepublik Deutschland (Pi, B 11/1)

Grundsätzlich kann man davon ausgehen, daß mit steigendem Komfort, mit zunehmender Wohnungsgröße und mit größerer Einwohnerzahl der Gemeinde der durchschnittliche Wasserverbrauch erheblich steigt.

Während man bei ländlichen Orten und kleineren Städten mit einem Verbrauch von 80 bis 100 l/Tag und Person auskommt, beträgt dieser in Großstädten bis zu 250, in Industriegebieten sogar bis zu 400 l/Tag und Person.

Die unten aufgeführten Werte für den mittleren bzw. größten Wasserbedarf stellen natürlich nur in der Literatur veröffentlichte Richtwerte dar, die im Einzelfall stark nach oben oder unten, insbesondere auch jahreszeitlich bedingt, abweichen können.

Spezifischer Tageswasserbedarf

B 12/1 Spezifischer häuslicher Wasserbedarf im Wohnungsbau

Art des Wohngebäudes	Gesamt-wasserbedarf I/Tag ¹⁾	Kalt-wasserbedarf I/Tag ¹⁾	Warm-wasserbedarf I/Tag ¹⁾
Einfacher Wohnungsbau	100 - 150	75 - 90	25 - 60
Allgemeiner Wohnungsbau	110 - 180	80 - 110	30 - 70
Einfamilienhäuser	120 - 200	80 - 130	40 - 70
Gehobener Wohnungsbau	150 - 250	100 - 150	50 - 80
Villen mit großem Garten	200 - 300	150 - 200	50 - 100

¹⁾ Die erste Zahl gibt den durchschnittlichen, die zweite den größten Wasserbedarf an

Abbildung 7-3: Spezifischer häuslicher Wasserbedarf im Wohnungsbau (Pi, B 12/1)

Für den Warmwasserverbrauch sind etwa folgende Warmwassertemperaturen angenommen:

- beim Wohnungsbau und den meisten anderen Einrichtungen: 55 - 60°C

- bei Hotels, Bürogebäuden und Kaufhäusern: 45 - 50°C

Bei höheren Wassertemperaturen reduziert sich der Warmwasserbedarf entsprechend.

7.2 Allgemeines

Weiterhin gelten folgende Richtwerte:

Wasser (chemisch H₂O) nimmt physikalisch wie chemisch eine Sonderstellung in der

Natur ein:

Es stellt eine der stabilsten chemischen Verbindungen dar und ist der einzige Stoff, der auf der Erde in allen drei Zustandsformen vorkommt. Die Möglichkeit, mit den meisten anderen Stoffen Lösungen oder Verbindungen einzugehen, die große wärmespeichernde Wirkung des Wassers der Ozeane (71 % der Erdoberfläche) sowie der ständige Wasserkreislauf über Verdunstung, Niederschläge, Versickern und kapillare Aufnahme des Wassers in den Pflanzen bis hin zum Abbildung Wasserhaushalt der lebenden Zellen machen das Leben auf der Erde erst möglich.

Art der Einrichtung	Gesamtwasserbedarf l/Tag ¹⁾	Kaltwasserbedarf l/Tag ¹⁾	Warmwasserbedarf l/Tag ¹⁾
Hotels etc. je Bett			
einfache Gasthöfe	60 - 100	20 - 30	40 - 70
Hotels	90 - 130	30 - 40	60 - 90
gehobene Hotels	110 - 200	40 - 70	70 - 130
Luxus-Hotels	150 - 350	70 - 200	80 - 150
Krankenhäuser je Bett			
150 - 300 Betten	250 - 450	200 - 340	50 - 110
300 - 600 Betten	300 - 500	240 - 380	60 - 120
600 - 1000 Betten	400 - 600	320 - 470	80 - 150
Altenheime je Bewohner	100 - 150	70 - 90	30 - 60
Kinderheime je Platz	100 - 130	60 - 80	40 - 50
Schulen (ohne Bäder) je Schüler	5 - 10	5 - 10	-
Kasernen je Mann	100 - 150	70 - 90	30 - 60
Bürogebäude je Beschäftigten	25 - 35	15 - 20	10 - 15
Kaufhäuser je Beschäftigten	25 - 50	20 - 40	5 - 10
Speiserestaurants			
je Sitzplatz	30 - 50	15 - 20	15 - 30
starke Besetzung	50 - 80	20 - 30	30 - 50
Hallenbäder je Bes.			
Schwimmbäder	120 - 200	70 - 120	50 - 80
Reinig.-Brausebad	40 - 90	15 - 40	25 - 50
Reinig.-Wannenbad	280 - 370	150 - 180	130 - 190
¹⁾ Die erste Zahl gibt den durchschnittlichen, die zweite Zahl den größten Wasserbedarf an			

Abbildung 7-4: Tagesbedarf verschiedener Einrichtungen (Pi, B 12/2)

- Kochendwasser (KoW) = Trinkwasser von 100 °C

Trinkwasser stellt das wichtigste Lebensmittel dar. Die Gefährdung der Wasserversorgung in ausreichender Menge und Güte erfolgt durch:

- Grundwasserabsenkung: Kanalisierung, Bebauung, Versiegelung der Flächen, Abholzung, Waldsterben
- Schadstoffbelastung: Überdüngung mit Nitraten, Pestiziden, Schwermetallbelastung, Radioaktivität

a

Nichttrinkwasser, als Sammelbegriff für alle anderen Wasserarten, die nicht alle an das Trinkwasser gestellten Eigenschaften zu erfüllen brauchen.

Daneben gibt es noch den Begriff "Betriebswasser" für Wasser, das gewerblichen, Industriellen, landwirtschaftlichen oder ähnlichen Zwecken dient, also z.B. Gießwasser, Waschwasser, Löschwasser, Schwimmbadwasser, Kühlwasser, Heizwasser u. a., mit unterschiedlichen Güteeigenschaften.

Güteeigenschaften für Trinkwasser:



b

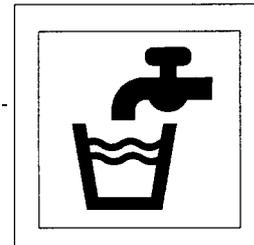


Abbildung 7-5:
a. Grafisches Symbol für „Kein Trinkwasser“ b. Grafisches Symbol für Trinkwasser

Nach DIN 2000 werden an Trinkwasser, das für den menschlichen Genuß geeignet ist, folgende Anforderungen gestellt:

- Trinkwasser muß frei sein von Krankheitserregern, Keimen und anderen gesundheitsschädigenden Eigenschaften.
- Trinkwasser soll appetitlich sein und zum Genuß anregen.
- Es soll farblos, klar, geruchlos und geschmacklich einwandfrei sein (durch einen gewissen Anteil an Salzen, Sauerstoff und Kohlensäure).
- Es soll eine Temperatur zwischen 5°C und 15°C haben.
- Der Gehalt an gelösten Stoffen soll sich in Grenzen halten. Eine Beimengung von 2 bis 3 mg Chlor/Liter Wasser zur Entkeimung und zur Beseitigung von Geruchs- und Geschmacksstoffen ist zulässig.
- Trinkwasser soll an der Übergabestelle in genügender Menge und mit ausreichendem Druck zur Verfügung stehen.
- Es darf an den mit ihm in Berührung kommenden Rohrwerkstoffen keine Korrosion verursachen.
- Die Rücksaugung von Trinkwasser ins Leitungsnetz muß durch entsprechende Schutzmaßnahmen vermieden werden, u.a. Rückflußverhinderer.

7.2.1 Wasserhärte

Die Wasserhärte wird bestimmt durch den Gehalt der im Wasser gelösten Erdalkaliverbindungen, insbesondere Kalzium- und Magnesiumsalze. Sie wird gemessen in mmol/l ("Millimol" je Liter Wasser). Die frühere, heute noch sehr häufig verwendete Maßeinheit heißt °d ("Grad deutscher Härte").

Umrechnung:	1 mmol	=	5,6 °d	(= 56 mg CaO/l)
	1 °d	=	0,179 mmol/l	(= 10 mg CaO/l)

Härtebereich	Bezeichnung	Wasserhärte in	
		mmol/l (heute)	°d (früher)
1	weich	unter 1,3	bis 7
2	mittelhart	1,3 ... 2,5	8 ... 14
3	hart	2,5 ... 3,8	15 ... 21
4	sehr hart	über 3,8	über 21

Abbildung 7-6: Härtebereiche nach dem Waschmittelgesetz (Pi, B4/1)

Die Wasserhärte ist zwar gesundheitlich von untergeordneter Bedeutung, hat aber Einfluß auf die Rohrleitungen, Geräte und Produktionsabläufe:

- Sehr hartes Wasser bedeutet Mehrverbrauch an Waschmitteln, Kalkschleier an Geräten und Sanitärgegenständen sowie Kalkablagerungen ("Kesselstein"), in Rohrleitungen und Geräten, insbesondere bei Wassertemperaturen > 60 °C durch Zerstörung des "Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichts" (Austreiben der freien Kohlensäure und damit Kalksteinbildung).
- Sehr weiches Wasser, besonders bei höheren Wassertemperaturen, ist aggressiv und kann durch das Fehlen der Schutzschichtbildung Korrosion bei metallischen Rohren und Geräten hervorrufen.

7.2.2 PH-Wert

Trinkwasser muß chemisch neutral sein. Als Maßzahl gilt der pH-Wert ("potentio hydrogeni"). Dieser Zahlenwert gibt den negativen Exponenten zur Basis 10 der Wasserstoffionen-Konzentration im Wasser an: in reinem Wasser sind z.B. je Liter 10^{-7} g H_2 -Ionen enthalten, das entspricht einem pH-Wert von 7.

- Ist der pH-Wert niedriger, so reagiert das Wasser sauer, ist der pH-Wert höher, so reagiert er basisch.
Der pH-Wert ist somit auch ein Kennzeichen für die Aggressivität des Wassers. Die pH-Werte von Trinkwasser sollten in der Größenordnung von 6,0 bis 8,5 liegen.

7.3 Rohrleitungselemente (Fittings)

Verzinkte Stahlrohre

DN	Rohr- ge- winde	Ø außen d mm	Mittelschwere Gewinderohre nach DIN 2440			Schwere Gewinderohre nach DIN 2441		
			Wand- dicke s ₁ mm	Ø innen d ₁ mm	Rohr- ge- wicht kg/m	Wand- dicke s ₂ mm	Ø innen d ₂ mm	Rohr- ge- wicht kg/m
6	R 1/8	10,2	2,00	6,2	0,407	2,65	4,9	0,493
8	R 1/4	13,5	2,35	8,8	0,650	2,90	7,7	0,796
10	R 3/8	17,2	2,35	12,5	0,852	2,90	11,4	1,020
15	R 1/2	21,3	2,65	16,0	1,220	3,25	14,8	1,450
20	R 3/4	26,9	2,65	21,6	1,580	3,25	20,4	1,900
25	R 1	33,7	3,25	27,2	2,440	4,05	25,6	2,970
32	R 1 1/4	42,4	3,25	35,9	3,140	4,05	34,3	3,840
40	R 1 1/2	48,3	3,25	41,8	3,610	4,05	40,2	4,430
50	R 2	60,3	3,65	53,0	5,100	4,50	51,3	6,170
65	R 2 1/2	76,1	3,65	68,8	6,510	4,50	67,1	7,900

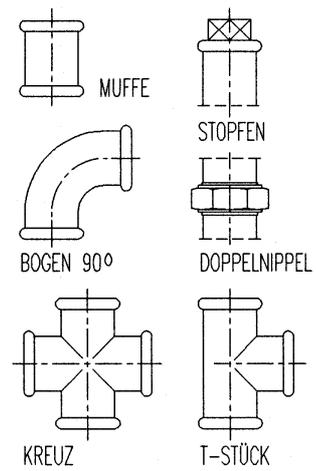


Abbildung 7-7: Abmessungen und Formstücke bei verzinkten Stahlrohren (Pi, B 52/1 u. 2)

Kupferrohre

Bezeichnung (= \varnothing außen x Wanddicke: $d \times s$)	\varnothing außen d mm	Wand- dicke s mm	\varnothing innen mm	Rohr- gewicht kg/m
6 x 1 ¹⁾	6	1	4	0,140
8 x 1 ¹⁾	8	1	6	0,196
10 x 1	10	1	8	0,252
12 x 1	12	1	10	0,308
15 x 1 ²⁾	15	1	13	0,391
18 x 1 ²⁾	18	1	16	0,475
22 x 1 ²⁾	22	1	20	0,587
28 x 1,5	28	1,5	25	1,110
35 x 1,5	35	1,5	32	1,410
42 x 1,5	42	1,5	39	1,700
54 x 2	54	2	50	2,910
64 x 2	64	2	60	3,467

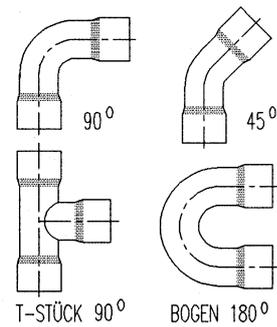


Abbildung 7-8: Beispiele für Lötfittings

Kunststoffrohre

Bezeichnung (\varnothing außen x Wanddicke: $d \times s$ mm)	PE-X-Innenrohr		Schutzrohr	
	\varnothing innen mm	Rohr- gewicht kg/m	\varnothing innen x \varnothing außen $d_1 \times d_2$ mm	Rohr- gewicht kg/m
16 x 2,2	11,6	0,098	19 x 24	0,077
20 x 2,8	14,4	0,153	23 x 28	0,092
25 x 3,5	18,0	0,238	28,5 x 34	0,108
32 x 4,4	23,2	0,382	36 x 42	0,160

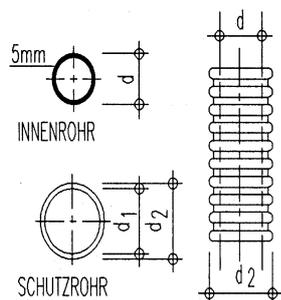


Abbildung 7-9: PE-X-Rohr

7.4 Bemessung der Trinkwasserleitungen nach DIN 1988

Die Nennweiten der Rohrleitungen müssen so groß gewählt werden, daß alle Gebäude- und Grundstücksteile unter Berücksichtigung der örtlichen Druckverhältnisse mit dem für sie erforderlichen Wasserdruck versorgt werden.

Die Berechnung erfolgt aufgrund des Berechnungsdurchflusses für die einzelnen Entnahmemarmaturen unter Zugrundelegung des an der Entnahmestelle vorhandenen Versorgungsdruckes und unter Berücksichtigung der verschiedenen Druckverluste.

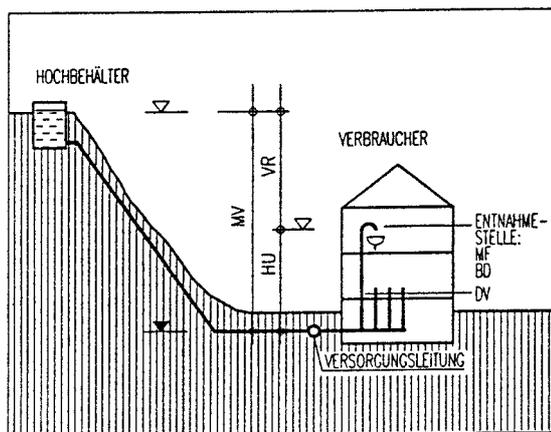


Abbildung 7-10: Höhe des Druckbehälters

Berechnungsdurchfluß VR:

Angenommener Durchfluß einer Entnahmematur in VS. entweder als Minstdurchflußwert der entsprechenden Armatur oder als Mittelwert aufgrund unterer und oberer Fließdruckbedingungen siehe Tab. 11 DIN 1988

Summendurchfluß YVR: Addition der einzelnen Berechnungsdurchflüsse, die den jeweiligen Leitungsabschnitten zugeordnet werden.

MF	Mindestfließdruck
BD	Berechnungsdurchfluß VR der Entnahmematur
DV	Druckverluste Δp der Rohrleitungen und Apparate
MV	Mindest Versorgungsdruck p_{min} (= Höhe des Hochbehälters - Höhe der Versorgungsleitung)
HU	Höhenunterschied h zwischen Entnahmematur und Versorgungsleitung
VR	Verfügbares Rohrreibungsdruckgefälle R_{verf}

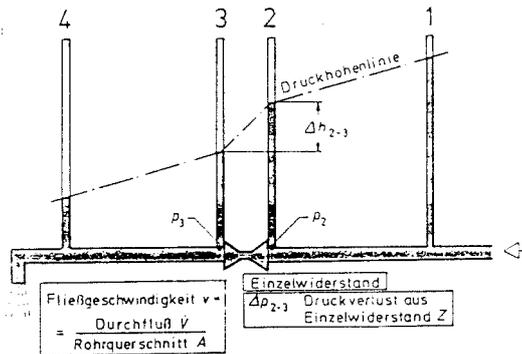


Abbildung 7-10: Druckverluste

Spitzendurchfluß VS: Der Spitzendurchfluß einer Leitung wird aufgrund einer Umrechnungskurve bzw. tabellarisch aus dem errechneten Summendurchfluß ermittelt. Dabei wird aufgrund der Gebäudegruppe (Wohngebäude, Verwaltungsgebäude, Hotelbetriebe, Kaufhäuser, Schulen) die Gleichzeitigkeit der Trinkwasserentnahme berücksichtigt.

Rohrreibungsdruckgefälle R_{verf} : Das verfügbare Rohrreibungsdruckgefälle, das für die Druckverluste in den Rohrleitungen zur Verfügung steht, ergibt sich aus dem Mindest-Versorgungsdruck der Versorgungsleitung abzüglich der Druckverluste aus dem geodätischen Höhenunterschied, den Druckverlusten der Apparate, Filter usw. sowie dem Mindestfließdruck der Entnahmestelle.

Mindest- Versorgungsdruck p_{min} : Druck auf der Versorgungsleitung, abhängig von der Höhenlage unterhalb des Hochbehälters des Wasserversorgungsunternehmens bzw vom Druck einer Druckerhöhunganlage, gemessen in bar (1 bar 10 m Wassersäule).

Mindest-Fließdruck p_{min} : Erforderlicher Druck für die jeweilige Trinkwasserentnahmestelle, gemessen in bar siehe Tab. 11 DIN 1988

Druckverluste Δp : Druckverluste ergeben sich aus den geodätischen Höhenunterschieden Wasserzählern, Filtern etc. Schiebern und Ventilen in Stockwerks- und Einzelzuleitungen.

Der verfügbare Druck Δp_{verf} , der für die Druckverluste aus der Rohrreibung verbleibt, kann innerhalb der vorhandenen Leitungslänge l_{ges} in Abhängigkeit der Fließgeschwindigkeit aufgebracht werden. Das verfügbare Rohrreibungsdruckgefälle in mbar/m errechnet sich aus dem für einen Leitungsteil zu Verfügung stehenden Druck, dividiert durch die Länge der jeweiligen Leitung.

*Mindest- und überschlägige Erfahrungswerte
für die Rohrdurchmesser von Trinkwasserleitungen*

Art der Leitung	Mindestwert	überschlägige Annahme
Anschlußleitung	DN 25 (1")	DN 32 (5/4")
Steigleitungen 1 - 5 Zapfstellen 5 - 10 Zapfstellen 10 - 20 Zapfstellen 20 - 40 Zapfstellen	DN 20 (3/4 ")	DN 20 (3/4") DN 25 (1") DN 32 (5/4") DN 40 (1 1/2")
Stockwerksleitungen 1 Abortspülkasten 1-2 Waschtische 1 Brause 1 Badewanne 1 Gartenleitung 1 Abortdruckspüler mehrere Zapfstellen	DN 15 (1/2")	DN 10 - 15 DN 15 DN 15 DN 20 - 25 DN 20 - 25 DN 25 nächsthöhere DN als die größte Einzelarmatur

Abbildung 7-12: (Pi, B 61/1)

Rohrdurchmesser d_i : Die Rohrdurchmesser ermitteln sich über die Berechnung des in den Leitungen entstehenden Druckverlustes. Die Rohrnennweiten werden unter Berücksichtigung des Spitzendurchflusses in Vs und damit der rechnerischen Fließgeschwindigkeit in m/s, des Rohrmaterials (z.B. Stahl, Kupfer, Kunststoff mit entsprechender Rauigkeit der Rohrleitung) und des ermittelten Rohrreibungsdruckgefälles in mbar/m aus Tabellen entnommen.

7.5 Druckerhöhungsanlagen

Druckerhöhungsanlagen (DEA) sind dann erforderlich, wenn der erforderliche Mindestfließdruck bei hoch gelegenen Entnahmestellen, z.B. in Hochhäusern oder bei hoch gelegenen Ortschaften, nicht mehr ausreicht.

Der Mindestfließdruck sollte etwa 1,5 bar betragen, bei nassen Feuerlöschleitungen etwa 3 bis 5 bar.

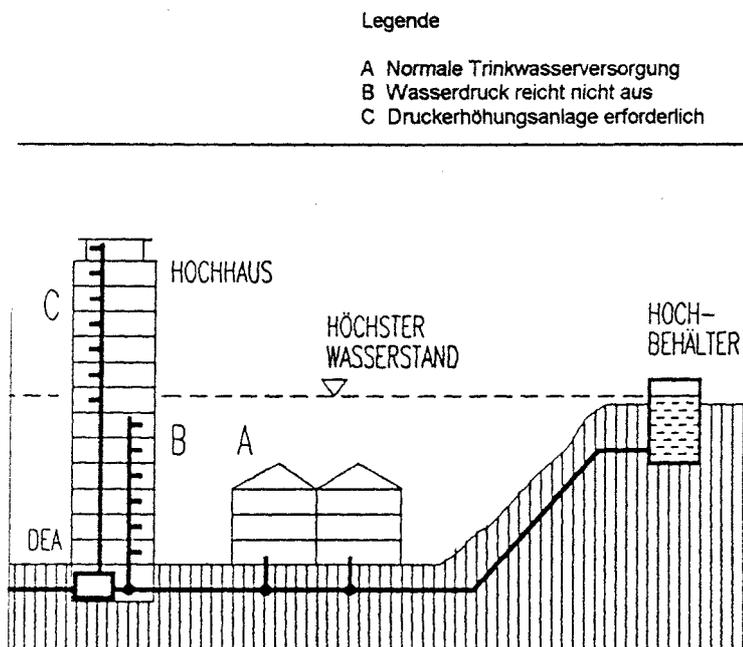


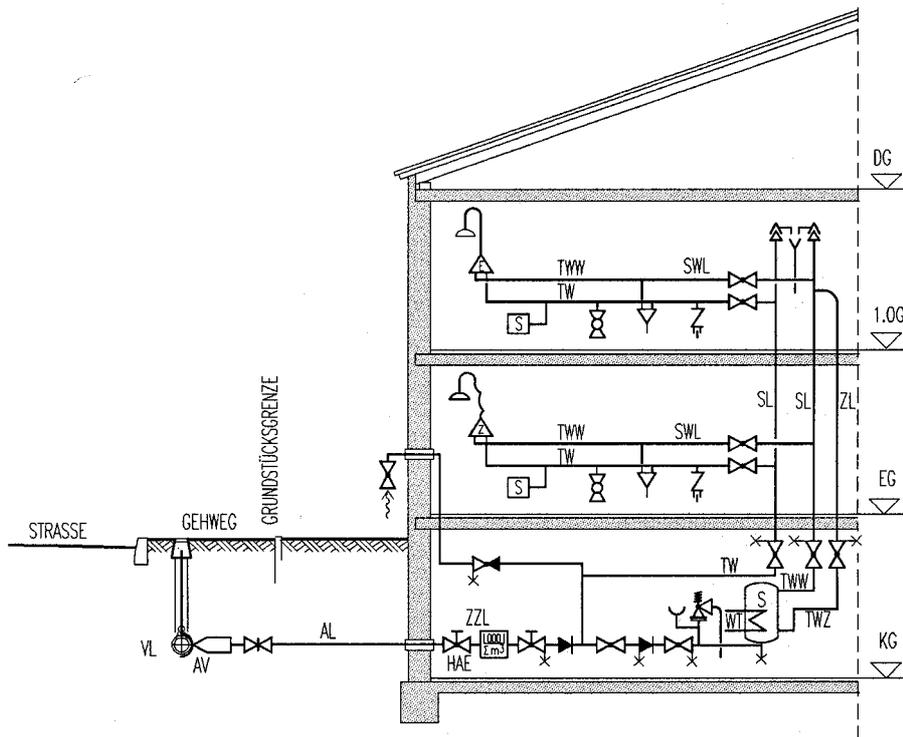
Abbildung 7-13: Darstellung einer Druckerhöhungsanlage

Einteilung in Druckzonen

Bei höheren Gebäuden entstehen unterschiedliche Wasserdrücke. Es sind deshalb verschiedene Druckzonen einzurichten. Dies geschieht für etwa jeweils 8 - 10 Geschosse durch mehrere einzelne Druckerhöhungsanlagen oder eine Zentralanlage mit vorgeschalteten Druckminderern für die jeweilige Druckzone.

Bezeichnungen der Leitungselemente

- VL Versorgungsleitung: Wasserleitung des WVU, von dem Anschlußleitungen abzweigen
- AV Anschlußvorrichtung: hier mit seitlicher Anbohrschelle
- AL Anschlußleitung: Leitung von der Versorgungsleitung bis zur Übergabestelle (Hauptabsperrarmatur), an der die Verbrauchsleitungen beginnen.
- HAE Hauptabsperrarmatur (HAE): Erste Armatur auf dem Grundstück, mit der die gesamte nachfolgende Wasserverbrauchsanlage abgesperrt werden kann.
- ZZL Zählerzuleitung
- WZ Wasserzählanlage
- SL Steigleitung: von Geschoß zu Geschoß führende Leitung, von der Stockwerks oder Einzeizuleitung abzweigen.
- SWL Stockwerksleitung: von der Steigleitung innerhalb eines Stockwerks abzweigende Leitung.
- EZL Einzelzuleitung: zur Entnahmestelle führende Leitung
- ZL Zirkulationsleitung: Leitung, die erwärmtes Trinkwasser ohne Entnahme dem Trinkwassererwärmer zurückführt.



Bezeichnungen für die Leitungsteile (nach DIN 1988 T 1)

Abbildung 7-14 (Pi, B 23/1)

Weitere Bezeichnungen:

TW	Trinkwasser kalt	FIL	Filter
TWW	Trinkwasser warm	WT	Wärmetauscher
TWZ	Trinkwasserzirkulation	S	Speicher

7.6 Anordnung und Verlegung von Leitungen

7.6.1 Verlegung im Erdreich

Für die Verlegung im Erdreich werden in der Regel PE-Rohre verwendet. Die Leitungen werden rechtwinklig zur Straße in frostfreier Tiefe verlegt. Eine Überbauung der Hausanschlußleitung ist unzulässig.

7.6.2 Verlegung im Gebäude

Die Leitungen müssen mit ausreichendem Abstand (Wand, Decke, andere Leitungen usw.) verlegt und befestigt werden, so daß alle Beanspruchungen und Belastungen sicher aufgenommen werden können.

Die horizontale Leitungsverlegung im Gebäude erfolgt:

- in der Regel abgehängt unter der Kellerdecke
- in Sonderfällen, z.B. bei Nichtunterkellerung, auf Traversen (Querhalterungen) in Bodenkanälen.

Die vertikale Leitungsverteilung zu den Geschossen erfolgt:

- bei untergeordneten Räumen und im Keller frei vor der Wand
- bei Massivbauten in der Regel in Wandschlitz
- bei Skelettbauten in Installationsschächten

Schutz gegen Rückfließen von verunreinigtem Wasser

Verunreinigungen durch rückfließendes Wasser sind möglich:

- infolge geodätischer Höhenunterschiede der Entnahmestellen
- durch Rückdrücken infolge Überdruck eines Apparates gegenüber dem Betriebsdruck der Trinkwasser-Installation
- durch Rücksaugen bei Unterdruck, z.B. infolge Rohrbruch oder Entleeren von Leitungsanlagen.

Freier Auslauf: Das höchste Maß an Sicherheit gegen das Eindringen von Nichttrinkwasser, Fremd- und Schadstoffen in das Trinkwasser durch Rückfließen bildet der freie Auslauf.

7.7 Schutz der Leitungen gegen Korrosion

Flächenkorrosion : Gleichmäßiger Werkstoffabtrag und damit allmähliche Zerstörung der Metalle. Die Geschwindigkeit der Flächenkorrosion hängt von der Nutzungsdauer ab.

Lochfraß: Starker punktförmiger Werkstoffabtrag mit trichterartigen Vertiefungen, der in kurzer Zeit zu Zerstörung von Leitungen oder Geräten führen kann.

Die Korrosion wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst:

- Zusammensetzung des Wassers (Sauerstoff- und Kohlensäuregehalt, pH - Wert
- Gehalt an gelösten Salzen und Karbonaten, eingeschwemmte Sandkörner, Rostteilchen, Gewindespäne)
- Betriebsbedingungen (Wassertemperatur)
- verwendete Rohrleitungswerkstoffe (Spannungsreihe)
- Installationsführung (Fließrichtung). In der Hausinstallation sind bei der Korrosion stets Wasser und Sauerstoff beteiligt, die mit Kupfer, Stahl oder Zink reagieren. Die Korrosionsgeschwindigkeit nimmt mit abnehmender Härte (pH-Wert < 7) und steigender Temperatur (> 60°C) zu.

8 Regenwassernutzungsanlagen

8.1 Allgemeines

Gründe für die Nutzung von Regenwasser

Der Wasserverbrauch ist ein wichtiger ökologischer Faktor und ein Maß für den Umgang mit dem wertvollen Rohstoff Wasser.

Mit steigendem Lebensstandard und höherem Komfort ist der Wasserverbrauch ständig gestiegen und heute doppelt so hoch, wie vor 40 Jahren. Der durchschnittliche häusliche Pro-Kopf-Verbrauch liegt in der Bundesrepublik Deutschland derzeit bei knapp 150 l/Tag x Person in öffentlichen Einrichtungen bei etwa 250l/Tag x Person.

Die nebenstehende Tabelle zeigt insbesondere, daß ein Großteil des privaten Wasserverbrauchs, z.B. für Putzen, Toilettenspülung, Wäsche waschen, Autowäsche und Garten sprengen, keine Trinkwasserqualität erforderlich ist. Dabei macht der Anteil dieser Tätigkeiten ca. 56% des Gesamtverbrauches aus.

Ein großer Teil davon könnte durch Auffangen und Nutzung von Regenwasser ersetzt werden, um damit wertvolle Ressourcen zu schonen und außerdem durch die Regenrückhaltung die Kläranlage zu entlasten.

	Durchschnitts-Verbrauch für	Verbrauch l/Tag - Person	Anteil am Verbrauch
	Trinken und Kochen	3	2 %
	Geschirrspülen	9	6 %
	Wohnungsreinigung	8	6 %
	Körperpflege (o. Baden)	9	6 %
	Baden und Duschen	44	30 %
	Toilettenspülung	46	32 %
	Wäsche waschen	17	12 %
	Autowäsche	3	2 %
	Gartensprengen	6	4 %
	Summe	145	100 %

Abbildung 8-1: Beispiele für den privaten Wasserverbrauch im Haushalt (Pi B 13/1)

Bei 700 mm jährlicher Niederschlagshöhe (vgl. Abb. 8.1) ergeben sich bei 100 m² Dachfläche eines Hauses etwa 60 m³ Regenwasser im Jahr, was im Allgemeinen dafür ausreicht, um Toilette, Waschmaschine und den Garten einer Familie mit Wasser zu versorgen.

8.2 Aufbau und Funktion einer Regenwassernutzungsanlage

Der drucklose Wasserspeicher wird über ein Fallrohr mit Feinfilter-Einsatz und einem Sammler mit dem Regenwasser gespeist, das auf die Dachfläche fällt. Damit kann etwa 90 % der jährlich anfallenden Niederschlagsmenge genutzt werden.

Alle angeschlossenen Verbraucher werden über ein eigenes, vom normalen Trinkwassernetz vollkommen getrenntes, Leitungsnetz versorgt.

Über eine automatisch geregelte Pumpe wird bei Bedarf Wasser in das Leitungsnetz gefördert.

Bei fehlendem Regenwasser ist eine Nachspeisung von Trinkwasser vorgesehen. Das Trinkwasserrohr ist mit freiem Auslauf (≥ 2 cm) zu versehen, um ein Rücksaugen von Regenwasser zu verhindern.

Fällt mehr Regenwasser an, als der Behälter fassen kann, wird das überschüssige Wasser per Überlauf der Kanalisation oder einem Sickerschacht zugeführt.

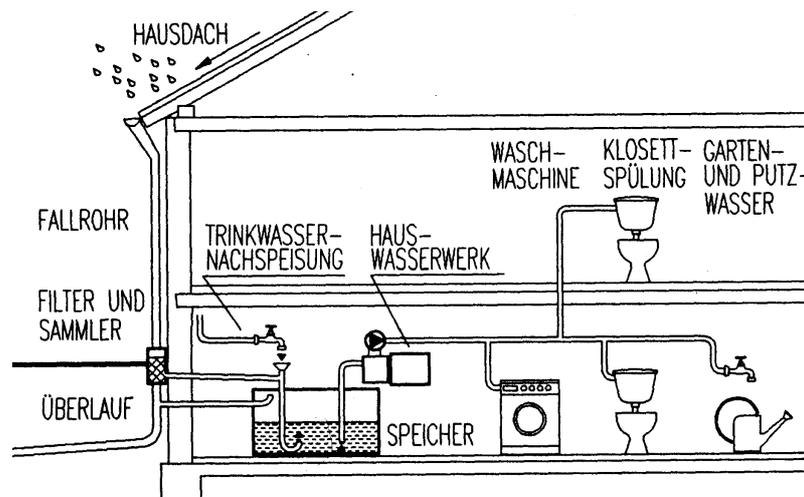


Abbildung 8-2: Schema Regenwassernutzung (Pi - B79/1)

Anforderungen an den Planer

- Die Verwendung von Regenwasser muß hygienisch und gesundheitlich unbedenklich sein.
- Das an den Verbrauchsstellen genutzte Regenwasser soll keine Feststoffe wie z.B. Sand enthalten, damit ein vorzeitiger Verschleiß von Pumpen und Armaturen vermieden werden kann.
- Die chemische Zusammensetzung des Regenwassers darf die Funktion der Anlagenteile nicht gefährden.
- Eine Verwechslung von Trinkwasser und Regenwasser muß auch langfristig ausgeschlossen sein.

8.3 Betriebswasserversorgungsanlagen

Betriebseigene Anlagen, bei denen Trinkwasserqualität nicht unbedingt verlangt wird und damit Kosten sowie wertvolles Trinkwasser eingespart werden sollen, kommen in Frage für: Gewerbe- und Industriebetriebe mit hohem Wasserverbrauch, große Gärtnereien und landwirtschaftliche Betriebe, Kühlwasser für Kraftwerke und Industriebetriebe, Löschwasseranlagen, Schwimmbäder, usw.

Die Anlagen sind deutlich als "Nichttrinkwasseranlagen" zu kennzeichnen und dürfen nicht mit Trinkwasseranlagen in Verbindung stehen.

Gewinnung, Förderung und Druckerzeugung erfolgen analog den zuvor beschriebenen Eigenversorgungsanlagen.



8.4 Auffangflächen:

- Flachdächer mit Kiesschüttungen sind gut geeignet, zumal die Kiesschicht einen Teil der unvermeidlichen Schmutzstoffe (Laub, Staub) zurückhält. Bitumenhaltige Dachmaterialien können eine leichte Braunfärbung des Wassers bewirken, was eine Verwendung in Waschgeräten ausschließt.
- Eindeckungen aus Beton (Pfannen) bewirken eine gewisse Aufhärtung des sauren Regenwassers.
- Eindeckungen aus Ton verhalten sich chemisch neutral.
- Metalleindeckungen (Kupfer, Zink) können einen erhöhten Metallgehalt im Regenwasser verursachen, so daß diese möglicherweise zur Gartenbewässerung ungeeignet ist.

Soweit möglich sollten im Regenwasser enthaltene Schmutz- und Schwebstoffe zurückgehalten werden. Erreichbar ist dieses durch:

- einen groben Blätterfang (Sieb) am Einlauf des Regenfallrohres,
- einen Kiesfilter vor Einlauf des Wassers in den Speicher,
- einen dem Speicher nachgeschalteten Feinfilter von ca. 0,2 mm „Filter-schärfe“.

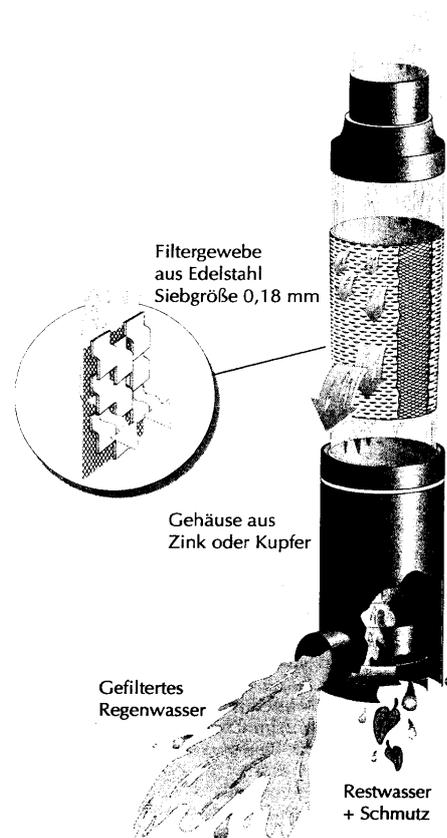


Abbildung 8-3: Funktion eines Filtersammlers (Wagner & Co. S. 34)

Die Regenwasserqualität ist von lokalen Gegebenheiten (benachbarte Industrien, verkehrsbedingte Emissionen, Dachausbildung) und der Wartungsfrequenz (Beseitigung von Laub und Schlamm aus Rinnen, Fallrohren, Filtern) abhängig.

Mit Ausnahme des niedrigen pH-Wertes, der sich jedoch bei den vorgegebenen Nutzungsmöglichkeiten nicht negativ auswirkt, kann Regenwasser etwa annähernd Trinkwasserqualität aufweisen.

Zu Beginn des Wasserabflusses von Dachflächen ist eine erhöhte Konzentration von Schmutzstoffen und Keimzahlen festzustellen (Abspüleffekt), hervorgerufen durch Staub, Laub und tierische Exkremente. Eine Vorrichtung zur Ableitung dieses kurzzeitig anfallenden Wassers höherer Belastung wäre wünschenswert.

Bei längerer Verweildauer des Wassers im Speicherbehälter, bei höheren Temperaturen sowie unter Lichteinwirkung können sich Algen entwickeln und/oder Gerüche bilden; gegebenenfalls ist das Wasser zu desinfizieren.

8.5 Speicherbehälter

Als Speicherbehälter finden Kunststoff-, Stahl- oder Stahlbetonbehälter Verwendung. Soweit möglich, werden sie im Kellerbereich stationiert. Eine Anordnung außerhalb des Gebäudes in frostfreier Tiefe kommt bei ausreichend stabilem Behälter ebenfalls in Betracht. Grob überschläglich reicht ein Speichervolumen von etwa 2000 Litern für einen Dreipersonenhaushalt aus, bei einem angenommenen Verbrauch von ca. $50 \text{ l/E} \times \text{d}$ (WC und Waschmaschine) und einer nutzbaren Dachfläche von mind. $25\text{-}30 \text{ m}^2 / \text{E}$ (in der horizontalen Projektion gemessen).

Das Speichervolumen von einem Fachingenieur unter Berücksichtigung von Regenangebot und Wasserbedarf ermitteln zu lassen, wird im Interesse einer wirtschaftlichen Optimierung dringend empfohlen. Anzustreben ist ein möglichst hoher Bedarfsdeckungsgrad bei minimalem Speichervolumen. Wird der Behälter zu groß ausgelegt, besteht die Gefahr einer Algenbildung. Zudem fallen die Niederschlagsmengen regional und jahreszeitlich sehr unterschiedlich aus und differieren von Jahr zu Jahr erheblich.

8.5.1 Sicherheitsüberlauf

Ein Sicherheitsüberlauf leitet bei gefülltem Behälter das Niederschlagswasser in einen Sickerschacht außerhalb des Gebäudes oder in eine Grundleitung der Gebäudeentwässerung. Liegt in letzterem Falle der Überlauf unterhalb der Rückstauenebene bzw. ist ein Rückstau im Regenwasser- oder Mischwasserkanal zu erwarten, wird eine Hebeanlage (siehe Kap. 4.9) erforderlich. Hebeanlagen sind auch bei einem höher liegenden Straßenkanal unumgänglich.

Im Falle eines Regenwassermangels, auftretend z. B. während einer Trockenperiode oder infolge erhöhten Verbrauches, sorgt ein Schwimmerschalter dafür, daß ersatzweise Wasser aus dem Trinkwassernetz in den Speicherbehälter eingespeist wird. Eine Pumpe mit Druckausgleichsbehälter fördert das Regenwasser zu den Bedarfsstellen. Eine druckabhängige Steuerung läßt diese bei Bedarf automatisch anlaufen.

Zwischen **Nichttrinkwasser-Rohrnetzen** und Trinkwasser-Rohrnetzen dürfen **keine** unmittelbaren Verbindungen (weder fest noch lösbar) bestehen, um einen Übertritt von kontaminiertem Wasser in Trinkwasserleitungen mit Sicherheit auszuschließen. Hieraus resultieren Mehrkosten (Steigleitungen und Wasserzähler für Trinkwasser sowie für Regenwasser) insbesondere in Mehrfamilienhäusern.

Die Abrechnungsmodalitäten der **Wasser- und Abwassergebühren** sind vor Anlagenherstellung zu klären. Üblicherweise werden sowohl Trinkwasser- als auch Abwassergebühren nach der bezogenen Trinkwassermenge abgerechnet. Im Falle einer Regenwassernutzung fällt jedoch mehr zu klärendes Schmutzwasser an als der Trinkwasserverbrauch ausweist. Der Einbau eines Wasserzählers in das Regenwassernetz könnte dieses Problem lösen.

8.6 Auslegung kleinerer Anlagen

8.6.1 Faustformeln - überschlägige Richtwerte:

Der Regenwasserverbrauch im Haushalt einerseits und der Regenwasserertrag von der Dachfläche andererseits bestimmen die Größe des Speichers.
Die Niederschläge verteilen sich in unseren Breiten relativ gleichmäßig über das Jahr (siehe Abb. 7-4).

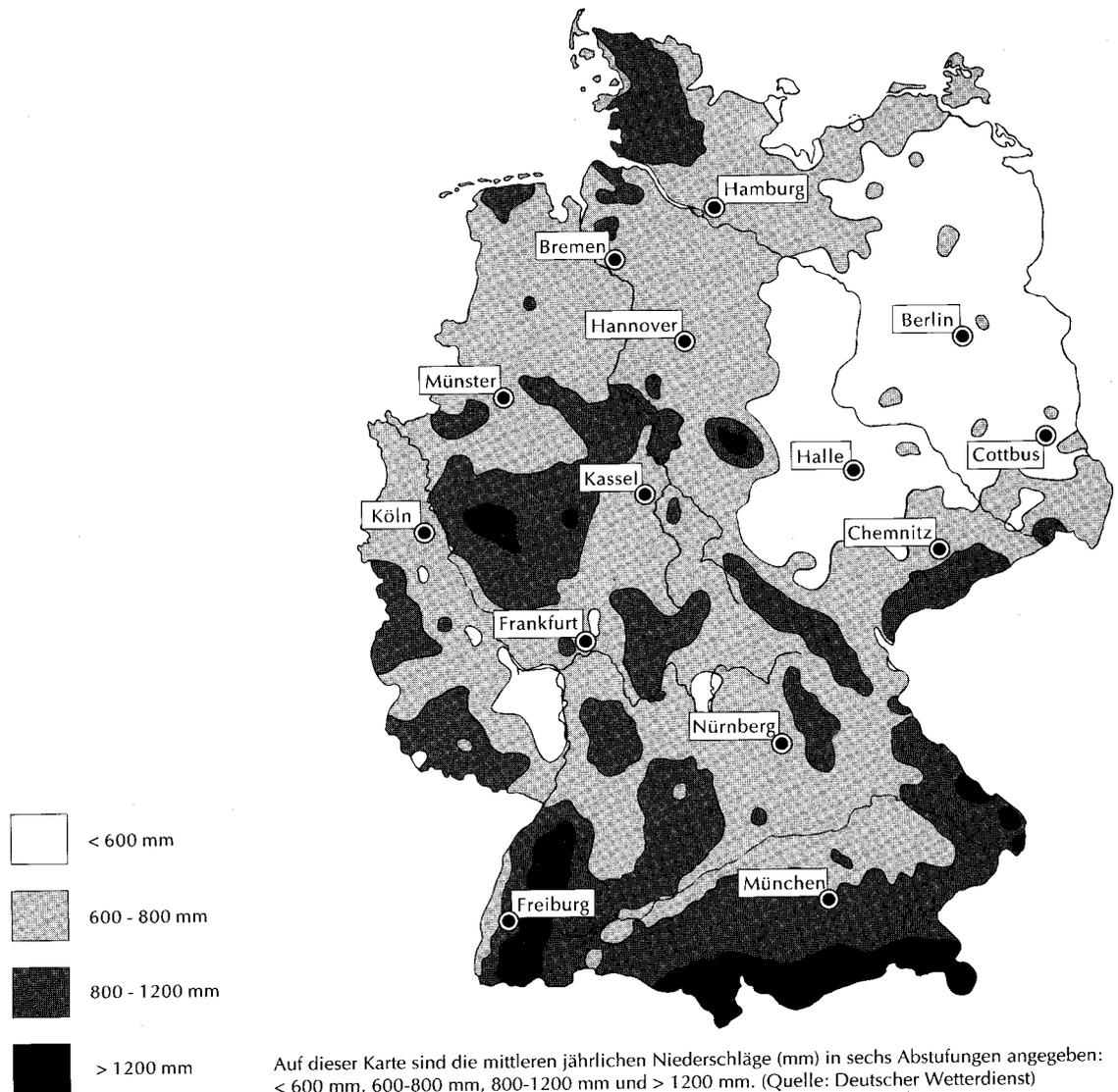


Abbildung 8-4: Niederschläge in Deutschland

Eine sinnvolle Speichergröße für ein normales Einfamilienhaus liegt bei 3 - 4m³.
Da die Menge des benötigten Wassers von der Anzahl der Personen abhängt, kann man ebenso personenbezogen kalkulieren und pro Person ein Speichervolumen von etwa 700 - 800 l einplanen. Wählt man die Dachflächen als Berechnungsgrundlage, so sollte man pro Quadratmeter Auffangfläche etwa 20 - 30 l Speichervolumen vorsehen.

Da man davon ausgeht, daß der Regen im Durchschnitt senkrecht von oben nach unten fällt, ist die Grundfläche des Hauses maßgebend bzw. Die auf die Ebene projizierte Fläche (einschließlich Dachüberstände).

Solche Richtwerte oder Faustformeln erlauben natürlich nur sehr grobe und überschlägige Rechnungen. Für den Normalfall des Einfamilienhauses liefern sie jedoch ausreichende Ergebnisse.

8.6.2 Anlagengröße berechnen:

Zur Berechnung wird der Regenertrag und der Regenwasserbedarf genau bestimmt und daraus eine sinnvolle Speichergröße abgeleitet. Aus der Niederschlagskarte (s. Abb. 7-4) für Deutschland kann man die standortbezogenen Niederschlagswerte, in Millimeter pro m^2 ablesen.

Regenwassermenge: Auffangfläche x Niederschlagswert (mm/Jahr)

Beispiel:

Bei einem Niederschlagswert von 700 mm/Jahr bedeutet das: Fläche in m^2 mal 0,7 m = Regenmenge in m^3 .

Da eine gewisse Menge des Regens verloren geht, durch Verdunstung und Rückhaltung in den Unebenheiten des Daches (je nach Dachmaterial), muß dies in die Berechnung mit einfließen. Bei einem Ziegeldach können nur 75% der Regenmenge im Speicher aufgefangen werden:
Regenmenge in m^3 x 75%

Bei einem ausgeglichenen Verhältnis von Regenwasser-Ertrag und Regenwasser - Bedarf hat sich eine Speichergröße von ca. 5% des Jahres-Ertrages als ausreichend erwiesen. Wenn der Bedarf wesentlich niedriger oder auch höher ist als der Ertrag (mehr als 20% Differenz), kann die Speichergröße auf 3% des Jahresertrages reduziert werden. Die errechnete Speichergröße wird auf die nächste Standardgröße gerundet.

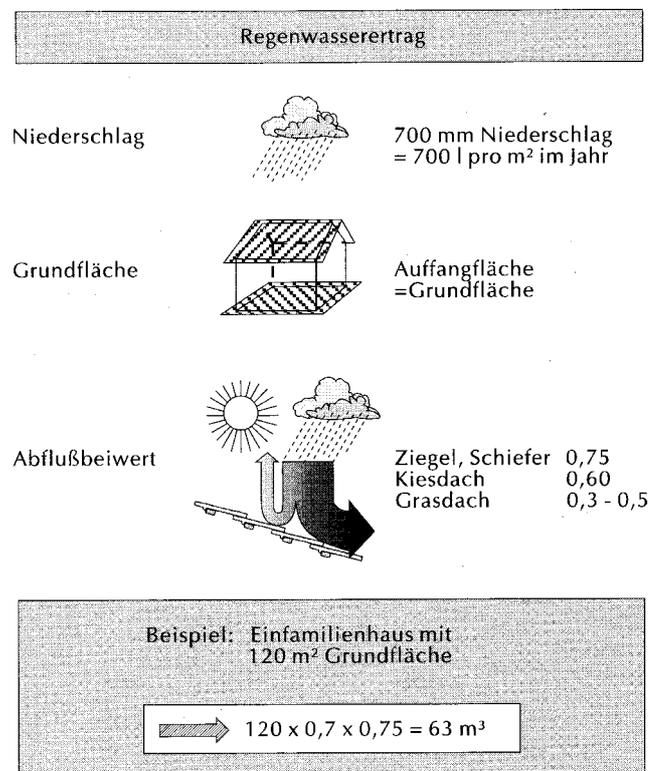


Abbildung 8-5: Berechnung des Regenwasserertrages

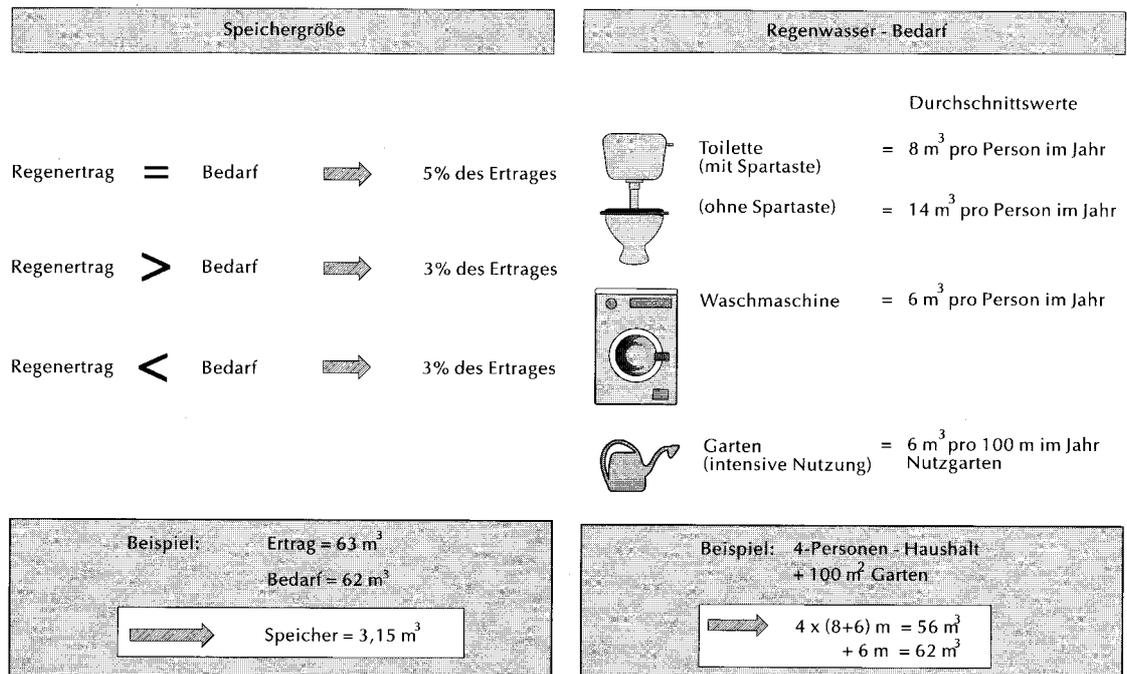


Abbildung 8-6: Berechnung des Regenwasserbedarfs, bzw. der Speichergröße

8.7 Hauswasserstation

Für die Förderung des Regenwassers aus dem Speicher zu den Verbrauchsstellen werden sogenannte Hauswasserstationen eingesetzt. Hierbei handelt es sich um kompakte Anlagen, die im Fachhandel in geeigneten Dimensionen und entsprechender Qualität erhältlich sind und aus folgenden Teilen bestehen:

- selbstsaugende Kreisel- oder Kolbenpumpe
- Druckregler mit Schalter
- Manometer
- Druckbehälter

Die Hauswasserstation sorgt stets für ein gleichbleibenden Druck im Leitungsnetz.

Regenwasserleitungsnetz

Das Regenwasserleitungsnetz sollte grundsätzlich aus einem anderen Material erstellt werden als das Trinkwasserleitungsnetz. Eventuell könnte es noch zusätzlich durchgehend mit einem Trassband gekennzeichnet werden. Das Material braucht nicht den Trinkwassernormen zu entsprechen. Es empfiehlt sich Kunststoffleitungen zu verwenden, so können hier Kosten gespart werden. Die Kunststoffleitungen werden vom weichen Regenwasser nicht angegriffen.

Entnahmestellen

- für WC-Spülungen sollten nur Spartoiletten mit 6-Liter Spülkästen verwendet werden
- alle Zapfstellen und Anschlüsse sind mit einem Hinweisschild kein „Trinkwasser zu kennzeichnen“
- frei zugängliche Zapfstellen sind zusätzlich durch einen abnehmbaren Drehgriff zu sichern

8.8 Rechtliche Grundlagen

Genehmigung und Vorschriften

Eine wasserrechtliche Genehmigung ist nicht erforderlich, denn gemäß Trinkwasserverordnung darf Brauchwasser in Haushalten und Gewerbebetrieben eingesetzt werden. Der Nutzung sind lediglich bezüglich hygienischer Gründe Grenzen gesetzt.

Die Errichtung einer Regenwassernutzungsanlage ist den zuständigen Wasserversorgungsunternehmen oder der Gemeinde anzuzeigen. Der Anschluß bedarf einer behördlichen Abnahme (§ 11, Abs.2). Grundsätzlich sind alle Veränderungen der Grundstücksentwässerungsanlage der Wasserbehörde zu melden. § 44 Abs.3 des Hessischen Wassergesetzes oder die Erlaubnis der Wasserbehörde machen das Versickern von Niederschlagswasser möglich.

Bei Kanaltrennsystem muß der Überlauf der Zisternen an den Regenwasserkanal angeschlossen werden, wenn es nicht nach einer entsprechenden Genehmigung auf dem Grundstück selbst versickert werden kann.

Es sind die allgemeinen Regeln der Technik, die Normen und Vorschriften und Bemessungsregeln für die Auslegung der Brauchwasseranlagen sind zu beachten (§10, Abs.11).

8.9 Der Bau einer Zisterne

Für den Bau werden zweckmäßigerweise im Betonwerk vorgefertigte Schacht oder Brunnenringe verwendet. Die früher üblichen gemauerten Zisternen sind im Vergleich dazu deutlich teurer und letztlich nicht so haltbar.

Die Betonringe sind mit Innendurchmessern von 800 mm, 1000 mm, 1200 mm, 1500 mm, 2000 mm und 2500 mm erhältlich. Oben verringert ein konischer Schachthals den Durchmesser der Zisterne soweit, daß sie mit einer verhältnismäßig kleinen Abdeckung verschlossen werden kann. Zusätzlich sind Auflageringe in mehreren Dicken erhältlich, um Höhenunterschiede zwischen Schachthals und Erdoberfläche ausgleichen zu können. Soll eine elektrische Pumpe fest installiert werden, kann man direkt neben der Zisterne einen kleinen Pumpenschacht aus Steinen oder Beton bauen. Dieser Pumpenschacht wird mit einer Gehwegplatte abgedeckt, so daß die Pumpe geschützt und unauffällig im Garten liegt.

Die Schachtröhre für die Zisterne werden auf einer in der Baugrube gegossenen Betonplatte aufgestellt. Bei dieser Gelegenheit sollte gleich das Zulaufrohr mit einbetoniert werden. Um Verstopfungen zu vermeiden, wählt man ein für Grundleitungen geeignetes Rohr mit einem Durchmesser von 100 mm. In der Installationstechnik üblich sind dafür rotbraune PVC-Rohre (KG). Durch die große Wandstärke werden diese Rohre im Erdreich nicht so leicht beschädigt. Schwarzes PE-Abflußrohr ist ebenfalls geeignet und als umweltfreundlichere Alternative dem PVC-Rohr vorzuziehen.

Die Verbindung der Rohrstücke miteinander erfolgt durch eine Steckverbindung, bei der ein Gummidichtung eingelegt wird. PE-Rohre müssen mit einem Spezialwerkzeug verschweißt werden.

Es ist sinnvoll, in die Bodenplatte einen Pumpensumpf einzuformen. Das ist eine Vertiefung, die bis zuletzt mit Wasser gefüllt bleibt, so daß auch bei fast leerem Becken noch sichergestellt ist, daß die Pumpe keine Luft ansaugt.

Bei starken und lang andauernden Regenfällen ist auch eine größere Zisterne schnell gefüllt. Das durch die Sickerlöcher austretende Wasser kann sich im Kies verteilen und dadurch auf einer größeren Fläche im Erdreich versickern. Diese Lösung ist für die Erhaltung des Grundwasserspiegels sehr günstig. Ein Nachteil ist, daß bei gleicher Schachttiefe ein Teil des Speichervolumens der Zisterne »verschenkt« wird, da der Wasserspiegel unterhalb der Sickerlöcher bleibt.

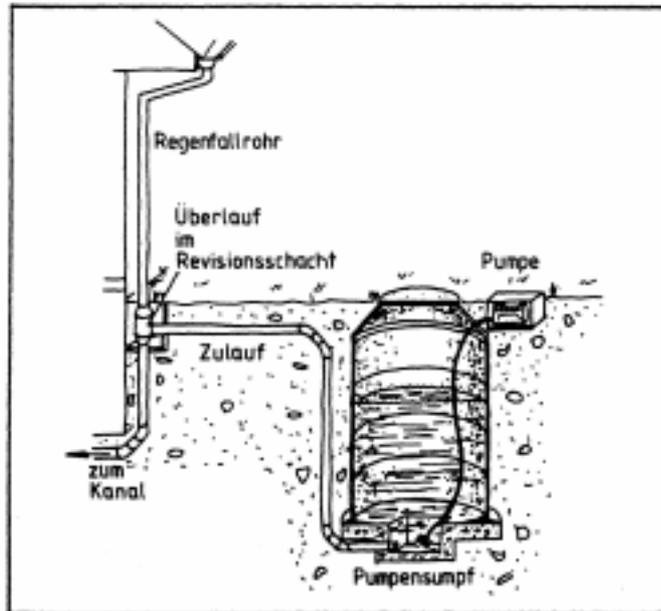


Abbildung 8-7: Anschluß des Sammelschachtes an Regenrohr und Pumpe
(Bös, S.28)

ausgeschachtet. Steht kein Bagger zur Verfügung, muß - etwas mühselig - von Hand ausgeschachtet werden. Um sich im Zisternenschacht frei bewegen zu können, sollten die Brunnenringe einen Durchmesser von mindestens 1,5 m haben. Für den ersten Betonring wird eine Grube von etwa 1 m Tiefe ausgeschachtet, im Durchmesser etwas größer als der Schachtring. Dann wird der zweite Ring aufgesetzt und vorsichtig ringsum unter dem unteren Ring die Erde entfernt.

Die Ringe rutschen durch ihr Eigengewicht mit tiefer werdender Grube langsam nach. Stück um Stück können von oben weitere Ringe aufgesetzt werden, bis die Zisterne die gewünschte Tiefe erreicht hat. Die Schachtringe stützen das Erdreich soweit ab, daß keine Einsturzgefahr besteht.

Ein sinnvoller Durchmesser für eine Schachtringzisterne ist 1,5 Meter. Je 1 m Tiefe der Zisterne kann bei diesem Durchmesser knapp $1,8\text{m}^3$ Regenwasser gespeichert werden, so daß bei einer Tiefe von drei Metern schon über 5m^3 Wasser zur Verfügung stehen. Soll noch mehr Wasser gespeichert werden, wird die Zisterne nicht tiefer gebaut, sondern besser ihr Durchmesser vergrößert. Bei einem Durchmesser von 2 m beträgt der Inhalt schon $3,1\text{m}^3$ je 1 m Tiefe. Die Zisterne wird im gleichen Verfahren wie ein Schachtbrunnen

Abbildungsverzeichnis

Kapitel 1

Abbildung 1-1 Wasserzähler	2
Abbildung 1-2 Rückflußverhinderer	2
Abbildung 1-3 Hausanschlußraum	3
Abbildung 1-4 Knickgefahr bei horizontaler Wandschwächung	4
Abbildung 1-5 Aussparung	5
Abbildung 1-6 Kennzeichnung und Vermaßung von Aussparungen	5
Abbildung 1-7 Grundriß u. Schnitt eines Bürogebäudes	6
Abbildung 1-8 Vorwandinstallation, Platzbedarf in der Tiefe.....	8
Abbildung 1-9 Platzbedarf einer wandhängenden bzw. bodenstehenden WC-Anlage	8
Abbildung 1-10 Konventionelle Ausmauerung	9
Abbildung 1-11 Vorwandinstallation mit Installations	10
Abbildung 1-12 Badezimmer unter Verwendung von Installationsblocks	10
Abbildung 1-13 Vertikaler Installationsschacht in einem Wohngebäude	11
Abbildung 1-14 Abmessungen und Montagehöhen von Sanitärobjekten	12
Abbildung 1-15 Seitenabstände von Sanitärobjekten	13
Abbildung 1-16 Stell- u. Bewegungsflächen von Sanitärobjekten im Wohnungsbau	13
Abbildung 1-17 Beispiele zu Abständen und Bewegungsflächen DIN 18 022.....	14
Abbildung 1-18 Objektabmessungen u. Achsabstände im Sanitärbereich	15
Abbildung 1-19 Beispiele für WC-Räume	16
Abbildung 1-20 Beispiele für Duschräume	17
Abbildung 1-21 Beispiele für Badezimmer	18
Abbildung 1-22 Beispiele für Bade-/Duschräume	19
Abbildung 1-23 Beispiele für Kombinationen von Bad, Dusche und WC.....	20

Kapitel 2

Abbildung 2-1: Lautstärkeskala (Pi, A 30/1).....	21
Abbildung 2-2: Schallmäßig ungünstiger Grundriß (Pi, B 70/1)	23
Abbildung 2-3: Luftschallanregung (Pi, A 31/1).....	24
Abbildung 2-4: Körperschallanregung (Pi, 31/2)	25

Kapitel 3

Abbildung 3-1: (Pi, A34/1)	28
----------------------------------	----

Kapitel 4

Abbildung 4-1: Bezeichnung für Leitungsteile.....	31
Abbildung 4-2: Anschlußkanal.....	32
Abbildung 4-3: Anschlußausführung an die öffentliche Kanalisation	33
Abbildung 4-4: Lageplan.....	34
Abbildung 4-5: Gefälleberechnung.....	34
Abbildung 4-6: Rückstau- und Rückstauenebene (RSE) in einem Mischsystem	36
Abbildung 4-7: Flaschengeruchsverschluß	38
Abbildung 4-8: Verschlußarten.....	38
Abbildung 4-9: Rohrgeruchsverschluß.....	39
Abbildung 4-10: Bogenabzweig 88,5°, dimensionsgleich	40
Abbildung 4-11: Beispiel für Einmündung benachbarter Anschlußleitungen in eine Falleitung (DIN 1986, Teil 1, S. 21).....	41
Abbildung 4-12: Anordnung von Abzweigen in Falleitungen.....	42
Abbildung 4-13: Falleitungsanordnung.....	43
Abbildung 4-14: Übergang der Falleitung in eine liegende Leitung	44
Abbildung 4-15: Anschlußfreie Leitungsteile einer Falleitungsverziehung	44
Abbildung 4-16: Umlüftung von Sammelanschlußleitung auf Falleitung.....	45
Abbildung 4-17: Falleitungsverziehung 2 m mit Umgehungsleitung	46
Abbildung 4-18: Falleitungsverziehung * 2m mit Umgehungsleitung für Anschluß an liegende Leitung.....	46
Abbildung 4-19: Anordnung / Verziehung von Lüftungsleitungen	47
Abbildung 4-20: Abstände für die Mündung von Lüftungsleitungen	47
Abbildung 4-21: Formstücke für Grundleitungen	50
Abbildung 4-22: Möglichkeiten von Reinigungsöffnungen	51
Abbildung 4-23: Sandfang mit nachgeschaltetem Benzinabscheider.....	52
Abbildung 4-24: Mindestgrößen von Schlammfängen nach DIN 1999 für Benzin- oder Heizölabscheider Nenngrößen 1 bis 6.....	53
Abbildung 4-25	53
Abbildung 4-26: Benzinabscheider.....	54
Abbildung 4-27: Einbaubeispiel: Benzin- und Koaleszenzabscheider	55
Abbildung 4-28 : Abwasserhebeanlage für fäkalienfreies Abwasser	56
Abbildung 4-29: Einbau einer Fäkalienhebeanlage	57
Abbildung 4-30: Fäkalienhebeanlage.....	58
Abbildung 4-31: Bauliche Anforderungen für Fäkalienhebeanlagen.....	59
Abbildung 4-32: Abmessungen von Fäkalienhebeanlagen.....	59

Kapitel 5

Abbildung 5-1: Mittlere Frachten bei einem Wasserverbrauch von 150/Person Tag	63
Abbildung 5-2: Möglichkeiten der Abwasserreinigung in Kleinkläranlagen.....	64
Abbildung 5-3: Bemessungsdaten bei Wohngebäuden nach DIN 4261, T1.....	65
Abbildung 5-4: Zweikammerabsetzgrube / Dreikammergrube.....	66
Abbildung 5-5: Filtergraben	67
Abbildung 5-6: Tropfkörperanlage mit Dreikammergrube zur Vorreinigung	68
Abbildung 5-7: Untergrundverrieselung.....	70
Abbildung 5-8: Pflanzenkläranlage "System Mettmann" nach LWA 1989.....	71
Abbildung 5-9: Wuchsformen verschiedener Sumpfpflanzen	72
Abbildung 5-10: Prinzip des Horizontalfilters.....	73
Abbildung 5-11: Prinzip des Vertikalfilters.....	73
Abbildung 5-12: Größenbedarf naturnaher Abwasserreinigungsanlagen.....	74

Kapitel 6

Abbildung 6-1: Kochendwassergerät 5 l.....	76
Abbildung 6-2: Badeboiler 60 - 80l.....	76
Abbildung 6-3: Leistung und Abmessung von Elektro-Boilern.....	77
Abbildung 6-4: Elektro-Durchlauferhitzer	77
Abbildung 6-5: Durchflußwasser-erwärmer.....	78
Abbildung 6-6: Prinzip eines GasDurchlaufwasserheizers	79
Abbildung 6-7: Gas- Durchlaufwasserheizer.....	80
Abbildung 6-8: Gas-Durchlauferhitzer mit Schornsteinanschluß	80
Abbildung 6-9: Funktionsschema eines Brennwertkessels.....	81
Abbildung 6-10: Abgastemperatur, Wirkungsgrad und Kondenswassermenge	82
Abbildung 6-11: Kombigerät als Umlauf-Gaswassergerät	83
Abbildung 6-12: Kombigerät mit Anschluß an ein Luft-Abgasschornstein	83
Abbildung 6-13: Schematischer Aufbau eines Flachkollektors	84
Abbildung 6-14: Leistungsbereiche von Kollektoren bei 800 W/m^2	85
Abbildung 6-15: Bemessung und Anordnung von Kollektoren.....	86
Abbildung 6-16: Aufbau einer Solaranlage zur Warmwasserbereitung	86
Abbildung 6-17: Möglichkeiten der Nacherwärmung	89
Abbildung 6-18: Speicher-Wassererwärmer	91
Abbildung 6-19: Temperaturverlauf im Mischspeicher.....	92
Abbildung 6-20: Zirkulationsleitung	94

Kapitel 7

Abbildung 7-1: Tagesverlauf der Wasserabgabe einer Großstadt	96
Abbildung 7-2: Entwicklung des personenbezogenen Trinkwasserverbrauchs.....	97
Abbildung 7-3: Spezifischer häuslicher Wasserbedarf im Wohnungsbau	98
Abbildung 7-4: Tagesbedarf verschiedener Einrichtungen	99
Abbildung 7-5: Grafisches Symbol für „Kein Trinkwasser“	100
Abbildung 7-6: Grafisches Symbol für „Trinkwasser“	100
Abbildung 7-7: Härtebereiche nach dem Waschmittelgesetz	102
Abbildung 7-8: Abmessungen und Formstücke bei verzinkten Stahlrohren	103
Abbildung 7-9: Beispiele für Lötfittings	103
Abbildung 7-10: Höhe des Druckbehälters.....	104
Abbildung 7-11: Druckverluste	105
Abbildung 7-12 Rohrdurchmesser von Trinkwasserleitungen.....	106
Abbildung 7-13 Darstellung einer Druckerhöhungsanlage.....	107
Abbildung 7-14 Bezeichnungen für Leitungsteile	108

Kapitel 8

Abbildung 8-1: Beispiele für den privaten Wasserverbrauch im Haushalt.....	112
Abbildung 8-2: Schema Regenwassernutzung	113
Abbildung 8-3: Funktion eines Filtersammlers	114
Abbildung 8-4: Niederschläge in Deutschland	117
Abbildung 8-5: Berechnung des Regenwasserertrages.....	119
Abbildung 8-6: Berechnung des Regenwasserbedarfs, bzw. der Speichergröße	120
Abbildung 8-7: Anschluß des Sammelschachtes an Regenrohr und Pumpe	123

LITERATURVERZEICHNIS

- BA** Bahlo, Klaus - Naturnahe Abwasserreinigung
Planung und Bau von Pflanzenkläranlagen, Ökobuch-Verlag 1992
- BR** Bredow - Regenwasser-Sammelanlage
Eine Bauanleitung, Ökobuch-Verlag 1987
- FEU** Feurich, Hugo - Sanitärtechnik
Krammer Verlag 1995
- HA** Harder, Kruse, Sproten - Projektierung in der Sanitärtechnik
Gentner Verlag 1992
- KÖ** König, Klaus W., Regenwassernutzung von A-Z
Mallbeton-Verlag 1996
Regenwasser in der Architektur-Ökologische Konzepte
Ökobuch-Verlag 1996
- PI** Pistohl, Handbuch der Gebäudetechnik- Planungsgrundlagen und Beispiele
Band 1, Sanitärplanung / Elektro, Werner Verlag 1993