

Inhalt

1 Vorwort 6

Zur Neuauflage 13

2 Grundlagen 16

Trinkwasser und seine Funktion 16

Aufgaben im Körper 16

Von der Dehydration zur Exsikkose 18

Hyperhydration – Wasservergiftung 20

Wasser im Notfall – und auf Reisen 20

Wasserbedarf 21

 Beispielrechnung moderater Verbrauch 22

 Beispielrechnung hoher Verbrauch 22

Wasser auf Trekkingtouren 23

Reserve und Rationieren 24

 Wasserlager 26

Richtig trinken 30

Verhalten im Trinkwassernotfall 31

 Wasserknappheit 31

 Wassermangel 31

 Wasserkrise 32

3 Wasser finden 33

Eigenschaften von Wasser 33

Geländestrukturen lesen 36

Wasserzeiger 38

Fundorte für Grundwasser 41

Brunnen 42

 Sickerbrunnen 42

 Saugbrunnen 43

Weitere Fundorte 43

 Süßwasserlinsen 43

 Unterseeische Quellen 45

 Eis und Schnee 47

 Beispielrechnung bei 2 Personen mit je

 3,5 Liter Trinkwasser: 49

 Luftfeuchtigkeit – Tau 50

 Taupunkt 51

 Wassergewinnung aus Luft 52

 Nebelfänger 52

 Tau sammeln 54

 Tau im Zelt 54

 Niederschlag 56

 Zisternen & Dachspeicher 58

Wasser und Nahrung 58

 Wasser aus Pflanzen 60

 Transpiration 60

 Wasserextraktion aus Pflanzen 62

 Pflanzensaft 62

 Wasser aus Tieren 64

4 Wasser einschätzen 65

Eigenschaften des Rohwassers 67

 Trübung 67

 Färbung 68

 Sensorische Einschätzung 70

Rohwasser – Trinkwasser 71

Krankheitserreger 73

 Viren 73

 Rotaviren 74

 Hepatitis A 74

 Bakteriophagen 75

 Bakterien 76

 Cholera (*Vibrio cholerae/eltor*) 77

 Typhus (*Salmonella typhi*), Paratyphus (*Salmonella paratyphi*), Salmonellose (*Salmonella enterica*) u.a. 77

 E. coli (EHEC, ETEC und ähnliche) 78

 Einzeller und Parasiten 79

 Kryptosporidien (*Cryptosporidium parvum* u.a.) .. 79

 Giardia (*Giardia duodenalis*) 80

 Amöben (*Entamoeba histolytica/dispar*) 80

 Mehrzellige Parasitenlarven 81

 (z.B. *Schistosoma haematobium*, *Trichobilharzia ocellata*) 81

 Blualgen 82

Chemische Bestandteile des Rohwassers... 83

 Kochsalz 85

 Salzgehalt der Meere 87

 Salinität feststellen 88

 Andere Mineralien, Schwermetalle 89

 Radioaktivität 90

Nitrit, Nitrat und andere Stickstoffverbindungen	92
Pflanzenschutzmittel und andere organische Verbindungen	93
Der Saprobienindex.....	93
Indikatorarten	96
Trophie	97
Bestimmung der Gewässergüte	97
Nicht oder gering belastet	98
Mäßig belastet	98
Verschmutzt.....	99
Sehr stark verschmutzt.....	99
Indikatororganismen	100

5 Wasser aufbereiten 102

Vorbereitende Techniken.....	103
Sedimentieren.....	103
Hitze fällung	104
Sauerstoff fällung	104
Chemische Flockung	104
Dekantieren	105
Vorfiltrern	106
Filtervlies.....	107
Entkeimung.....	107
Tropffilter	107
Filtergehäuse	108
Sedimentfilter.....	108
Tonbrandfilter.....	110
Kerzenfilter.....	111
Saugfilter	113
Trekkingfilter	113
Hohlfaserfilter	116
Minisart-Filter	117
Kohlefilter	117
Abkochen	119
Solarhitze	121
UV-Strahlung	122
Elektrische UV-Strahlung	123
SODIS	124
Chemische Desinfektion.....	126
Iod.....	127
Chlordioxid	128
Hypochlorite	129
MIOX.....	130

Entsalzung	131
Umkehrosmose.....	131
Funktion	133
Passive Osmose.....	134
Destillation	135
Improvisierte Destillationsmethoden.....	138
Kleinstwasserwerke.....	144
Hauswasseranlagen	144
Filtergehäuse	145
Filterstufen	145
Drucksystem	146
Stationäranlagen	147
Stationäre UV-Bestrahlung	150

6 Wasser konservieren und lagern .. 152

Wiederverkeimung.....	152
Tyndallisieren.....	154
Wiederholte SODIS.....	154
Kühlen und Schattieren	154
Silberionen und andere chemische Stoffe.....	155
Wasserkonserven	155
Transport- und Speichergefäße	156
Stationäre Speichergefäße	157
Mittelvolumige Mobilspeicher.....	158
Flaschen und Trinkgefäße.....	159
Improvisierte Transport- und Lagermethoden	161
Speicherteiche	161
Notfallcontainer	161

7 Anhang 163

Trinkwasser und Krankheiten.....	163
Wasseraufbereitung	165

8 Epilog..... 166

Dank	168
Supplements	168
Kontakt.....	168
Weitere Bücher zum Themenkomplex.....	169

9 Glossar..... 174

3 Wasser finden



Wer schon einmal einige Tage autark unterwegs war, hat sich spätestens am zweiten oder dritten Tag auf die Suche nach Wasser begeben müssen.

Sind Sie dabei nicht gerade in ariden Gegenden, also in »trockenen« Klimazonen bzw. Wüsten, ist diese Aufgabe in aller Regel nicht allzu schwer zu meistern. In diesem Fall besteht die praktische Trinkwasserbeschaffung meistens aus dem *Einschätzen* der Qualität und dem Aufbereiten von vorhandenem und gut *sichtbarem* Wasser aus großen Flüssen oder Seen. Mit den selteneren Fällen, in denen wir Wasser gezielt suchen müssen, beschäftigen wir uns in diesem Kapitel.

Eigenschaften von Wasser

Wasser unterliegt einfachen physikalischen Gesetzen. Sein Verhalten ist vorhersehbar und lässt sich in wichtigen Bereichen beeinflussen. Bevor wir in die Details der Trinkwassersuche gehen, müssen wir uns mit einigen seiner Eigenschaften beschäftigen.

■ **Dichte:** »Wasser«, genauer genommen reines, gasfreies Wasser, hat bei 4 °C eine Dichte, also Masse je Volumen, von etwas unter einem Kilogramm je Liter oder einer Tonne je Kubikmeter. Die Dichte von Flüssigkeiten ist davon abhängig, welche Temperatur sie haben und ob Stoffe darin gelöst sind.

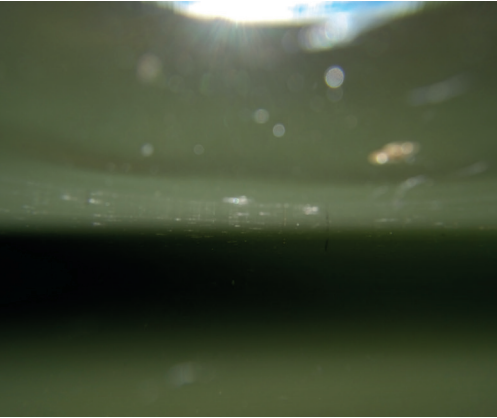
Je kälter Wasser ist, desto *schwerer* wird es – bis zu einer Temperatur von 4 °C. Bei dieser Temperatur ist Wasser am schwers-

ten, bzw. es hat bei 4 °C seine höchste Dichte. Wird 20 °C warmes Wasser vorsichtig auf 4 °C kaltes geschichtet, liegt das warme Wasser einige Zeit auf dem kalten – getrennt von einer »Sprungschicht«. Diesen Effekt kennen Sie vom Schwimmen im Bag-ersee. Ab einer bestimmten Tiefe wird das Wasser schlagartig kalt.

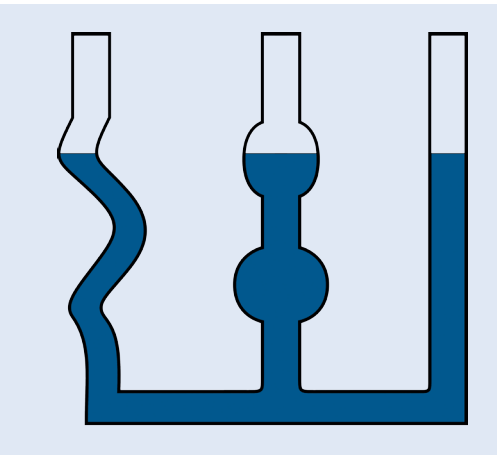
Wird Wasser unter 0 °C abgekühlt, gefriert es zu Eis. Damit sinkt wiederum die Dichte – Eis ist mit etwa 900 Gramm je Liter *deutlich leichter* als Wasser und schwimmt darüber.

Die genannten Werte hat jedoch nur absolut reines Wasser. Sobald Feststoffe oder Gase darin gelöst sind, verändern sich seine Eigenschaften.

■ **Fluidität:** Eine weitere wichtige Eigenschaft flüssigen Wassers ist, dass es wirklich »sehr flüssig« ist. Es hat also eine *geringe Viskosität* und eine *hohe Fluidität* (verglichen beispielsweise mit Öl oder Honig). Deshalb sammelt es sich *meist* an der tiefsten Stelle über wassersperrenden Schichten im Boden. Es gibt tatsächlich nur wenige Bodenschichten, die in der Lage sind, Wasser aufzuhalten, beispielsweise unbeschädigte Felsschichten, feiner Lehm und Ton. Doch auch wenn das Wasser unterirdisch aufgehalten wird, ist dieses Reservoir irgendwann voll und läuft unterirdisch über oder bricht als Quelle aus dem Boden. Oft sickert Wasser auch durch scheinbar sperrende Schichten durch feinste Poren und Spalten und bewegt sich mit wenigen Metern am Tag auf direktem Wege talwärts.



Sprungschicht in einem stark →eutrophierten Gewässer. Die Wassermassen mit unterschiedlichen Temperaturen vermischen sich nicht sofort, sondern die warme, nährstoffreiche Schicht (dunkel) überlagert die kalte.



Gemäß dem Prinzip der kommunizierenden Röhren ist der Wasserpegel an verschiedenen Stellen einer wasserführenden Bodenschicht immer gleich hoch, auch wenn sich Hindernisse zwischen den Pegeln befinden.

Hat ein offener Wasserspiegel eine bestimmte Höhe, ist diese gemäß dem »System der kommunizierenden Röhren« auch die maximale und minimale Grundwasserhöhe im Umkreis von einigen hundert Metern – selbst wenn dazwischen große Felsen oder sperrende Sedimentschichten liegen. Eine Ausnahme machen →Süßwasserlinsen und schnell fließende Flüsse in felsiger oder sandiger Umgebung. Hier fällt der Grundwasserpegel um das eigentliche Gewässer schnell ab.

Eine weitere wichtige und sichtbare Eigenschaft des Wassers definiert sich eher implizit. Ohne verfügbares Wasser gibt es auf dieser Erde kein Leben. Dabei kann das benötigte Wasser in freier Form flüssig, in der Luft gasförmig oder gebunden in Sediment, Gesteinen und Pflanzen vorliegen.

Sind *irgendwelche* Lebewesen vorhanden, bedeutet das auch, dass irgendwo Wasser vorhanden sein *muss*.

Bezüglich des Findens von Trinkwasser stellen sich in der Regel die folgenden Fragen:

- Woher gewinnen eventuell vorhandene Lebewesen ihr Wasser?
- Wie können wir Wasser mit möglichst geringem Aufwand aus unterschiedlichen Quellen für unsere Nutzung gewinnen?
- Können wir gewonnenes Rohwasser direkt trinken, oder muss es behandelt werden?

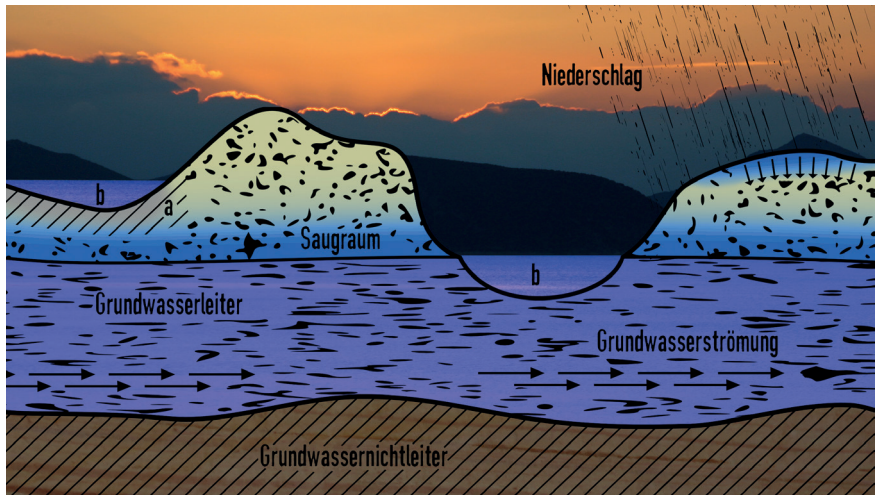
Diese Fragen zu beantworten ist, wie Sie im Laufe des Buchs noch sehen werden, oft komplexer als das eigentliche *Finden von Wasser*.

Unter Beachtung der besonderen Eigenschaften des Wassers ist die Suche danach an folgenden Orten besonders erfolgversprechend:

Typische Grundwasserleiter und Grundwassernichtleiter



Grundwasserleitende Schichten: Kies und verdichteter Sand sowie lockere Konglomerate mit geringem Schluffanteil sind Grundwasserleiter (*links*). Dagegen sind Ton, verpresste Tonsteine und Kalksteine schlechte Wasserleiter (*rechts*).



Wasser sammelt sich manchmal auch über dem Grundwasserspiegel, sofern der schnelle Abfluss verhindert wird (a). Offene Gewässer (b) zeigen mit ihrem Wasserspiegel in aller Regel den lokalen Grundwasserspiegel an. Der Wasserkörper liegt hauptsächlich zwischen Grundwassernichtleiter und Oberflächenwasserspiegel, erhebt sich jedoch im »Saugraum« (einer immerfeuchten Bodenschicht) über diesen Pegel.

Geländestrukturen lesen

Mit Ausnahme von größeren Strömen oder Seen werden Sie in →ariden Umgebungen selten ad hoc trinkbares Wasser finden. Oft erkennt man potentielle Entnahmestellen erst, wenn man praktisch hineingetreten ist. Auch sind viele Indikatoren wie Bodenschichten und Zeigerpflanzen bzw. -tiere (siehe Seite 38 f.) erst aus der unmittelbaren Nähe zu erkennen.

Um vielversprechende Stellen zu finden, muss man sich ein wenig mit der Geländestruktur der Umgebung beschäftigen. Wie Sie wissen, fließt Wasser immer nach unten und sammelt sich an niedrigster Stelle bzw.

fließt über diese (unterirdisch) ab. Wenn Sie die Umgebung absuchen, können Sie schnell einige typische Hinweise für vorhandenes Oberflächenwasser oder unterirdische Wasserpegel finden.

Für das Betrachten von Geländestrukturen sollte man sich als Faustregel merken, dass Felsen, sperrende Bodenschichten und dergleichen im Untergrund bzw. unter Erosionsschichten, Kies, Sand oder Pflanzen versteckt genau so verlaufen, wie der sichtbare Bereich es als Tendenz vorgibt. Versuchen Sie, die Bodenschichten über einer wasserundurchlässigen Schicht zu ignorieren, und stellen Sie sich vor, wie diese Schicht darunter weiterführen würde.



Berghänge mit Einschnitten: Der Schnittpunkt zwischen den Felsen ist der einzige Ablauf des Wassers. Hier kann ein oberflächlicher oder unterirdischer Abfluss vermutet werden.



Klamm/Schlucht: Hinweis für Wassererosion nach starken Niederschlagsereignissen. Dem ausgetrockneten Flusstau bis an eine Barriere quer zum Fluss folgen. Wenn vorhanden, ist hier ein unterirdischer Wasserspeicher.



Bergsattel ohne natürlichen Abfluss: Offener Bergsee oder Wasserspeicher unter dem Sediment mit sehr langsamem Abfluss durch den Felsen.



Überlappende Felsen mit tiefen Tälern: Schnittpunkte sind wahrscheinliche Orte für einen oberirdischen Flussverlauf oder Tümpel.



Senke in einer weitläufigen Ebene: Falls unterirdisches Wasser vorhanden ist, dann an der tiefsten Stelle der Senke.

Ergibt sich beispielsweise zwischen zwei felsigen Berghängen unter dem aufliegenden Erosionsschutt ein gedachter Schnittpunkt der Felsen, kann diese Stelle als wahrscheinlicher Abflussort markiert werden. Zu beachten ist jedoch, dass an dieser Stelle Wasser nicht durch die Oberfläche brechen muss, sondern auch einige Meter tief im Sediment abfließen kann. Diese natürlichen Wasserspeicher haben jedoch den enormen Vorteil, dass sie kaum durch Sonneneinstrahlung verdunsten und deshalb teilweise noch Jahrzehnte nach dem letzten Niederschlag Wasser führen.

Wasserzeiger

Wenn Sie Wildtierfährten folgen, stoßen Sie meist früher oder später auf Wasser. Leider gibt es jedoch besonders in → ariden Regionen durchaus Säugetiere, die sich an alternative Wasserquellen angepasst haben oder lange Zeit nicht trinken müssen,

weshalb Tierspuren nicht per se als sichere Zeichen gelten.

Ein extremes Beispiel sind Wüsten bewohnende Kängururatten, deren autarke Wasserquelle das Kondenswasser ist, das sie beim Atmen an der Nasenschleimhaut gewinnen. Und größere Säugetiere überwinden manchmal viele Kilometer bis zur nächsten Wasserstelle.

Es gibt im Zusammenhang mit Wasser die eine oder andere Aussage über Insekten und andere Kleintiere, die nicht unreflektiert übernommen werden sollte. Bekannt ist zwar, dass Bienen oder Stechmücken ständig auf Wasser angewiesen sind. Das gilt jedoch hauptsächlich für »unsere Arten«, die an gemäßigtes und feuchtes Klima angepasst sind. Einzelne Tiere, aber auch ganze Schwärme können durch Wind in wasserlose Zonen abgetrieben worden sein, wo sie einige Wochen bis Monate ohne Wasser überstehen.


Wichtige wasseranzeigende Tiere und Pflanzen

Zeigerorganismen	Bemerkung	Region	Zeiger für
Farne, Moose, Schachtelhalme (🍄 S. 60)	benötigen zur Entwicklung Wasser	weltweit	unregelmäßig vorkommende Flüssigkeit, feuchte Erde
schnellwachsende Auenbäume (z.B. Pappel, Weide)	oft flachwurzelnde Arten	gemäßigte Regionen	feuchte Erde oder Oberflächengewässer
Pandanus	an Stränden oft Zeiger für → Süßwasserlinsen	Ozeanien	Flüsse, Seen, Sümpfe, Süßwasserlinsen
Taro und andere (große) Aronstabgewächse	Massenvorkommen von Pflanzen mit großem Laub sind generell gute Zeiger für feuchten Boden.	Südostasien	Flüsse, Seen, Sümpfe
Schilf, Rohrkolben, Binsen (🍄 S. 142, S. 138, S. 80)	oft an → eutrophierten Gewässern	weltweit	dauerhaft feuchter Boden, oft flüssiges Wasser
Baumfarne	überleben nur kurze Trockenperioden	Tropen, Subtropen	feuchte Erde
Ratten	Krankheitsüberträger!	weltweit	langsame Flüsse, Seen, Kanäle
(Wasser-)Schnecken (🐌 S. 38)	hauptsächlich größere Arten mit Schließdeckel	weltweit	feuchte Erde, hoher Grundwasserspiegel
Kakadus, Tauben, Aras etc.	Massenansammlungen sind meist sichere Zeichen und schon auf weite Entfernung hör-/sichtbar	weltweit	Flüsse, Seen, Sümpfe

Bienen sind im Australischen Outback beispielsweise kein sicheres Zeichen für Wasser in der Nähe, viele Insekten und Spinnentiere begnügen sich außerdem mit seltenen und mikroskopisch kleinen Tautropfen zur Entwicklung oder als Tränke.

Manche Lebewesen eignen sich allerdings besonders gut, um das Vorhandensein von flüssigem oder im Boden gebundenem Wasser anzuzeigen. Dies sind jene, die entweder ortsgelunden sind – also bestimmte

Pflanzen; sie können das Wasser nicht aktiv aufsuchen –, oder Tiere, die lokal in sehr großer Häufung vorkommen, obwohl sie außerordentlich mobil sind: Vögel.

Die hier vorgestellten Zeigerorganismen sind weltweit in verschiedenen Klimazonen verbreitet und in aller Regel auch dort vorhanden, wo Flüssigkeit in irgendeiner verwertbaren Form verfügbar ist. ( Kapitel »Wasser- und Sumpfpflanzen«, S. 22 ff.)

Wichtige Zeiger für feuchten Boden



In gemäßigten Regionen sind neben Schilffeldern vor allem die kompakten, weithin sichtbaren Binsenpolster wichtige Wasserzeiger. Sie wachsen in aller Regel nur auf Flächen, die eine hohe Grundfeuchtigkeit haben. In ihrer Umgebung lässt sich meist auch flüssiges Wasser finden.



Weltweit sind Rohrkolben durch ihre breiten und langen Blätter einfach von anderen Pflanzen zu unterscheiden. Sie wurzeln nicht ganz so tief wie Schilf und haben es gerne etwas feuchter. Der bevorzugte Boden ist nass bis sumpfig. Auch die Pflanze selbst lässt sich als Wasserersatz nutzen.

4 Wasser einschätzen



Wenn wir in der Natur Wasser finden – wir nennen es nach der Entnahme und vor der Behandlung Rohwasser –, ist es selten absolut steril oder vollständig vergiftet; meistens liegt es in seiner »Qualität« (mit diesem Begriff ist hier keine Wertung verbunden) irgendwo dazwischen. Die anstehende Aufgabe ist es zu erkennen, um welche Art und Stärke der Verschmutzung es sich handelt.

Erst wenn dies geklärt ist, kann man sich gezielt um die Aufbereitung kümmern. Selbstverständlich können Sie Rohwasser sicherheitshalber obligatorisch jeder möglichen Aufbereitungsprozedur unterziehen. Sie werden aber mit jeder neu vorgestellten Methode feststellen, dass sich der Aufwand ins Absurde steigern ließe.

Wir gehen hier davon aus, dass meist nur die übliche Trekkingausrüstung sowie natürliche bzw. improvisierte und damit endliche Ressourcen zur Verfügung stehen, und behandeln Wasser so viel wie nötig, jedoch auch so wenig wie möglich. Der Sinn liegt dabei einerseits im Erhalt von Ressourcen und Energie (Sie müssen jeden Tag beträchtliche Mengen von Wasser zu sich nehmen – der Aufwand summiert sich), andererseits ist es auch möglich, durch eine falsche Behandlung die Qualität von sauberem Rohwasser zu verringern.

Folgende Fragestellungen sind bei der ersten Einschätzung der Wasserqualität von besonderer Bedeutung:

- Ist das Wasser durch die Einleitung von *relevanten* Mengen industrieller oder landwirtschaftlicher Abwässer verunreinigt? (Ein einzelnes Bergschaf, das im Bach seine Köttel abgesetzt hat, ist ebenso vernachlässigbar wie der einsame Goldschürfer am Yukon – anders sieht es beispielsweise bei einer →Köttelbecke aus.)
- Erreichen Düngemittel oder Pestizide der angrenzenden Landwirtschaft das Gewässer?
- Werden ungeklärte menschliche Abwässer und Fäkalien in das Wasser eingeleitet?
- Gibt es in einem Gewässer natürlicherweise Verunreinigungen oder Parasiten?

Um die vielfältigen Möglichkeiten unterschiedlicher Wasserarten etwas anschaulicher zu machen, betrachten wir wieder einige Beispiele.

Fall 1:

Das kalte Gewässer ist ein kleiner Bach mit lebhaftem Verlauf. Die Strömung liegt deutlich über Schrittgeschwindigkeit. Große Steine und Felsblöcke behindern den Abfluss stellenweise, weshalb es zu starken Wirbeln und Untermischungen kommt. Das Ufer ist kaum oder nicht bewachsen. Der Untergrund in Außenkurven ist feinsandig. In kleinen Rückstrudeln hinter Steinen am Ufer lagert sich kein oder kaum Schlamm ab.



Das klare Wasser in diesem offenen Kanal kommt geradewegs aus einer Großkläranlage. Wasserproben hieraus wurden für die beschriebenen Reinigungstests verwendet.

Fall 2:

Ein Bach ist naturbelassen, breit und langsam. Trotzdem ist der Verlauf noch kurvenreich. In das Wasser gefallener Uferbewuchs sammelt sich in Außenkurven. Durchmischt man diesen, entsteht ein leicht muffiger Geruch. Die Oberfläche der Steine ist trüb-schleimig bealgt. Der Untergrund ist stärker bewachsen, jedoch deutlich sichtbar. Das Wasser ist klar, wenn auch trüber als in Gebirgsbächen. Sinkt man mit den Füßen in den Untergrund ein, steigen Blasen zur Wasseroberfläche auf, die nach Schwefel riechen.

Fall 3:

Der Fluss ist tief und ruhig. Der Verlauf ist gerade oder kanalisiert, das Wasser scheint schlammig trüb. An einem bis zum Ellenbogen im Wasser versenkten Arm lassen sich die Finger nicht mehr deutlich erkennen. Das Wasser besitzt außerdem einen modrigen Geruch – die Einleitung von Fäkalien, Abwässern und Düngemitteln ist aufgrund der Besiedlungsdichte anzunehmen.

Fall 4:

Der Gewässer ist fast strömungsfrei. Das Ufer ist von grünem, schleimigem Biofilm überzogen. Es ist kaum möglich, durch die Oberfläche zu sehen. Das Gewässer riecht faulig. Es sind keine Tiere sichtbar. Das Wasser ist warm und von schleimigen Algenfäden durchzogen oder mit einer hauchdünnen Algenschicht belegt. Das Gewässer ist »umgekippt«.

Fall 5:

Die kleinen Tümpel und Teiche sind durch chemische oder landwirtschaftliche Einleitungen stark verunreinigt. Das Wasser ist deutlich gefärbt. Es ist anscheinend keinerlei sichtbares Leben vorhanden, Steine sind jedoch von einer grauen oder weißlichen »Watteschicht« belegt. Das Gewässer riecht nach Treibstoff bzw. auf andere Art chemisch. Die Oberfläche kann durch Schlieren organischer Verunreinigung wie Öl oder Benzin regenbogenfarbig schimmern.




Nach dem Sedimentieren oder Fällern schwimmen die leichten Bestandteile auf der Wasseroberfläche, schweres Sediment und abgestorbene Zellen liegen am Boden. Durch vorsichtiges Abschütten lässt sich die klare Schicht dekantieren.

gestoßen, entsteht eine Strömung, die den Bodensatz wieder aufwirbelt.

Dekantieren lässt sich übrigens besonders gut mit gewellten bzw. strukturierten PET-Wasserflaschen. Sie können jedoch auch mit jedem anderen (nach Möglichkeit transparenten) Gefäß die verschiedenen Wasserschichten abtrennen.

Vorfiltern

 Generell gilt, dass Rohwasser vor der eigentlichen Aufbereitung so lange vorgefiltert werden sollte, bis keine deutliche →Trübung mehr sichtbar ist und vor allem auch alle größeren Partikel abgeschieden worden sind. Ein erster Schritt ist das →Dekantieren, um Blätter, Detritus und ggf. tote oder immobile Einzeller zu entfernen.

Wenn dabei fein suspendierte Teilchen wie Lehm nicht immer vollständig aus dem Wasser verschwinden, sollte mit einem improvisierten Vorfilter nachgearbeitet werden. Hierfür eignen sich alle dicht gewebten Stoffe, gepresster Verbandsmull, Tampons, Küchenschwämme, gepresste Flughaare von Rohrkolbensamen, Disteln, feines Heu usw. Sind solche Fasern nicht verfügbar, lässt sich mit feinem Kies bei ausreichender Schichtdicke ein ähnlicher Vorfiltereffekt erzeugen. Dabei muss darauf geachtet werden, dass dieser vorgewaschen wird, um sehr feine Partikel zu entfernen, die wieder

rum eine Trübung erzeugen würden. Dazu kann trockener Kies auch in einem Teller oder einer Schale immer wieder schräg in die Luft geworfen und aufgefangen werden.

Beim Bau eines Vorfilters sind Ihrer Phantasie praktisch keine Grenzen gesetzt. Ob Sie die Filtermaterialien durch einen gestopften Blatt- oder Rindentrichter laufen lassen, ob Sie einen Flaschenhals oder sonstige improvisierte Gefäße verwenden, ist egal, solange das Wasser nach dem Vorfiltern eine deutlich geringere Trübung besitzt – und wie bei allen Filtermethoden

Ein einfacher Vorfilter aus Pflanzenfasern kann einen großen Teil der Trübstoffe und größere Materialien entfernen.



kein →Bypass entsteht. Oft haben Trekkingfilter solche Vorfilterstufen als Siebe oder Netze im Ansaugschlauch. Diese sind jedoch oft zu weitmaschig, so dass den Filter verstopfende Partikel hindurchgelangen können.

Filtervlies



Während das grobe Abtrennen von Fadenalgen und groben Schwebstoffen mit Zellstofftüchern und Kleidungsstücken noch funktioniert, ist es schon erheblich schwieriger, auch feine Schwebstoffe zu entfernen, um beispielsweise von über 200 NTU auf eine Trübung von unter 50 NTU zu kommen. Dies kann notwendig sein, wenn stark eutrophiertes Wasser der →SODIS zugeführt werden soll, eine Belastung mit toxinproduzierenden Blaualgen vermutet wird oder Rohwasser während einer Reise mit →chemischen Mitteln oder einem →Hohlfaserfilter gereinigt wird, ohne dass jedes Mal eine Sandfilterstufe bzw. ein Tropfwasserfilter aufgebaut werden kann.

Insbesondere bei Trekkingreisen mit leichtem Gewicht ist es oft sinnvoll, ein feines Filtervlies mitzuführen, mit dem das Wasser relativ schnell geklärt werden kann.

Beispielsweise gibt es Filtertaschen für die Vorfiltration in Reinstwasseranlagen mit einer Porenbreite von etwa 5 µm, die

Vliesfilter sehen so aus wie Teefilter, sind aber erheblich dichter. Mit ihnen lassen sich Schwebstoffe entfernen, die bei der Aufbereitung stören würden.



nur wenige Euro das Stück kosten. Diese Taschen erinnern an Teefilter zum Selbstbefüllen, sind aber erheblich feiner. Für größere Wassermengen eignen sich Nadelfiltztaschen, die bis zu einer Filterstärke von minimal 25 µm angeboten werden.

Entkeimung

Tropffilter

Das Filtern mikroskopisch kleiner Teilchen aus dem Wasser ist anspruchsvoller, als man glauben mag. Bakterien, Algen und Einzeller suchen sich kleinste Lücken, durch die sie schlüpfen können. Auch Wasser sucht sich immer den Weg des geringsten Widerstandes, weshalb ein kleiner Fehler beim Bau eines Wasserfilters ausreicht, um ihn funktionslos bzw. unsicher zu machen.

Kommerzielle Filter bestehen aus einem Keramik-, Kunststoff- oder Glasfaserelement, das kompakt gebacken oder gepresst eine poröse Wand mit exakt definierter Durchgangsgröße besitzt. Oft handelt es sich dabei um Porengrößen von rund 0,5 µm. Diese winzigen Löcher halten alle Einzeller und viele gefährliche Bakterien zurück und lassen meist nur die viel kleineren Viren, Wasser und darin gelöste Stoffe hindurch. Ein solch engmaschiges Konstrukt mit natürlichen Materialien zu erzeugen ist schwierig, jedoch nicht unmöglich. Mit Hilfe improvisierter Filterstufen lässt sich durchaus auch eine sichere Aufbereitung durchführen.

Beim Filterbau gibt es mehrere Dinge zu beachten. Zuallererst gilt, dass die hier aufgeführten und überprüften Methoden nur dann wie beschrieben funktionieren, wenn sie mit geeignetem Material und mit höchster Sorgfalt gefertigt worden sind. Werden andere Materialien verwendet, kann es zu einem anderen Ergebnis kommen.

Das Wichtigste ist, dass beim Filter kein Bypass entsteht. In einem geschlossenen Gefäß heißt das, dass einzelne Filterschichten sorgfältig verdichtet werden und eine ausreichende Schichtdicke haben müssen.



Häufig empfohlene Technik, die man besser nicht anwenden sollte. Das Filtern durch Gewebe belässt einen Bypass. Faktisch fließt mehr Wasser am Filter vorbei als durch ihn hindurch.

Ein einzelner Tropfen, der am Filtermedium vorbeigelangt, kann Millionen von Keimen in das aufbereitete Wasser transportieren. Zum Verhindern eines Bypass gilt auch etwas, das eigentlich der gesunde Menschenverstand vorgeben sollte: Werden aufgehängte Dreieckstücher, Socken und Ähnliches als Filtergehäuse verwendet, läuft die am Filtermaterial gestaute Dreckbrühe an den Filtermedien vorbei ins Sammelgefäß. Auch wenn dabei ein paar gereinigte Tropfen anfallen sollten, werden diese durch den vorbeilaufenden Hauptanteil des Rohwassers wieder verunreinigt. Dennoch liest man diese Anleitungen in diversen militärischen und sonstigen Survivalbüchern. Dadurch hat die improvisierte Wasseraufbereitung einen mehr als schlechten Ruf.

Wer aus heimischen Bächen durch einen Strumpf gefiltertes Wasser trinkt und daran nicht erkrankt, hat damit kein Kunststück vollbracht – hiesige Gewässer haben praktisch Trinkwasserqualität. Wenn Sie das Gleiche jedoch mit Wasser aus dem Unterlauf des Ganges oder Nil machen, sieht die Sache schon etwas anders aus.


Tropffilter sind meist dann dicht genug gebaut, wenn ohne zusätzlichen Druck etwa alle 5 bis 10 Sekunden ein Tropfen aus dem Filter läuft. Fließt das Wasser regelrecht hindurch, ist die Filterwirkung mit Sicherheit zu gering.

Filtergehäuse

Ein improvisierter Filter benötigt, wie angemerkt, ein absolut wasserdichtes Gehäuse. Geeignete natürliche Materialien sind mit Harz verklebte Röhren aus Borke, Schilf oder Bambus, ausgehöhlte Holzstücke usw. Gewickelte Blätter haben dagegen meist keine ausreichende Festigkeit und Stabilität, weshalb diese ausschließlich beim Vorfiltrer Verwendung finden.

Neben den natürlichen Materialien können aufgeschnittene Wasserflaschen, Plastiktüten, Kondome, Rettungsdecken Schlauchreste etc. verwendet werden. Während feste Röhren mit verschlossenem Boden als Schichtfilter eingesetzt werden, müssen in weichen Gefäßen wie Tüten oder Folien passende →Filterkerzen eingesetzt werden. Je nach verwendetem Filtermedium kann hier eine sichere Aufbereitung erzielt werden, während Sedimentfilter aufgrund der relativ hohen Körnung hauptsächlich der Keimreduktion dienen.

Sedimentfilter

 Vorbereitend zum Bau eines Schicht- oder Sedimentfilters sollte das Filtergehäuse auf einer Seite mit einer Aufhängevorrichtung versehen werden; die andere muss bis auf ein zentrales, maximal einen Millimeter großes Loch *dicht* verstopft worden sein.

Das Filtergehäuse wird mit verschiedenen Schichten von möglichst sauberem Sand bzw. Kies befüllt. Bodenbakterien

bzw. Keime, die im trockenen Sand vorhanden sind, spielen für uns im Magen keine bedeutende Rolle als Krankheitserreger.

Wenn Sand und Kies aus dem Gewässer verwendet werden müssen, können diese über die →»Sodis« für Filterstoffe keimfrei gemacht werden.

Gefüllt werden Sedimentfilter von unten nach oben, wobei unten die feinen Filterschichten liegen, weiter oben die groben. Oft wird direkt in einem Filter auch die Aufbereitung mit Hilfe von →Holzkohle erzielt. In diesem Fall wird vor dem Einfüllen von Sand bzw. Kies eine dicke Schicht Kohle eingefüllt.

Vor dem Einsetzen des Filtermaterials wird zuunterst eine dichte Faserschicht (hiermit ist im Folgenden generell eine dichte und den Durchmesser ausfüllende Schicht gemeint, wie sie auch beim Vorfiltrern verwendet wird) ausgelegt, auf die, sofern vorhanden, eine mehrere Zentimeter dicke Schicht aus fein gestoßener Holzkohle gelegt wird. Der Filter wird gerade aufgestellt (und darf ab nun auch nicht mehr gelegt oder erschüttert werden). Mit Hilfe eines abgerundeten Holzstabs wird die Kohleschicht nun gleichmäßig verteilt, gestampft und verdichtet. Eine weitere Faserschicht wird aufgelegt. Auf diese kommen nun die Filterschichten aus:

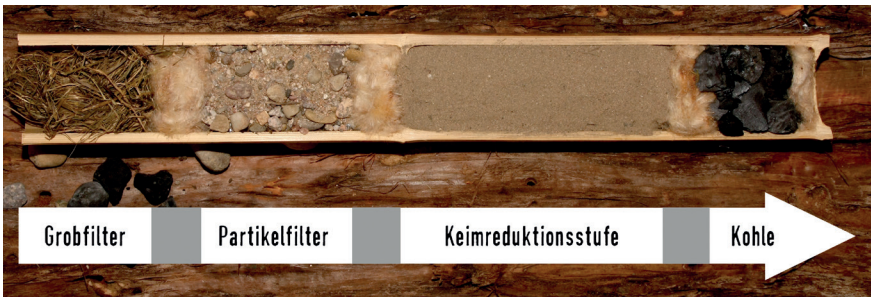
1. möglichst feinem Sand
2. Sand mit feinem Kies gemischt
3. feinem Kies
4. feinem Kies mit grobem Kies.



Eine dünne Suspension von Lehm und Wasser verdichtet den Sedimentfilter und kann zur Kontrolle auf Bestehen eines Bypass verwendet werden.

Die Schichten sind jeweils mehrere Zentimeter dick, verdichtet (dabei nicht geschüttelt!) und mit jeweils einer Faserschicht von der benachbarten Filterstufe abgetrennt.

Zuoberst kann ein Knäuel von groben Fasern aufgebracht werden, das bei nicht vorgefiltertem Wasser die groben Bestandteile zurückhält. Außerdem verhindert diese Schicht, dass beim Einfüllen von Rohwasser die Sedimentschichten aufgewirbelt und untereinander vermischt werden.



Die verschiedenen Schichten des Sedimentfilters müssen sauber eingelegt und verdichtet werden. Die Keimreduktionsstufe aus feinem Sand ist für die Aufbereitung ausschlaggebend. Sie wird so groß wie möglich angelegt.