



**THE INTERNATIONAL MOUNTAINEERING AND CLIMBING FEDERATION**  
**UNION INTERNATIONALE DES ASSOCIATIONS D'ALPINISME**

Office: Monbijoustrasse 61 • Postfach  
CH-3000 Berne 23 • SWITZERLAND  
Tel.: +41 (0)31 3701828 • Fax: +41 (0)31 3701838  
e-mail: office@uiaa.ch

---

# **EMPFEHLUNGEN DER MEDIZINISCHEN KOMMISSION DER UIAA**

## **Nr. 6**

### **Wasserdeseinfektion in den Bergen**

Für Ärzte, interessierte Nicht-Mediziner und Trekking-  
oder Expeditionsveranstalter und deren Mitarbeiter

**Th. Küpper, V. Schoeffl, J. Milledge**  
**2012**

## Inhalt

1	Einleitung.....	2
2	Definitionen .....	2
3	Prinzipien zur Vermeidung Trinkwasser verursachter Erkrankungen .....	3
4	Reguläre Methoden zur Wasserdeseinfektion .....	4
4.1	Abkochen .....	4
4.2	Chemische Deseinfektion.....	5
4.3	Filtration .....	6
5	Improvisierte Methoden zur Wasserdeseinfektion .....	7
5.1	Sand.....	7
5.2	Holzkohle .....	7
5.3	Optimierter Sand-Holzkohlefilter.....	8
5.4	Textilfilter ("Sari-Filter").....	9
6	Weitere Methoden .....	9
6.1	Ozon.....	9
6.2	UV-Licht .....	9
7	Methoden, die kein akzeptabel sicheres Wasser herstellen .....	9
7.1	Kalimpermanganat .....	9
7.2	Wasserstoffperoxid.....	10
8	Konservierung sauberen Wassers .....	10
9	Empfehlungen für kommerzielles Bergsteigen und geführte Gruppen .....	10
10	Überblick über die aufgeführten Verfahren .....	12

### 1 Einleitung

Reisediarrhoe ist vermutlich das häufigste und wichtigste Gesundheitsproblem von Reisenden. Sie tritt bei 20 – 70% der Reisenden auf, die in weniger entwickelte Länder reisen, verursacht erhebliche Beeinträchtigung der Aktivitäten des Betroffenen und erzwingt in nahezu 40% eine Änderung der Reisepläne. Auch wenn kontaminierte Nahrungsmittel vermutlich das größere Infektionsrisiko darstellen als Wasser, ist die Verfügbarkeit von sicherem Trinkwasser und die Kenntnisse, wie man es herstellen kann ein "Muß" für alle Bergsteiger weltweit um ihre (Höhen-) Dehydratation auszugleichen, ihre Leistungsfähigkeit zu erhalten und Gesundheitsrisiken zu minimieren (z.B. Erfrierung, Höhenkrankheit). In den meisten Fällen liegt die Verantwortung für sicheres Trinkwasser beim Bergsteiger selbst, denn sichere öffentliche Trinkwasserquellen sind normalerweise nicht vorhanden. Diese Empfehlung der UIAA MedCom faßt die Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren zusammen, wobei die Situation in den Bergen bzw. in großer Höhe besonders berücksichtigt wird. Daneben wird den Bergsteigern die nötige Information gegeben, um ihr Trinkwasser umweltverträglich herzustellen.

### 2 Definitionen

- **"Sicheres Wasser"** bedeutet nicht, daß es absolut steril ist. Wasser ist dann sicher (=trinkbar), wenn die Konzentration von Keimen zu gering ist, um eine Gesundheitsgefährdung zu verursachen.
  - **"Deseinfektion"** ist das Abtöten oder Inaktivieren von Keimen, die eine Infektionserkrankung verursachen können.
-

- Wir definieren **“reguläre Methoden”** zur Trinkwasserdesinfektion als solche Methoden, die Wasser erzeugen, daß als sicher gelten kann.
- **“Improvisierte Methoden”** produzieren kein absolut sicheres Wasser. Dieser Verfahren sollten dann eingesetzt werden, wenn reguläre Methoden nicht zur Verfügung stehen, um das Infektionsrisiko zumindest best möglich einzugrenzen.
- **“Sterilisation”** bedeutet, daß alle Keime eliminiert worden sind.
- **“Konservierung”** beschreibt Methoden, mit denen verhindert wird, daß sichere Produkte, z.B. Trinkwasser, erneut mikrobiologisch verseucht werden.

### 3 Prinzipien zur Vermeidung Trinkwasser verursachter Erkrankungen

- Achte auf gute Hygiene beim Umgang mit Trinkwasser, Getränken, Nahrungsmitteln und menschlichen Ausscheidungen. Dies ist der „Gold-Standard“!
  - Benutze Behälter, die für Trinkwasser, Getränke, Nahrungsmittel oder ähnliches gedacht sind niemals für andere Stoffe! Schwere Vergiftungen sind bekannt, bei denen beispielsweise Brennstoff in Trinkwasserkanistern transportiert wurde.
  - Halte jegliche Ausrüstung, die mit Nahrungsmitteln, Trinkwasser oder Getränken in Berührung kommt, strikt sauber! Wasche die Hände, bevor Du selbst Nahrungsmittel, Trinkwasser oder Getränke berührst!
  - Menschliche Ausscheidungen müssen mindestens 30 m von der nächsten Wasserquelle vergraben werden, um Kontamination zu vermeiden.
- Minimiere zunächst einmal den Bedarf an sicherem (behandeltem) Wasser!
  - Überlege, welche Vorgänge auch mit nicht sicherem Wasser durchgeführt werden können (z.B. Reinigung von Ausrüstung, Grobreinigung der Hände bei starker Verschmutzung usw.).
  - Trotzdem muß man mit einem Bedarf von 4 – 5 Litern sicheren Wassers pro Person und Tag rechnen.
- Falls mehrere Methoden zur Behandlung von Wasser zur Verfügung stehen, wähle immer die sicherste!
  - Gutes Rohwasser macht alle Methoden sicherer und schont zudem die Ressourcen. Das Sammeln von Regenwasser ist eine besonders gute Methode, um hochwertiges Rohwasser zu erhalten.
  - Die zu bevorzugenden “regulären Methoden” zur Wasserdeseinfektion werden weiter unten beschrieben.
  - “Improvisierte Methoden” (s.u.) sollten nur dann verwendet werden, wenn reguläre Methoden aus irgendeinem Grund nicht zur Verfügung stehen. Sie erzeugen kein wirklich sicheres Wasser. Da sie jedoch die Keimzahl z.T. drastisch reduzieren, vermindern sie jedoch statistisch das Infektionsrisiko.

- Einige Voraussetzungen, die die Personen, die Wasser desinfizieren, sind sehr wichtig:
  - Nur entsprechend ausgebildete Personen sollten über die Art des Verfahrens entscheiden und dieses dann durchführen. Massive Probleme (Guppen-Infektionen!) wurden nach Wasserdeseinfektion durch inkompetente Personen verursacht!
  - Allen Gruppenmitgliedern, die Wasser desinfizieren sollen, sollten zu Beginn des Unternehmens zu einer Einweisung zusammen kommen. Danach sollten sie unter Aufsicht die vorgesehenen Verfahren durchführen, bevor jeder eigenverantwortlich Wasser für die Gruppe herstellt.

### 4 Reguläre Methoden zur Wasserdeseinfektion

In den Bergen steht kein Verfahren zur Verfügung, welches frei von Fehlermöglichkeiten ist. Fundierte Kenntnisse über die verschiedenen Möglichkeiten der Wasserdeseinfektion sind ein „Muß“. Während in einigen Gebieten primär sicheres Wasser zur Verfügung stehen kann, welches für längere Lagerung lediglich konserviert werden sollte (z.B. Nordeuropa oder Wasser, welches direkt aus einer stark sprudelnden Quelle entnommen wurde), ist irgendein Verfahren zur Trinkwasserdeseinfektion für die meisten Gebiete der Welt unumgänglich. Falls das desinfizierte Wasser über längere Zeit gelagert werden soll, sollte es nach der Deseinfektion zusätzlich konserviert werden (s.u.).

#### 4.1 Abkochen

- **Grundlagen:** Auch wenn die Temperatur kochenden Wassers in der Höhe geringer ist als auf Meereshöhe, tötet Kochen alle enteropathogenen Keime – außer eventuell Hepatitis A Viren – sicher ab. Eine Hepatitis A-Infektion in der Höhe ist ein außerordentlich seltenes Ereignis. Trotzdem sollten Reisende dagegen geimpft sein (Anmarsch!). **Achtung:** In der Literatur werden signifikant abweichende Angaben gemacht, welche Temperaturen zum Abtöten von Hepatitis A-Viren notwendig sind. Die MedCom hat sich entschieden, eine Empfehlung auf der sicheren Seite zu machen und daher nicht zu konstatieren, daß Hepatitis A-Viren durch simples Abkochen sicher getötet werden können. Das Thema wird die Kommission weiter beobachten.
- **Verfahren:** Wasser sollte mindestens 1 Minute mit Blasenbildung kochen.
- **Vorteile:** Einfache Methode, (nahezu) keine Fehlermöglichkeiten.
- **Nachteile:** Zeit- und Brennstoffverbrauchendes Verfahren: 1 kg Holz ist nötig, um 1 Liter Wasser zu kochen. Reichlich Brennstoff muß entweder mit in die Berge genommen werden oder dort gewonnen werden. Letzteres trägt massiv zur Abholzung und zu lokalen Umweltproblemen bei. Daher sollten andere Verfahren immer dann bevorzugt werden, wo flüssiges Wasser zur Verfügung steht.
- **Weitere Hinweise:** Zur Optimierung der Sicherheit des Verfahrens sollten alle Reisenden gegen Hepatitis A geimpft sein.

#### 4.2 Chemische Desinfektion

- **Grundlagen:** Bestimmte Chemikalien zerstören die Keime. Natriumhypochlorid oder Calciumhypochlorid sind die wichtigsten Inhaltsstoffe kommerziell erhältlicher Produkte für Reisende. Reines Jod oder jodhaltige Produkte sollten wegen möglicher Nebenwirkungen nicht verwendet werden.
- **Verfahren:** Eine ausreichende Menge Desinfektionsmittel muß dem Wasser hinzugefügt werden. Gut schütteln, um eine gleichmäßige Verteilung des Desinfektionsmittels zu erreichen. Ausreichende Desinfektionszeit abwarten (siehe Gebrauchsanleitung). Leichtes Erwärmen auf etwa 25-30°C verkürzt die Desinfektionszeit beträchtlich (Halbierung der Zeit pro +10°C). **Achtung:** Am Ende der Desinfektionszeit sollte das Endprodukt leicht nach Chlor riechen, sonst war die zugefügte Menge nicht ausreichend. In diesem Fall fügt man die gleiche Menge wie zuvor hinzu und wartet die gleiche Zeit wie beim ersten Versuch.
- **Vorteile:** Kann sofort an jedem Ort und zu jeder Zeit benutzt werden, wenn flüssiges Wasser und Desinfektionsmittel zur Verfügung stehen. Kein Brennstoff nötig, daher wird Abholzung vermieden (s.o.).
- **Nachteile:** Zeitaufwendig und verschiedene Fehler sind möglich, beispielsweise folgende:
  - Reines Chlor (oder Jod) ist kein vollständig sicheres Desinfektionsmedium für einige Keime wie Giardia, Cyclospora, und Cryptosporidium (sicher nur bei sehr hohen Chlorkonzentrationen) sowie für Eier und Larven verschiedener Parasiten.
  - Wenn sehr kaltes Wasser desinfiziert werden soll, muß die Einwirkzeit des Desinfektionsmittels erheblich verlängert werden. So muß es für Wasser von +2-5°C vervierfacht werden. Alternativ kann die Konzentration des Desinfektionsmittels erhöht werden, was allerdings den Geschmack erheblich beeinträchtigt.
  - Falls das Rohwasser organisches Material enthält (z.B. Algen bei Teichwasser) muß die Konzentration des Desinfektionsmittels erhöht (verdoppelt) werden.
  - Im Gegensatz zu einem weit verbreiteten Glauben desinfiziert ein ausschließlich Silberionen enthaltendes Produkt Wasser nicht ausreichend. Allerdings konservieren Silberionen sauberes Wasser für bis zu 6 Monaten. Vorsicht: Hohe Konzentrationen von Silberionen verursachen Korrosion an Aluminiumbehältern.
- **Weitere Hinweise:** Der Geschmack wird durch chemische Desinfektion beeinträchtigt, insbesondere wenn wegen niedriger Temperaturen oder organischem Material hohe Konzentrationen benutzt werden. Dies kann neutralisiert werden indem man eine Messerspitze Vitamin C pro Liter Wasser hinzufügt, nachdem die Desinfektion durchgeführt wurde.

**Achtung:** Die Medizinische Kommission beobachtet die Vermarktung von Systemen, die UV-Licht zur Sterilisation einsetzen. Sobald mehr Daten zur Verfügung stehen, wird die Kommission diskutieren, ob sich diese Systeme bei ausreichender Sicherheit für

den Einsatz in den Bergen eignen und eine entsprechende Empfehlung abgeben. Die Kommission beobachtet ebenso die Entwicklung von Matrixfiltern.

### 4.3 Filtration

- **Grundlagen:** Keime werden durch mehrere physikalische Eigenschaften eliminiert, beispielsweise ihre Größe in Relation zu den Poren des Filtermaterials, hydrophiler oder hydrophober Eigenschaften oder elektrostatischer Wechselwirkung zwischen der Oberfläche des Keims und der des Filtermaterials. Kleine Partikel (z.B. Viren) werden durch Agglomeration teilweise entfernt.
- **Verfahren:** Wasser passiert irgendein Material mit einer Porengröße von höchstens 0,2 µm.
- **Vorteile:** Relativ einfaches Verfahren für unterwiesene Personen, aber die Ausrüstung muß sorgfältig behandelt werden (Keramikmaterial kann brechen!). Große Mengen sicheren Wassers können einfach und schnell hergestellt werden (z.B. für große Gruppen), wenn ein ausreichend leistungsstarker Filter und flüssiges Wasser zur Verfügung stehen.
- **Nachteile:** Keramikfilter sind High-tech-Produkte mit konstruktionsbedingten Vor- und Nachteilen. Daher ist eine genaue Kenntnis des jeweiligen Filtertyps ein „Muß“ für jeden Anwender. Kein Filtersystem, welches als einziges Verfahren genutzt wird, erzeugt vollständig sicheres Wasser, denn Viren werden nur teilweise eliminiert. Daher sollte die Filtration nach Möglichkeit mit chemischer Desinfektion kombiniert werden, um die Vorteile beider Verfahren, die die jeweilige Schwäche des anderen ausgleichen, zu nutzen. Das Verstopfen der Filteroberfläche durch trübes Wasser ist ein Problem. In diesem Falle nicht den Druck erhöhen! Dadurch können Keime durch den Filter hindurch gepreßt werden. Statt dessen sollte die Keramikoberfläche gereinigt werden, allerdings ausschließlich durch Personen, die sich mit diesem Vorgang auskennen, sonst besteht Kontaminationsgefahr. Das erste Wasser, welches nach dem Reinigen produziert wird, sollte verworfen werden (ca. 1 Tasse voll), damit man sicher sein kann, daß die Reinseite des Filters auch sauber ist.
- **Weitere Hinweise:** Ein einfacher Kaffeefilter sollte bereits in der Lage sein, die Eier und Larven etlicher Parasiten zu entfernen. Daher kann die Kombination aus einem Kaffeefilter und Hypochlorid, welches Eier und Larven nicht abtötet, jedoch Bakterien und Viren, eine sehr praktische Methode im Gelände darstellen. Je sauberer das Wasser ist, das gefiltert werden soll, desto länger kann ein Filter eingesetzt werden, ohne daß die Keramikoberfläche gereinigt werden muß. Falls kein klares Wasser zur Verfügung steht, sollte das Rohwasser in einem Eimer einige Zeit ruhen, damit sich ein möglichst großer Teil der Partikel absetzt, bevor man filtert. Jedes Filtersystem ohne Aktivkohle kann keine gelösten Stoffe entfernen und auch wenn Aktivkohle Bestandteil des Systems ist, ist der Effekt fragwürdig und Daten stehen nicht zur Verfügung. Vermeide Wasser, welches möglicherweise durch Industrie (z.B. alte Minen in den Bergen) oder Landwirtschaft (Pestizide, wenn der Anmarsch durch Agrarland führt) verunreinigt wurde.

## 5 Improvisierte Methoden zur Wasserdeseinfektion

Bergsteiger oder Trekker geraten möglicherweise in Situationen, in denen die regulären Methoden nicht durchführbar sind, beispielsweise wenn der Vorrat an Deseinfektionsmittel nicht ausreicht oder Filtersysteme zerbrochen sind. In diesen Fällen sind sie auf eine best möglich improvisierte Wasserdeseinfektion angewiesen. **Achtung:** Jede Improvisation sollte ausschließlich dann angewendet werden, wenn reguläre Methoden absolut unmöglich sind ("Survival-Situation"). Es muß ausdrücklich betont werden, daß diese Methoden kein sicheres Wasser erzeugen, sondern durch deutliche Senkung der Keimzahl das Infektionsrisiko mindern.

### 5.1 Sand

- **Grundlagen:** Diese einfache Filtermethode entfernt effektiv größere Keime wie Giardia Cysten, Eier oder Larven verschiedener Parasiten oder die Parasiten selbst (z.B. Würmer). Das Verfahren dürfte auch das Cholerarisiko verringern, weil der Erreger *Vibrio cholerae* die Eigenschaft hat, größere Agglomerate mit organischem Material zu bilden. Andere Bakterien und Viren werden nicht (kaum) entfernt.
- **Verfahren:** Mache ein kleines Loch (4-5 mm Durchmesser) im Boden eines Behälters und fülle dann den Behälter mit feinem Sand.
- **Vorteile:** Einfache Methode, die sich auch gut für größere Wassermengen eignet (Gruppen).
- **Nachteile:** Zahlreiche schwer einzuschätzende Variablen beeinflussen dieses Verfahren, daher kann keine exakte Aussage über die Effektivität nicht gegeben werden. Allerdings kann man davon ausgehen, daß dieses Verfahren im Vergleich zur Holzkohlefilterung (s.u.) weniger effektiv ist.
- **Weitere Hinweise:** Je feiner der Sand ist und je kleiner das Loch, desto langsamer wird das Wasser durch den Filter fließen und desto besser wird der Reinigungseffekt sein. Falls möglich, sollten Sandfilter wie auch alle anderen im folgenden beschriebenen Verfahren mit chemischer Deseinfektion kombiniert werden.

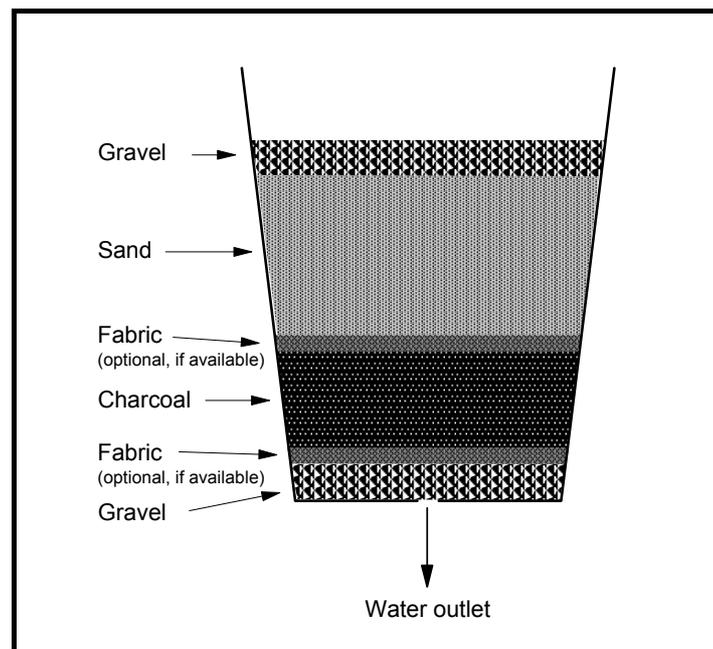
### 5.2 Holzkohle

- **Grundlagen:** Funktion wie bei Sandfilterung beschrieben. Zusätzlicher Vorteil: zusätzliche Minderung eventueller chemischer Kontamination sowie deutliche Reduktion von Bakterien und in geringerem Ausmaß von Viren durch die Adhäsionseffekte der Holzkohlenoberfläche.
- **Verfahren:** Ein Behälter wird mit Holzkohle gefüllt, die man mit einem normalen Holzfeuer herstellen kann, indem man die dort entstehende Kohle zerbröseln. Wenn der Behälter am Boden ein kleines Loch hat (4-5 mm Durchmesser), tritt hier das oben eingefüllte Wasser aus, nachdem es von der Holzkohle gefiltert wurde. Je kleiner das Loch ist, desto langsamer fließt das Wasser und desto besser ist der Filtereffekt.
- **Vorteile:** Einfache Methode, die sich auch gut für größere Wassermengen eignet (Gruppen).

- **Nachteile:** Wie bereits für Sandfilter gesagt, kann eine genaue Angabe zur Effektivität des Verfahrens nicht gemacht werden.
- **Weitere Hinweise:** Wenn man zunächst einige kleinere Steinchen und dann eine Schicht feinen Sand auf den Behälterboden legt, bevor man die Holzkohle einfüllt, wird das gefilterte Wasser keine Holzkohlekörner enthalten. Etwas feiner Sand und dann einige Steine oben auf der Holzkohle verhindert ein Aufschwimmen der Kohle, wenn das Rohwasser eingefüllt wird. Zur Optimierung der Verfahrenssicherheit sollte die Holzkohle alle 4 Tage ersetzt werden.

### 5.3 Optimierter Sand-Holzkohlefilter

- **Grundlagen:** Kombiniert die Sand- mit der Holzkohlefiltration.
- **Verfahren:** Mehrere Schichten ergänzen sich in ihrem Filtereffekt und verhindern außerdem, daß die Holzkohle aufschwimmt. Das System ist in Abbildung 1 dargestellt.
- **Vorteile:** Im Vergleich zu den Einzelkomponenten erhöht die Kombination die Effektivität und Sicherheit. Einfache Methode, die sich auch gut für größere Wassermengen eignet (Gruppen).
- **Nachteile:** Wie bereits gesagt, kann eine exakte Angabe zur Sicherheit des Verfahrens nicht gemacht werden.
- **Weitere Hinweise:** Das System kann auch effektiv dazu eingesetzt werden, schlammiges Wasser vorzufiltern, um ein schnelles Verstopfen beispielsweise von Keramikfiltern zu verhindern (s.o.). Wie bereits für die reine Holzkohlefiltration gesagt, sollte die Holzkohle zur Optimierung der Sicherheit alle 4 Tage ersetzt werden.



**Abbildung 1:** Optimierter Holzkohle-Sand-Filter

(Gravel = Steinchen; Fabric = Gewebe; Charcoal = Holzkohle; Water outlet = Wasseraustritt)

#### 5.4 Textilfilter ("Sari-Filter")

- **Grundlagen:** Das Verfahren entfernt effektiv größere Keime wie beispielsweise Giardia Cysten, Eier oder Larven verschiedener Parasiten und Würmer. Es hat sich außerdem als erstaunlich effektiv gegenüber *Vibrio cholerae* erwiesen, da dieser Keim dazu tendiert, mit organischem Material größere Agglomerate zu bilden, die größer sind, als der Durchmesser der Textilporen.
- **Verfahren:** Das Wasser wird durch zahlreiche Lagen dicht gewebten Textils gefiltert.
- **Vorteile:** Einfache Methode, die sich auch gut für größere Wassermengen eignet (Gruppen).
- **Nachteile:** Wie für die anderen Verfahren bereits erwähnt kann eine genaue Angabe zur Sicherheit des Verfahrens nicht gegeben werden. Eine Studie hat gezeigt, daß *V. cholerae* um 99% reduziert wird.
- **Weitere Hinweise:** Je dichter (älter / gebrauchter) das Gewebe ist, desto besser die Filterwirkung. Das Verfahren hat in lokalen Gesundheitsprojekten in Entwicklungsländern inzwischen eine erhebliche Bedeutung erlangt.

## 6 Weitere Methoden

### 6.1 Ozon

Ozonsysteme sind zu schwer und zu groß, um sie beim Reisen oder Bergsteigen mitzuführen. Aber sie gewährleisten dort, wo sie fest installiert sind, sowohl für Touristen als auch für Einheimische in zahlreichen Regionen der Welt sicheres Trinkwasser (z.B. Annapurna-Trek).

### 6.2 UV-Licht

Für UV-Systeme, die fix installiert sind, gilt das Gleiche, was für Ozon gesagt wurde (s.o.). Auch sie sind an zahlreichen Stellen weltweit anzutreffen und gewährleisten sicheres Wasser. Davon müssen ganz klar Systeme unterschieden werden, die klein und mobil sind (z.B. SteriPen). Da bislang keine firmenunabhängigen wissenschaftlichen Daten zur Handhabung und Sicherheit des Systems zur Verfügung stehen (Timmermann, L. et al., in Vorbereitung), hat die Medizinische Kommission entschieden, keine Empfehlung abzugeben, bis diese Daten vorliegen – außer, daß man diese Systeme – wenn überhaupt – mit Vorsicht benutzen sollte. Wenn reguläre Methoden zur Verfügung stehen (s.o.), dann sind diese zunächst als Verfahren erster Wahl anzusehen.

## 7 Methoden, die kein akzeptabel sicheres Wasser herstellen

### 7.1 Kaliumpermanganat

Kaliumpermanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) hat keine ausreichende Wirkung, um sicheres Wasser herzustellen oder Nahrungsmittel zu desinfizieren. Falls es in Konzentrationen genutzt

wird, die nicht den Geschmack massiv beeinträchtigen, hat es keine ausreichende Wirkung und sollte daher nicht verwendet werden. Als unerwünschte Nebeneffekte werden Zunge und Zähne braun gefärbt.

### 7.2 Wasserstoffperoxid

Wasserstoffperoxid ("Wasserstoffsuperoxid",  $H_2O_2$ ) ist gegen Bakterien effektiv. Leider ist die Substanz außerordentlich instabil und zersetzt sich schnell. Daher können ausreichend hohe Konzentrationen nicht gewährleistet werden, wenn man Wasserstoffperoxid in den Bergen benutzt. Die Substanz ist ineffektiv gegen Viren, ihre Wirksamkeit gegen Protozoen ist unbekannt. Zusammenfassend sollte Wasserstoffperoxid nicht verwendet werden.

## 8 Konservierung sauberen Wassers

Wasser, welches über Stunden oder Tage (abhängig von der Temperatur) gelagert wird, kann kontaminiert und damit wieder unsicher werden, wenn es kein Desinfektionsmittel mehr enthält. In diesem Falle sollte ein Konservierungsverfahren eingeschlossen werden. **Silberionen**, die einige Bakterien inaktivieren, aber hier den besonderen Vorteil haben, das Bakterienwachstum zu blockieren, konservieren sauberes Wasser bis zu 6 Monate. Im Vergleich zu Silberionen ist die Chlorierung weniger stabil und daher muß man von einer wesentlich kürzeren Konservierungswirkung ausgehen (etwa 1-2 Tage, abhängig von der Temperatur). Natürlich sind saubere Behälter für jegliche Trinkwasserlagerung eine Grundvoraussetzung. Zahlreiche kommerzielle Produkte enthalten beides, Hypochlorid und Silber, und sollten damit nahezu jedes Wasserproblem in den Bergen in den Griff bekommen, ausgenommen Cysten und Eier von Parasiten, die jedoch leicht gefiltert werden können (s.o.).

## 9 Empfehlungen für kommerzielles Bergsteigen und geführte Gruppen

Während Bergsteiger für sich selbst verantwortlich sind, hat jede Organisation, welche kommerziell Bergtouren, Trekking oder Expeditionen ihren Kunden anbietet, eine besondere Verantwortung für ihre Kunden. Diese Verantwortung ist gesetzlich geregelt. Die folgenden zusammenfassenden Hinweise beruhen auf Europäischen Regelungen, aber andere Länder haben ähnliche, z.T. identische Gesetze.

Beim organisierten Bergsteigen, Trekking oder Expeditionen liegt die Herstellung von sicherem Wasser im Verantwortungsbereich des Veranstalters. Dies ist gesetzlich klar geregelt und sollte ein integraler Bestandteil des Sicherheitskonzeptes der Organisation sein, beispielsweise in Form einer Standard Operation Procedure (SOP). Die wichtigsten Regelungen, die eine Organisation wissen und berücksichtigen sollte, sind die folgenden:

- Wasser, welches für den menschlichen Gebrauch gedacht ist, darf keine pathologischen Keime in Konzentrationen enthalten, die eine Gesundheitsgefahr für Menschen darstellen können.
- Wasser, welches nicht die Bedingungen sicheren Wassers erfüllt, muß behandelt werden, damit es diese Bedingungen erfüllt.

- Es ist gesetzlich verboten und wird entsprechend bestraft, wenn Personen für andere Menschen Wasser in einer Form herstellen, durch die die Gesundheit anderer gefährdet werden könnte. Jeder Unternehmer oder Besitzer einer Wasseraufbereitungseinrichtung, der Wasser für andere Personen bereitstellt und dessen Verfahren nicht die erforderlichen Kriterien erfüllt, kann mit Geldstrafe oder Freiheitsstrafe bis zu zwei Jahren bestraft werden. Jeder Besitzer oder Betreiber einer Wasseraufbereitungsanlage kann ebenfalls bestraft werden, wenn er Zusätze in höheren Konzentrationen als den erlaubten hinzu fügt. **Achtung:** Im Gegensatz zu amerikanischem Recht ist es nach europäischem Recht verboten, Wasser, welches zum Trinken verwendet werden soll, Jod hinzu zu fügen!
- "Wasseraufbereitungsanlagen" sind im Sinne der Gesetze alle Apparaturen oder Verfahren, die der Trinkwasseraufbereitung dienen, einschließlich aller mobilen Kleinsysteme, wie sie typischerweise auf unterwegs benutzt werden.

## 10 Überblick über die aufgeführten Verfahren

Verfahren	Sicher im Hinblick auf				Bemerkungen
	Viren	Bakterien	Cysten (Giardia, Amoeben) & Wurmeier	Cryptosporidium	
Abkochen	+ <sup>1</sup>	+	+	+	Hoher Energieverbrauch / Abholzung
Chemische Desinfektion <sup>6</sup>	+	+	(+)	+ <sup>2</sup>	Kann bei sehr kaltem Wasser oder Kontamination mit organischem Material möglicherweise nicht ausreichend desinfizieren <sup>7</sup>
Keramikfilter	(+) <sup>3</sup>	+	+	+ <sup>4</sup>	Typenspezifische Fehler beachten!
Chemische Desinfektion + Keramikfilter	+	+	+	+ <sup>2,4</sup>	Das einzige absolute sichere Verfahren im Gelände
Sandfilter	-	(+) <sup>3</sup>	(+) <sup>5</sup>	n.d.	Feiner Sand und geringe Durchflußrate entscheidend!
Holzkohlefilter	-	(+) <sup>3</sup>	(+) <sup>5</sup>	n.d.	Geringe Durchflußrate entscheidend!
Sand- + Holzkohlefilter	-	(+) <sup>3</sup>	(+) <sup>5</sup>	n.d.	Feiner Sand und geringe Durchflußrate entscheidend!
Textilfilter	-	(+) <sup>3</sup>	(+) <sup>5</sup>	n.d.	Je dichter die Textilien, desto besser der Filtereffekt

(+: sicher; (+): relative sicher, siehe Fußnoten; -: nicht sicher; n.d.: keine Aussage möglich („no data“)

### Fußnoten:

- <sup>1</sup>: **Achtung:** Hepatitis A Viren werden eventuell nicht vollständig inaktiviert, aber für die Bergsteiger, die gegen Hepatitis A geimpft sind, ist die Methode sicher (hinsichtlich Details siehe Text)
- <sup>2</sup>: Eine große ct-Konstante ist unbedingt nötig
- <sup>3</sup>: nicht sicher, reduziert aber die Keimkonzentration und damit das Infektionsrisiko
- <sup>4</sup>: Porengröße < 1µm nötig!
- <sup>5</sup>: „nahezu sicher“ (bis zu 100% der Keime werden entfernt, allerdings kann nicht gewährleistet werden, daß alle Cysten, Larven und Eier entfernt werden)
- <sup>6</sup>: mit Hypochlorid
- <sup>7</sup>: Längere Desinfektionszeit oder eine höhere Konzentration des Desinfektionsmittels ist nötig (hinsichtlich Details siehe Text)

**Mitglieder der Medizinischen Kommission der UIAA** (in alphabetischer Reihenfolge)

C. Angelini (Italien), B. Basnyat (Nepal, Präsident der Kommission), J. Bogg (Schweden), A.R. Chioconi (Argentinien), W. Domej (Österreich), S. Ferrandis (Spanien), U. Gieseler (Deutschland), U. Hefti (Schweiz), D. Hillebrandt (Großbritannien), J. Holmgren (Schweden), M. Horii (Japan), D. Jean (Frankreich), A. Koukoutsis (Griechenland), J. Kubalova (Tschechische Republik), T. Küpper (Deutschland), H. Meijer (Niederlande), J. Milledge (Großbritannien), A. Morrison (Großbritannien), H. Mosaedian (Iran), S. Omori (Japan), I. Rotman (Tschechische Republik), V. Schöffl (Deutschland), J. Shahbazi (Iran), J. Windsor (Großbritannien)

**Historie der vorliegenden Empfehlung**

Da zahlreiche Bergsteiger erhebliche Wissenslücken zu diesem Thema aufweisen oder gerne mehr Informationen dazu erhalten möchten, hat sich die UIAA MedCom bei ihrem Jahrestreffen in Snowdonia 2006 entschlossen, eine gesonderte Empfehlung zu diesem Thema zu erarbeiten. Die hier vorliegende Version ist die Übersetzung (Th. Küpper) der englischen Fassung, welche auf dem Jahrestreffen in Adršpach – Zdoňov / Tschechische Republik 2008 verabschiedet wurde.

Die vorliegende aktualisierte Fassung wurde im Jahr 2012 erstellt und auf dem Jahrestreffen der Kommission im Juli 2012 in Whistler / Kanada verabschiedet.