

Karstprogramm 1995

1. Teil: Mikrobiologische Beprobung, Analyse und Auswertung der Quellwässer

Karstquellen- Monitoring

- Ereigniskampagne und
- Intensivkampagne 1995

Susanne Schmidt

Graz, im Jänner 1996

Die vorliegende Arbeit wurde vom Verein Nationalpark Kalkalpen beauftragt und aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt und des Landes Oberösterreich finanziert.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. | EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG..... | 2 |
| 2. | BEOBACHTUNGSGEBIET UND MEßTERMINE..... | 2 |
| 3. | MATERIAL UND METHODIK | 3 |
| 3.1. | Parameter für die mikrobielle Untersuchung..... | 3 |
| 3.2. | Neu ins Nationalparklabor aufgenommene Methoden für die Differenzierung von Coliformen Keimen | 4 |
| 4. | ERGEBNISSE..... | 4 |
| 4.1. | Regionale Differenzierung der Quellen und Vergleichsanalysen mit den Ergebnissen des Karstquellen- Monitoring 1994..... | 4 |
| 4.1.1. | Quellen aus dem Gebiet des Sengsengebirges | 4 |
| 5. | EREIGNISKAMPAGNE AUGUST 1995..... | 14 |
| 5.1. | Regionale Aufschlüsselung der zusätzlich neu aufgenommenen Quellen mit mikrobiologischen Ergebnissen | 15 |
| 6. | INTENSIVBEPROBUNG | 16 |
| 7. | ERGEBNISSE DER BAKTERIELLEN UNTERSUCHUNG:..... | 18 |
| 7.1. | Intensivbeobachtung der Steyern-Quelle vom 27.8.95 -6.9.95: | 18 |
| 7.2. | Intensivbeobachtung der Hinteren Rettenbachquelle vom 27.8.- 6.9. 1995..... | 20 |
| 8. | DISKUSSION | 21 |
| 8.1.1. | Intensivkampagne an der Steyernquelle und Hinteren Rettenbachquelle: | 22 |

1. Einleitung und Problemstellung

Die vorliegende Arbeit soll als zusätzliche Erweiterung und Vertiefung der Kenntnisse im Bereich der Karsthydrologie in der Nationalparkforschung Kalkalpen verstanden werden und durch vorhandene Resultate zu neuen Betrachtungsweisen in diesem Gebiet führen. Im ersten Teil stützt sich die mikrobiologische Untersuchung der Karstquellen auf gesundheitliche und seuchenhygienische Gefahren im Rahmen des Karstmonitoring- Projektes. Somit sind in diesem Jahr, basierend auf bereits bestehende Untersuchungsergebnisse an ausgewählten Karstquellen, Vergleichswerte gegeben, die eventuell durch die Kenntnisse ihrer Keim-Fluktuation im Jahresrhythmus eine Art Gewässerüberwachung bzw. eine Art Frühwarnsystem an möglichen Trinkwasserquellen darstellen könnten. Die Einflüsse in einem Karstgebiet divergieren und sind oft schwer eruierbar. Nachweise von Indikatorkeimen, die letztendlich Aussage- und Beurteilungskraft in hygienischer Hinsicht besitzen, stammen meist aus der primären Begleitflora der Pathogenen und sind wegen ihrer relativ hohen Populationsdichte auch in stark verdünnten Fäkalabwässern leicht nachweisbar. Ob es sich nun um ein einmaliges oder zufälliges Ereignis eines solchen Nachweises handelt, läßt sich aufgrund einer einzigen Messung schwer beurteilen. Da aus den bisherigen Ergebnissen ersichtlich ist, daß es zur Jahresmitte hin (vor allem in den heißen trockenen Monaten) zu einem explosionsartigen Anstieg von Keimen kommt, sollten Beprobungen zu dieser Zeit intensiviert werden. Auch Vergleiche zu anderen Kalkgebieten, wo eine mikrobiologische Untersuchung durchgeführt wurde geben ähnliche Jahresrhythmuskurven wieder(z.B. Untersuchungen im Dachsteingebiet).

2. Beobachtungsgebiet und Meßtermine

Aufgrund der Tatsache, daß einige „kritische Quellen“ des Vorjahres bei der diesjährigen Untersuchung wieder entsprechend hohe Keimzahlen aufgewiesen haben, ist es sinnvoll, diese Quellen hinsichtlich ihrer Lage und auch mit den dazugehörigen untersuchten Parametern genauer zu dokumentieren. Diese Parameter in abiotischer und biotischer Hinsicht stammen von anderen Teilprojekten und sind im Endbericht des Karstprogrammes 1994/95 dokumentiert und aufgeschlüsselt.

Die Quellen befinden sich in folgenden größeren Einheiten:

- Reichraminger Hintergebirge ≡ RH
- Sengsengebirge ≡ SG
- Mollner Becken und Berge/ Vorland ≡ MO
- Warscheneck ≡ WA
- Bosruck/ Hallermauern ≡ BOS
- und wurden zu folgenden Terminen beprobt:
- Winterliche Monitoring Tour an 34 Quellen: 02.- 04.03.1995
- Frühlingstour mit Schneeschmelze an 35 Quellen: 09.- 11.05.1995
- Probelauf an ausgesuchten Quellen für Meßmethodik: 02.- 03.08.1995
- Ereigniskampagne auf erweiterte 49 Quellen: 17.- 19.08.1995
- Intensivkampagne an 2 ausgesuchten Quellen: 27.08.- 06.09.95
- Quellen mit angeführten Kürzeln und regionaler Gliederung:
- Quelle unter der Karlhütte KARL (RH)
- Quelle westlich Unterlaussa LAUS (RH)
- Ameisbachquelle AMQ (RH)
- Haselquelle(Goldloch) GOLD (RH)
- Haselquelle 3 HAS 3 (RH)
- Sitzenbachquelle SIQ (RH)
- Ahornquelle AHO (RH)
- Jörglalmquelle JÖA (RH)
- Jörglgraben Klammsquellen JÖQ (RH)
- Predigtstuhlquelle Nord PRED- N (RH)
- Quelle im Großweißenbach WEIS (RH)

| | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| • Rettenbachquelle | VRQ (SG) |
| • Quelle Geigengrub | EFF (SG) |
| • Feichtauseequelle | FEIS (SG) |
| • Sonntagmauerquelle | SONN (SG) |
| • Quellen am Niklbachsteg | NIQ (SG) |
| • Kaltwasserquelle | KWQ (SG) |
| • Paltental Karstquelle | PALT (SG) |
| • Trinkwasserquelle Ramsau | RAMS (SG) |
| • Rinnende Mauer | RIM (MO) |
| • Dambach Ursprung | DAM-U (BOS) |
| • Rohol Quelle Rosenau | ROSE (RH) |
| • Piesling Ursprung | PIES (RH) |
| • Fischbachquelle | FIQ (SG) |
| • Hintere Rettenbachquelle | HRQ (SG) |
| • Krahalmquellen Nord | KRA (SG) |
| • Quelle bei der Umkehrhütte | BLÖ (SG) |
| • Hochsattelquelle | HOCH (SG) |
| • Maulaufloch | MAUL (RH) |
| • Reutersteinquelle | REUT (SG) |
| • Steyernquelle | STEY (SG) |
| • Obere Hilgerbachquellen | HIL (SG) |
| • Welchauquelle | WEL (SG) |
| • Köhlerschmiedequelle | KÖHL (MO) |
| • Wunderlucke | WULU (MO) |
| • Quellen zu Punkt 3: | |
| • Quelle Sagmauer | SAG (RH) |
| • Traufquelle im Sandlgraben | SAND (RH) |
| • Quelle unter Aschaueralm | ASCH (RH) |
| • Quelle Bauxitbergwerk Prefingkogel | BAUX (RH) |
| • Geiernesthüttenquelle | GEIER (RH) |
| • Untere Keixenquelle | KEIX (RH) |
| • Siphonhöhle im großen Bach | LILA (RH) |
| • 2. Quelle im Langen Graben | LANG (RH) |
| • Traunfried Hausquelle | TRAU (RH) |
| • Hanslgraben Kluftquelle | HANS (RH) |
| • Quellfassung an Haslergatterlstraße | HAGA (RH) |
| • Gyrerreith-Quelle | FIBA (SG) |
| • Steyernquelle | STEY (SG)/ Intensivkampagne |
| • Hintere Rettenbachquelle | HRQ (SG)/ Intensivkampagne |

3. Material und Methodik

3.1. Parameter für die mikrobielle Untersuchung

Es soll hier noch einmal kurz auf Nachweiskriterien und Methodik im besonderen eingegangen werden, ansonsten wird auf den Endbericht 1994 „*MIKROBIELLE UNTERSUCHUNG DER KARST-QUELLEN*“, *Kapitel 2- 7* hingewiesen.

Eine rasche und sichere Beurteilung von Karstquellen ist sicher weiterhin von praktischer Bedeutung. In diesem Sinne ist die bakteriologische Untersuchung als ein wichtiger Fortschritt in die Beurteilung von Karstquellen, neben der chemischen Analyse, getreten. Die mikrobiologische-hygienische Bewertung belasteter Quellen geht von der Frage aus, in welcher Weise und wie schnell sich die Situation im Karstwasser ändern kann, wenn Faktoren wie Almhütten, Wildfütterungsstellen, konzentrierte Aufenthaltsplätze diverser Warmblüter, oder viele indirekte Träger für mögliche Belastungen hinzukommen, wie zum Beispiel Bebauungen, Kahlschläge und Erosionen. Nachweise von Indikatorkeimen gehen

von einem unmittelbaren Eintrag an Fäkalien von Mensch und Warmblütern aus und sie sind deshalb auch nicht so langlebig wie viele andere Bakterien, die ihre natürlichen Lebensräume im Wasser haben. Autochthone Bakterien in den Quellen übernehmen für die Quelle in irgendeiner Form die Rolle der Destruenten, wie auch Pilze, um den Abbau von organischen Einträgen zu vollziehen. Es gibt aber noch keine biologische Beurteilung von Gewässern, in denen Bakterien oder Pilze als Indikatoren fungieren, weil sie unmittelbar am Abbau beteiligt sind. Welche bakteriellen Umsatzvorgänge sich im Inneren von Karstkörpern abspielen blieb bislang unerklärt. Eine Art „Unterirdische Bioindikation“ anhand Myxobakterien, versucht Benj. Menne von Deutschlands Karstgebiet zu machen.

3.2. Neu ins Nationalparklabor aufgenommene Methoden für die Differenzierung von Coliformen Keimen

Für eine schnellere und sichere Identifizierung von Coliformen und E. Coli probierte ich für die Ereigniskampagne, da ein merkbar größeres Probenvolumen anfiel, einen Fluoreszenz-Selektivagar „*EMX-Agar*“ aus. Dieser *EMX-Agar* wurde am Hygiene Institut durch eine Diplomarbeit über ein Jahr getestet und mit Erfolg in die Routine aufgenommen. Durch diesen Agar gelingt eine höhere Effizienz an Coliformennachweis und erleichtert durch UV- Licht die Differenzierung von E. Coli. (Indolreagenz; CO. Reagenz und UV- Lampe)

Der andere neu getestete Selektivagar war *Chromocoult-Coliformen-Agar*. Dieser Agar ist eine Kombination von zwei chromogenen Substraten, die gleichzeitig für den Nachweis von Coliformen und E.Coli verwendet wird. Salmon- gal ermöglicht die Differenzierung der Coliformen von anderen Enterobacteriaceae, x- Gluc. die eindeutige Identifizierung von E.Coli. Durch die Kombination von geeigneten Peptonen, Pyruvat, Sorbit und Phosphatpuffer wird ein schnelles Anwachsen auch von subletal geschädigten Coliformen gewährleisten. Der Gehalt an Tergitol 7 hemmt weitgehend das Wachstum gram-positiver Bakterien, ohne negativen Einfluss auf das Wachstum von Coliformen zu haben. Anwendung beider Selektivnährmedien durch Membranfiltration oder Oberflächenausstriche. Bebrütung ist optimal bei 35-37°C.

Auswertung: E. Coli: dunkelblau- violette Kolonien

Gesamtciforme: rosarote Kolonien und dunkelblaue- violette Kolonien

Enterobacteriaceae: farblose Kolonie z.B. Proteus

Salmonella, die β -D-Glucuronidaseaktivität besitzen färben sich hellblau türkis

Der große Vorteil dieser Selektivagars ist eine schnellere Identifizierung, sowie das Wegfallen von weiteren Bestätigungstests.

Weitere Methoden werden in Teil 2, soweit durchführbar, beschrieben.

4. Ergebnisse

4.1. Regionale Differenzierung der Quellen und Vergleichsanalysen mit den Ergebnissen des Karstquellen- Monitoring 1994

4.1.1. Quellen aus dem Gebiet des Sengengebirges

Steyerfluss und Paltenbach

35-20-BB

Vordere Rettenbachquelle- Teufelskirche(SG)

Nach den ersten beiden Terminen im März und im Mai war die mächtige Karstquelle nicht weiter auffällig, obwohl die Höhlenquelle im März bereits voll aktiv war, konnten insgesamt nur 39 Koloniebildende Einheiten(KBE) nachgewiesen werden. Bedeutend höher war die Anzahl an Keimen im August, während der Ereigniskampagne. Zu diesem Zeitpunkt erhöhte sich die KBE auf 219 mit 3 verflüssigenden Keimen. Weiters war eine Belastung mit E.coli von 13 Keimen pro 100 ml Probenwasser nachzuweisen, was auf einen oberflächennahen Einfluß schließen läßt. Auch der Chemismus deutet auf oberflächennahe Verhältnisse hin. Beachtenswert ist auch der erhöhte Trockenrückstand von 41,4 mg/10l Wasser und erhöhte Oxidierbarkeit von 11,8 mg/l. Ein Zusammenhang mit erhöhtem Schwebstoffgehalt war nicht festzustellen. Bei ansteigender Keimbelastung war auch der Wert für den

KMnO₄- Verbrauch höher. Ein optischer Hinweis für erhöhte Oxidierbarkeit könnte das leicht gelbliche Wasser sein, was auf Huminstoffe deuten könnte. Auch leicht aufschäumendes Wasser gab einen Hinweis dazu. Vergleichswerte zu 1994 zeigen, das auch hier tendenziell bis zum Sommer hin ein Keimzuwachs bis KBE 64 stattgefunden hat, der aber bei herbstlichen Niederwasser auf 7 zurückging. Jedoch konnten 1994 erst im Herbst Fäkalbakterien nachgewiesen werden. Es könnte sein, daß durch die sommerliche Trockenheit in dieser Quelle weniger Stoffe mobilisiert wurden und erst nach Einschwemmung dieser, durch genügend Niederschlag, nachgewiesen werden konnten. Die Quelle war auch im Herbst hoch organisch befrachtet (KMnO₄- Verbrauch und AK 254). Den Anforderungen laut Trinkwasserverordnung würde diese Quelle bis zur Hälfte des Jahres bei +/- kühleren Temperaturen standhalten. Die Werte der Mikrobiologie geben auch Rückschluß auf eine typische Karstquelle, wo eine Keimbelastung bereits nach kurzen Regengüssen nachzuweisen ist.

35- 20- DA Quelle Geigenhub(Effertsbach) EFF (SG/MO)

Diese Quelle war auch im letzten Jahr nur während der Sommer-und Herbstmonate bakteriell belastet. Im August 1994 lag der Wert für die KBE bei 630 Keimen und für Fäkalkeime bei 45 Enterokokken, 55 Coliformen sowie 10 E.coli. Während der Oktobermessung sanken die Werte für die KBE wieder unter den Grenzwert ab, jedoch waren Fäkalkeime weiterhin nachweisbar. 1995 gab es nur im August erhöhte Keimbelastung. Die koloniebildenden Einheiten konnten mit 114 gezählt werden. Weiters gab es einen Nachweis eines Fäkalstreptokokken und 30 coliformen Keimen. Der Verbrauch an KMnO₄ war mit 9,4 mg leicht erhöht, und der Schwebstoffgehalt von 102,7 mg/10l zählte zu den Spitzenwerten. Für eine Verwendung als Trinkwasserquelle wäre diese Quelle mit diesen mikrobiologischen Werten nicht möglich.

35-34-1-AC Feichtauseequelle FEIS (SG)

Die Hydrologie des Sengengebirges ist unter anderem durch die extreme Wasserlosigkeit der stark verkarsteten Hochlagen geprägt(Haseke,1990). Permanente Gewässer hochmontaner und subalpiner Lagen finden sich daher vorwiegend an der niederschlagsreichen Nordseite, wo auch die Feichtauserseen liegen. Die Feichtauseequelle wurde zum ersten Termin nicht beprobt wegen der Schneelage. Im Mai gab es bereits eine erhöhte KBE von 180, die sich im August nur mehr um eine Anzahl von 5 steigerte. Die Schwebstoff-Fracht lag mit 3,83 mg/10l sehr nieder, die Partikelfracht sehr hoch. Zur Ereigniskampagne jedoch kamen auch Fäkalkeime dazu. Der Wert für Coliforme lag bei einer Anzahl von 30 und für Enterokokken bei eins. Grund für die auftretende Keimbelastung könnte wohl der „sanfte Tourismus“ des bereits gut erschlossenen Gebietes sein. Auszuschließen sind aber auch nicht Einflüsse durch Gamsen und anderen Warmblütern. Es ist sicher nicht von der Hand zu weisen, daß verstärkter Tourismus einen störenden Eingriff in das Ökosystem eines diesbezüglich sensiblen Gebietes bewirkt. Einige Forschungsarbeiten gehen auch aus diesem Grund in eine etwas sehr extreme Richtung, indem sie gefährdete Naturräume für etwaige Nutzung völlig abzuschirmen (z.B.wie es Versuche in Salzburg zeigen /persönliche Mitteilung von DI Gerold Sigl von der hydrologischen Untersuchungsstelle Salzburg) versuchen, mit der Annahme, daß so keine Beeinträchtigung des Wassers zustande kommt und somit für eine Nutzung als Trinkwasser keine Aufbereitung notwendig werden würde.

35-34-1-D Sonntagsmauerquelle SONN (SG)

Eine hohe Populationsdichte an Indikatorkeimen zeigt diese Quelle beim Augusttermin. Bei einer leichten Grundbelastung unterhalb des Grenzwertes, schießt die KBE unzählbar in die Höhe begleitend von einem hohen Trübungswert von 15,1 TE*10 und einem hohen KMnO₄- Verbrauch von 16,4 mg/l. Die Schwebstoff-Fracht lag im Bezug zur Keimfracht in einem sehr niederen Bereich (12,46 mg/10l). Vergleichswerte für den interessanteren Monat August gibt es leider aus Gründen der Trockenheit des Vorjahres nicht; die Werte im Herbst waren zwar etwas über dem Grenzwert was Fäkalkeime betrifft, aber bei weitem nicht so hoch wie 1995. Trotz abnorm tiefer Wassertemperaturen kann diese Quelle die Erfordernisse der Wasserhygiene nicht erfüllen, aus Gründen, die möglicherweise von der Bewirtschaftung der Feichtaueralm herrühren.

35-34-1-EC/ED Quelle am Niklbachsteg NIQ (SG)

An den Terminen, wo die alpinen Lagen noch mit Schnee bedeckt waren, zeichnete sich auch die Wasserqualität hinsichtlich ihrer Keimzahl als unbedenklich aus. Während der Ereigniskampagne blieb zusammen mit dem KMnO₄-Verbrauch und geringem Schwebstoffgehalt auch die KBE mit 39

Keimen und 3 verflüssigenden Keimen weit unter dem Grenzwert. Für E.coli gab es 4 und für Coliforme 2 Nachweise. Einfluß bezüglich dieser Werte könnte vom Wildbestand aus höheren Lagen kommen. 1994 gab es eine KBE von 3, und keine Belastungen mit Fäkalien.

35-34-2-C Kaltwasserquelle KALT (SG)

Die Kaltwasserquelle ist hinsichtlich aller mikrobiologischen Parameter sowohl im Vorjahr als auch in diesem Jahr eine „Vorzeigequelle“ des Nationalparkes Kalkalpen, wären bei den oberen Speiern nicht verrostete Blindgänger (Haseke,95).

35-34-7-D Paltentalkarstquelle PALT (SG/MO)

In beiden Untersuchungsjahren fielen die Werte für den August wegen Trockenheit aus. Im Mai gab es eine KBE von 29, das ergäbe einwandfreie Ergebnisse in den Zeiten, wo die Quelle Wasser führte. Vergleichswerte von 1994 ergeben ebenfalls niedrige KBE, jedoch einen einzigen Fäkalstreptokokkennachweis. In so einem Fall kann man aber schwer von einer Verunreinigung sprechen, weil mit einem einzigen Nachweis keine signifikante Aussage getroffen werden kann. Natürlich kann auch ein Einfluß durch die Beweidung gegeben sein. Würde man die Quelle umzäunen, wäre sie vor solchen Einflüssen geschützt und könnte eventuell als Trinkwasserquelle eingesetzt werden.

35-34-7-K Trinkwasserquelle Ramsau RAMS (MO)

Die bereits als Trinkwasserquelle genutzte Karstquelle benötigt wahrlich eine UV- Anlage zur Abtötung vorkommender pathogener Mikroben. Die Anzahl der KBE steigt geringfügig im Wechsel der Jahreszeit. Im März waren überhaupt keine KBE nachweisbar, im Mai waren es 12 Koloniebildner und im August 57, wesentlich mehr als im vorigen Sommer. Der Einfluß der naheliegenden Wildfütterungsstelle zeigt sich am Nachweis von E.coli, mit 9 nachweislichen Erregern, 4 Enterokokken und 1 Klebsiella sp.. Im Vorjahr war die Belastung im Oktober höher als im August, aber trotzdem noch um einiges niedriger als im heurigen Jahr (KBE im Oktober 1994 10 und 4 Fäkalstreptokokken, 1 E.coli). Die immer wieder auftretenden Trübungen und Keimbelastungen sind folgenden Umständen zuzuschreiben:

a.) Aktiver Plaikenanriss an einem Quellaustritt durch die Forststraße, verschärft durch mächtige Kahlschläge und Windwürfe. Aus dieser Plaike zieht ein Oberflächengerinne bis oberhalb zur Quelle herab (Haseke,1994)

b.) Eine angelegte Wildfütterungsstelle von wo aus das meiste Bachwasser oberhalb der Quelle versiegt.

Aus Gründen der Sicherheit müßte einerseits der Plaikenanriß saniert werden und andererseits die Wildfütterungsstelle aus dem Quellschutzgebiet verlegt werden.

Steyr im Mollner Becken (Vorberge)

35-43-A Rinnende Mauer RIM (MO)

Fast in der Gleichmäßigkeit der Quellschüttung lag die Nachweisgrenze für die KBE bei 5 Keimen in den Monaten März und Mai, sowie für den April und Oktober des Vorjahres. Lediglich im August schnellte die KBE beängstigend ins Abseits der Grenzwerte in allen Parametern. Diese Werte gingen aber nicht einher mit anderen Parametern wie Oxidierbarkeit, Schwebstoffgehalt oder Trübung. Die hohe Verkeimung mit über 1000 KBE, 14 Coliformen (Klebsiella sp., Pseudomonas sp.) und 12 E.coli entspräche eher einem lokalen Eintrag oberhalb der Abnahmestelle der Quelle, die durch vielen Badegästen frequentiert wird oder auch einem möglichen Einfluß aus den umliegenden Landwirtschaften.

Teichfluß

36-06-4-A Dambach Ursprung DAM-U (Bosruck/Hallerm.)

Gesamt betrachtet ist diese Quelle sehr sauber. Die Werte für den Sommer 1994 fielen wegen Trockenheit aus. Wie aber die Augustmessung 1995 zeigt, ist die mikrobielle Belastung sehr gering und der Nachweis des einzigen Colibakteriums könnte aufgrund der so niedrigen Gesamtkeimbelastung fast vernachlässigt werden. Die Probenabnahme an dieser Quelle war nicht ganz unproblematisch, und dadurch könnte es auch zu einer Sekundärkontamination an dieser Quelle gekommen sein.

36-06-6-CD Roholquelle Rosenau ROSE (RH)

Diese neu ins Karstmonitoring aufgenommene ehemalige Trinkwasserquelle ergab eine relativ geringe Belastung durch Bakterien. Im März waren keine Keime nachweisbar und im Mai waren es nur 9 KBE. Bis auf einen Fäkalstreptokokken hielt sich auch im August die KBE im unteren Bereich der Bestimmungskriterien, bei 86 nachweisbaren KBE. Während der Ereigniskampagne gab es einen

KMnO₄- Verbrauch von 9,0 mg/l und eine erhöhte Schwebstoff-Fracht, die bei 5,05 mg/10l lag. Zusammenhang zu KBE- Größe konnte keiner erkannt werden.

36-06-8-AE

Quelle am Großweißenbach WEIS (RH)

Keine mikrobiologische Verunreinigung!

36-08-1-A Piesling-Ursprung PIES (Warscheneck)

Die größte Karstquelle am Fuße des Warschenecks, der Piesling- Ursprung, gab bereits letztes Jahr bei den Analysen bedenkliche Summen an Bakterien frei. Waren es im August 1994 bereits 80 Keime, die den Grenzwert überschritten hatten, stieg die Zahl der KBE im August 1995 auf über 200 Keime. Beachtlich groß war auch zu diesen Terminen der Nachweis an Indikatorkeimen, neben einer ständigen Grundbelastung. Die Schwebstoff-Fracht pro Tag in Gramm lag bei 187.056. Der KMnO₄- Verbrauch war mit 5,7 mg/l nicht hoch und auch die Trübung war nieder. Das Gebiet ist touristisch gut erschlossen und bedenklich hinsichtlich diverser Almhütten in diesem Gebiet, bzw. die Einflüsse im Winter durch Schigebiete (Nachweise von Fäkalkeimen auch während der Wintermonate, sowohl 1994 als auch 1995). Zu einem zusätzlichen Eintrag könnte es auch durch von uns beobachtete Enten kommen, die ihre Nachtruhe dort verbringen.

36-12-I- HA Fischbachquelle FIQ (SG)

In beiden Untersuchungsjahren gab es sehr niedere Werte für die KBE, deren Höchstwert 37 betrug. Im August 1995 gab es einen Fäkalstreptokokkennachweis, und im Mai 1994 ein coliformes Bakterium und einen sehr hohen Verbrauch an KMnO₄, der im August 1995 im mittleren bis unteren Bereich lag. Der Trockenrückstand war im Gegensatz dazu sehr hoch, und plazierte sich mit 116,8 mg/10l an die zweithöchste Stelle aller Quellen der Ereigniskampagne. Die Quelle erscheint bakteriologisch und auch chemisch sehr stabil und könnte als Trinkwasserquelle in Betracht gezogen werden.

36-12-2B Hintere Rettenbachquelle HRQ (Teufelsbach/RH/SG)

Die mikrobiologischen Ergebnisse an dieser Quelle zeigten erst ab August eine geringe Belastung mit Indikatorkeimen. Die KBE an der HRQ lag mit 87 Keimen im August vor und die Oxidierbarkeit lag bei 10,2 mg/l. Im August war ein hoher AK 254nm- Wert zu verzeichnen, der bei 14,4 lag; auch 1994 zeigte sich eine deutliche Gelbfärbung. Der Schwebstoffgehalt und auch der Trockenrückstand waren in unteren Bereichen. 1994 waren bereits im Mai Nachweise von 7 coliformen Keimen gegeben.. Für August des Vorjahres liegen keine Daten auf, es ist aber anzunehmen, das es zu einem ähnlichen Ergebnis wie 1995 gekommen wäre, da im Oktober die Werte für KBE und Indikatorkeimen zwar noch erhöht vorlagen, aber niedriger als im August waren. Im August waren es 13 coliforme Keime und 1 E.colibakterium. Die Quelle wurde im August/September für die Intensivkampagne eingesetzt.

Krumme Steyrling- Sengsen- und Hintergebirge

37-03-JB Krahalmquelle KRA (SG)

Die bakteriologischen Werte für 1995 sind einwandfrei. Im Vorjahr gab es eine geringfügige Belastung mit Enterobacteriaceen und Enterokokken. Trotz geringer KBE während der Ereigniskampagne waren die Werte für die Schwebstoff-Fracht mit 76,11 mg/10l hoch und auch Trübung nachweisbar. Ob es sich beim vorjährigen Nachweis an Indikatorkeimen um eine zufällige einmalige lokale Begebenheit oder von einer durch die Almwirtschaft entstandene Beeinträchtigung der Wasserqualität handelt bleibt offen, und für eine weitere Beprobung interessant.

37-04-KB Hochsattelquelle HOCH (SG)

Die Quelle war bis zur Augustmessung bakteriell einwandfrei. Denkbar wäre ein Anstieg der Bakterien während der Ereigniskampagne, durch Wildeinfluß oder durch die Blumaueralm, die touristisch höherfrequentiert ist; der Wert für die KBE lag bei 237 und für Indikatorkeime bei 2 Enterokokken, 1 E.coli und 1 bei Coliformen. Die Werte für Schwebstoff-Fracht und Trübung lagen im unteren Bereich. Auch der KMnO₄- Verbrauch war gering bei 3,4 mg/l.

37-09-AB Maulaufloch MAUL (RH)

Die Situation an dieser Quelle ist aufgrund vorhandener Werte bedenklich. Es sind große Anstiege im Jahresrhythmus zu verzeichnen, bei einer bereits höheren Grundbelastung im Winter. Im März war 1 E.colibakterium nachzuweisen, sowie im Vorjahr bei winterlichen Verhältnissen 2 coliforme Keime. Während der Ereigniskampagne war die KBE bereits unzählbar und E.coli mit 95 Keimen gegenwärtig. Hinzu kamen noch 12 Coliforme und 7 Fäkalstreptokokken. Im August des Vorjahres waren die Grenzwerte auch überschritten, aber nicht in dem Ausmaß von 1995. Bei herbstlichem Niederwasser

war die KBE im Jahre 1994 höher als im August desselben Jahres. Zusätzlich waren während der Ereigniskampagne hohe AK-254nm (17,3nm) und AK-436 (1,2nm)-Werte, sowie ein Höchstwert an KMnO₄- Verbrauch von 18,0 mg/l, der nur mehr von der Styernquelle übertroffen wurde. Einen Spitzenwert ergab die Trübung von 5 TE. Die erhöhte Bakterienfracht, die nach Niederschlägen gemessen wurde, lassen die Vermutung eines Einflusses durch Almwirtschaft der Ebenforst nahekomen, zusätzlich zu einem geringen Filtrationsvermögen des Bodens.

37-09-D Reutersteinquelle REUT (SG)

Diese Quelle zeigt, wenn sie fließt, einwandfreie Werte.

12-AA Steyernquelle STEY (SG)

Die Wahrscheinlichkeit, daß das Einzugsgebiet der Steyernquelle bis ins Nockgebiet und östlich davon ausgreift, und somit ein echter Karstwasserdurchbruch ist, der das Feichtaugebiet unterfährt, wird größer, wenn man die Verkeimung betrachtet, die durch intensive Almbewirtschaftung und „sanften Tourismus“ sicherlich stark beeinflusst wird. So prachtvoll diese Quelle, vor allem ihre schönen Kaskaden auch ist, so bedenklich drastisch ist ihre Keimbelastung, vor allem nach Regen. Im August, während der Ereigniskampagne, stieg die KBE ins Unzählbare und auch die hygienisch bedenklichen Keime mit ihr. 120 nachweisliche Enterokokken, 6 Coliforme, darunter Pseudomonaden, und 40 E.coli gab es pro 100 ml Wasser. Auch im März waren 2 Coliforme nachweisbar, ähnlich wie im April des Vorjahres. Überraschend waren für beide Jahre die Ergebnisse der Maimessung. Hier wurden keine Indikatorkeime gefunden. Während der Ereigniskampagne gab es den höchsten Wert für den KMnO₄- Verbrauch von 21,2 mg/l und für den AK bei 254nm von 19,5. Auch die Trübung korrelierte mit der KBE, mit 1,45TE lag sie zwar weit unter dem Wert der Maulflochquelle, im Vergleich zu allen anderen Quellen sehr hoch. Aufgrund der Werte und der Tatsache, daß in der Nähe ein deutscher Jagdpächter sein Unwesen treibt, wäre es sinnvoll eine Tafel anzubringen, die vor dem Genuß des Wassers warnt. Diese Quelle wurde als zweite Quelle auch für die Intensivkampagne beprobt.

37-14-1-AG Obere Hilgerbachquelle HIL (SG)

Im Märztermin beprobt, ergaben sich keine Hinweise auf Verkeimungen. Lediglich im Vorjahr gab es einen Nachweis eines gram-negativen Coliformen Keimes bei geringer KBE.

37-14-3-A Welchauquelle WEL (SG/MO)

Bei entsprechender Schüttung gab es auch erhöhte KBE Werte und Indikatorkeime. Die ansonsten mit guten Werten angeführte Quelle zeigte während der Augustmessung erhöhte Nitratwerte und eine Anzahl von 46 E.colibakterien, sowie 25 Pseudomonaden und 3 Enterokokken. Vergleichswerte zum Vorjahr sind für August keine vorhanden. Der Einfluß könnte durch Fäkalien von Warmblütern erklärt werden.

37-19-A Köhlerschmiede KÖHL (RH/MO)

In beiden Jahren wurde bei niederen Gesamtkeimzahlen im Mai coliforme Keime nachgewiesen. 1995 wurden auch im August Coliforme gefunden. Auffallend an dieser Quelle ist ihre Stabilität während des Jahres. Auch bei hohen Temperaturen stieg die KBE nicht weiter an. Die angrenzenden Landwirtschaften haben sicher Einfluß auf bestehende bakteriologische Werte.

37-20-N Wunderlucke WULU (MO)

Im Vorjahr gab es keine mikrobielle Belastung. Für dieses Jahr wurde bei der Maimessung ein coliformer Keim, bei null Grundbelastung nachgewiesen und im August eine KBE von nur 20 Keimen und 2 Coliformen, wie 2 E.colibakterien.

Laussabach- Hintergebirge

138-EB Quelle unter der Karlhütte KARL (RH)

Die Anzahl für die KBE lag im März bei 14 und im Mai bei 4; erhöhte sich dann im August auf 65. Bis auf 2 coliforme Keime gäbe es keine Beanstandung der Quelle hinsichtlich hygienischer Parameter. Obwohl die Probennahme (Schwebstoffgehalt von 104,51mg/l) sehr schwer zu handhaben ist, und somit eine hygienische Abnahme fast unmöglich wird, sind die Werte fast im optimalen Bereich.

33-138 13-A Laussaquelle LAUS (RH)

Wurde 1995 ins Karstmonitoring aufgenommen. Nach stärkeren Regenfällen zeigt diese Quelle einen rapiden Anstieg an Bakterien. KBE Werte über 1000 deuten auf eine hohe Belastung hin, und große Populationsdichten mit E.coli (33 Keime), sowie 2 Coliforme überschreiten die Grenzwerte des Hygienestandards bei weitem. Auch der KMnO₄- Verbrauch war mit 11,1 mg/l im August erhöht.

Großer Bach- Hintergebirge

34-02-1-AB Ameisbachquelle AMQ (RH)

Die Belastung dieser Quelle war im Gegensatz zu 1994 im August überraschenderweise gleich null. Erstaunlicherweise war die Quelle bereits beim 1. Termin, wo sie noch im verschneiten Zustand aufgesucht wurde, aktiv und lieferte trotz geringer KBE von 7 Spuren fäkaler Verunreinigung mit 2 E.coli, die von Wildtieren stammen dürften. Zu eruieren wäre, ob in diesem Sommer eine geringere Beweidung Grund für die wesentlich geringere KBE gewesen ist. Im Herbst letzten Jahres sank die Anzahl wieder auf unterste Werte ab. Die Anzahl der KBE im Vorjahr betrug 580 mit 22 Enterokokken, 7 Coliformen und 5 E. coli.

34-02-3-G Haselhöhle- Goldloch GOLD (RH) 34-02-3-J Haselquelle 3 HAS3 (RH)

Drei Karstquellen bestimmen im Haselgraben das Karstwassergeschehen. Jede Begehung zu verschiedenen Jahreszeiten wird zu einem abenteuerlichen Unterfangen. Am obersten Abschnitt des Quellhorizonts, dem wohl eindrucksvollsten Austritt dem GOLDLOCH konnten 1995 leider nur im März und im August (Nicht Monitoringtour) für die Mikrobiologie Proben gezogen werden. Zu den anderen Terminen war sie nicht zugänglich. Interessant jedoch war die Zusatzmessung im Rahmen eines Probelaufs für eine neue Methodik. Waren es im März nur 4 KBE mit null Indikatorkeimen, so erhöhte sich am 2. August die KBE auf 85 und 5 Coliformen und 10 E.coli. Es zeigte sich ein deutlicher Anstieg in der wärmeren Jahreszeit wie im Vorjahr. Auch hier deutet die Belastung mit Bakterien auf einen Konnex mit Almen hin. Vergleicht man die vorhandenen Ergebnisse mit denen vom Vorjahr, so kann man hochrechnen, daß aufgrund der Belastung ein menschlicher oder tierischer Einfluß für die Quelle gegeben sein muß.

Die unterste Quelle des Quellhorizonts ist die HAS3, die aus einer horizontalen Fuge kommt, wo auch der Einfluß der Lunzerschichten, eine Erweiterung der Klamm deutlich wird. Die Has3 ist wie die Goldloch bezüglich der Keimbelastung aufwärts tendierend während der Jahreszeiten, liegt aber durchschnittlich niedriger als das Goldloch.. War im Mai 1994 keine Verkeimung zu erkennen, führte 1995 diese bereits trotz geringer KBE 4 Coliforme und 2 E.coli. Der KMnO₄- Verbrauch lag durchschnittlich bei 8,6 mg/l. Für alle drei Quellen (auch HAS2), die zum selben Karstwasserkörper zählen, und in ihrem pH- Wert nur leicht abweichen, gibt es einen mikrobiologischen Vergleichswert vom März 1995. Den Jahresgang verfolgend, würde man annehmen, das die Gold auch im März höhere KBE führen müßte; in Wahrheit liegt ihr Wert geringfügig (um1) niedriger als die der Has3. Die Has2 führte , den Grenzwert überschreitend, über 100 Keime. Fraglich warum die Has2 bakteriell belasteter ist! Interessant wäre eine Weiteruntersuchung der Has2.

34-02-4-AC Sitzenbachquelle SIQ (RH)

Diese Quelle wurde bereits 1994 in die Kategorie „kritisch“ eingestuft. Die Ergebnisse von 1995 bestätigen diese Annahme vor allem während des Sommerhochs. Im August waren bei einer KBE von 420 im letzten Jahr 31 Streptokokken, 1 Coliformer und 10 E. coli im Untersuchungsmaterial. 1995 waren neben einer KBE von 170 5 Fäkalstreptokokken, 2 Coliforme und 30 E.Coli-keime nachweisbar. Von der KBE waren noch über 100 verflüssigende Keime nachweisbar. Begleitend gab es immer eine relativ warme Quelltemperatur und ein Einfluß auf die hohe E.colizahl könnte die etwas südlich gelegene Alm, die quer den Langfirstkamm erschließt sein (Haseke,1994). Der Verbrauch an KMnO₄ und der Schwebstoffanteil erhöhte sich wie die KBE im August, sowie auch die Trübstofffracht.

34-02-4-2-DB Ahorntalquelle AHO (RH)

An dieser Quelle gab es bis auf die Augustbeprobung 1995 keine erhöhten Keimwerte. Auffallend waren im August 2 nachweisbare Enterokokken bei einer geringen KBE von 25. Nachzuweisen waren auch zu dieser Messung ein erhöhter KMnO₄- Verbrauch und eine erhöhte Trübstoff-Fracht, dessen Anteil eventuell von Holzfällungen im Nationalparkgebiet (Kernzone) stammen könnte.

34-02-4-2-F Jörglalm JÖA (RH)

Diese als absolut „kritische Quelle“ zu bezeichnende Karstquelle sorgte auch 1995 wieder für eine Überbelastung an Coliformen und Enterokokken. Aufgrund der höheren Werte muß man annehmen, daß in der Nähe Verunreinigungen in die Quelle kommen müssen, was sich mit fäkalen Einträgen durch Wild, sowie einer Durchsickerungstelle, der aus der Jagdhütte stammenden Abwässer (Plumpsklo) erklären läßt. Bei einer Anzahl von mehr als 100 Streptokokken, 60 Coliformen und 100 E. coli-keimen muß dieses Abwasser schier ungefiltert in die Quelle gelangen. 1994 wurden auch Pseudomo-

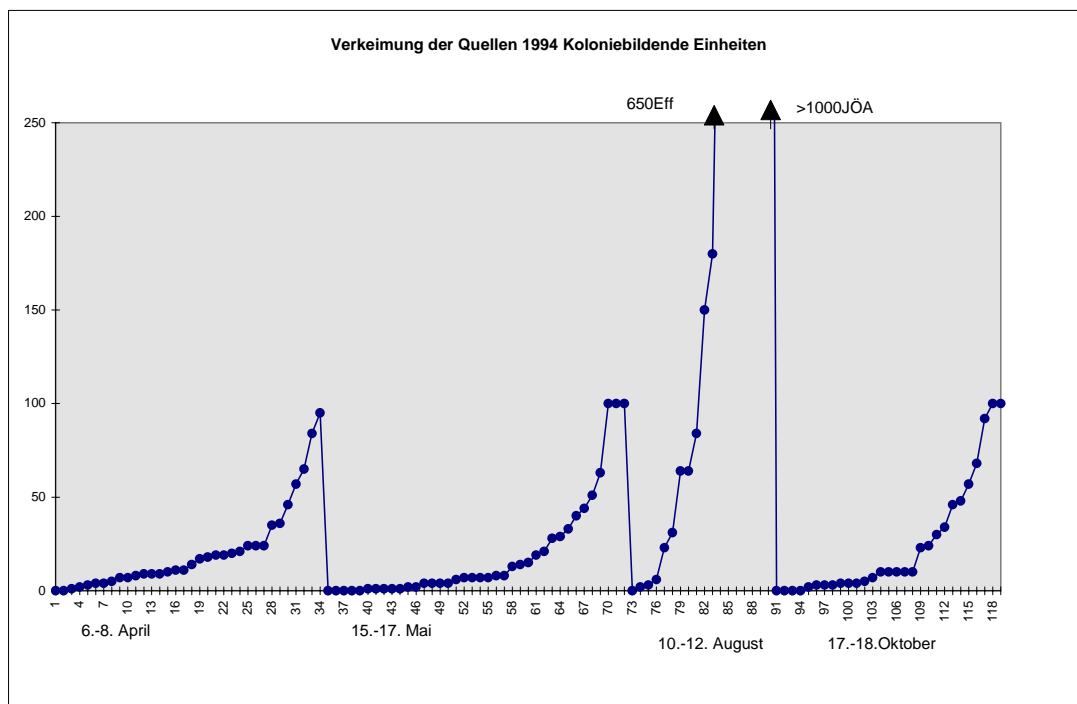
naden und Schimmelpilze nachgewiesen. 1995 waren es auch noch Enterobacter sp. und Klebsiella sp. Die Werte für den KMnO_4 -Verbrauch lagen auch sehr hoch bei einer KBE von über 1000. Sinnvoll wäre hier ein Schild, das auf die schlechte Situation des Wasserzustandes hinweist, zu errichten.

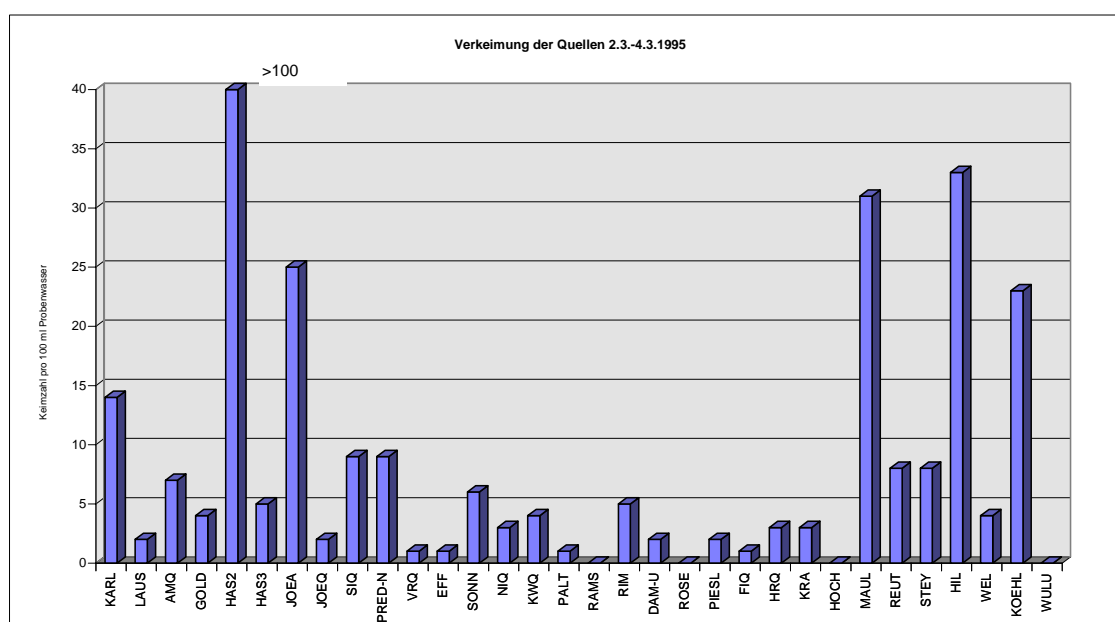
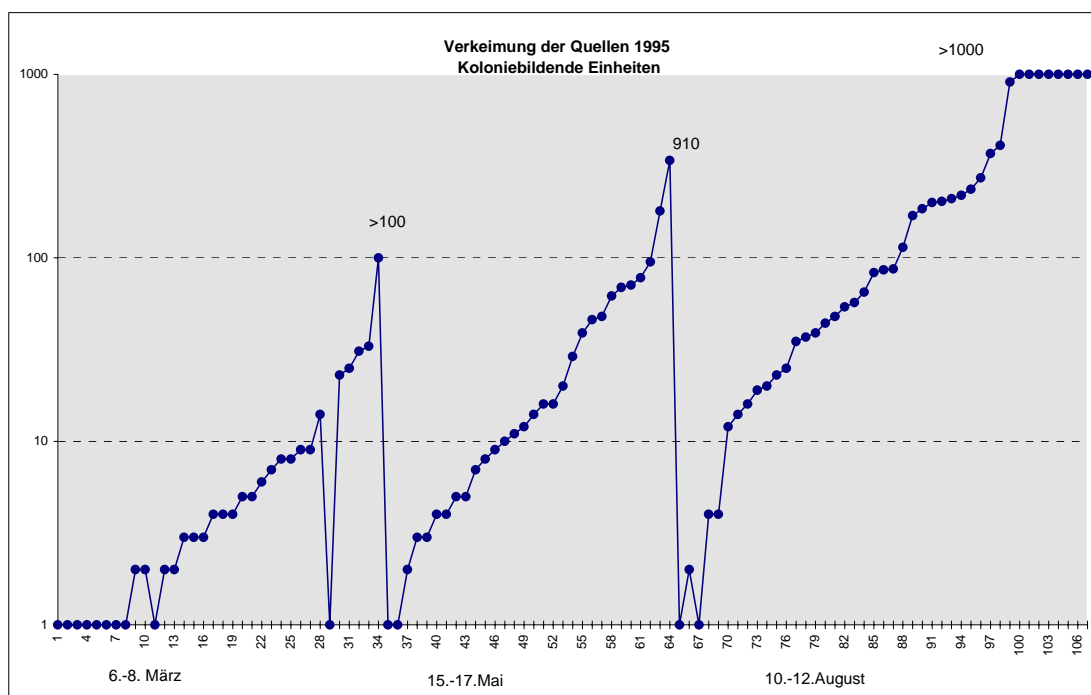
34-02-4-2-I Jörgelgrabenklammquelle JÖQ (RH)

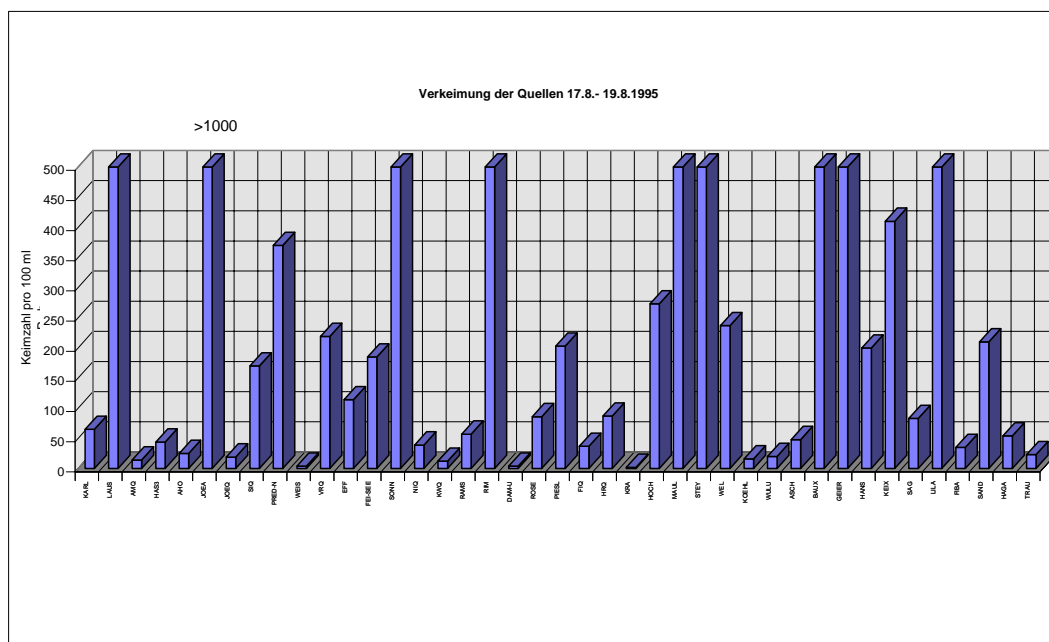
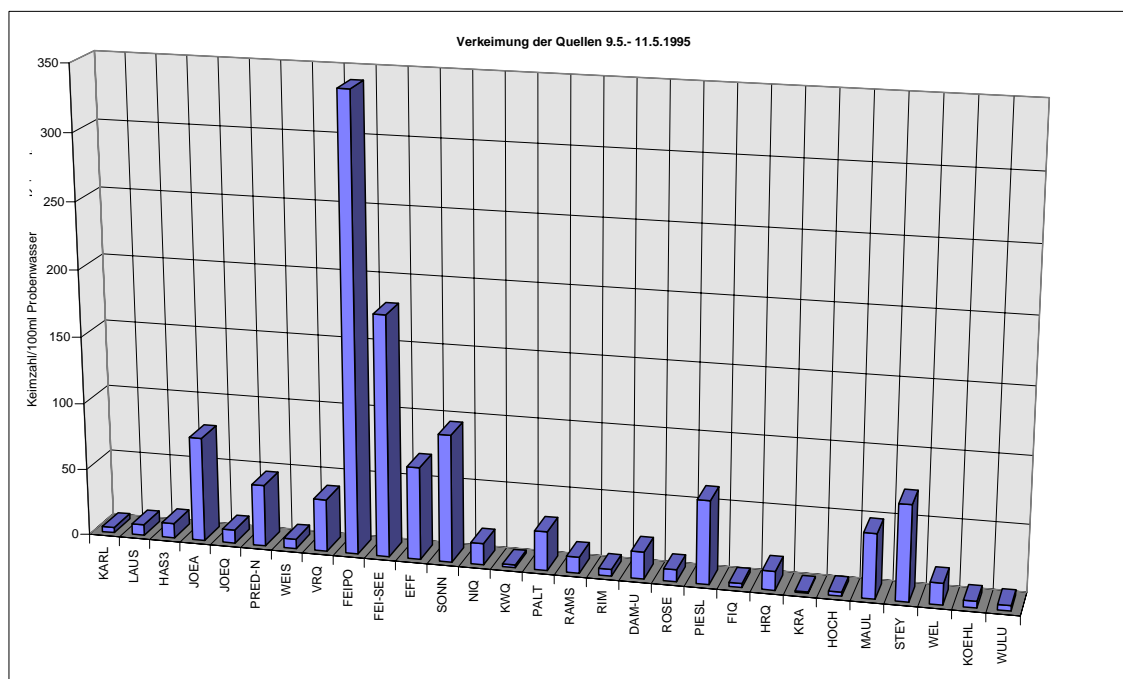
Die Verkeimung war bis auf die Augustmessung 1995 ähnlich der Vorjahrmessung. 1994 gab es im August eine KBE von 560, hingegen 1995 nur 19 Keime und davon „nur“ 4 E. Coli. Im Vorjahr waren es 5 Enterokokken und 5 E. Coli. In beiden Proben gab es verflüssigende Keime. Während der anderen Messungen 1995 ließen sich trotz geringster Keimzahl coliforme Keime nachweisen. Im August gab es auch heuer wieder erhöhte Schwebstoff-Frachten. Diese Quelle ist trotz niedriger Werte mikrobiologisch nicht als Trinkwasser zu verwenden.

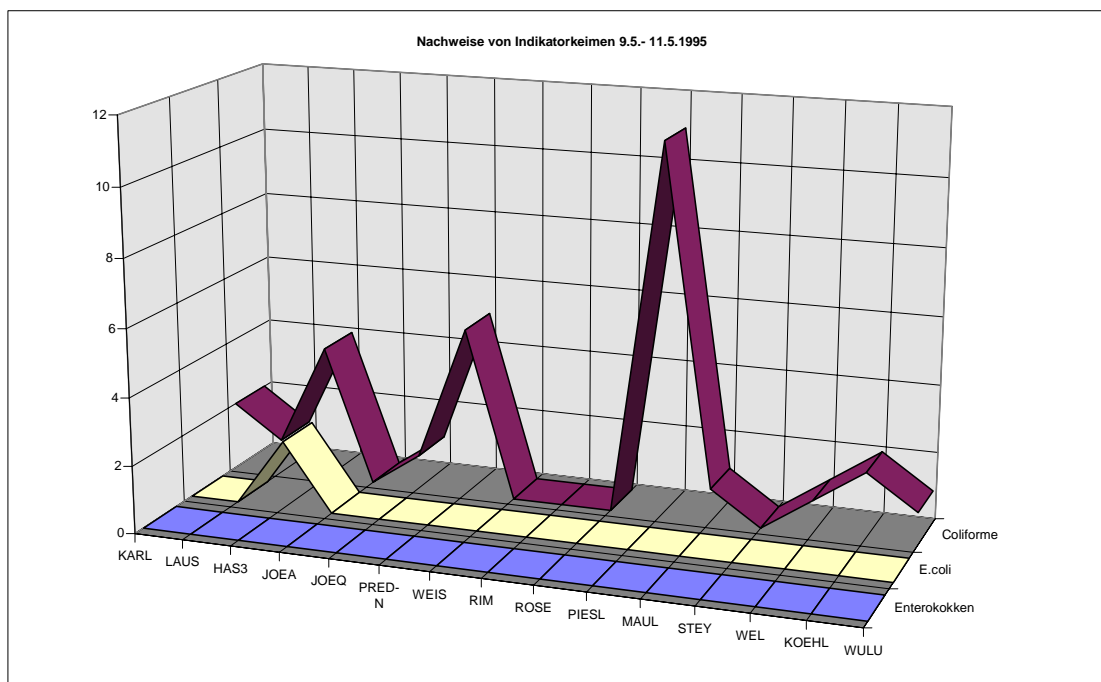
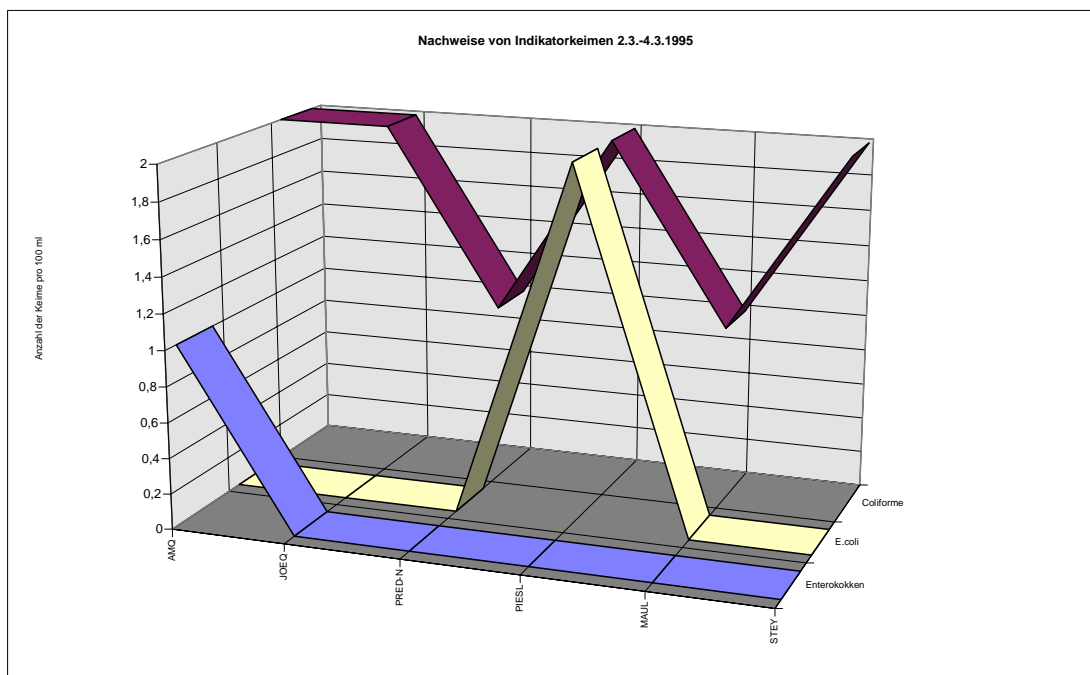
34-09-B+C Predigtstuhlquelle Nord PRED-N (RH)

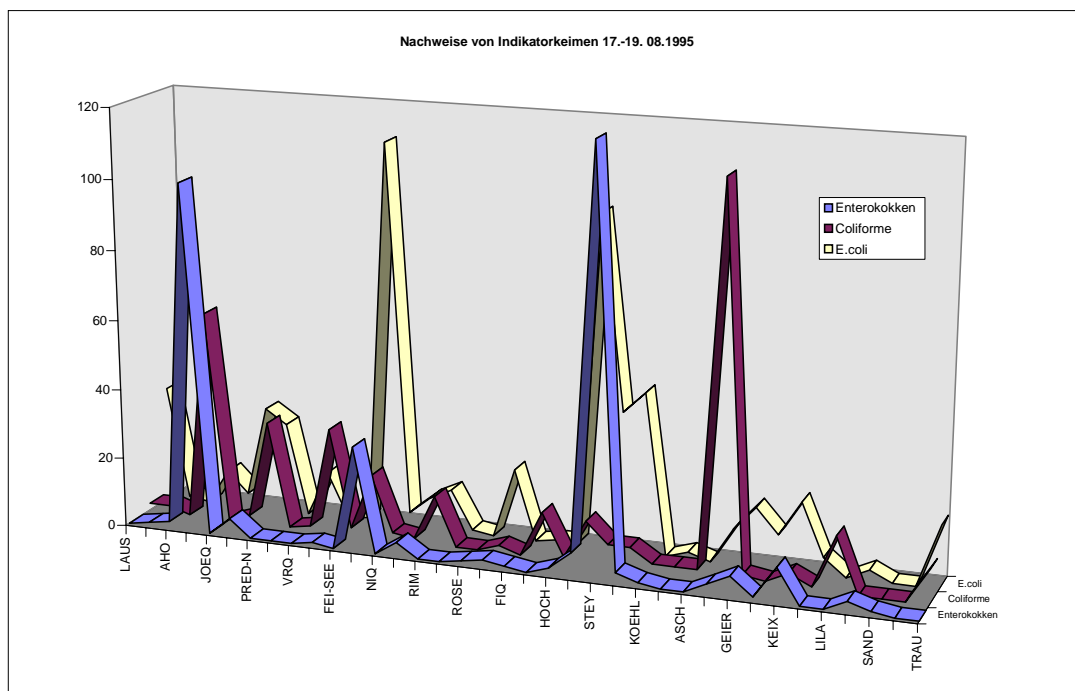
Die Werte für die KBE waren in beiden Jahren ähnlich. 1995 waren bereits während der Märzmessung geringe fäkale Verunreinigungen nachweisbar bei noch niedriger KBE. Es gab 1 coliformen Keim von insgesamt 9 KBE. Im Mai gab es 16 KBE und 5 coliforme Keime. Ein deutlich höherer Anstieg an KBE war bei höherer Schüttung zu erkennen. Nach Niederschlägen erhöhte sich die KBE. Ein Zusammenhang mit Almen besteht (Ebenforstalm). Im August gab es eine hohe Trübefracht.











5. Ereigniskampagne August 1995

In diesem Jahr wurde im August eine zusätzliche erweiterte Beprobung an Karstquellen durchgeführt. Von geplanten 49 Quellen zeigten 41 eine Schüttung und wurden auch mikrobiologisch untersucht. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle mit zusätzlichen Parametern angegeben:

| FELDNr. | | ABSK. | ABSK. | TRÜBUNG | KMnO4-VER. | TROCKENR.ÜC | SCHWEBST.OF | Kurzt Nr. | KBE | E. kokken | Coliforme | E.coli | verfl.KBE | Andere |
|-------------|-----------|-------|-------|---------|------------|-------------|-------------|-----------|-------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|
| (Protokoll) | Schüttung | 254nm | 436nm | TE | mg/l | mg/10l | mg/10l | | /1ml | /100ml | /100ml | /100ml | /1ml | /100ml |
| AHO | 2,0 | 10,6 | 0,4 | 0,32 | 9,3 | 30,40 | 29,08 | AHO | 25 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| AMQ | 15,0 | 9,9 | 0,4 | 0,22 | 5,4 | 2,60 | 3,37 | AMQ | 14 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| BAUX | 1,0 | 4,6 | 0,6 | 1,41 | 8,7 | 4,00 | | BAUX | >1000 | 3 | 110 | 10 | >1000 | 0 |
| DAM-U | 30,0 | 8,4 | 0,2 | 0,2 | 3,0 | 8,00 | 2,97 | DAM-U | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| EFF | 5,0 | 9,6 | 0,4 | 0,63 | 9,4 | 151,40 | 102,7 | EFF | 114 | 1 | 30 | 0 | 0 | 0 |
| FEL-SEE | 12,0 | 7,3 | 0,8 | 0,34 | 3,7 | 3,40 | 3,83 | FEL-SEE | 185 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| FIBA | 3,0 | 13,0 | 0,3 | 0,25 | 7,5 | 116,80 | 51,68 | FIBA | 35 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| FIQ | 7,0 | 7,2 | 0,3 | 0,23 | 6,4 | 10,60 | 5,49 | FIQ | 37 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GEIER | 3,0 | 12,4 | 0,5 | 0,36 | 10,7 | 10,60 | | GEIER | >1000 | 6 | 2 | 17 | >100 | 0 |
| HAGA | 2,0 | 8,2 | 0,5 | 0,21 | 7,8 | 21,60 | | HAGA | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| HANS | 3,0 | 12,2 | 0,5 | 0,58 | 12,2 | 12,00 | | HANS | 200 | 1 | 1 | 10 | >100 | 0 |
| HAS3 | 30,0 | 4,4 | 0,6 | 0,29 | 8,6 | 2,40 | 0,33 | HAS3 | 44 | 1 | 2 | 1 | 0 | Sporenb. |
| HOCH | 25,0 | 7,7 | 0,4 | 0,24 | 3,4 | 6,40 | 3,91 | HOCH | 273 | 2 | 1 | 1 | 5 | 0 |
| HRQ | 1500,0 | 14,4 | 0,8 | 0,37 | 10,2 | 1,60 | 2,13 | HRQ | 87 | 0 | 13 | 1 | 1 | 0 |
| JÖA | 10,0 | 17,3 | 0,7 | 1,79 | 16,3 | 11,20 | 14,64 | JOEA | >1000 | >100 | 60 | 10 | >100 | 0 |
| JÖQ | 30,0 | 7,7 | 0,3 | 0,25 | 3,3 | 2,60 | 4,03 | JOEQ | 19 | 0 | 0 | 4 | 3 | 0 |
| KARL | 10,0 | 6,9 | 0,1 | 0,91 | 2,4 | 32,20 | 104,51 | KARL | 65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| KEIX | 8,0 | 5,3 | 0,6 | 0,79 | 9,0 | 29,40 | | KEIX | 410 | 10 | 4 | 20 | >100 | 0 |
| KOEHL | 35,0 | 6,2 | 0,2 | 0,18 | 2,2 | 42,60 | | KOEHL | 16 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| KRA | 15,0 | 10,4 | 0,9 | 0,24 | 6,9 | 6,60 | 76,11 | KRA | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| KWQ | 45,0 | 8,3 | 0,2 | 0,27 | 7,7 | 1,40 | 3,37 | KWQ | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LAUS | 20,0 | 12,6 | 0,5 | 0,37 | 11,1 | | 6,48 | LAUS | >1000 | 0 | 2 | 33 | >100 | 0 |
| LILA | 0,5 | 12,8 | 0,5 | 0,41 | 9,0 | 1,20 | | LILA | 910 | 0 | 16 | 0 | >10 | 0 |
| MAUL | 10,0 | 17,3 | 1,2 | 5 | 18,0 | | 48,93 | MAUL | >1000 | 7 | 12 | 95 | 0 | 0 |
| NIQ | 300,0 | 7,5 | 0,3 | 0,27 | 4,9 | | 6,18 | NIQ | 39 | 0 | 2 | 4 | 3 | 0 |
| PIESL | 5000,0 | 11,8 | 0,4 | 0,44 | 5,7 | 5,80 | 4,33 | PIESL | 203 | 2 | 2 | 20 | 13 | 0 |
| PRED-N | 50,0 | 13,9 | 0,6 | 0,95 | 6,1 | 15,20 | 9,76 | PRED-N | 370 | 0 | 30 | 26 | >100 | 0 |
| RAMS | 15,0 | 7,6 | 0,6 | 0,48 | 3,5 | 3,00 | 3,81 | RAMS | 57 | 4 | 1 | 9 | 0 | 0 |
| RIM | 15,0 | 7,1 | 1,0 | 0,28 | 3,6 | 4,00 | 5,17 | RIM | >1000 | 0 | 14 | 12 | 16 | 0 |
| ROSE | 40,0 | 9,3 | 0,3 | 0,22 | 9,0 | 3,60 | 5,05 | ROSE | 86 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| SAG | 2,0 | 10,5 | 0,5 | 0,51 | 10,6 | 3,00 | | SAG | 83 | 0 | 1 | 5 | 0 | 0 |
| SIQ | 5,0 | 12,8 | 0,4 | 1,28 | 9,0 | 12,60 | 24,25 | SIQ | 170 | 5 | 2 | 30 | >100 | 0 |
| SONN | 5,0 | 15,7 | 1,1 | 1,51 | 16,4 | | 12,46 | SONN | >1000 | 30 | 18 | 110 | >1000 | 0 |
| STEY | 300,0 | 19,5 | 1,1 | 1,45 | 21,2 | | 14,49 | STEY | >1000 | 120 | 6 | 40 | >100 | 0 |
| TRAU | 2,0 | 8,5 | 0,4 | 0,52 | 6,4 | 19,80 | 23,23 | TRAU | 23 | 0 | 10 | 18 | 0 | 0 |
| VRQ | 1500,0 | 10,6 | 0,5 | 0,48 | 11,8 | 41,40 | 6,48 | VRQ | 219 | 0 | 1 | 13 | 3 | 0 |
| WEIS | 5,0 | 10,4 | 0,2 | 0,18 | 3,9 | 2,20 | 0,19 | WEIS | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| WEL | 40,0 | 7,0 | 0,2 | 0,37 | 2,8 | 12,40 | 9,09 | WEL | 237 | 3 | 6 | 46 | 25 | Pseu. sp. |
| | | | | | | | | WULU | 20 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| | | | | | | | | SAND | 210 | 1 | 0 | 0 | 10 | 0 |
| | | | | | | | | ASCH | 48 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |

5.1. Regionale Aufschlüsselung der zusätzlich neu aufgenommenen Quellen mit mikrobiologischen Ergebnissen

33-138-7-A

Quelle westlich Sagmauer SAG (RH)

Bei einer KBE von 83 liegt diese Quelle im unteren Bereich des Grenzwertes. In 100ml Probenwasser konnten mit einem speziellen Selektivnähragar „Chromocoult-Agar“ insgesamt 6 Coliforme Keime, darunter 5 E.Coli gefunden werden. Zur besagten Messung war der KMnO₄- Verbrauch bei 10,6 mg/l. Generell wäre diese Quelle zu dieser Zeit trotz niedriger Chemiewerte als Trinkwasser nicht geeignet.

33-138-12-AI

Traufquelle im Sandlgraben SAND(RH)

In der Gesamtkeimfracht übertritt diese Quelle mit 210 KBE den Grenzwert. Jedoch wurde nur ein Indikatorkeim nachgewiesen. Auch 10 verflüssigende Keime waren in 1ml Probenwasser nachzuweisen.

Großer Bach (Hintergebirge)

34-01-CD

Stollenquelle Aschaueralm ASCH(RH)

Mikrobiologisch ist diese Quelle mit einer sehr niedrigen KBE (48) als nicht kritisch zu sehen, trotz des Nachweises von zwei Coliforme- Bakterien. Um die Quelle genauer zu beurteilen sollte sie ins Karstmonitoring aufgenommen werden.

34-01-7-CF

Bergwerksquellen Prefingkogel/ BAUX (RH)

Die Trübung erreichte bei dieser Quelle einen sehr hohen Wert von 1,41 TE und steht somit an zweithöchster Stelle. Aber auch die Keimfracht zu diesem Zeitpunkt lag mit über 1000 KBE weit über den Grenzen. Deshalb ist es auch nicht verwunderlich, daß Indikatorkeime ebenso an höchster Stelle mitrangierten. Coliforme Keime, darunter auch Fäulniserreger wie Proteus sp. wiesen Werte von 110

Keimen auf und auch für E. coli ließen sich 10 Keime nachweisen. Ein Grund für diese sehr kritischen Werte könnte der Einfluß von Wildtieren sein. Diese als sehr kritisch zu bezeichnende Quelle wird für weitere Untersuchung von Interesse sein.

34-02-3-EC

Geiernest- Quellen GEIER (RH)

Neben einer hohen Gesamtkeimzahl von über 1000 KBE war auch der KMnO₄- Verbrauch mit 10,7 mg/l sehr hoch. Der Absorptionskoeffizient bei 254nm lag bei 12,7. Weitere Nachweise gab es für Enterokokken mit 6 Keimen, 2 Coliforme und 17 E. Coli. Verflüssigende KBE waren auch über 100 abzulesen. Die hohe Belastung von Indikatorkeimen und vor allem von Fäkalstreptokokken und E. Coli lassen die Vermutung einer Kontamination durch eine naheliegende Forsthütte und deren Abwässer nahe.

34-09-E

Würfling Siphonhöhle LILA (RH)

Die Werte dieser Quelle liegen deutlich über der gesetzlichen Verordnung. Bei einer KBE von 910 lag auch der Wert für den KMnO₄-Verbrauch etwas höher, bei 9,0 mg/l. Weiters konnten 16 Indikatorkeime für eine fäkale Verunreinigung nachgewiesen werden.

34-03-AC

Keixengraben Quellen KEIX(RH)

Mit 20 E. colibakterien pro 100 ml Wasser zählt diese Quelle zu den „kritischen“ Quellen. Bei einer KBE von 410 und einem KMnO₄- Verbrauch von 9,0 lagen die Werte für Enterokokken (10) und Coliforme (4) auch erhöht vor.

Steyrfluss und Paltenbach (Sengsengebirge)

35-24-F

Traunfried Hausquelle TRAU(SG)

Der Einfluß von Abwässern aus umgrenzenden Flächen muß bei dieser Quelle gegeben sein, denn bei einer niedrigen KBE von 23, die bedeutend weit unter dem Grenzwert liegt, liegen die Ergebnisse von Fäkalindikatoren, vor allem von E. coli (18) sehr hoch. Durch den hohen Gehalt von E. coli ist die Quelle als „kritisch“ einzustufen. Der KMnO₄- Verbrauch und die KBE war niedrig, der Schwebstoffanteil jedoch erhöht.

36-12-1-C/D

Quelle Gyrrereth-Fischbach FIBA(SG)

Wieder liegt bei einer Quelle eine geringe KBE und ein geringer KMnO₄- Verbrauch vor. Werte für Trocknenrückstand und Absorptionskoeffizienten bei 436nm lagen sehr hoch. Fäkalindikatoren waren durch 3 Enterokokken und 3 E. coli nachzuweisen. Eine für den Trinkwassergenuß nicht zu empfehlende Quelle.

36-06-13-A

Quellfassung am Haslergatterl- Straße HAGA (SG)

Mit einer KBE von 54 liegt diese Quelle als Favorit für einwandfreies Trinkwasser vorne mit dabei.

Dambach und Teichfluss

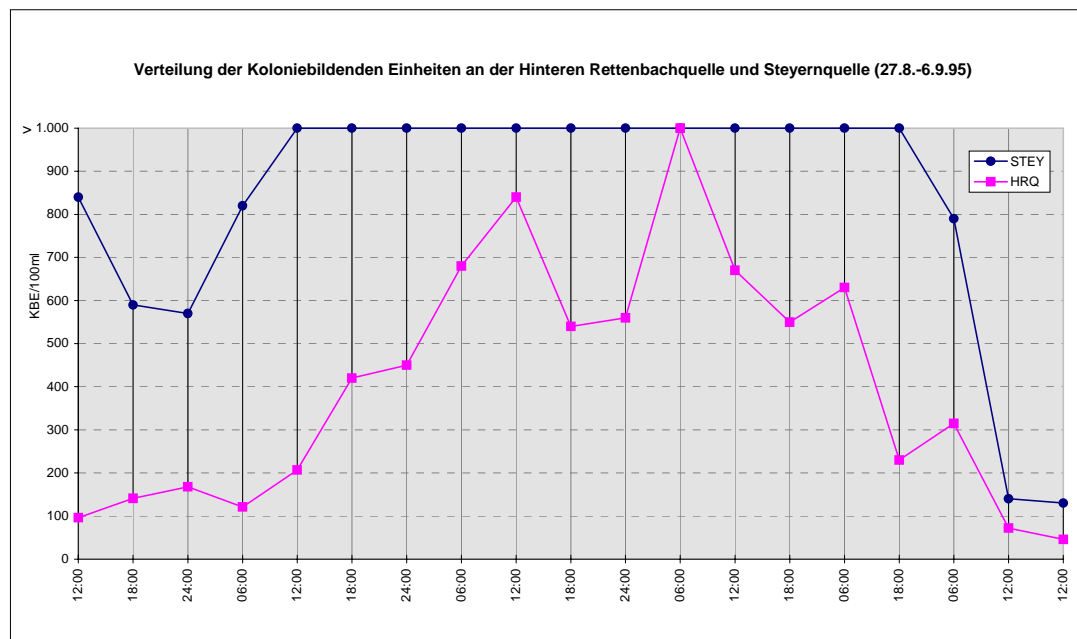
36-06-2-I

Quelle im Hanslgraben HANS (RH)

Der KMnO₄-Verbrauch von 12,2 mg/l war wie die KBE (200) hoch. Enterokokken, coliforme Keime konnten nachgewiesen werden und E. Coli war sehr hoch mit 10 Keimen. Ebenso gab es eine hohe verflüssigende KBE. Keinesfalls als Trinkwasser anzubieten.

6. Intensivbeprobung

Eine in diesem Jahr neu durchgeführte Meßkampagne war eine im sechs-Stundenrhythmus durchgeführte Beprobung an zwei ausgewählten Quellen, die auch im Karstmonitoring beprobt werden. Die Messung erfolgte am Daueraustritt der Hinteren Rettenbachquelle und an der Quellstube der Steyern Quelle im Zeitraum von 27.8.1995 bis einschließlich des 6.9.1995. Während der Hochwasserführung wurden alle sechs Stunden Proben gezogen und für den anschließenden Ablauf der Hochwasserwelle wurden pro Tag Referenzbeprobungen im 12- Stunden- Rhythmus durchgeführt. Die Intensivbeprobung begann noch vor dem großen Hochwasser. Trotzdem zeigten die Ergebnisse einen recht guten Aufschluß über die Verbreitung- bzw. über das Durchlaßvermögen der Quellen bezüglich diverser Bakterien während eines solchen Ereignisses.



7. Ergebnisse der bakteriellen Untersuchung:

| Quelle | DATUM | Zeit | KBE (22°) | Verflüss. Keime | Entero- kokken | Coliforme Keime | E. Coli | Andere Keime |
|--------|-------|-------|-----------|--------------------|-------------------|--------------------|------------|--------------------------------|
| Stey | 27.8. | 12:00 | 840 | 30 | 18 | 2 | 56 | Proteus sp. |
| Stey | 27.8. | 18:00 | 590 | 25 | 17 | 1 | 39 | Proteus sp./Pseudomonas sp. |
| Stey | 27.8. | 24:00 | 570 | 40 | 10 | 2 | 40 | Proteus sp./Pseudomonas sp. |
| Stey | 28.8. | 06:00 | 820 | 36 | 21 | 8 | 20 | Sporenbildner |
| Stey | 28.8. | 12:00 | >1000 | 65 | 41 | 3 | 79 | Proteus sp./Pseudomonas sp. |
| Stey | 28.8. | 18:00 | >1000 | unzählbar | 49 | 13 | 100 | |
| Stey | 28.8. | 24:00 | >1000 | unzählbar | 37 | 16 | 100 | Klebsiella sp./Pseudomonas sp. |
| Stey | 29.8. | 06:00 | >1000 | unzählbar | 85 | 21 | 180 | |
| Stey | 29.8. | 12:00 | >1000 | unzählbar | 52 | 9 | 164 | |
| Stey | 29.8. | 18:00 | >1000 | unzählbar | 65 | 6 | 185 | |
| Stey | 29.8. | 24:00 | >1000 | unzählbar | 85 | 3 | 166 | |
| Stey | 30.8. | 06:00 | >1000 | unzählbar | 74 | 6 | 178 | |
| Stey | 30.8. | 12:00 | >1000 | unzählbar | 1 | 0 | 37 | |
| Stey | 30.8. | 18:00 | >1000 | 82 | 32 | 34 | 65 | Schimmelpilz |
| Stey | 31.8. | 06:00 | >1000 | 100 | 34 | 11 | 58 | |
| Stey | 31.8. | 18:00 | >1000 | 100 | 18 | 13 | 49 | |
| Stey | 01.9. | 06:00 | 790 | 10 | 10 | 0 | 44 | Pseudomonas sp. |
| Stey | 04.9. | 12:00 | 140 | 10 | 10 | 19 | 18 | |
| Stey | 06.9. | 12:00 | 130 | 1 | 2 | 16 | 14 | |
| HRQ | 27.8. | 12:00 | 96 | 9 | 0 | 0 | 5 | |
| HRQ | 27.8. | 18:00 | 141 | 14 | 4 | 1 | 5 | Proteus sp. |
| HRQ | 27.8. | 24:00 | 168 | 18 | 6 | 0 | 11 | Proteus sp./Pseudom.sp. |
| HRQ | 28.8. | 06:00 | 121 | 12 | 9 | 1 | 4 | Proteus sp. |
| HRQ | 28.8. | 12:00 | 207 | 21 | 10 | 3 | 13 | Proteus sp. |
| HRQ | 28.8. | 18:00 | 420 | 37 | 2 | 1 | 16 | |
| HRQ | 28.8. | 24:00 | 450 | 2 | 1 | 2 | 17 | |
| HRQ | 29.8. | 06:00 | 680 | 9 | 1 | 0 | 19 | Klebsiella sp. |
| HRQ | 29.8. | 12:00 | 840 | 6 | 13 | 3 | 20 | |
| HRQ | 29.8. | 18:00 | 540 | 3 | 45 | 2 | 12 | |
| HRQ | 29.8. | 24:00 | 560 | 6 | 8 | 3 | 26 | |
| HRQ | 30.8. | 06:00 | 1.000 | 25 | 7 | 0 | 22 | |
| HRQ | 30.8. | 12:00 | 670 | 30 | 2 | 1 | 11 | |
| HRQ | 30.8. | 18:00 | 550 | 70 | 5 | 7 | 12 | |
| HRQ | 31.8. | 06:00 | 630 | 15 | 12 | 20 | 3 | |
| HRQ | 31.8. | 18:00 | 230 | 5 | 9 | 13 | 0 | |
| HRQ | 01.9. | 06:00 | 315 | 11 | 4 | 1 | 10 | |
| HRQ | 04.9. | 12:00 | 72 | 2 | 0 | 4 | 4 | |
| HRQ | 06.9. | 12:00 | 46 | 0 | 0 | 5 | 2 | |

Die Diskussion der beiden Quellen erfolgt im weiteren zuerst einzeln, da es keinen direkten Zusammenhang zwischen den beiden Quellen gibt und wird im Anschluß daran vergleichend interpretiert.

7.1. Intensivbeobachtung der Steyern-Quelle vom 27.8.95 -6.9.95:

Sonntag, der 27.8.95, 12:00:

Bereits bei der ersten Probennahme gab es relativ hohe Keimfrachtwerte an dieser Quelle. Man kann aber generell für die Steyern Quelle aufgrund bereits bestehender Daten einen höheren Bakterienstatus erwarten. Die Gesamtkeimzahl lag bei leichtem Nieselregen und einer Temperatur von 13,5°C bei 840 KBE. Darunter gab es 30 verflüssigende Keime. Die spezielle Anreicherung auf Selektivnährmedien ergab einen Wert für Enterokokken, der bei 18 lag, für Coliforme einen Wert von 2, darunter weiter

differenziert in *Proteus* sp. und für *Escherichia coli* einen Wert von 56 Keimen pro 100 ml Probenwasser.

Sonntag, 27.8.95, 18:00:

Ein leichter Rückgang für die Gesamtfracht war zu verzeichnen, sowie auch für Indikatorkeime. Hand in Hand mit dem Ende des Niederschlags, sank die KBE auf 590, mit 25 verflüssigenden Keimen, auf 17 Enterokokken, 3 Coliformen, darunter *Proteus* sp., *Pseudomonas* sp. und 39 *E.coli* keimen.

Sonntag, 27.8.95, 24:00:

Nach ausfallendem Regen sank die KBE bis Mitternacht weiter auf 570 ab. Die Anzahl der Verflüssiger an der KBE stieg auf 40 an. Die Werte für Indikatorkeime lagen für Enterokokken bei 10, Coliforme bei 4 und für *E.coli* bei 40. Weitere Differenzierung in *Proteus* sp. und *Pseudomonas* sp.

Montag, der 28.8.95, 6:00:

Nach wieder begonnenen starken Regenfällen stieg auch die KBE auf 820 an und überstieg den Anfangswert an Indikatoren. Die Zahl der Enterokokken erhöhte sich auf 21 und die der Coliformen auf 8. *E.coli* lag mit 20 Keimen etwas niedriger. Sporenbildner waren nachweisbar.

Montag der 28.8.95, 12:00:

Um diese Zeit herrschte an dieser Quelle Nieselregen; wie die Werte zeigen wurde einiges an Keimfrachten mobilisiert. Die KBE stieg ins Unzählbare mit 65 verflüssigenden Keimen, Enterokokken 41, 3 Coliforme darunter wieder *Proteus* und *Pseudomonas* sp. und 79 *E.coli* keime.

Montag der 28.8.95, 18:00:

Obwohl zu dieser Zeit kein Niederschlag gemessen wurde, war, erhöhte sich die bakteriologische Situation wieder und Keime wurden verstärkt mobilisiert. Bei einer unzählbaren KBE gab es 49 Enterokokken, 13 Coliforme und 100 *E.coli* stämme.

Montag der 28.8.95, 24:00:

KBE unzählbar; Indikatorstand: Enterokokken 37, Coliforme Keime, darunter *Klebsiella* sp. und *Pseudomonas* sp. 16 und 100 *E.coli*.

Dienstag, der 29.8.95, 6:00:

Der zu dieser Uhrzeit eingetretene Regen erbrachte bakterielle Spitzenwerte an der Steyrerquelle.: Die Anzahl für Enterokokken war 85, für Coliforme 21, und für *E. coli* gab es einen Spitzenwert von 180.

Dienstag, der 29.8.95, 12:00:

Etwas sinkende Werte bei einer trotzdem hohen Gesamtkeimfracht und anhaltendem Regen. Die Werte für Enterokokken waren bei 52, für Coliforme bei 9 und für *E. coli* bei 164 gelegen.

Dienstag, der 29.8.95, 18:00:

Bei anhaltendem Regen stieg die Anzahl an *E. coli* auf einen absoluten Spitzenwert von 185 an; KBE blieb unverändert, Enterokokken bei 65 und Coliforme bei 6 Keimen pro 100ml.

Dienstag, der 29.8.95, 24:00:

KBE unzählbar; Enterokokken bei 85, Coliforme 3 und *E.coli* 166.

Mittwoch, der 30.8.95, 6:00:

Weiterhin heftiger Niederschlag und hohe KBE- Werte; Enterokokken 74, Coliforme 6, *E.coli* 178.

Mittwoch, der 30.8.95, 12:00:

Der Regen hörte auf und zu diesem Zeitpunkt verringerte sich der Pegel für Indikatorkeime. KBE war verringert mobilisiert, dennoch noch sehr hoch. Die Anzahl der Enterokokken war eins, Coliforme eins und *E.coli* 37.

Mittwoch, der 30.8.95, 18:00:

Es gab einen deutlichen Rückgang des Wasserstandes und die Sonne kam zum Vorschein. Die Zahl der verflüssigenden Keime befand sich wieder im zählbaren Bereich, bei 82 aber noch unzählbarer KBE; Enterokokken waren mobiler geworden und stiegen auf 32 pro 100ml, Coliforme gab es 34 und *E.coli* 65.

Donnerstag, der 31.8.95, 6:00:

Keine weiteren Niederschläge waren zu verzeichnen und die bakteriologische Fracht wurde weniger. Bei noch bis zu den Abendstunden anhaltenden hohen KBE, ging die Anzahl an Indikatoren rasch zurück. Enterokokken 34, Coliforme 11 und *E.coli* 58.

Donnerstag, der 31.8.95, 18:00:

Starke Bewölkung und fallende Werte an Indikatoren. *E.coli* 49, Coliforme 13 und Enterokokken 18.

Freitag, der 1.9.95,6:00:

Es setzte zwar nochmals kurzer Regen ein, dennoch sank die KBE auf den zählbaren Wert von 790 herab. Darunter waren 10 verflüssigende Keime dabei. Enterokokken gab es 10, E. coli 44 und eine Pseudomonade sp.

Montag, der 4.9.95,12:00:

Bei aufgelockerter Bewölkung sank die KBE weiter ab auf eine Anzahl von 140. Enterokokken gab es 10, Coliforme 19 und E. coli 18.

Mittwoch, der 6.9.95,12:00:

Die KBE lag bei der letzten Beprobung unter dem Einfluß herrlichsten Sonnenscheins bei leicht überschrittenem Grenzwert von 130, Enterokokken gab es noch 2, Coliforme 16 und E.coli 14.

7.2. Intensivbeobachtung der Hinteren Rettenbachquelle vom 27.8.- 6.9. 1995

Sonntag, der 27.8.95,12:00:

Entsprechend den bakteriologischen Verhältnissen an dieser Quelle, war bei Beginn der Intensivwerbung bei Nieselregen bereits ein gewisses Quantum an Keimfrachten mobilisiert worden. Die Werte lagen aber unter dem Grenzwert für die KBE bei 96 und E. coli konnte mit 5 Keimen nachgewiesen werden.

Sonntag, der 27.8.95,18:00:

Ab diesem Zeitpunkt überschritt die KBE den Grenzwert von 100 um 41 Keime und führte 4 Enterokokken, 1 Coliformes (Proteus sp.) und 5 E.coli.

Sonntag, der 27.8.95,24:00:

Unter einem sternenklaren Himmel gab es einen leichten Anstieg der KBE auf 168, davon 18 verflüssigende Keime, 6 Enterokokken, 11 E.coli und 3 Coliforme (Proteus und Pseudomonas sp.).

Montag, der 28.8.95,6:00:

Bei starkem Regen sank die KBE auf 121 Keime. Die Werte für Enterokokken lagen bei 9, für Coliforme bei 1 und für E.coli bei 13. Differenziert wurde auch Proteus sp.

Montag, der 28.8.95,12:00:

Anhaltender Regen und steigende KBE auf 207 mit 21 Verflüssigern; Enterokokken 10, Coliforme 3 (Proteus sp.) und 13 E. coli.

Montag, der 28.8.95,18:00:

Seit den starken Niederschlägen ging auch die KBE höher hinauf und erreichte um diese Zeit einen Wert von 420 (37 verfl. Keime). Die Zahl der Indikatorkeime war aber nicht kontinuierlich mitgestiegen bei Werten für Enterokokken von 2, Coliformen von 1 und E.coli von 16.

Montag, der 28.8.95,24:00:

Keine gravierenden Änderungen im bakteriellen Verlauf. KBE bei 450 (2 verfl Keime), Enterokokken 1, Coliforme 2 und E.coli 17.

Dienstag, der 29.8.95, 6:00:

Wiederum starker Regen und steigende Keimfrachten. 680 KBE (9 verflüssigende. Keime), 1 Enterokokken, 2 Coliforme (darunter Klebsiella sp.) und 19 E.coli.

Dienstag, der 29.8.95,12:00:

Mit zunehmenden Grobfrachten steigt auch die KBE auf 840 an und hat zu diesem Zeitpunkt fast den Höchstwert erreicht. Enterokokken 13, Coliforme 3 und E. Coli 20.

Dienstag, der 29.8.95,18:00:

Trotz Dauerregen waren um diese Zeit die Keimfrachten nicht so stark mobil wie sechs Stunden vorher. KBE 540, erhöhte Werte für Enterokokken gab es 45, Coliforme gab es 2 und E.coli 12.

Dienstag, der 29.8.95,24:00:

Niederschläge waren anhaltend und Keimfrachten stagnierten (560). Enterokokken gab es 8, Coliforme 3 und E. coli 26.

Mittwoch, der 30.8.95,6:00:

Zu diesem Zeitpunkt erreichte die Keimmobilität ihren absoluten Spitzenwert von über 1000 Keimen pro 100ml. Mit ihr erhöhte sich aber nicht konform die Zahl an Indikatoren. Enterokokken 7, E.coli 22.

Mittwoch, der 30.8.95,12:00:

Die Tendenz der Keimfracht war sinkend, trotz anhaltendem Regen. Bei einer KBE von 670 (30 verfl. Keimen) war die Anzahl der Indikatoren wieder niedriger geworden; 2 Enterokokken.

Mittwoch, der 30.8.95,18:00:

Die KBE sank weiterhin und der Regen hörte auch auf. Es lag eine KBE von 550 vor. Die Zahl an Enterokokken lag bei 5, für Coliforme bei 7 und für E.coli bei 12.

Donnerstag, der 31.8.95,6:00:

Trotz ausbleibenden Regens erhöhte sich die KBE auf 630 und 15 verfl. Keimen. Die Werte für Enterokokken lagen bei 12, Coliforme bei 20 und E.coli sanken auf 3 herab.

Donnerstag, der 31.8.95,18:00:

Leichter Regen beeinflusste die Keimfracht nicht und sie sank auf 230. Ebenso sinkend waren Enterokokken mit 4 und Coliforme mit 13.

Freitag, der 1.9.95,6:00:

Der abendliche Regen mobilisierte wieder Keime und hob die KBE auf 315 mit 11 verfl. Keimen an. Enterokokken gab es 4, Coliforme 1 und 10 E. coli.

Montag, der 4.9.95,6:00:

Nach einem recht ergiebigen Regenwochenende war es zu diesem Zeitpunkt niederschlagsfrei und auch die Keimfracht hatte sich beruhigt und lag mit 72 Keimen unter dem Grenzwert. E.coli und Coliforme gab es jeweils 4.

Mittwoch, der 6.9.95,12:00:

Die Werte verringerten sich bei der letzten Probenabnahme bei Sonnenschein auf 46 Keime pro 100ml. Coliforme gab es noch 5 und E.coli 2.

8. Diskussion

Um ein annähernd der Realität entsprechendes Zustandsbild der Quellen dokumentieren zu können, sind sicherlich physikalische, chemische, biologische, ästhetische und mengenmäßige Aspekte (Wasserführung, Quellschüttung) erforderlich. Ein weiterer Aspekt für die Untersuchung der Quellgewässer ist durch die Mikrobiologie wichtig geworden. Die in den beiden Jahren 1994 und 1995 gesammelten Daten für die mikrobiologische Analyse an Karstquellen des Nationalparkgebietes Kalkalpen ergaben bereits einen recht guten Aufschluß über den hygienisch- bakteriologischen „Ist-Zustand“ der Quellen bei unterschiedlichen Witterungen bzw. jahreszeitlichen Temperaturschwankungen und bieten somit zusätzliche Kriterien für die Beurteilung von Quellen. Einige von den untersuchten Quellen liegen direkt im Nationalparkplanungsabschnitt und sind von größerem Interesse, weil einige stärker frequentierte Quellen auch potentielle Trinkwasserstellen für z.B. Wanderer darbieten. Es sollte auch ein Anliegen sein, die Gründe der oft starken Verunreinigungen an Quellen zu eruieren und die Mängel zu beheben. Bei stärker frequentierten Quellen sollte vor allem auch eine Hinweistafel angebracht werden, die über den Zustand der Quelle Auskunft gibt, wenngleich auch für Quellen keine amtliche Anerkennung vorhanden sein muß. Das bezieht sich vor allem auf permanent stark verunreinigte Quellen. Wie die Ergebnisse der beiden letzten Jahre zeigen, kann man trotz temporärer lückenhafter Beprobung einen jahreszeitlichen Rhythmus erkennen. Während ein Großteil der Quellen bis zum Sommer hin niedere Keimfrachten führte, kam es dann bis zum Sommerhoch zu einer explosiven Erhöhung. Einige mitspielende Faktoren, betreffend des hohen Anstiegs an Keimfrachten, sind sicherlich auch die Witterungsverhältnisse und die Lage der Quelle. Die Ergebnisse der Intensivkampagne zeigen deutlich, daß einiges an Keimmaterial erst durch eine gewisse Menge an Niederschlag mobilisiert wird, dann aber unaufhaltsam auch das im Boden gespeicherte Material mitgerissen wird und je nach Menge des nachkommenden Niederschlags verdünnt wird. Ein Zusammenhang der Gesamtkeimfracht mit der Quelltemperatur konnte bei dieser Messung nicht erkannt werden, dafür war die Meßdauer zu kurz. Beide Quellen der Intensivkampagne könnten ohne Aufbereitung als Trinkwasser nicht freigegeben werden. Aber auch weitere Quellen aus dem Quellmonitoring entsprachen dieser Kategorie. Nur drei Quellen erbrachten alle Anforderungen für Trinkwasser: Kalt (SG); Kra (SG) und Weis (RH), die auch 1994 optimale Werte zeigten. Aus der Reihe der zusätzlich beprobten Quellen während der Ereigniskampagne ergaben 5 Quellen gute bakteriologische Werte: Karl (RH), Hil (SG), Reut (SG), Amq (RH), und Haga (SG). Jedoch darf das „Vorauswissen“ der Analysedaten aus den bisherigen Ergebnissen nicht dazu verleiten, diese als konstant zu werten. Es kann jedoch für die Auswahl und Beurteilung von Quellen von Interesse sein, wenn man weiß mit welchen Keimkonzentrationen bestimmte Erreger zu erwarten sind, und welche Störungen dafür verantwortlich sind. Für die Beurteilung von Quellen, die als potentielle Trinkwasserressourcen verwendet werden könnten, haben möglichst viel erworbene Vergleichswerte Wichtigkeit, um eine große Abdeckung aller möglichen Einflüsse zu erzielen. Für diesen Fall müßte eigentlich monatliche Proben und zusätzliche Vergleichsansätze für statistische Auswertungen gemacht werden. Von den übers Jahr bewerteten 28 Monitoring Quellen, sind 18 Quellen ohne Aufbereitung zu bestimmten Zeiten v.a. in den Sommermonaten genußtauglich. 9 der Quellen sind das ganze Jahr hindurch stark be-

lastet. Interessant war auch zu beobachten, daß bakteriologisch einwandfreie Quellen mit Einzugsgebieten aus dem Sengsengebirge öfters zu verzeichnen waren.

Während der Regenkampagne gab es ebenso wenig Quellen die ohne Aufbereitung genußtauglich gewesen wären. Folgende Tabelle soll einen Überblick der Quellsituation während der Ereigniskampagne geben:

| Keine Belastung* | Geringe Belastung (KBE <100, Indikatorkeime bis 5) | Stärkere Belastung (KBE >100, <1000; Indikatorkeime <100) | Starke Belastung (KBE >1000, Indikatorkeime >100) |
|--------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| | | | |
| <i>gutes Trinkwasser</i> | <i>als Trinkwasser mit Vorsicht zu genießen</i> | <i>als Trinkwasser bedenklich</i> | <i>als Trinkwasser absolut ungeeignet</i> |
| | | | |
| Karl | Has 3 | Vrq | Laus |
| Weis | Aho | Eff | JoeA |
| Kwq | Joeq | Fei-See | Sonn |
| Fiq | Niq | Rams | Maul |
| Haga | Dam-U | Piesl | Stey |
| Amq | Rose | Hrq | Baux |
| | Kra | Hoch | Geier |
| | Koehl | Wel | |
| | Wulu | Lila | |
| | Asch | Hans | |
| | Sag | Siq | |
| | Fiba | Pred-N | |
| | Trau | Keix | |
| | | Sand | |
| | | | |
| | | | |

* Gemäß österr. Lebensmittelbuch Kapitel B1 III. Auflage

8.1.1. Intensivkampagne an der Steyrnquelle und Hinteren Rettenbachquelle:

Im Vergleich der beiden Quellen, die ihr Einzugsgebiet im Naturschutzgebiet Sengsengebirge haben, läßt sich bei der Betrachtung des Protokolls eine unterschiedliche Dynamik erkennen. Die stärkere Belastung hatte erwartungsgemäß die Steyrnquelle. Bereits bei Beginn der Intensivbeprobung wurde eine hohe Keimfracht mobilisiert, wobei aber in den darauffolgenden 12 Stunden ein Rückgang der Gesamtkeimfracht beobachtet werden konnte. Ähnlich verliefen auch die Ganglinien für die Trübung und den Wasserstand. Der Schwebstoffgehalt dagegen blieb konstant und der KMnO₄- Verbrauch nahm leicht zu. Konform mit zunehmendem Wasserstand nach 6 Stunden erhöhte sich auch die KBE weiter und erreichte bei anhaltendem Regen nach weiteren 6 Stunden am Montag, dem 28.8. um 12⁰⁰ Uhr ☉ ein Maximum an Gesamtkeimfracht. In diesem Zeitraum wurde sehr viel Keimmateriale mobilisiert und erbrachte Spitzenwerte an KBE und Indikatorkeimen, trotz ausbleibenden Regens am Dienstag, dem 29.8.95 um 6⁰⁰ Uhr ☉. Ab diesem Zeitpunkt verliefen die Ganglinien der KBE nicht mehr Hand in Hand mit der Schüttung. Der Großteil der Keimfracht schien bereits zu dieser Zeit mobilisiert worden zu sein. Ausnahmen bildeten die Werte für Indikatorkeime, die auch schüttungsabhängiger zu sein scheinen. Bei abfallenden Schüttungswerten gegen Ende der Messung verringerte sich auch die Fracht an KBE und an Indikatorkeimen bis auf den annähernden Grenzwert. Interessant war die Ähnlichkeit der Ganglinien für den KMnO₄- Verbrauch mit der Gesamtkeimfracht und der Trübungswerte. Zusätzlich differenzierte nachgewiesene Keime wie Pseudomonas, Proteus und Sporenbildner geben auch Aufschluß auf die Mitverfrachtung von Keimen aus den Bereichen der Waldweideflächen und der bewirtschafteten Feichtaueralm, von wo bereits zu Beginn der Niederschläge Material mobilisiert wurde. Auch an der Hrq entsprachen die bakteriologischen Werte nicht dem Gang der Schüttung. Bei leichtem Nieselregen zu Beginn der Messung gab es bereits ansteigende Keimfrachten, die bei stärker werdenden Niederschlägen mobiler wurden. Auch hier erkennt man an den Ganglinien einen Zusammenhang an KMnO₄-Verbrauch und Gesamtkeimfrachten. Nach 48 Stunden erreichte die KBE mit zunehmenden Grobfrachten fast ihre maximale Anzahl, 24 Stunden später als an der Stey. Während der folgenden 12 Stunden sank sie trotz anhaltenden Regens wieder ab und erhöhte sich erst nach weiteren 6 Stunden, wo sie dann einen bakteriellen Höchstwert bei anhaltendem Regen, am 30.8.95 um 6⁰⁰ Uhr erreichte. Obwohl dann der Regen anhielt, war keine Erhöhung ab diesem Zeitpunkt mehr gegeben. Wie auch an der Stey schienen die Ressourcen an Keimen bereits in der ersten Hälfte der Kampagne mobilisiert worden zu sein und deren Maxima traten noch vor dem Schüttungshöchstwert auf. Während an der Hrq erst bei stärkerer Schüttung eine hohe Keimkonzentration auftrat, war an der Stey bereits anfänglich, unabhängig vom Niederschlag, eine starke Keimmobilisation erkennbar.