

**Mikrobiologische Beprobung,
Analyse und Auswertung
der Quellwässer**
**Installation neu angewandter Methodiken
für weiterführende mikrobiologische
Analysen im Nationalpark-Labor**

**Karstprogramm
Teilprojekt 7.5.1./96**

Susanne Schmidt

Jahresberichte 1996

Für den Inhalt verantwortlich:

Mag. Susanne Schmidt
8443 Gleinstätten 146

Impressum:

Nationalpark Kalkalpen
Endbericht 1603-7.5.1./96

Herausgeber:
Amt der Oö. Landesregierung
Nationalparkplanung
im Verein Nationalpark Kalkalpen
Obergrünburg 340
4592 Leonstein

Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt

Die zur Verfügung gestellte Infrastruktur
im Forschungszentrum Molln
wurde gefördert aus Mitteln des Landes Oberösterreich

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Übersetzung vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers reproduziert werden.

Projekt Karstprogramm 1603 1996

Endbericht des Teilprojektes 7.5.1./1996

**„Mikrobiologische Beprobung, Analyse und Auswertung
der Quellwässer sowie Installation neu angewandter
Methodiken für weiterführende mikrobiologische
Analysen im NP-Labor“.**

Susanne Schmidt

Graz, im November 1996

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

Kurzfassung:

Seit 1994 werden im Rahmen des Forschungsprojektes „Karst“ im NP Kalkalpen Wasserproben genommen und auf ihre Mikrobiologie hin untersucht. Ziel dieser Studie war es, einerseits einen Überblick über die Situation und Belastung von Karstquellen zu bekommen und andererseits neue Kenntnisse im Bereich der mikrobiologischen Prozesse im Karst zu gewinnen. Die Karstmikrobiologie entwickelte sich vorerst aus Untersuchungen in epidemiologischer Sicht, wurde aber bereits im letzten Beprobungsjahr methodisch weiter ausgebaut, und stellt nun zusammen mit den epidemiologischen Daten der letzten drei Jahre immerhin eine bis jetzt einmalige Dimension an gewonnenen Datenmaterial dar.

Festgestellt werden kann, daß Quellen, die aus sehr tiefem Karst stammen, auch geringere Keimbelastungen aufzeigen und in ihrem Jahresverlauf recht konstant sind. Anders ist es an Quellen, die von einem oberflächennahen Einzugsgebiet stammen und auch wesentlich mehr Keimmaterail, v.a. Fäkalkeime mitführen. Untersuchungsergebnisse zeigen deutlich, daß auch Fäkalkeime längere Verweilzeiten in Karsthabitaten haben können. Neue Ansatzpunkte für mikrobiologische Prozesse stehen grundsätzlich zur Diskussion: Ist die Filterwirkung im Karst wirklich so gering, oder gibt es Möglichkeiten für Bakterien neue Lebensräume (Nischen) zu besiedeln? Wie hoch ist der Anteil, der an der Quelle gemessenen Keimzahl, zur tatsächlich in ihr existierenden Mikroflora? Was passiert in der „Black box“ bis zum Austritt?

Es hat sich für die im Monitoring- beprobten Karstquellen herausgestellt, daß sie sich keineswegs in ihrer Qualität und Quantität vereinheitlichen lassen. Unterschiede lassen sich jahreszeitlich erkennen; bei einigen Quellen sind die Ergebnisse von Jahr zu Jahr annähernd konstant. Andere schwanken von Jahr zu Jahr in derselben Jahreszeit sehr stark; hier sieht man wiederum deutlich den Einfluß des Einzugsgebietes bzw. den Typus von Karstquelle. Mikrobiologische Vorgänge lassen sich bei den Intensivkampagnen am besten beschreiben

(siehe auch Endbericht 1995, Mikrobiologie an Karstquellen). Gekoppelt mit Ergebnissen anderer Fachdisziplinen erlauben sie eine gute mikrobiologische Interpretation.

Inhaltsangabe:

Kurzfassung:	2
1. Einleitung und Fragestellung	5
2. Beobachtungsgebiet und Meßtermine	6
3. Ergebnisse.....	9
3.1. Interpretation der Keimführung der regional differenzierten Quellen während der Monitoring-Touren 1996 (1995,1994).....	9
3.2. Karstmonitoring 1996	26
3.3. Epidemiologie an den Quellen.....	31
3.4. Intensivbeprobung	35
3.5. Abhängigkeit der Keimfrachten von der Trübung des Wassers	47
3.6. Mikrobiologie der Rettenbachhöhle	54
4. Diskussion:.....	56
5. Literaturverzeichnis	59

1. Einleitung und Fragestellung

In der vorliegenden Arbeit sind die gesamten mikrobiologischen Daten erfaßt, die 1996 während der 4 Karstmonitoringtouren und 2 Intensivkampagnen im Rahmen des Karstprojektes bearbeitet worden sind. Seit 1994 werden an ausgewählten Quellen im Bereich des Nationalparks Kalkalpen hydrographische, chemische, physikalische und mikrobiologische Parameter untersucht. Im letzten Jahr erweiterte sich das Projekt erfolgreich im Bereich der Hydrobiologie. Mikrobiologisches Monitoring erfolgte zunächst auf hygienische Belange und bot einen Überblick über den Zustand der Quellen und deren Veränderungen. Stammen Veränderungen von anthropogenen Einflüssen oder sind es natürliche Einflüsse, die ein so sensibles Gleichgewicht beeinträchtigen können? Monitoringprogramme wie hier im Nationalpark stellen die Bedeutung der Quellen in ihrem natürlichen Ökosystem in den Vordergrund.

Fast alle Kenntnisse im Bereiche der Karstmikrobiologie wurden über den epidemiologischen Ansatz gewonnen, und eigentlich gibt es darunter auch nur wenige bis fast keine Studien, die auch nur annähernd die Situation der Mikroben im Karst beschreiben. Durch die Verbindung der Daten, die aus anderen karstkundlichen Arbeitsbereichen stammen, können hier bereits neue Ansätze in der Mikrobiologie erfolgen. Die Arbeiten von B. MENNE zeigen sehr deutlich, wie komplex die Mikrobiologie im Karst aufgebaut ist bzw. wie unmittelbar sie ins Geschehen der Verkarstung eingreift.

Als gutes Untersuchungsobjekt für die Karstmikrobiologie bietet sich die Rettenbachhöhle an. Aus den gesammelten Daten konnten bereits gute interdisziplinäre Übereinstimmungen gefunden werden. Weitere Kooperationen in dieser Richtung sind geplant, um eine bessere Interpretation von mikrobiologischen Vorgängen zu ermöglichen.

2. Beobachtungsgebiet und Meßtermine

Die vorliegenden mikrobiologischen Messungen fanden in verschiedenen "Dichtestufen" zu folgenden Terminen statt:

- | | |
|--|------------------|
| 1. "Hochwinter" NQ
Normalbeprobung, 33 Quellen | 23.-27.01.1996 |
| 2. "Frühling - Schneeschmelze" MQ+/HQ
Intensivkampagne, 2 + 8 Quellen | 21.-24.04.1996 |
| 3. "Frühling - Schneeschmelze" MQ
Normalbeprobung, 36 Quellen | 02.-04.05.1996 |
| 4. "Sommerliches Mittelwasser" MQ+
Normalbeprobung, 37 Quellen | 10.-13.07.1996 |
| 5. "Sommer-Frontdurchgang" MQ
Intensivkampagne, 3 + 9 Quellen | 27.- 30. 08.1996 |
| 6. "Ablaufendes Hochwasser" HQ+/MQ
Normalbeprobung, 38 Quellen | 22.-25.10.1996 |
| 7. „Spezialkampagne Rettenbachhöhle“ MQ | 26.10.1996 |

Das Gebiet nennt die größere geographische Einheit, zu der die Quelle gehört:

BO =Bosruck

HA =Hallermauern

MO =Mollner Berge und Becken / Vorland

RH =Reichraminger Hintergebirge

SG =Sengsengebirge

TO Totes Gebirge

WA =Warscheneck

Aus der Beobachtung genommen:

Flussnummer	Quellname	Kürzel	Gebiet
33-138-1-EB	Quelle unter der Karlhütte	KARL	RH
37-14-1-AG	Obere Hilgerbachquellen	HIL	SG
35-34-1-ED	Nicklbachquellen	NIQ	SG

Neu in die Beobachtung aufgenommen:

Flussnummer	Quellname	Kürzel	Gebiet
33-138-1-CE	Rotkreuzquelle (für Qu. Karlhütte)	ROK	RH
33-138-2-	Quelle S Laussabauernalm	LABA	HA
33-138-7-A	Quelle unter Sagmauer	SAG	RH
34-02-3-ECB	Geiernesthüttenquelle 2	GEIER	RH
35-01-	Steyr Ursprung	STUR	TO
35-27-AB	Riegeln Quelle (Staudamm Klaus)	RIEG	MO
36-	Teichl Ursprung	TEIU	WA
36-17-DDA	Quelle östlich St. Pankraz	ROHR	SG

Vollständige Liste der Dauer-Beobachtungsstellen 1996:

Flussnummer	Quellname	Kürzel	Gebiet
33-138-1-CE	Rotkreuzquelle	ROK	HA/RH
33-138-2-	Quelle S Laussabauernalm	LABA	HA
33-138-7-A	Quelle unter Sagmauer	SAG	RH
33-138-13-AA	Quelle westlich Unterlaussa	LAUS	RH
34-02-1-ABC	Ameisbachquelle	AMQ	RH
34-02-3-ECB	Geiernesthüttenquelle 2	GEIER	RH
34-02-3-GB	Haselhöhle (Goldloch)	GOLD	RH
34-02-3-J	Haselquelle 3	HAS3	RH
34-02-4-1-ACA	Sitzenbachquelle	SIQ	RH
34-02-4-2-DBC	Ahorntalquelle	AHO	RH
34-02-4-2-F	Jörglalmquelle	JÖA	RH
34-02-4-2-I	Jörglgraben Klammsquellen	JÖQ	RH
34-09-C	Predigtstuhlquelle Nord	PRED-N	RH
34-16-1-OA	Quelle im Großweißenbach	WEIS	RH
35-01-	Steyr Ursprung	STUR	TO
35-20-BBB	Rettenbachquelle (BBA: Teufelskirche)	VRQ	SG
35-27-AB	Riegeln Quelle (Staudamm Klaus)	RIEG	MO
35-28-DAA	Quelle Geigengrub	EFF	MO
35-34-1-ACB	Feichtauseequelle	FEIS	SG
35-34-1-D	Sonntagsmauerquelle	SONN	SG
35-34-2-CA	Kaltwasserquelle	KALT	SG
35-34-7-BA	Paltental Karstquelle	PALT	MO
35-34-7-DA	Trinkwasserquelle Ramsau	RAMS	MO
35-43-AB	Rinnende Mauer	RIM	MO
36-01-	Teichl Ursprung	TEIU	WA
36-06-4-ABA	Dambach Ursprung (Untere Quellen)	DAMU	BO
36-06-6-CD	Rohol Quelle Rosenau	ROSE	RH
36-08-1-A	Piessling Ursprung	PIES	WA
36-12-1-HA	Fischbachquelle (Rettenbachreith)	FIQ	SG
36-12-2-BDA	Hintere Rettenbachquelle	HRQ	SG
36-17-DDA	Quelle östlich St. Pankraz	ROHR	SG
37-03-JB	Krahlalmquellen Nord	KRA	SG
37-04-E	Quelle bei der Umkehrhütte	BLÖ	SG
37-04-KB	Hochsattelquelle	HOCH	SG
37-09-AB	Maulaufloch	MAUL	RH
37-09-HB	Reutersteinquelle	REUT	SG
37-12-AB	Steyern Quelle	STEY	SG
37-14-3-A	Welchauquelle	WEL	MO
37-19-ABB	Köhlerschmiedequelle M2	KÖHL	MO
37-21-M	Wunderluckenquelle 2	WULU	MO

3. Ergebnisse

3.1. Interpretation der Keimführung der regional differenzierten Quellen während der Monitoring-Touren 1996 (1995, 1994)

Quellen aus dem Gebiet des Sengsengebirges

STEYRFLUSS UND PALTENBACH

35-20-BB

Vordere Rettenbachquelle- Teufelskirche / VRQ (SG)

Durch die milden Witterungsbedingungen hatte bereits vor unserer Hochwintertour eine Schneeschmelze eingesetzt, die aber bis zum Meßtermin wieder ausklang und so die Höhlenquelle wieder in winterliche Verhältnisse zurückführte. Bei einer KBE von 23/100ml war ein coliformer Keim nachweisbar.

Ein Einfluß der Schneeschmelze an der VRQ war im Mai noch nicht zu erkennen. Trotz der Niederschläge, die in höheren Lagen den Schnee auflösten, waren nur 19 Gesamtkeime bei 22°C nachweisbar.

Nach der Schafkälte wurde im Juli die dritte Monitoringtour bei sehr niedrigen Temperaturen und reichlichem Niederschlag abgehalten. In höheren Lagen schneite es, so dass die Quelle wenig schüttete. Die Gesamtkeimzahl saprophytisch lebender Bakterien hielt sich bei diesen Temperaturen niedrig mit 62 KBE, jedoch war die Anzahl der Coliformen mit 53 und 10 E. coli Keimen doch beachtlich hoch.

Im Oktober war das Quellwasser nach einem vorangegangenen Hochwasser am stärksten mit Keimen befrachtet: 214 KBE/100ml Probenwasser. Doch scheint es, daß an dieser typischen Großkarstquelle durch den vorangegangenen Niederschlag die meisten Keime aus

dem Oberflächenbereich bereits hinaus transportiert worden sind. In 100ml waren 5 E.coli, 7 Coliforme und 3 Enterokokken nachweisbar.

35-28-DA

Quelle Geigengrub (Effertsbach Reservoir) / EFF (MO)

Während der Hochwintertour im Jänner wurden 15 Keime in 100 ml Wasser nachgewiesen. So wie auch im Vorjahr waren erst zu späteren Terminen bakterielle Belastungen nachweisbar. Im Mai gab es bei stärkerer Schüttung eine geringe KBE, jedoch war der Anteil an Enterobacteriaceen weitaus bedeutender mit 51 Keimen/100ml.

Im Juli war die KBE bei niederen Temperaturen mit 11 Keimen absolut am niedrigsten Wert angelangt, der jemals gemessen wurde. Coliforme Keime waren 19, E.coli 4 und Enterokokken 3 nachweisbar. Zum Herbsttermin, nach dem Niederschlagsereignis, schien hier das meiste mobilisiert worden zu sein, denn mit 23 Keimen und 4 Enterobacteriaceen lag die Quelle unter dem Schnitt an Keimverfrachtung zu dieser Jahreszeit.

35-34-1-AC

Feichtauseequelle / FEIS (SG)

Die Quelle wurde aus Zeit- und Personalmangel auch in diesem Jahr zum Ersttermin nicht beprobt. Im Mai war keine erhöhte Keimanzahl im See, er war auch noch fast ganz zugefroren. So war trotz leichten Zuganges zum Wasser die bakterielle Verunreinigung mit 3 coliformen Keimen gering.

Ein starker Anstieg der KBE und der Indikatorkeime im Juli basiert auf der Einschwemmung von Keimgut aus der gut erschlossenen Umgebung, nach reichlichen Niederschlagsmengen. Die äußerst hohen Coliformen und E. coli Nachweise schließen einen Direkteintrag von Tier und Mensch nicht aus. Coliformenanzahl war mit über 200 Keimen nicht genau zu bestimmen und der E.coli Status war mit 161 Keimen auch mit an der Spitze. Enterokokken waren 11 nachzuweisen.

Im Oktober war trotz hoher Gesamtkeimzahl kein nachweisbares physiologisches Fäkalbakterium dabei. Möglicher Rückschluß auf die bereits eintretende Vereisung des Wassers in dieser Zeit wäre denkbar.

35-34-1-D

Sonntagmauerquelle / SONN (SG)

Die Quelle war zu allen Terminen in ihrem Keimgehalt erhöht. Im Jänner wurde sie aus Zeit- und Personalmangel nicht aufgesucht. Im Mai schüttete sie kräftig und führte mit 215 Partikeln bereits eine erhöhte Keimfracht. Im Juli erzielte sie die Spitzenwerte über alle in diesem Monat gemessenen Quellen: 980 KBE/100ml; mehr als 200 Coliforme und eine ebenso unzählbare Menge an E. colikeimen. Enterokokken gab es 93/100 ml.

Im Oktober schien die Sonntagmauerquelle durch den Regen hinsichtlich der Keimbelastung entlastet. Sie führte die geringste KBE in dieser Saison mit 160 Keimen/100ml und war unter dem gesetzlichen Grenzwert von Fäkalkeimen.

35-34-1-EC/ED

Quellen am Niklbachsteg / NIQ (SG)

Für diese Quelle war nur im Mai eine Untersuchung angesetzt. Sie gilt nach wie vor mit nur 31 Keimen als unbelastete Quelle. Auch in den beiden letzten Jahren war sie gering bakteriell belastet gewesen. Die Quelle wurde aus dem Programm genommen.

35-34-2-C

Kaltwasserquelle / KALT (SG)

Auch in diesem Jahr war die Kaltwasserquelle wieder eine mikrobiologisch- unbelastete Quelle. Mit überm Jahr geringen Gesamtkeimzahlen, die 17 KBE/100ml nie überschritten,

kam es nur im Juli zu einem Coliformennachweis, der sicherlich durch diffusen Eintrag in die Quelle kam.

35-34-7-D

Paltental Karstquelle / PALT (MO)

Bei regelmäßiger Schüttung übers ganze Jahr hindurch ist diese Quelle in ihrem Reinheitsgrad durchaus mit der Kaltwasserquelle zu vergleichen. Lediglich im Oktober gibt es trotz geringer KBE einen E.coli und Coliformen-Nachweis.

35-34-7-K

Trinkwasserquelle Ramsau / RAMS (MO)

Zur Hochwintertour zeigte die RAMS noch winterliche Verhältnisse bezüglich ihrer Keimzahlen, die nur 15 KBE betragen. Zum Zweittermin war trotz geringer KBE bereits ein hoher Anteil an Coliformen dabei. Von 28 KBE waren die Hälfte coliforme Keime. Im Juli war die Fäkalflora dominierend, mit 41 Coliformen, 8 E.coli und 3 Enterokokken. Die KBE lag bei nur 18 Keimen /100ml.

Die Gesamtschüttung im Oktober, die an die 150 l/s betragen hat, verfrachtete beträchtliches Keimgut. Aufgrund der hohen KBE (235) jedoch geringen Fäkalflora von nur 2 coliformen Keimen, kann man darauf schließen, daß ein Großteil der Keime aus dem Einzugsgebiet, bereits ganz zu Beginn, durch starken Niederschlag mit verfrachtet worden ist. In weiterer Folge werden die Keime, die im Karst bzw. in deren Mikrohabitate angesiedelt sind, erst durch Einwirkung bestimmter Scheerkräfte mobil und können im „output“ der Quelle gemessen werden. Die Gründe für die stärkere mikrobiologische Belastung dieser Trinkwasserquelle sind bereits öfters erwähnt worden (Endbericht 1995).

STEYR IM MOLLNER BECKEN (VORBERGE)

35-43-A

Rinnende Mauer / RIM (MO)

Bei gleichmäßiger Schüttung während der Hochwintertour lag die Quelle mit 5 Keimen weit unter dem Limit. Auch während der im Mai abgehaltenen Probenabnahme waren nur 13 Keime bei 22°C nachweisbar, jedoch wurden auf Selektivnährmedien bei 42°C acht coliforme Keime isoliert. Ein Beweis für einen Eintrag oberhalb der Konglomeratmauer aus der naheliegenden Landwirtschaft. Auch im Juli, bei vorangegangenen lang andauernden Niederschlägen, geriet das mikrobiologische Gleichgewicht ausser Kontrolle. Bei fast gleichbleibender KBE schnellte die Anzahl der fäkalen Flora mit 33 Keimen/ 100ml Probenwasser in die Höhe. Nach dem herbstlichen Hochwasser blieb die Gesamtkeimanzahl in der Quelle erhöht mit 111 KBE/100 ml, die aus dem ausgewaschenen Bodenmaterial stammen dürften. Die physiologische Fäkalflora reduzierte sich durch die starke und rasche Ausschwemmung des Bodens auf 12 Keime, davon waren 3 E.coli-Keime, 6 Coliforme und 3 fäkale Streptokokken zu isolieren.

Auch ich möchte nochmals auf die unbedingte Schutzwürdigkeit dieser äußerst bezaubernden und biologisch wertvollen Quelle aufmerksam machen!

DAMBACH UND TEICHLFLUSS

36-01-**

Teichl Ursprung / TEIU (WA)

Diese Blocktümpelquelle wurde im Oktober neu ins Monitoring aufgenommen. Ihre mikrobiologischen Werte sind in Bezug auf die Gesamtkeimzahl relativ niedrig, im Bereich

der fäkalen Indikation jedoch überraschend hoch (33 Coliforme, 25 E.coli; 16 Enterokokken und Sporenbildner). Schon aufgrund von Vergleichswerten anderer Quellen des Oktobertermins, bei denen durch das Hochwasser fast das gesamte aus der Oberfläche eingebrachte Keimmaterial hinausbefördert wurde, scheint diese Quelle nicht der typischen Karstquelle zu entsprechen. Auffallend war auch die Stetigkeit der Schüttung in dieser Zeit.

36-06-4-A

Dambach Ursprung / DAMU (BO)

Überraschender Weise waren an der unteren Ursprungsquelle des Dambaches im Winter die höchsten KBE (69) nachzuweisen. Vielleicht, weil der Quelltopf völlig trocken lag und die Proben erst über 100 Meter unterhalb vom Blockbachbett gezogen wurden.

Im Mai waren es nur 2 KBE trotz hoher Schüttung; es war aber auch noch relativ kalt. Beim Julitermin waren es nur 3 KBE, dafür aber eine hohe Anzahl an Coliformen (41) und einem E.colikeim. Auch im Oktober war die KBE mit 6 Keimen niedrig; auch der Wert für coliforme Keime sank auf 3 herab. Mikrobiologische Ergebnisse an dieser Quelle zeigten grundsätzlich sehr gute und saubere Werte in den vergangenen Jahren auf. Jedoch kann es an dieser Quelle sehr leicht zu einer Sekundärkontamination kommen, die dann die ursprüngliche Keimflora verfälschen.

36-06-6-CD

Roholquelle Rosenau / ROSE (RH)

Im Vorjahr wurde diese Quelle ins Karstmonitoring aufgenommen. Die Werte im Jahre 1995 lagen aber in bedeutenden Ausmaß niedriger als 1996. Im Winter war kein Keim nachweisbar, aber bereits im Mai war die Anzahl an Coliformen rapid gestiegen (25 Keime/100ml) bei geringer KBE von 45. Im Juli waren durch erhöhte Schüttung 385 KBE in der Probe nachweisbar. Alarmierend hoch war die Anzahl an Enterokokken (108), Coliformen (>200), und E.colikeimen (150). Auch im Oktober betrug nach einem

Hochwasser die KBE noch 570, lediglich die Werte für die Fäkalflora sanken. 13 Enterokokken, 11 Coliforme und 51 E.coli - Keime waren in 100ml Probenvolumen nachweisbar !!!

36-08-1-A

Piessling Ursprung / PIES (WA)

Dass im Winter bereits Keime der physiologischen Fäkalflora von Tier und Mensch nachgewiesen werden konnten, kann mit großer Wahrscheinlichkeit auf die dort vorkommende *Anas Platyrhynchos* (Wild-bzw. Stockenten) zurückgeführt werden. In der Abgeschiedenheit der mächtigen Karstquelle verbringen sie im hinteren Teil ihre Nachtruhe (beobachtet bei der Probenabnahme im Jänner dieses Jahres). Im Jänner konnten 3 coliforme Keime nachgewiesen werden, während im Mai nur eine KBE von 42 gezählt werden konnte. Zum Julitermin ergab die Untersuchung unter 234 KBE 79 Coliforme, 57 E.coli und 6 Enterokokken und auch im Oktober, wo die Schüttung nach dem Hochwasserausbruch bereits auf ein Zehntel gesunken war, konnten 279 KBE, 21 Enterokokken, 13 E. coli und 2 Coliforme isoliert werden.

36-12-1-HA

Fischbachquelle / FIQ (SG)

Diese Probenstelle ist in den beiden letzten Jahren sehr sauber gewesen. Die KBE übertrat auch in diesem Jahr die Grenze von 37 Keimen nicht. Wirklich verblüffend ähnliche Ganglinien in der KBE sind zu bemerken. In diesem Jahr war der Höchstwert der KBE 36, wobei aber im Juli ein erhöhter diffuser Eintrag nachgewiesen werden konnte. Mit 71 fäkalcoliformen Keimen /100ml litt die Quelle sichtlich unter einer starken Beeinträchtigung aus der direkten Umgebung (im Sommer war ziemlich starker Wasserandrang spürbar und Überlaufspuren gingen bis an 8 Meter (Niveaudifferenz +3m) über der Probenstelle ins Blockbett hinauf. Dies signalisiert ein niedriges bis nur mittelhohes Einzugsgebiet, ähnlich

der Rettenbachhöhle, da oberhalb 1400 Meter Schnee fiel). Im Oktober konnte aufgrund der Unzugänglichkeit der Quelle keine Probenabnahme mehr stattfinden.

36-12-2-B

Hintere Rettenbachquelle / HRQ (SG)

Diese Quelle wurde zusätzlich bei Intensivkampagnen beprobt. Aus den Ergebnissen dieser Kampagnen kann man den Rhythmus der Quelle besser beschreiben. Die Werte der ersten Monitoringtour im Winter waren überraschend hoch für die HRQ. Eine KBE mit 300/100ml ist untypisch und könnte vielleicht darin begründet sein, daß das Untersuchungsmaterial nicht an der Quelle selbst abgenommen wurde, da diese trocken lag, sondern am DKM-Austritt auf der gegenüberliegenden Bachseite. Indikatorkeime waren keine zu finden.

Im Mai gab es bei einer KBE von 25 fünf coliforme Keime. Im Juli waren zuerst auch die oberen Überläufe aktiv, zuletzt aber nur mehr der Budergrabenquell. Bei leicht gelblich getrübttem Wasser, ähnlich wie im Vorjahr, waren bei leicht erhöhter KBE von 159 auch beachtliche Mengen an Coliformen in der Quelle: 7 Enterokokken, 64 Coliforme und 18 E.coli.

Der Starkniederschlag im Oktober brachte die bisher beobachtete Maximalschüttung am Pegel. Die Ergebnisse entsprachen der Erwartung: fast keine fäkale Verkeimung (nur 1 E.Colikeim) nach dem Ausputz, und höhere KBE. Aus dem Portal der Rettenbachhöhle wurde ein Ausbruch in der geschätzten Dimension von 10 cbm/s (M. WIMMER) beobachtet und anschließend an die Monitoringtour wurde die Höhle nach dieser Großreinigung mikrobiologisch beprobt. Die Ergebnisse werden in einem eigenen Kapitel behandelt.

36-17-D Quelle St. Pankraz / ROHR (SG)

Diese erstmals beprobte Quelle zeigte keine Verkeimung bei 22°C.

KRUMME STEYRLING - SENGEN-UND HINTERGEBIRGE

37-03-JB

Krahlalmquelle / KRA (SG)

In den beiden letzten Jahren gab es an dieser Quelle keine auffallenden Werte. So auch in diesem Jahr. Erst bei stärkerer Schüttung im Mai gab es bei niedrigster KBE (1) Nachweise von fäkalen Verunreinigungen mit 9 Coliformen und 2 E.coli-Keimen. Im Oktober erhöhte sich die KBE geringfügig um 38 Keime; weiters gab es insgesamt 2 Coliforme und 4 E.coli in 100 ml.

37-04-E

Quelle bei der Umkehrhütte/Blöttenbachquelle / BLÖQ (SG)

Die Quelle lag im Jänner trocken. Im Mai gab es nur eine KBE von 14. Erst im Juli waren die mikrobiologischen Grenzwerte bei etwas gelbgrünlicher Tönung des Wassers überschritten. 44 Coliforme und 3 Enterokokken wurden isoliert bei einer KBE von nur 9. Diese Werte gingen im Oktober durch die Ausschwemmung deutlich zurück. Bei KBE von 73 waren 2 Coliforme und 4 E.coli nachzuweisen.

37-04-KB

Hochsattelquelle / HOCH (SG)

Die Quelle war bis zum Oktobertermin mikrobiologisch „sauber“. Erst nach dem Hochwasser gab es eine KBE von 156 und Nachweise von 23 coliformen, 8 E.coli und 1

Enterokokkenkeimen. Auch im letzten Jahr war die Quelle bis zum Spätsommer hin bakteriologisch einwandfrei gewesen.

37-09-AB

Maulaufloch / MAUL (RH)

Bereits im Vorjahr waren an dieser Quelle starke jahreszeitliche Schwankungen festzustellen. Waren in diesem Jahr die Werte im Jänner und Mai sehr niedrig (im Mai waren 3 Coliforme nachweisbar), so stiegen sie im Sommer stark an. Bei hoher Schüttung mit trübem Wasser gab es eine KBE von 560 Keimen /100ml. Die Summe für nachweisbare Coliforme überschritt die Zählbarkeit auf dem Selektivnährboden. Weiters war die Anzahl von *Escherichia coli* bei 180/100ml und die der Enterokokken bei 58/100ml. Für den Oktober gibt es infolge Glashruches keine Ergebnisse.

Die erhöhte Keimbelastung nach Niederschlägen kann auf einen Eintrag aus der Landwirtschaft zurückgeführt werden(Ebenforstalm).

37-09-D

Reutersteinquelle / REUT (SG)

Zum Jännertermin war die Quelle trocken. Eine Ausnahme zu den ansonsten einwandfreien Ergebnissen an dieser Quelle war der Julitermin. Hier gab es bei einer Schüttung von rund 25 l/s 62 KBE, 57 Coliforme, 13 *E. coli* und 3 Enterokokken. Im Oktober schüttete die Quelle gut 100 Liter/s, jedoch ohne bakterielle Belastung. Im Vorjahr gab es keine Verunreinigungen übers ganze Jahr hindurch.

37-12-AA Steyern Quelle / STEY (SG)

An dieser Quelle wurde 1996 auch intensiv beprobt. Als echter Karstwasserdurchbruch ist sie ein Musterbeispiel bakterieller Verunreinigung. Das ganze Jahr hindurch ist die Steyern Quelle aus hygienischer Sicht sehr bedenklich. Hatte sie im Winter 95/96 noch einen geringen Bakteriengehalt, so erbrachte sie im Mai bereits einiges an fäkalen Verunreinigung. Bei einer KBE von 39 waren 13 Coliforme, 1 E.coli und 1 gram-positiver Fäkalkeim dabei. Im Juli zeigte sich der mittlere Überlauf in Funktion gesetzt, das Wasser war trüb und die KBE auf 366/100ml angestiegen. Coliforme gab es 127, E.coli 87 und Enterokokken 43. Der Oktober brachte erwartungsgemäß wiederum einen sehr trüben Hochwasserausbruch, und somit eine höhere KBE aber eine geringere Anzahl an Fäkalkeimen.

37-14-3-A

Welchauquelle / WEL (MO)

Im Jänner gab es keine bakterielle Verunreinigung. Erst bei entsprechender Schüttung im Mai gab es auch erhöhte KBE mit 26 und 11 Coliforme. Im Juli stieg die KBE zwar nicht viel an (79) dafür ergaben die Untersuchungen auf Indikatorkeime ein höheres Quantum an Keimen: 88 Coliforme, 18 E. coli und 24 Enterokokken. Im Oktober war die Quelle aufgrund der Überflutung durch den Hilgerbach unmöglich zu beproben.

37-19-A

Köhlerschmiedequelle / KÖHL (MO)

In den beiden letzten Jahren waren jeweils bei geringer KBE im Mai coliforme Keime nachweisbar, heuer nicht. Im Juli vermischte sich das Tiefquellwasser ein wenig mit dem der Krummen Steyerling. Vielleicht waren deshalb bei einer geringen KBE drei Coliforme nachweisbar. Am 25.Oktober wurden 17 KBE isoliert und 4 Enterokokken.

37-20-N

Wunderlucke / WULU (MO)

Während der ersten drei Beprobungen war die KBE sehr niedrig und nie höher als 7KBE/100ml. Im Mai gesellten sich 8 Coliforme und 16 E.coli und 1 Enterokokke unter die Bakterienflora. Im Juli waren 10 Coliforme nachzuweisen. Erhöhungen der KBE gab es im Oktober, mit 149 Keimen und 22 Coliformen, 7 E.coli und 4 Enterokokken.

In den beiden letzten Jahren war die mikrobielle Belastung geringer.

LAUSSABACH- HINTERGEBIRGE

33-138-13-A

Laussaquelle LAUS (RH)

Bereits in den Wintermonaten verfrachtete diese Quelle Fäkalkeime, mit 32 KBE und 2 Coliformen und 1 E.coli - Bakterium. Im Mai gab es keinen Nachweis. Erst bei höherer Niederschlagsmenge im Juli erbrachte sie trotz geringer KBE (55) stark erhöhte Werte für Coliforme (97) und E.coli (39). Nach dem Hochwasser gab es auch in dieser Quelle eine Erhöhung der KBE (99) und einen Abfall an Coliformen (3) und E.coli (1).

34-02-1-AB

Ameisbachquelle AMQ (RH)

Erstaunlich ähnliche Ergebnisse wie 1995 gab es auch im heurigen Jahr. Während der Wintertemperaturen blieben die KBE- Werte gering; erstaunlich war aber die anteilmäßig höhere Verfrachtung von coliformen Keimen. Diese Quelle erbrachte von allen gemessenen Probenstellen, mengenmäßig den größten Anteil coliformer Keime während der Wintertour.

Im Mai konnte hier, wie in den Vorjahren, kein Nachweis von Keimen gemacht werden. Der erhöhte Schüttungswert im Juli ergab auch erhöhte Coliformenzahlen. 39 Coliforme, 14 E.coli und eine geringe KBE von 41. Im Oktober ging die KBE noch zurück und auch die Coliformen mit nur 2 Keimen und E.coli mit 1 Nachweis reduzierten sich.

34-02-3-G

Haselhöhle, Goldloch GOLD (RH)

Für diese Quelle, die sehr schwer erreichbar ist, gibt es nur Ergebnisse vom Jänner 1996. Keine mikrobielle Belastung bei einer KBE von 25/100ml.

34-02-3-J

Haselquelle 3 HAS3 (RH)

An dieser Quelle gab es nur im Juli erhöhte Keimfrachten: KBE bei 144 /100ml. Starke bakterielle Belastung in dieser Zeit mit 125 Coliformen, 14 E.colikeimen und 2 Enterokokken. Die KBE stieg zwar im Juli etwas höher an, führte aber keine Fäkalbakterien mehr mit.

34-02-4-AC

Sitzenbachquelle SIQ (RH)

Im Winter und im Oktober wurde die Quelle nicht beprobt. Dass diese Quelle in den letzten Jahren aufgrund mikrobiologischer Werte als kritisch eingestuft worden war, bewahrheitete sich auch 1996. Im Mai war die SIQ noch etwas niedriger im Keimgehalt mit nur 49 KBE und 6 E.coli, aber im Juli bereits um ein Vielfaches erhöht. Die Keimfrachten betrugen 490 /100ml Probenwasser und die Coliformenzahl überstieg die Zählbarkeit. 127 E.coli-Bakterien und 33 Enterokokken waren weiters nachweisbar. Wahrscheinlich gibt es einen Einfluß von den südlich gelegenen Almflächen hinter dem Langfirst.

34-02-4-2-DB

Ahorntalquelle AHO (RH)

Im jahreszeitlichen Verlauf vergleichbar mit den Ergebnissen der Vorjahre. Eine niedrige KBE übers Jahr hindurch, aber nachweisbare coliforme Keime bei allen Terminen. Nur im Mai war kein Fäkalkeim nachweisbar, was sicherlich auf die herrschende Witterung zurückzuführen war.

34-02-4-2-F

Jörglalm Quelle / JÖA (RH)

Keine Besserung der Wasserqualität dieser verseuchten, durch Schlägerungen, Abwässer und Wildfütterungen schwer beeinträchtigten Quelle in diesem Untersuchungsjahr. Im Winter waren keine fäkalen Keime nachweisbar, nur eine KBE von 29. Die Situation war im Mai ernster. Bei 124 KBE gab es bereits 13 Coliforme und 26 E.coli. Die Verkeimung erhöhte sich bei stärkerem Niederschlag im Juli. 890 KBE mit unzählbaren coliformen- und E.coli- Kolonien bzw. 50 Enterokokken markierten den Spitzenwert. Nach dem Hochwasser im Oktober waren aus der 100ml Probe noch 358 KBE, 8 Enterokokken, 31 Coliforme und 13 E.coli zu extrahieren.

34-02-4-2-I

Jörgelgrabenklammquelle / JÖQ (RH)

Im Winter gab es nur eine KBE bei 22°C. Die KBE stieg im Mai nicht bedeutend an, jedoch gab es 14 coliforme Keime. In der zweiten Hälfte des Jahres erhöhte sich die KBE nicht mehr gravierend. Größeren Umfang nahmen nur die Fäkalkeime an. Im Juli waren es 10 Enterokokken, 157 Coliforme und 14 E. coli; bis zum Oktober dezimierte sich die Anzahl wieder auf 2 Coliforme und 1 E. coli.

34-09-B+C

Predigtstuhlquelle Nord / PRED-N (RH)

Auch heuer war im Mai bereits viel Keimmaterial mit transportiert worden. Eine KBE von 105 sowie 15 Coliforme, 1 E.coli und 1 Enterokokken belasteten die Quelle. Im Juli stieg die KBE auf 510 mit 36 Enterokokken, einer unzählbaren Fracht an Coliformen und 105 E.coli Keimen an. Zum Oktobertermin war die Quelle durch die Hochwasserführung des Reichramingbaches nicht erreichbar.

33-138-1-CE

Rotkreuz Heilquelle / ROK (RH)

Während der Winterbeprobung konnten bei geringer KBE von 13 fünf Coliforme entdeckt werden. Im Mai waren es nur 8 Keime, davon 1 Coliformer. Auch nach Niederschlägen zeigte die Quelle keine Veränderungen bezüglich ihres Keimgehaltes. Bei 5 KBE gab es 2 E.coli und 1 Coliformen. Konstant blieb die heilige Quelle auch nach dem großen Ereignis im Oktober: 4 KBE und nur 2 E.coli.

33-138-2-

Laussabauernalm / LABA (RH)

Keine Verkeimung nachweisbar!

33-138-1-CE

Quelle westlich Sagmauer / SAG (RH)

Im Mai betrug die KBE 37 und die Anzahl an E.coli 5. Nach heftigeren Niederschlägen (die Übersprungkaskade war in Funktion) stieg sie im Juli auf 179 KBE; weiters erhöhten sich

die Werte für E.coli mit 54, Coliforme mit 110 und 13 Enterokokken. Im Oktober gab es 109 KBE und 10 E.coli.

35-01-

Steyr Ursprung / STUR (TO)

Diese Quelle wurde im Oktober das erste Mal beprobt und es ergaben sich eine KBE von 28, sowie der Nachweis eines E.coli- Keimes.

35-27-A

"Riegeln Quellen" / RIEG

Bei geringer Grundbelastung an KBE gab es immer wieder geringen Fäkalnachweis.

TEICHL

34-16-1-0

Quelle am Großweißenbach / WEIS (RH)

Auch in diesem Jahr keine mikrobiologische Verunreinigung!

34-02-3-ECB

Geiernesthüttenquelle / GEIER (RH)

Im Winter nicht beprobt; während aber bereits im Mai 6 Coliforme bei nur 1 KBE nachgewiesen werden konnten. Nach dem Regen im Juli wurde einiges mittransportiert: KBE bei 225 und 178 Coliforme, 72 E.coli und 8 Enterokokken. Die Situation der Keime

im ablaufenden Oktoberhochwasser entspannte sich: KBE bei 64, 1 Enterokokke, 3 Coliforme und 4 E.colikeime.

3.2. Karstmonitoring 1996

Karstmonitoring-Mikrobiologie 1996 Hochwintertour

Quelle	Datum	KBE	KBE/verfl.	E.Kokken	Coliforme	E.coli	sonstiges
Aho RH	01.	11	0	0	4	0	0
Amq RH	01.	9	0	6	14	5	0
Damu BOS	01.	69	3	2	0	0	0
Eff SG	01.	15	0	0	0	0	0
Fiq SG	01.	7	0	0	0	0	0
Gold RH	01.	25	0	0	0	0	0
Has3 RH	01.	1	0	0	0	0	0
Hoch SG	01.	43	0	0	1	0	Schimm.pilz
Hrq SG	01.	300	1	0	0	0	0
JöA RH	01.	29	2	0	0	0	0
JöQ RH	01.	1	0	0	0	0	0
Köhl MO	01.	2	0	0	0	0	0
Kra SG	01.	0	0	0	0	0	0
Kwq SG	01.	8	0	0	0	0	0
Laus RH	01.	32	1	0	2	1	0
Maul RH	01.	1	0	0	0	0	0
Pies RH	01.	7	0	1	2	1	0
Pred-N RH	01.	7	0	0	0	0	0
Rams SG	01.	15	0	0	0	0	0
Rieg RH	01.	7	0	1	8	0	0
Rim MO	01.	1	0	0	0	0	0
Rok RH	01.	13	3	0	5	0	0
Rose RH	01.	0	0	0	0	0	0
Stey SG	01.	11	4	0	1	0	0
Vrq SG	01.	23	0	0	1	0	Sp.bildner
Weis RH	01.	0	0	0	0	0	0
Wel SG	01.	12	3	0	0	0	0
Wulu MO	01.	5	0	0	0	0	0

Tab.1 Anzahl der nachgewiesenen Keime in 100 ml Quellwasser vom 23.-27. 01 1996

(ad. Sonstiges: Schimmelpilze; Sporenbildner)

Karstquellen-Monitoring (Schneesmelze) vom "02.05.1996"(incl.GNI/GPI)

Quelle	Datum	KBE	KBE/verfl.	E.Kokken	Coliforme	E.coli	sonstiges
Aho RH	5	18	0	0	0	0	GNI/GPI
Amq RH	5	0	0	0	0	0	0
Blö SG	5	14	0	0	0	0	0
Damu BOS	5	2	0	0	0	0	0
Eff SG	5	51	0	0	21	0	0
Feis SG	5	52	0	0	3	0	0
Fiq SG	5	1	0	0	6	0	0
Geier RH	5	25	0	0	2	0	0
Has3 RH	5	33	0	0	0	1	0
Hoch SG	5	10	0	0	0	0	0
Hrq SG	5	25	0	1	5	0	0
JöA RH	5	124	8	0	3	26	0
JöQ RH	5	14	0	0	14	0	0
Köhl MO	5	0	0	0	0	0	0
Kra SG	5	4	0	0	0	0	0
Kwq SG	5	3	0	0	0	0	0
Laus RH	5	9	0	0	0	0	0
Maul RH	5	69	0	0	2	1	sporenbildner
Niq RH	5	31	0	0	0	0	0
Palt SG	5	12	0	0	0	0	0
Pies RH	5	42	0	0	0	0	0
Pred-N RH	5	105	4	1	15	1	0
Rams SG	5	28	0	1	14	1	0
Reut SG	5	12	0	0	0	0	0
Rieg RH	5	6	0	0	4	0	0
Rim MO	5	13	0	1	8	0	0
Rok RH	5	8	0	0	1	0	0
Rose RH	5	45	0	0	25	0	0
Sag RH	5	37	0	0	0	5	0
Siq RH	5	49	0	0	1	6	0
Sonn SG	5	215	0	0	0	0	sporenbildner
Stey SG	5	39	0	1	13	1	0
Vrq SG	5	19	0	0	0	0	0
Weis RH	5	2	0	0	0	0	0
Wel SG	5	26	0	0	11	0	0
Wulu MO	5	7	0	1	8	16	0

Tab.2: Anzahl der nachgewiesenen Keime in 100ml Quellwasser vom 02.-04.05. 1996

Karstmonitoring-Mikrobiologie 1996 Sommerliche Niederschläge(GNI/GPI)

Quelle	Datum	KBE	KBE/verfl.	E.Kokken	Coliforme	E.coli	sonstiges
Aho RH	7	5	0	1	57	3	0
Amq RH	7	41	1	0	39	14	sporenbildner
Blö SG	7	9	0	3	44	0	3
Damu BOS	7	3	0	1	41	1	0
Eff SG	7	11	0	3	19	4	0
Feis SG	7	269	0	11	200	161	0
Fiq SG	7	36	0	7	60	11	0
Geier RH	7	225	6	8	178	72	0
Has3 RH	7	144	0	2	125	14	0
Hoch SG	7	0	0	0	0	0	0
Hrq SG	7	159	0	7	64	18	0
JöA RH	7	890	30	50	200	200	0
JöQ RH	7	23	0	10	157	14	0
Köhl MO	7	4	0	1	2	1	0
Kra SG	7	1	0	1	9	2	0
Kwq SG	7	17	0	0	6	0	0
Laus RH	7	55	0	0	97	39	0
Maul RH	7	560	10	58	200	180	sporenbildner
Palt SG	7	2	0	0	0	0	0
Pies RH	7	234	0	6	79	57	0
Pred-N RH	7	510	0	36	200	105	0
Rams SG	7	18	0	3	41	8	0
Reut SG	7	62	0	3	57	13	0
Rieg RH	7	10	0	8	34	6	0
Rim MO	7	17	0	0	25	8	0
Rok RH	7	5	0	0	1	2	0
Rose RH	7	385	19	108	200	150	0
Sag RH	7	179	4	13	110	54	0
Siq RH	7	490	20	33	200	127	sporenbildner
Sonn SG	7	980	6	93	200	200	sporenbildner
Stey SG	7	366	0	43	127	87	0
Vrq SG	7	62	0	2	53	10	0
Weis RH	7	0	0	0	0	0	0
Wel SG	7	79	0	24	88	18	0
Wulu MO	7	2	0	0	10	2	0
Stur HR	7	2	0	0	10	1	0
Rohr HR	7	1	0	0	16	0	0

Tab.3: Anzahl der nachgewiesenen Keime in 100 ml Quellwasser vom 10.-13.07.1996.

Karstmonitoring-Mikrobiologie 1996 Herbstliches Hochwasser

Quelle	Datum	KBE	KBE/verfl.	E.Kokken	Coliforme	E.coli	sonstiges
Aho RH	10	15	0	0	2	0	0
Amq RH	10	18	0	1	2	1	0
Blö SG	10	73	2	0	2	4	0
Damu BOS	10	6	0	1	1	2	0
Eff SG	10	23	0	0	2	2	sporenbildner
Feis SG	10	230	0	0	0	0	schimmel
Geier RH	10	64	1	1	3	4	0
Has3 RH	10	214	4	0	0	0	0
Hoch SG	10	156	1	1	23	8	0
Hrq SG	10	154	0	0	0	1	0
JöA RH	10	358	0	8	31	13	0
JöQ RH	10	32	0	0	2	1	0
Köhl MO	10	17	0	4	0	0	0
Kra SG	10	39	2	0	2	4	0
Kwq SG	10	2	0	0	0	0	0
Laus RH	10	99	0	0	3	1	0
Palt SG	10	40	0	0	1	1	0
Pies RH	10	279	1	21	2	13	sporenbildner
Rams SG	10	235	3	0	2	2	0
Reut SG	10	0	0	0	0	0	0
Rieg RH	10	9	0	0	0	1	0
Rim MO	10	111	6	3	6	3	0
Rok RH	10	4	0	0	0	2	0
Rose RH	10	570	14	13	11	51	sporenbildner
Sag RH	10	109	0	0	1	10	sporenbildner
Sonn SG	10	160	2	0	0	0	0
Stey SG	10	234	0	0	1	4	0
Vrq SG	10	214	3	3	7	5	0
Weis RH	10	0	0	0	0	0	0
Wulu MO	10	149	2	4	22	7	0
Stur HR	10	28	0	0	0	2	0
Rohr HR	10	0	0	0	0	0	0
Teiu RH	10	112	1	16	33	25	sporenbildner
Nöhr SG	10	115	0	0	0	6	0
Troj RH(S)	10	0	0	0	0	0	0
Laba RH	10	2	0	0	0	0	0
Budu RH	10	52	0	0	0	0	0

Tab.4: Anzahl der nachgewiesenen Keime in 100ml Quellwasser vom 22.-25.10. 1996

Verteilung der KBE (saprophytischer Keime; Koloniebildende Einheiten) im Jahresverlauf 1996:

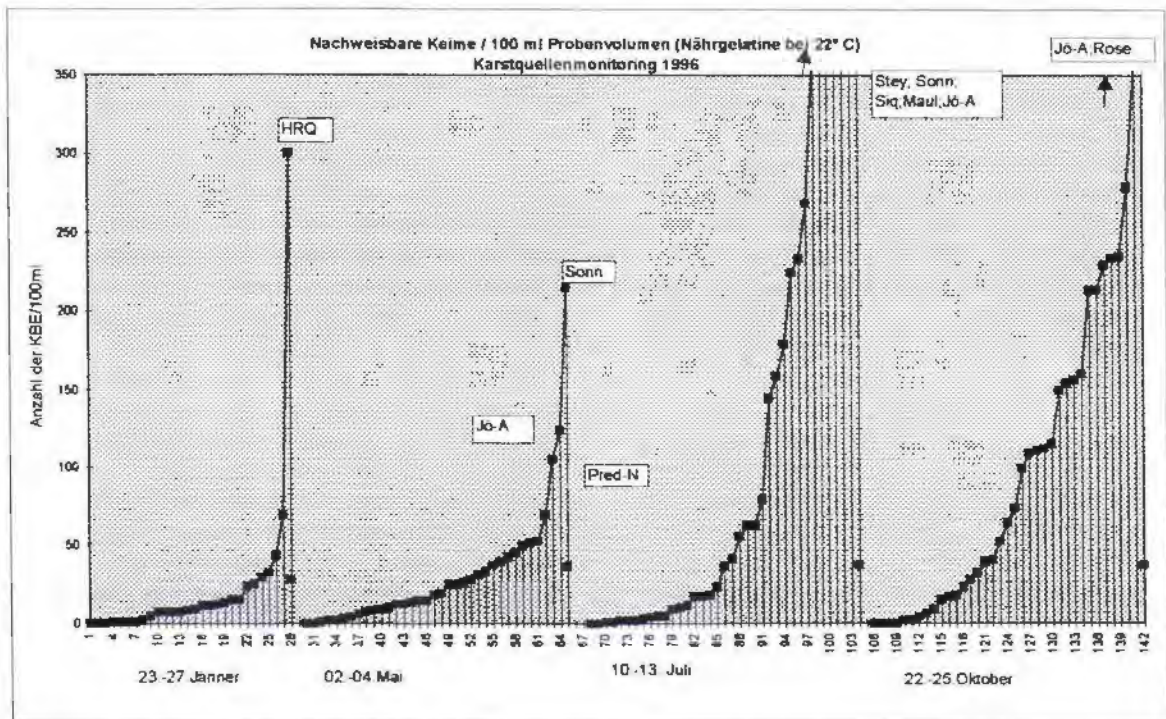


Diagramm ohne Zuordnung der Meßwerte zu den einzelnen Quellen; es sind 4 Jahreszeitenkampagnen dargestellt, wobei jede für sich aufgrund der Größensortierung der Werte eine Kurve darstellt;

3.3. Epidemiologie an den Quellen

Ein wichtiger Indikator für die Belastung von Quellen und Gewässern im allgemeinen ist die Veränderung der Bakterienzusammensetzung. Innerhalb der untersuchten Mikroflora an Quellen (Koloniezahlen-oder Saprophytenanzahl) wurden zur Julimessung speziell die coliformen Keime nochmals genauer unter die Lupe genommen und mittels Vitek- Analyse bis zur Species biochemisch differenziert. Einige der nachgewiesenen Keime kommen ausschließlich im Darm von Mensch oder Tier vor. Als coliforme Bakterien, die zur physiologischen Fäkalflora des Menschen gehören, werden Angehörige der Familie der Enterobacteriaceae bezeichnet, die Lactose unter Gasbildung zu Carbonsäuren vergären können. Sie gehören zu den Gattungen *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* und *Klebsiella*. Die gram-negativen stäbchenförmigen Bakterien sind fakultativ anaerob, und eine Unterscheidung ist bakterienmorphologisch nicht möglich. Angehörige dieser Genera können zu schweren endogen bedingten Erkrankungen des Wirtes führen und werden deshalb als fakultativ pathogen bzw. opportunistische Krankheitserreger, d.h. daß nur unter bestimmten Wirts-Bakterien-spezifischen Vorraussetzungen eine Krankheit erfolgen kann, bezeichnet. Nicht alle Arten der Enterobacteriaceae haben ihren alleinigen Standort im Darm von Mensch und Tier, vielmehr sind sie auch auf Pflanzen im Boden, Lebensmitteln und auch im Gewässer zu finden.

In Tabelle 5 sind die Ergebnisse der Spezies-Untersuchung von drei sehr belasteten Quellen aufgeschlüsselt.

Kurzcharakterisierung der Species:

Enterobacter aerogenes und intermedius: leben auch als freilebende Saprophyten im Wasser und im Erdreich.

Yersinia kristensenii: ubiquitär vorkommende Art; keine Enterobacteriaceae, birgt nicht die Gefahr wie ihre verwandte Art *Y. pestis* (Pesterreger);

Serratia marescens und liquefaciens: in der Humanmedizin bedeutend; kommt aber auch im Wasser, Erdreich und Nahrungsmittel vor. *Serratia* Keime haben eine hohe natürliche Antibiotikaresistenz (Penicilline, Cephalosporone).

Citrobacter freundii: im Intestinalbereich von Mensch und Tier;

Listerien: gram-positive sporenlose Stäbchen, sehr anspruchslos; vermehren sich auch bei 4°C; weit verbreitet;

Acinetobacter anitratus: gram-negatives sporenloses Stäbchen; eigene Gattung; weit verbreitet; sowohl in trockener als auch feuchter Umgebung;

Pseudomonas fluoescens: psychrophiles Bakterium; im Boden und Oberflächenwässern weit verbreitet;

Klebsiella pneumoniae: natürlicher Standort bei 10% der Normalbevölkerung der Intestinaltrakt;

Vibrio parahaemolyticus: gram-negatives Stäbchen; alle Arten dieser Gattung (*Vibrio*) werden durch Na-Ionen im Wachstum gefördert; diese species kommt eigentlich in halophilen Breiten vor (Japan).

Staphylococcus warneri: der Genus *Staphylococcus* weist eine große Vielfalt auf; es sind gram-positive, meist in Haufen gelagerte Kokken, sind unbeweglich und bilden keine Sporen; die Arten werden in plasma-koagulasepositive und -negative Arten unterteilt, wobei die Bedeutung als Krankheitserreger beim Menschen hauptsächlich koagulase-positiven zufällt; diese species ist koagulase-negativ, kommt auch bei Menschen vor; hat aber humanmedizinisch nach heutigen Erkenntnissen keine Bedeutung;

Proteus vulgaris: Bewohner des Darmtraktes als gramneg. Stäbchen; Fäulniserreger im Boden und Wasser;

Micrococcus luteus: Angehörige der Gattung *Micrococcus* kommen maßgeblich in der normalen Haut und Schleimhautflora von Tier und Mensch vor;

Streptococcus agalactiae: oxidase- und katalase-negative Spezies; grampositive Kokken; diese species gehört in die serologische Gruppe B; spielen hauptsächlich in der Veterinärmedizin eine Rolle, als Erreger des „gelben Galtes“(Mastitisform)

Enterococcus faecium und faecalis: gram-positive Kokken; alle Enterokokkenarten haben ihren normalen Standort im Darm von Mensch und vielen warmblütigen Tieren; 80-90% aller menschlichen Infektionen werden durch E. faecalis und E. faecium hervorgerufen.

Tab.5:⇒ nächste Seite!!!

Epidemiologie der Karstquellen 1996-(im Jahresrhythmus)

Jö-A(RH)	KBE	E.coli	Coliforme Keime	Enterokokken
Jänner	29	0	0	0
Mai	124	26	13	8
Juli	890	>200	>200	50
specie			Enterobacter intermedius	Enterococcus faecium
			Yersinia frederiksenii	Staphylococcus warneri
			Serratia liquefaciens	Aerococcus
			Citrobacter freundii	
Oktober	358	13	31	8
Mai	KBE	E.coli	Coliforme Keime	Enterokokken
Jänner	1	0	0	0
Mai	69	0	2	0
Juli	560	180	>200	58
specie			Serratia fonticola	Enterococcus faecalis
			Enterobacter intermedius	Mikrococcus
			Listeria species	Streptococcus agalactiae
			Acinetobacter anitratus	
			Pseudomonas fluorescens	
			Klebsiella pneumoniae	
Oktober	KA	KA	KA	KA
Pred-N	KBE	E.coli	Coliforme Keime	Enterokokken
Jänner	7	0	0	0
Mai	105	1	15	1
Juli			Yersinia kristensenii	Enterococcus faecalis
specie			Vibrio parahaemolyticus	
			Serratia liquefaciens	
			Enterobacter aerogenes	
			Proteus vulgaris	
			Pseudomonaden	
Oktober	KA	KA	KA	KA

3.4. Intensivbeprobung

Infolge der überaus interessanten Ergebnisse der im August 1995 durchgeführten Intensivkampagne wurden auch 1996 intensivierte Dauerbeprobungen abgehalten. Die Messungen erfolgten wiederum am Austritt der Hinteren Rettenbachquelle (HRQ) und an der Fassung der Steyrquelle (STEY) im Zeitraum von 21.04.1996 bis einschließlich des 24.04.1996 (Intensivkampagne Schneeschmelze; Beobachtungen Transektbegehungs-Gelände) und vom 27.08.-30.08. (mit dem Nadelöhrschacht am Eiseneck NÖHR). Die Beobachtung und Beprobung erfolgte in Dreistundenintervallen.

Die Wetterentwicklung für die geplante Intensivkampagne-Sommerregen verlief zwar nicht optimal, es konnte aber trotzdem ein charakteristischer Durchgang in der Bakterienverfrachtung dokumentiert werden.

Eine detaillierte Interpretation ist erst sinnvoll, wenn die Daten von den anderen karsthydrologischen Wissensgebieten zur Verfügung gestellt werden können. Geplant sind interdisziplinäre Datenverknüpfungen ab dem Frühjahr 1997 und jedenfalls für den Endbericht 1997.

Auf den folgenden Seiten gibt es Tabellen und Diagramme mit Daten, die von zwei Intensivkampagnen stammen: jeweils STEY und HRQ und die zusätzlich beprobten Quellen des Transektes.

Tab.6: nächste Seite

Ereigniskampagne vom 21.04.- 24.04.1996 an Stey(SG) und HRQ(RH)

Quelle	Datum	Zeit	KBE	verfl. KBE	E. kokken	Coliforme	E.coli	Anderes
Stey	21.04.	18:00	180	15	7	73	1	Sporenbild.
Stey	21.04.	21:00	153	11	4	93	6	Sporenbild.
Stey	22.04.	00:00	170	20	3	124	6	Sporenbild.
Stey	22.04.	03:00	200	13	1	66	2	Sporenbild.
Stey	22.04.	06:00	187	21	0	97	2	Schimmelp.
Stey	22.04.	09:00	149	11	0	37	1	
Stey	22.04.	12:00	160	8	5	45	3	
Stey	22.04.	15:00	175	11	0	54	0	
Stey	22.04.	18:00	226	11	0	56	1	
Stey	22.04.	21:00	229	4	1	52	3	
Stey	23.04.	00:00	198	4	2	93	3	
Stey	23.04.	03:00	226	5	6	126	3	
Stey	23.04.	06:00	257	4	8	84	1	Sporenbild.
Stey	23.04.	09:00	310	0	0	62	1	
Stey	23.04.	12:00	151	17	3	52	2	
Stey	23.04.	15:00	180	0	1	47	0	
Stey	23.04.	18:00	113	3	0	51	1	Sporenbild.
Stey	23.04.	21:00	335	0	0	64	3	
Stey	24.04.	00:00	248	5	1	78	2	
Stey	24.04.	03:00	276	10	1	77	3	
Stey	24.04.	06:00	350	1	1	80	1	
Stey	24.04.	09:00	153	0	1	58	0	
Stey	24.04.	12:00	215	3	1	113	1	Sporenbild.
Stey	24.04.	15:00	183	0	1	63	1	
Stey	24.04.	18:00	237	0	0	82	0	
Quelle	Datum	Zeit	KBE	verfl. Keime	E. kokken	Coliforme	E.coli	Anderes
Feis	22.04.	11:30	143	0	0	0	0	0
Leo	22.04.	16:00	94	10	3	1	1	0
Jaid-N	22.04.	13:00	230	24	0	0	1	0
Feia	22.04.	12:15	1000	56	Erde	E	E	Sporenbild.
Farn	22.04.	13:45	286	9	0	3	0	0
Schw	22.04.	14:30	69	0	0	0	0	0

Quelle	Datum	Zeit	KBE	verfl. Keime	E. kokken	Coliforme	E.coli	And.
HRQ	21.04.	18:00	31	1	0	0	0	0
HRQ	21.04.	21:00	40	4	0	1	0	0
HRQ	22.04.	00:00	45	2	0	0	0	0
HRQ	22.04.	03:00	42	0	0	1	0	0
HRQ	22.04.	06:00	18	0	0	0	0	0
HRQ	22.04.	09:00	41	0	0	1	0	0
HRQ	22.04.	12:00	52	2	0	0	0	0
HRQ	22.04.	15:00	32	5	0	0	0	0
HRQ	22.04.	18:00	43	0	0	1	0	0
HRQ	22.04.	21:00	68	0	0	0	0	0
HRQ	23.04.	00:00	55	2	0	0	0	0
HRQ	23.04.	03:00	36	0	0	0	0	0
HRQ	23.04.	06:00	60	0	0	1	0	0
HRQ	23.04.	09:00	39	0	0	0	0	Spore.
HRQ	23.04.	12:00	46	1	0	0	1	0
HRQ	23.04.	15:00	48	0	0	0	0	0
HRQ	23.04.	18:00	58	0	0	1	0	Spore.
HRQ	23.04.	21:00	64	0	0	0	0	0
HRQ	24.04.	00:00	49	0	0	0	0	0
HRQ	24.04.	03:00	52	0	0	0	0	0
HRQ	24.04.	06:00	46	0	0	0	0	0
HRQ	24.04.	09:00	40	0	0	0	0	0
HRQ	24.04.	12:00	41	0	0	0	0	0
HRQ	24.04.	15:00	46	0	0	0	0	0
HRQ	24.04.	18:00	56	0	0	0	0	0
Quelle	Datum	Zeit	KBE	verfl. Keime	E. kokken	Coliforme	E.coli	And.
HRQ Teich	23.04.	12:00	22	0	0	0	0	0
Budu	23.04.	13:00	4	0	0	0	0	0
HRQ Ü2	23.04.	12:20	67	0	0	0	0	0
HRQÜ5	23.04.	14:30	12	0	0	5	2	0
MKG	23.04.	13:45	24	1	0	0	0	0

Tab.:7

Anmerkung ad. FEIA (Erde;vorige Seite): kein Keimwachstum erkennbar durch
Erdablagerungen am Filter;

Ereigniskampagne vom 26.08.-30.08.1996 an der Steyernquelle

Quelle	Datum	Zeit	KBE	verfl. KBE	E.Kokken	Coliforme	E.coli	Anderes
Stey	26.08.	20:15	554	29	13	165	63	0
Stey	27.08.	18:00	448	10	7	187	46	Sporen.
Stey	28.08.	00:00	335	13	12	156	37	0
Stey	28.08.	06:00	175	8	7	119	28	Sporen.
Stey	28.08.	12:00	222	11	19	128	31	0
Stey	28.08.	15:00	387	26	14	298	94	Schi.p./Sporen.
Stey	28.08.	18:00	790	34	28	1000	110	0
Stey	28.08.	21:00	870	17	41	1000	130	Sporen.
Stey	29.08.	00:00	830	24	27	1000	143	Sporen.
Stey	29.08.	03:00	740	30	29	1000	120	0
Stey	29.08.	06:00	390	15	26	1000	112	0
Stey	29.08.	09:00	630	0	36	1000	152	Sporen.
Stey	29.08.	12:00	780	8	42	1000	113	0
Stey	29.08.	15:00	810	5	64	1000	131	Sporen.
Stey	29.08.	18:00	1000	1000	52	1000	180	Sporen.
Stey	30.08.	00:00	1000	70	55	1000	134	0
Stey	30.08.	06:00	930	45	61	1000	119	0
Stey	30.08.	12:00	710	23	59	1000	148	0
Sengsengebirge								
Quelle	Datum	Zeit	KBE	verfl. KBE	E.Kokken	Coliforme	E.coli	Anderes
Nöhr	28.08.	15:00	1000	10	11	1000	2	0
Nöhr	28.08.	18:00	660	0	2	257	0	0
Nöhr	29.08.	00:00	570	0	0	127	8	0
Nöhr	29.08.	06:00	450	0	0	75	0	0
Schw	29.08.	10:30	36	0	3	45	2	0
Leo	29.08.	11:30	94	4	22	95	35	0
Japo	29.08.	17:00	1000	0	78	1000	310	0
Feia	29.08.	16:00	820	50	71	1000	114	Schi.p./Sporen.
Farn	29.08.	19:30	82	2	10	310	45	0

Tab.:8

Ereigniskampagne vom 26.08.-30.08.1996 an der Hinteren Rettenbachquelle

Quelle	Datum	Zeit	KBE	verfl. Keime	E.Kokken	Coliforme	E.coli	Anderes
HRQ	26.08.	18:15	69	1	0	84	6	0
HRQ	27.08.	18:00	35	1	3	123	19	0
HRQ	28.08.	00:00	61	1	7	113	15	0
HRQ	28.08.	06:00	58	3	3	93	14	Schimmelp.
HRQ	28.08.	09:00	49	1	2	104	12	0
HRQ	28.08.	12:00	64	1	7	97	6	0
HRQ	28.08.	15:00	91	3	2	115	5	0
HRQ	28.08.	18:00	71	0	0	73	13	0
HRQ	28.08.	21:00	63	1	1	119	6	0
HRQ	29.08.	00:00	56	2	1	116	5	0
HRQ	29.08.	03:00	44	1	0	93	5	0
HRQ	29.08.	06:00	46	0	1	77	6	0
HRQ	29.08.	09:00	45	1	3	81	2	0
HRQ	29.08.	12:00	21	0	2	34	3	0
HRQ	29.08.	15:00	20	0	1	62	6	0
HRQ	29.08.	18:00	18	0	1	59	1	0
HRQ	30.08.	00:00	47	0	0	115	7	0
HRQ	30.08.	06:00	46	0	1	89	7	0
HRQ	30.08.	12:00	19	0	0	58	3	0
Quelle	Datum	Zeit	KBE	verfl. Keime	E.Kokken	Coliforme	E.coli	Anderes
Merk	30.08.	KZ	140	0	0	27	17	0
Ofei	30.08.	KZ	6	0	0	8	0	0
Buw	30.08.	KZ	245	5	0	89	3	0
Budu	30.08.	KZ	39	0	0	59	3	0

Tab.9 ad. KZ: Keine Zeitangabe

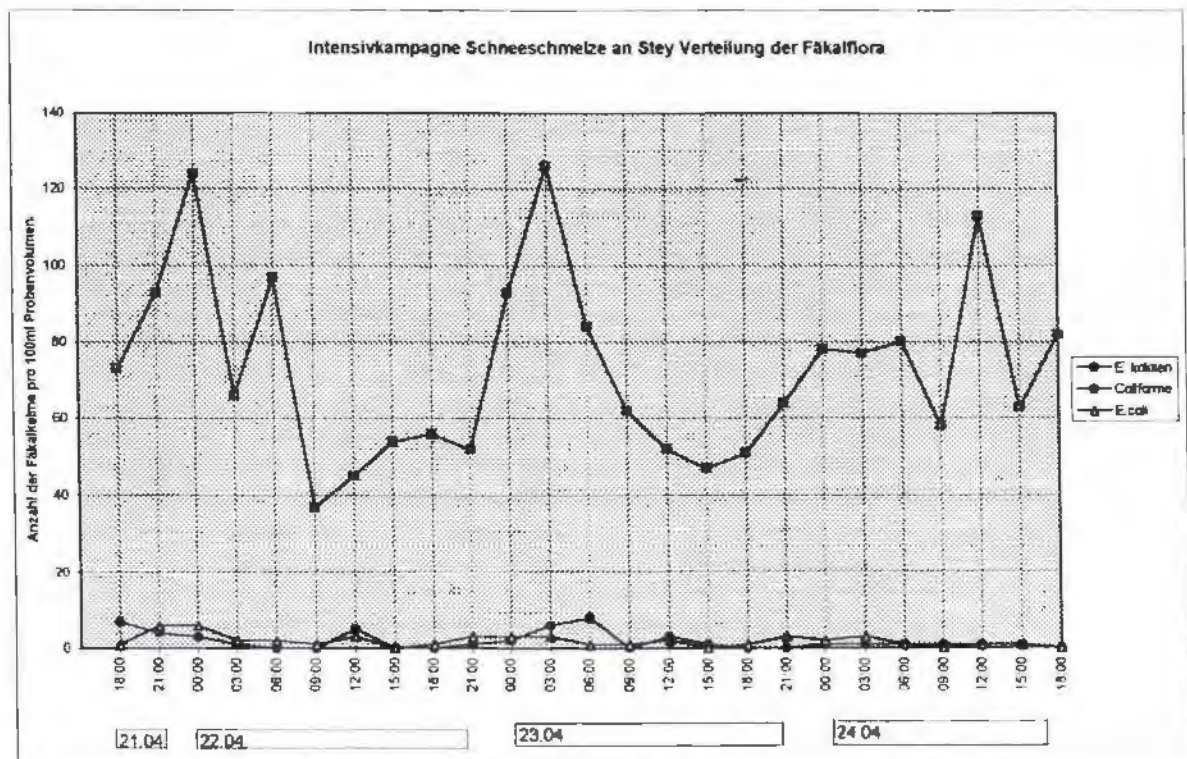
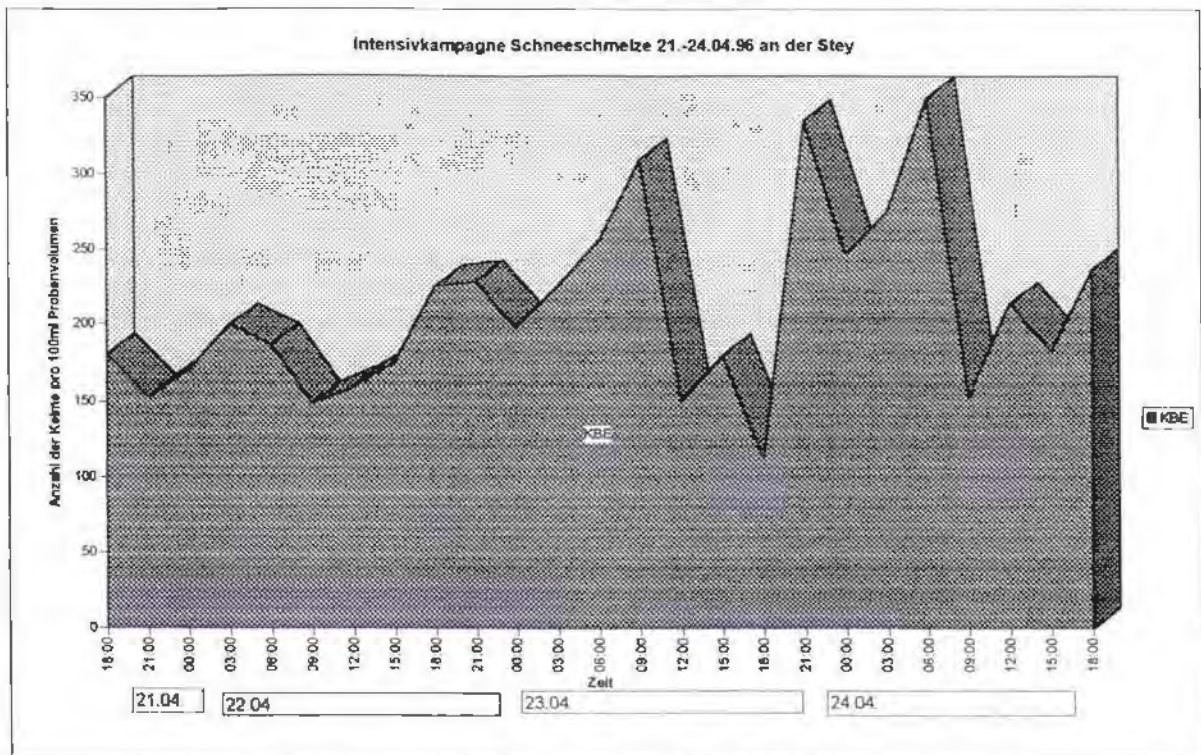
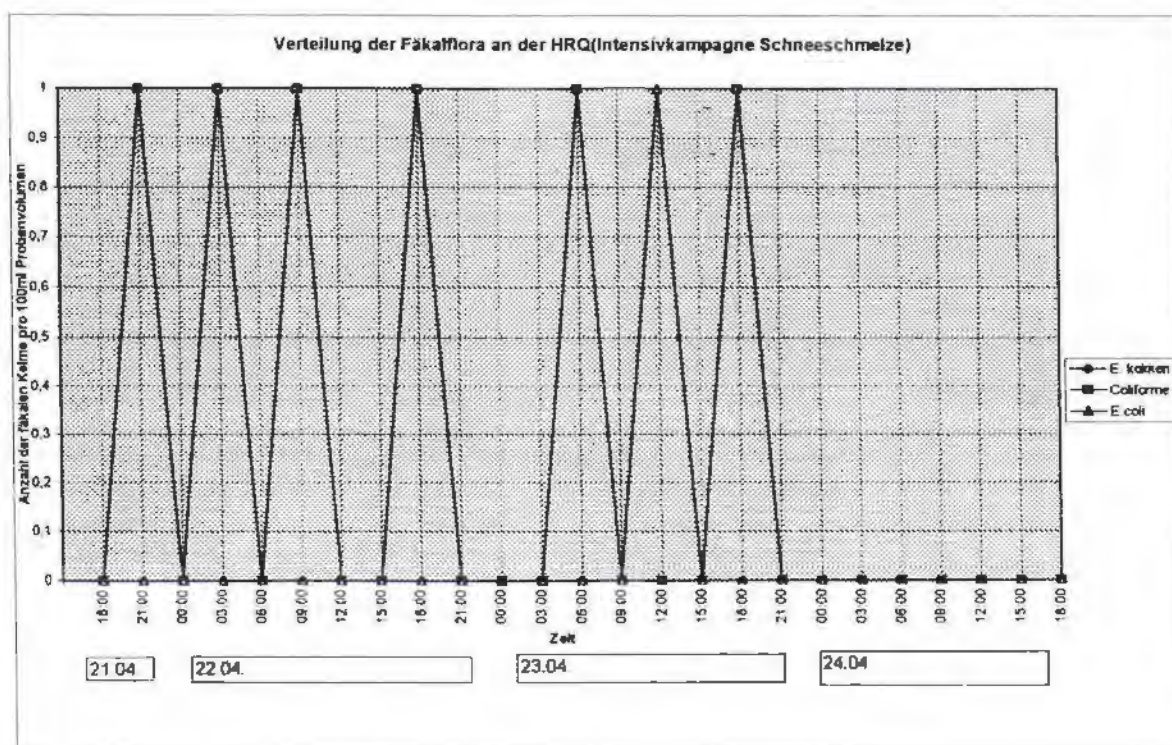
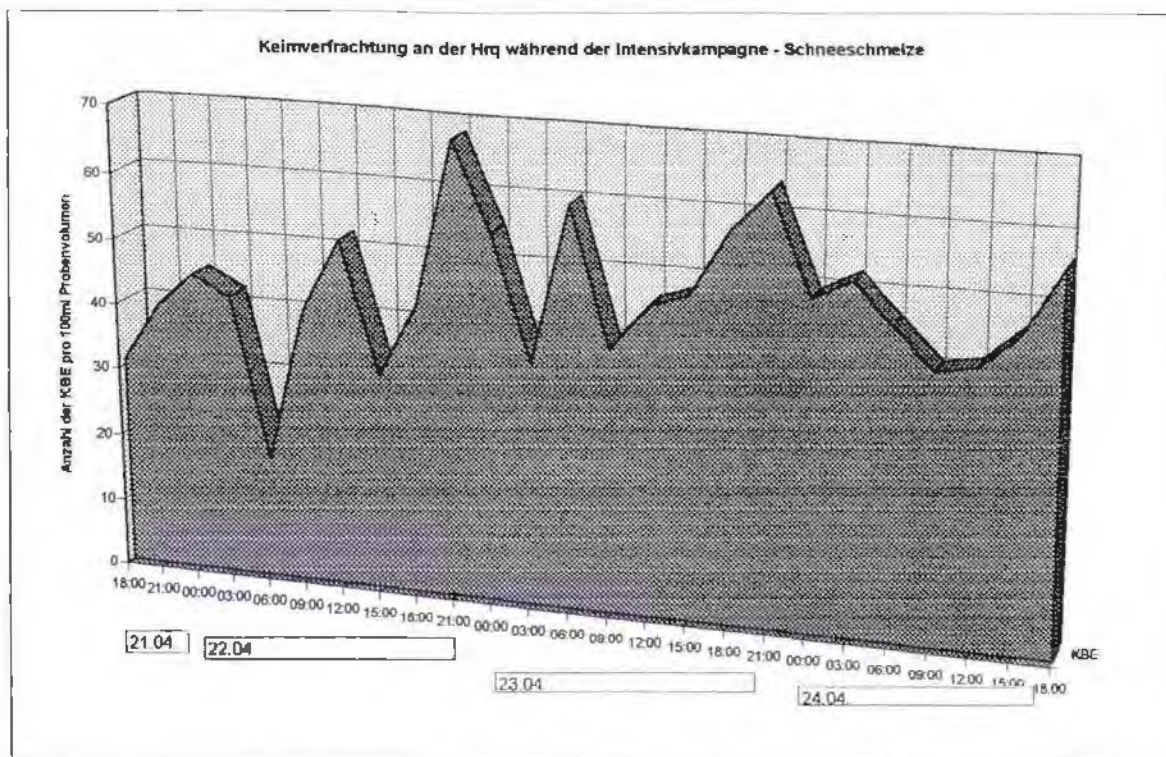


Diagramme: oben Diagramm 1; unten Diagramm 2; Seite 43: Diagramm 3 und 4;



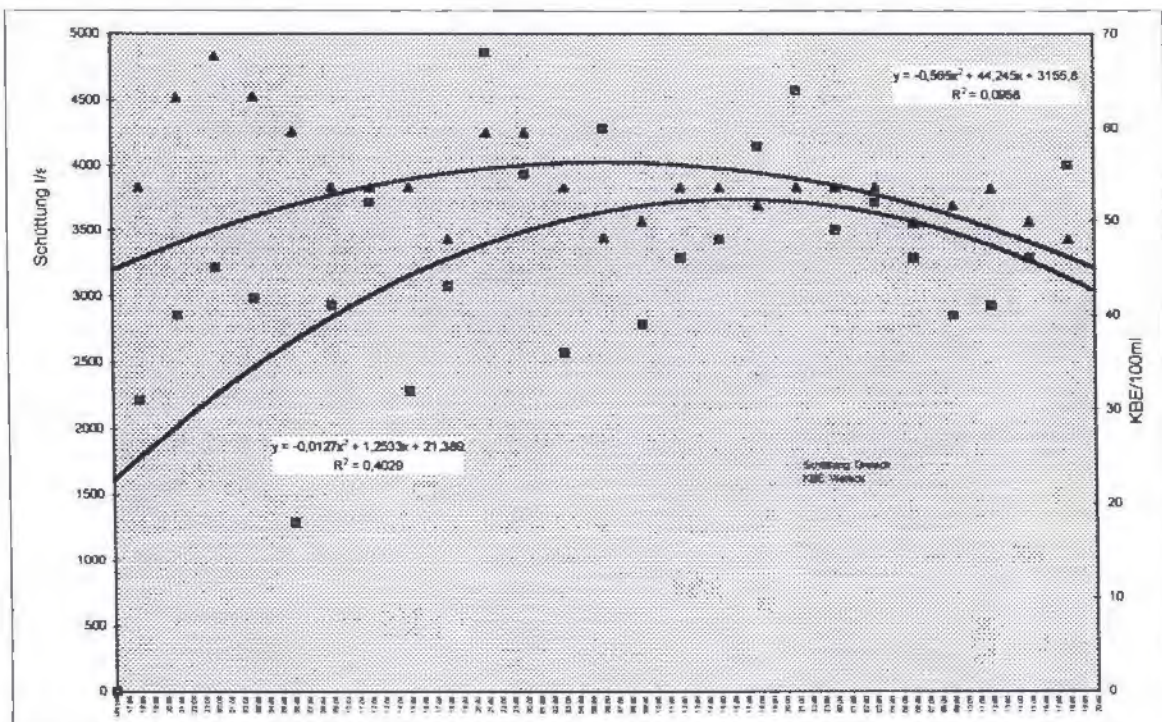
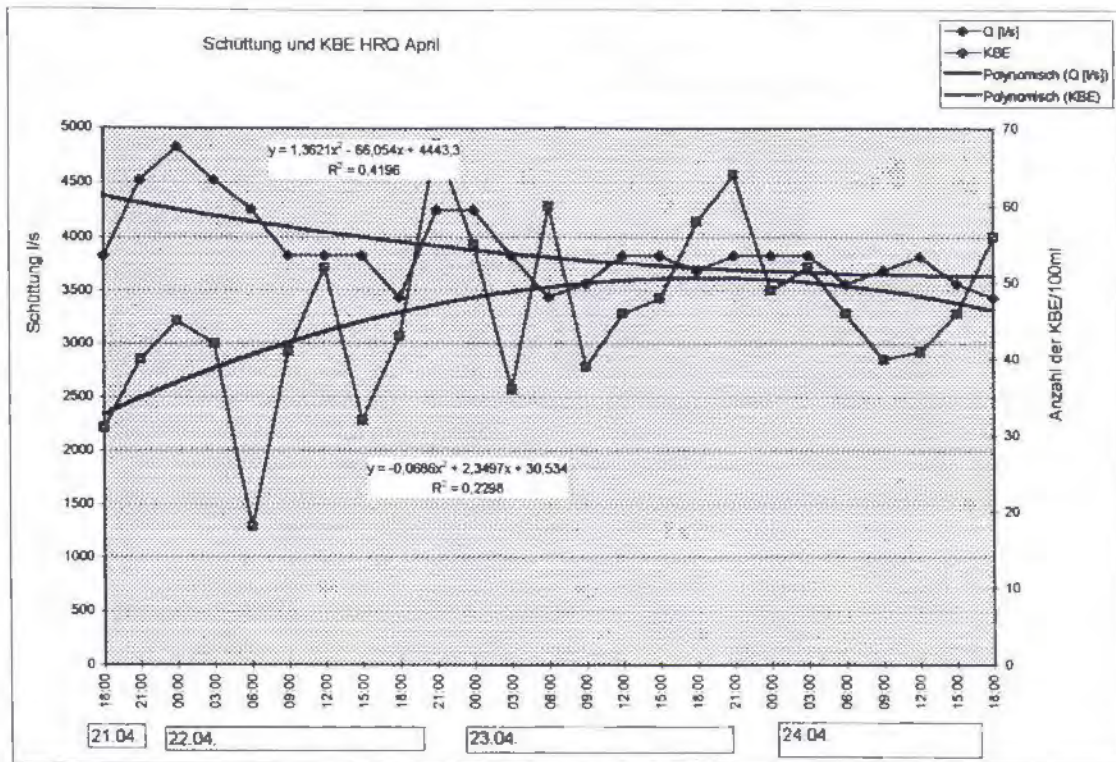


Diagramme: 5 und 6; Diagramm 6: x-Achse „Ein-Stundenskalierung“ Schüttung und KBE

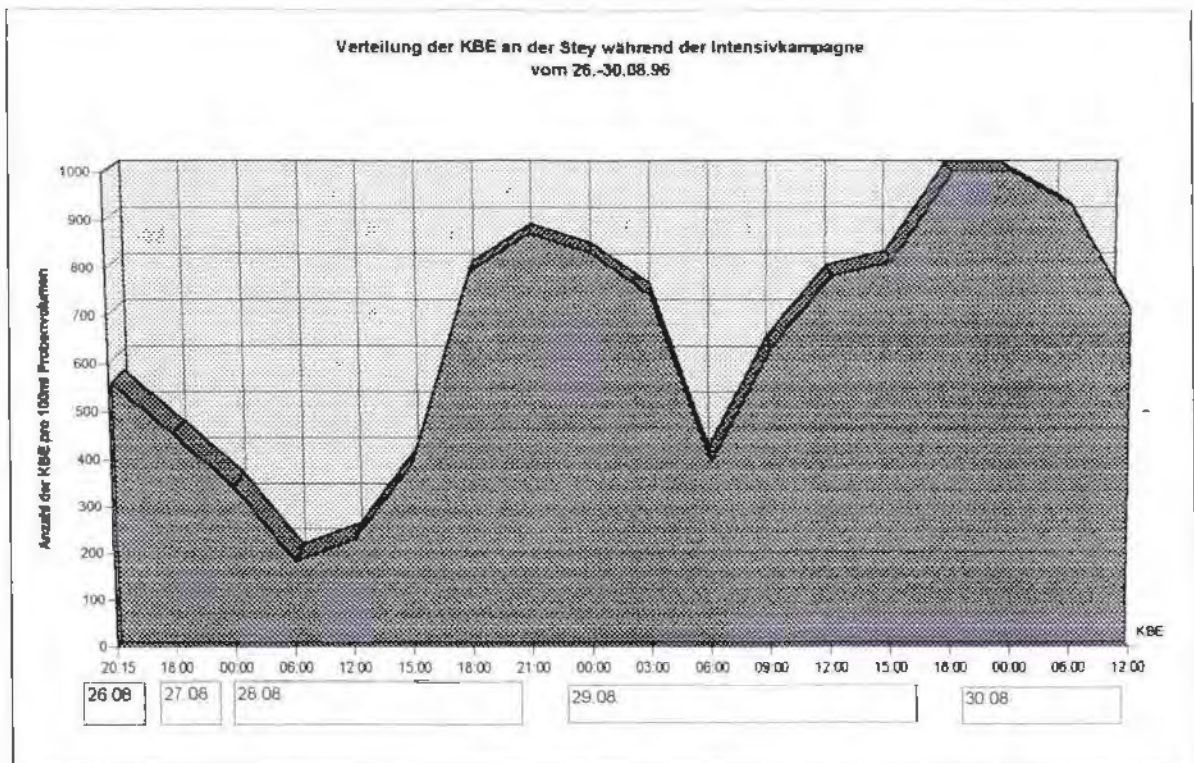


Diagramm 7;

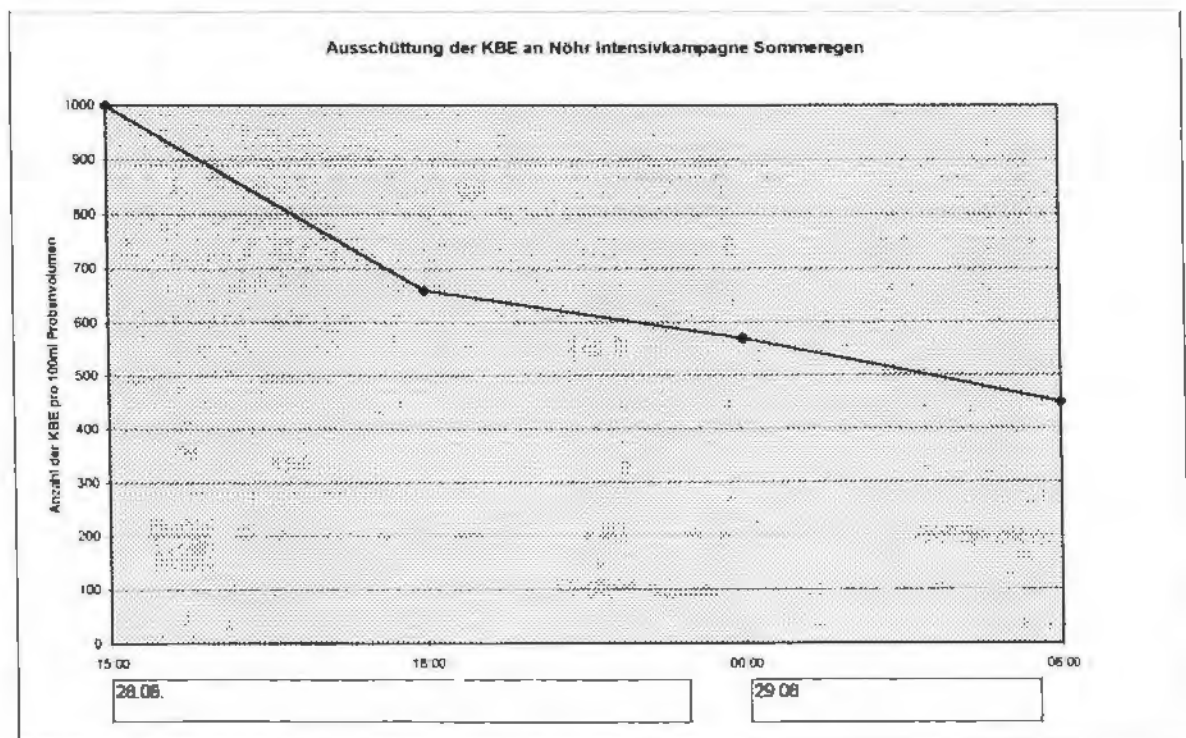


Diagramm 8;

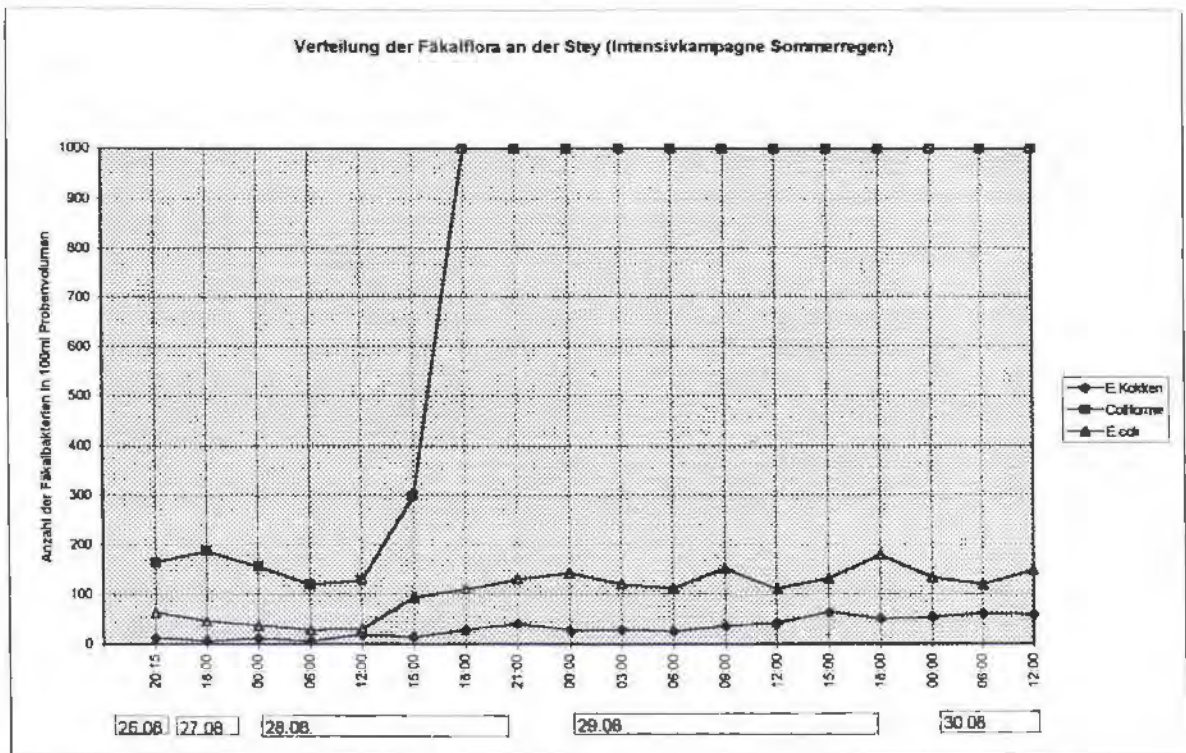


Diagramm 9;

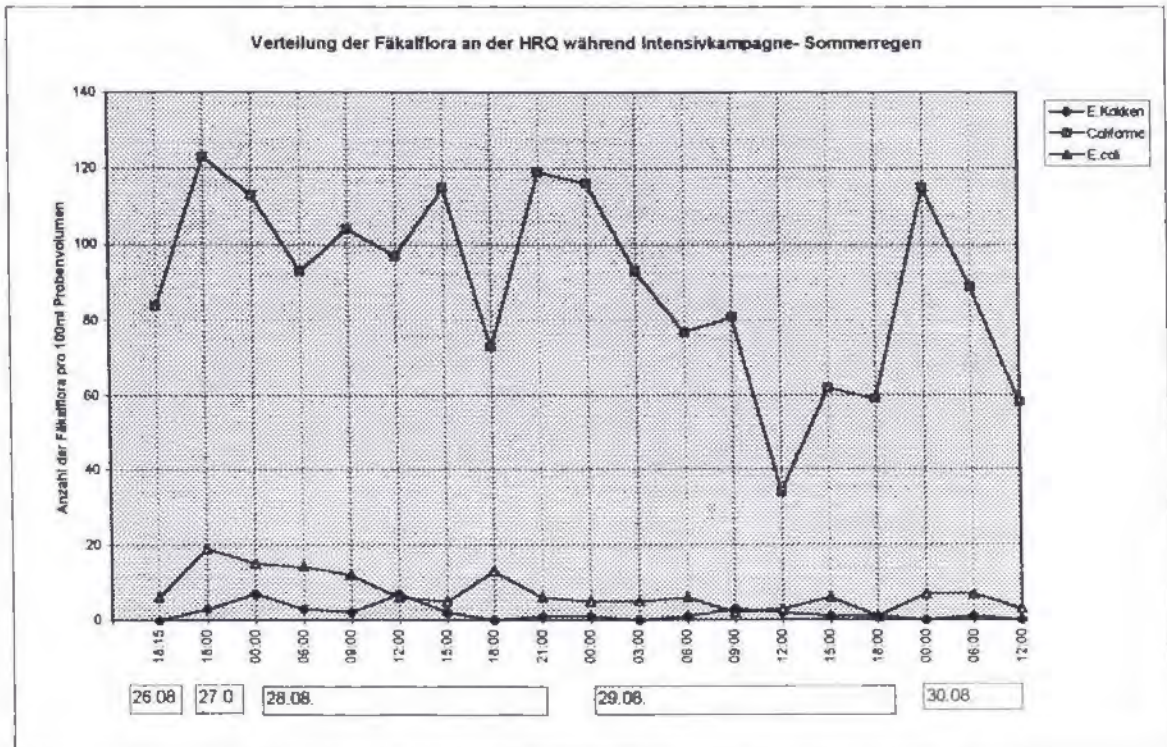
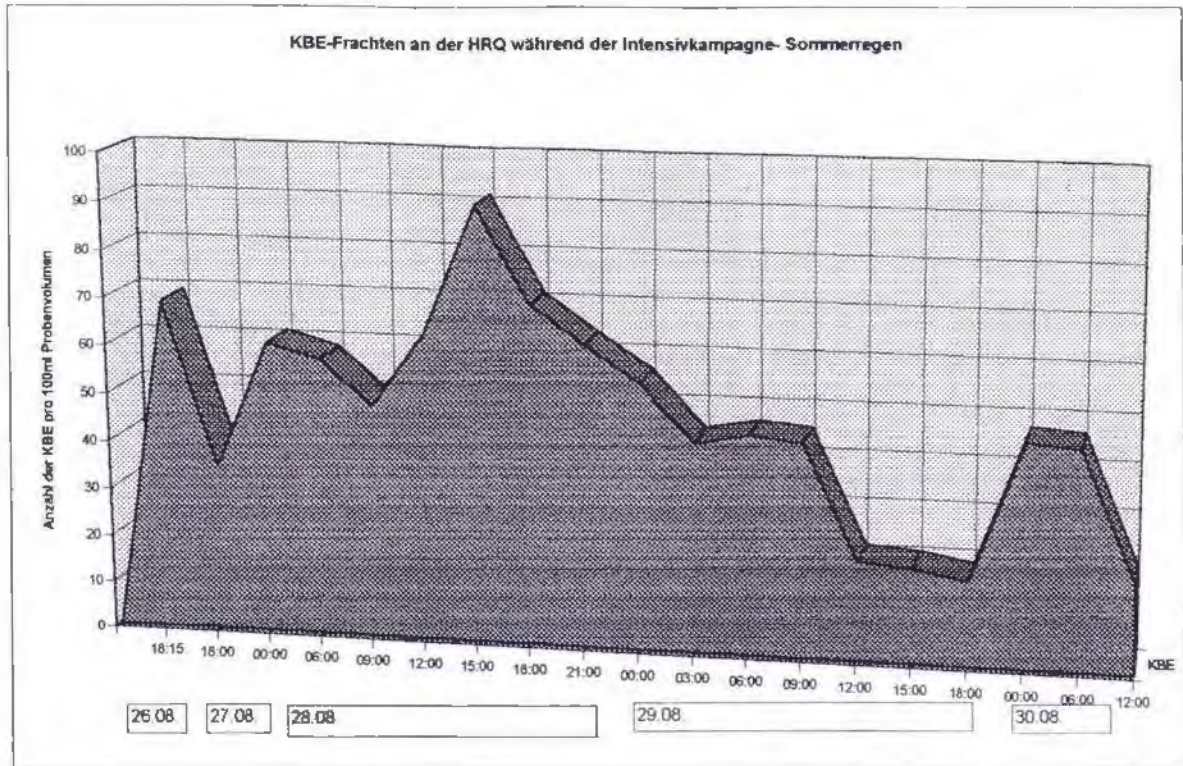


Diagramme 10 und 11;

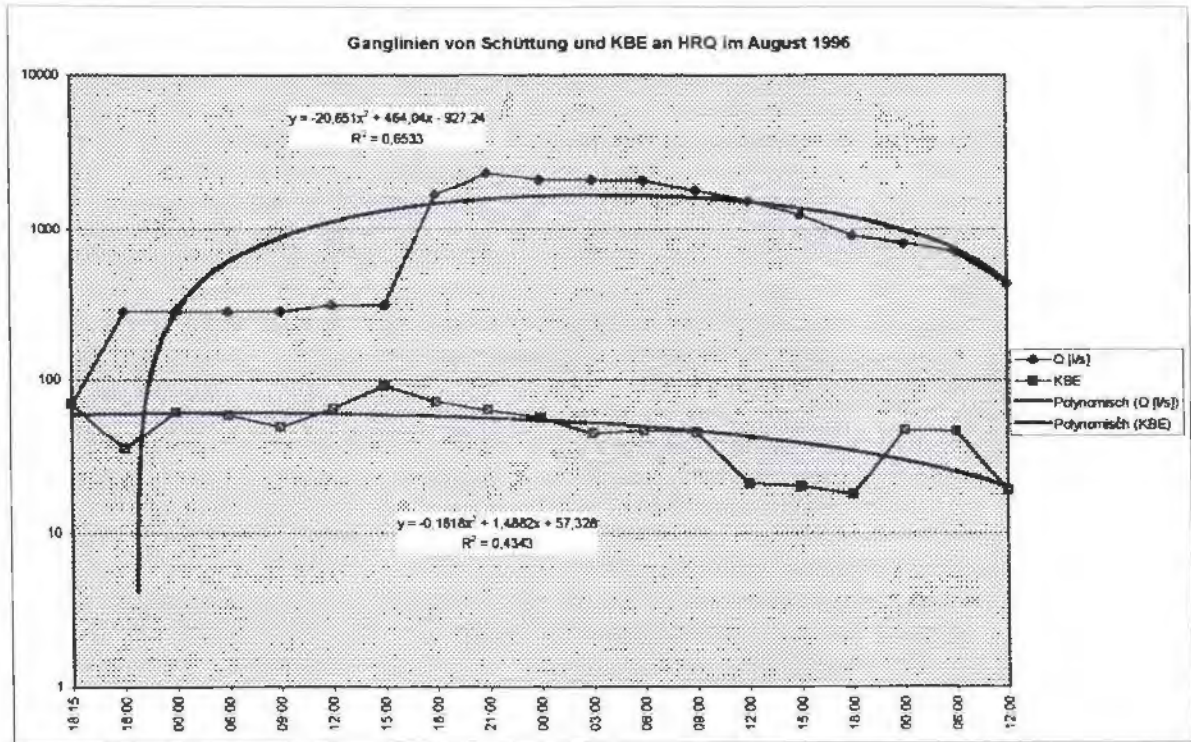


Diagramm 13;

3.5. Abhängigkeit der Keimfrachten von der Trübung des Wassers

Nur ein geringer Teil der Mikroorganismen im Karst ist im freien Wasser zu finden. Der Hauptanteil der Mikroben, vor allem betroffen sind autochthone Bakterien, ist an Sedimente geheftet oder driftet im Wasser an Partikel geheftet mit.

Der Einfluß der Trübe eines Wassers auf das Leben der Mikroorganismen ist relativ groß. Die Art der Trübung (von mineralischer Herkunft oder Detritus abstammend), die durch das Seston verursacht wird, kann oft schwer unterschieden werden. Das Seston als solches spielt für viele Mikroben eine wichtige Rolle, vor allem der Detritus trägt vielfach eine Aufwuchsflora von zahlreichen Bakterien. Dabei werden nicht nur organische Bestandteile von Mikroorganismen besiedelt, die diesen direkt als Nahrung bilden, sondern auch anorganische Bestandteile. Die anorganischen Schwebstoffe- gleich ob organogener oder minerogener Herkunft- adsorbieren an ihrer Oberfläche die im Wasser in nur geringer Konzentration gelösten Nährstoffe. Im allgemeinen kann man sagen, daß dort eine Trübungszunahme, die mit einem kräftigen Anstieg der Bakterienzahl einher geht, wenigstens teilweise auf eine Erhöhung des organischen Schwebstoffgehaltes zurückzuführen ist. Ändert sich dagegen der Bakteriengehalt nur wenig, so ist sie vorwiegend durch anorganische Schwebstoffe bedingt. Der Vergleich von Trübungsmessungen und Gesamtbakterienzahl läßt gewisse Rückschlüsse auf die Art der Trübungssstoffe zu (Rheinheimer, 1991).

Im Oktober dieses Jahres wurde ein Versuch in dieser Richtung unternommen. An der Hinteren Rettenbachquelle und an der Steyrnquelle wurden zur selben Zeit Wasserproben entnommen. Ein genau definiertes Probenvolumen wurde mittels Membranfiltration durch einen Zellulosefilter mit 8µm Porendurchmesser gefiltert. Vom Rohwasser und vom Filtrat wurden jeweils KBE mittels Plattengußverfahren auf Glucose abgelesen und ausgewertet. Für die Anzüchtung von Coliformen und E.coli wurde Chromocoult-Agar verwendet. Die Differenz, von auf Rohwasser und Filtrat gewachsenen Keimen, ist der Anteil an Bakterien, der an Partikeln festgehaftet ist.

Die Filter wurden auf Tonminerale am Nanosearch-Membrane Institut in Wien elektronenmikroskopisch untersucht und von den gefundenen Partikeln wurde eine Elementaranalyse (EDX-Spektrum) gemacht.

Abhängigkeit der Mikrobenanzahl von der Trübung des Wassers

HRQ	Datum	KBE/100ml im Rohwasser	KBE/100ml im Filtrat
			Porendurchmesser 8 µm
1.Probe	25.10.96	249 (Sporenbildner)	118
2.Probe mit	25.10.96	250	125
		Filter mit Porenvolumen 0,45µm	
E.coli	25.10.96	2	1
Coliforme	25.10.96	0	0
Enterokokken	25.10.96	0	0
STEY	Datum	KBE/100ml im Rohwasser	KBE/100ml im Filtrat
1.Probe	25.10.96	252	110
2.Probe mit	25.10.96	234	73
		Filter mit Porenvolumen 0,45µm	
E.coli	25.10.96	6	4
Coliforme	25.10.96	2	1
Enterokokken	25.10.96	4	1

Tab.: 10

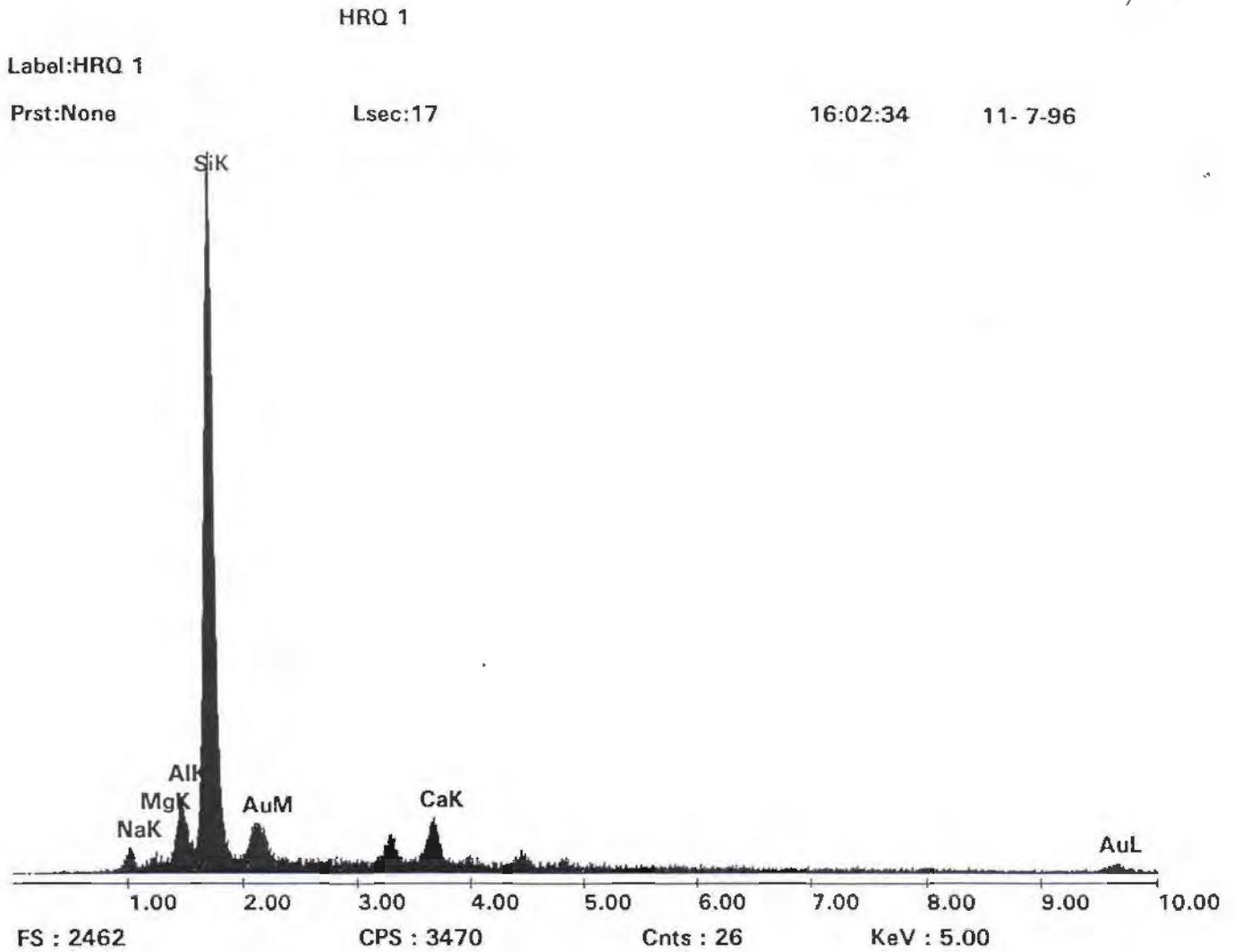
An der HRQ ist mehr als die Hälfte am feinen anorganischen und organischen Zerreibsel haftend. Auf den Filtern der HRQ waren auf 5 mm² 30 Partikel in der Größenordnung von 10µm zu erkennen; das waren 10 mal soviel, wie an der STEY.

Das EDX-Spektrum (Energie Dispersive Röntgenmikroanalyse) an der HRQ ergab in der Elementaranalyse (nicht quantitativ) hauptsächlich Silizium (siehe Spektren auf der nächsten Seite).

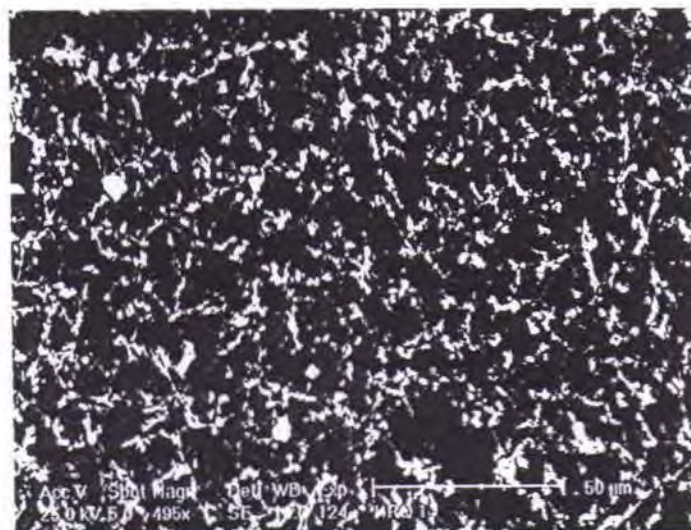
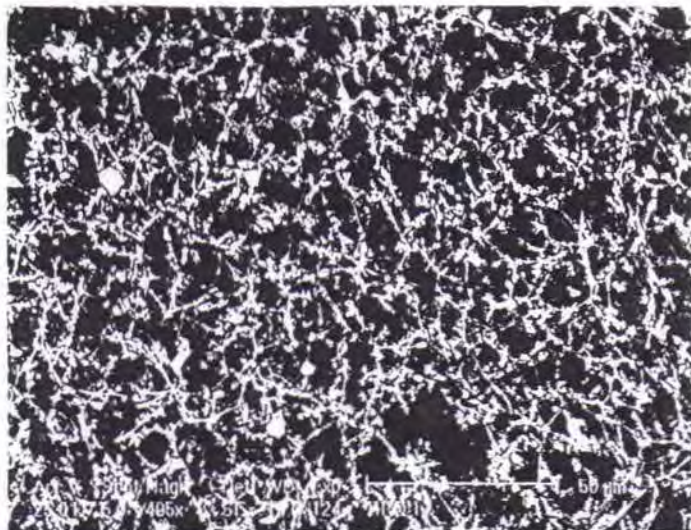
Unterschiedliche Ergebnisse hatte die STEY; nicht nur in der Anzahl der KBE, sondern auch bei der Partikelanzahl. Auf 5 mm² konnten nur 3 Partikel in der Größenordnung von

10µm gefunden werden. Die EMX-Analyse zeigt auch hier als Hauptelement Silizium an. Auf den Aufnahmen sind faserige Gebilde zu erkennen, die womöglich von organischem Material abstammen. Interessant ist es, daß an der STEY eine viel stärkere Trübung existiert, aber weniger Partikel anorganischer Herkunft sind. An der HRQ sind fast dreißigmal soviel Partikeln am Filter, aber trotzdem gibt es eine geringere Trübung. Auch sind an der STEY viel mehr Bakterien an Partikel gebunden; bei der Referenzprobe STEY 2 sind es fast zwei Drittel der Bakterien, die nicht im freien Wasser leben.

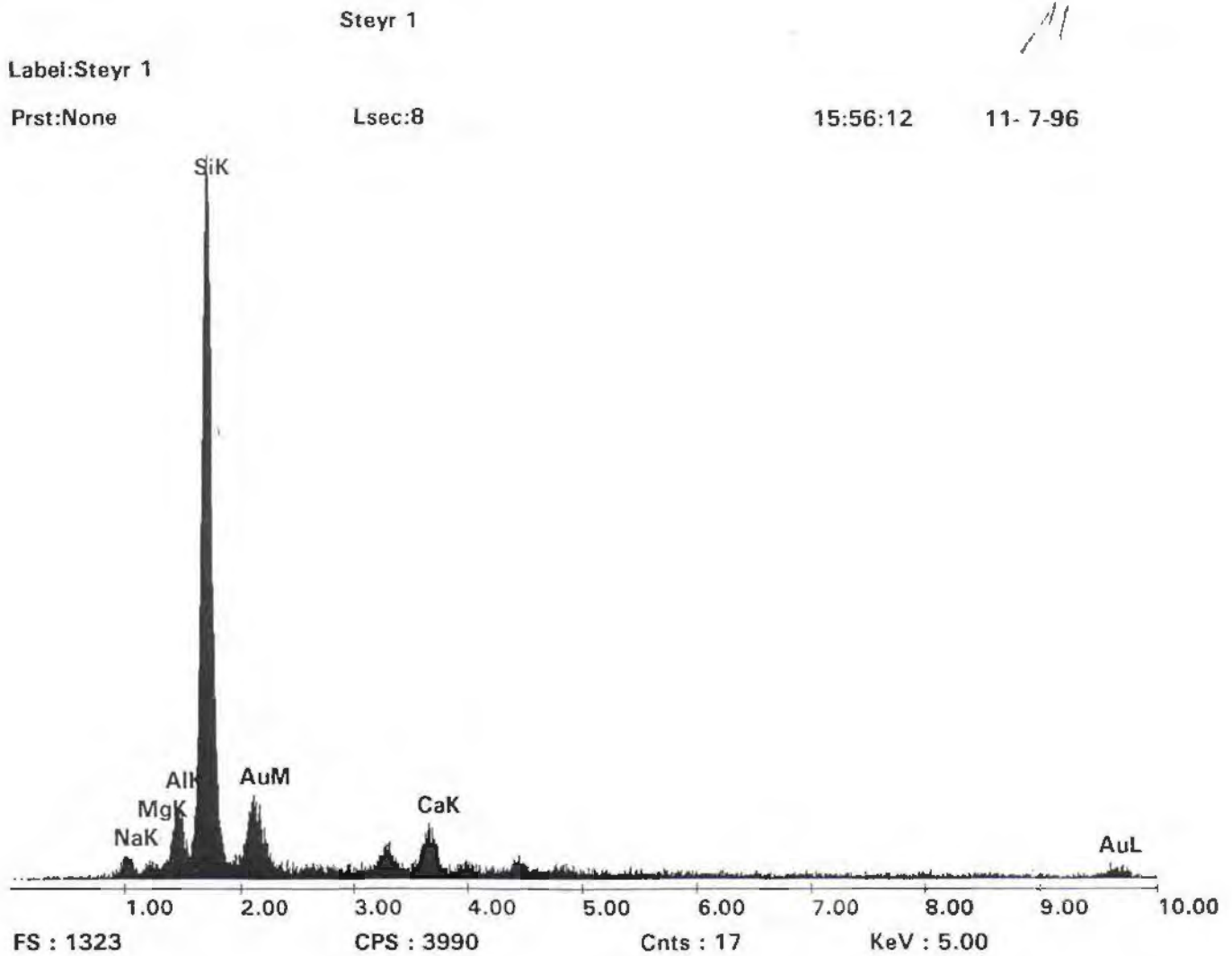
EMX-Spektrum von HRQ



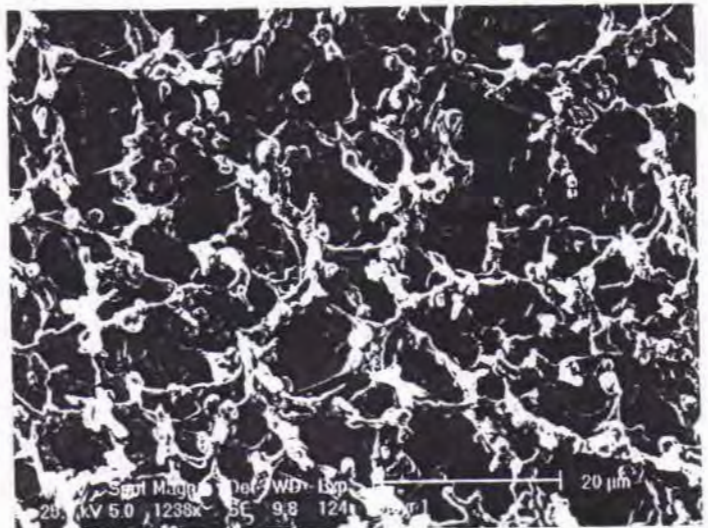
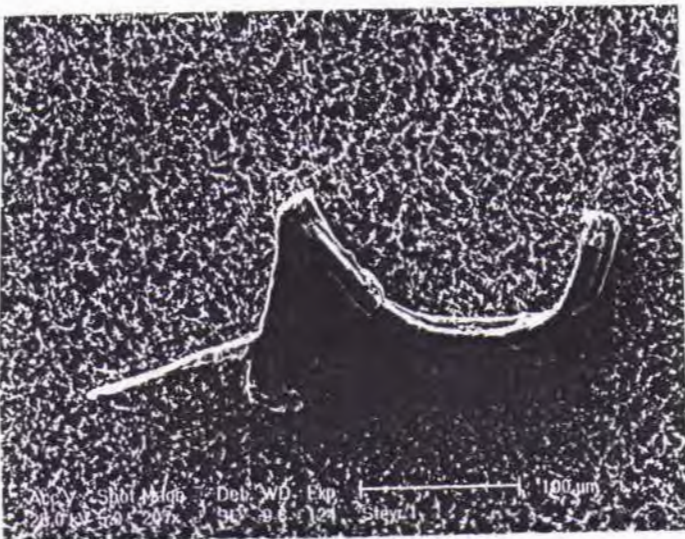
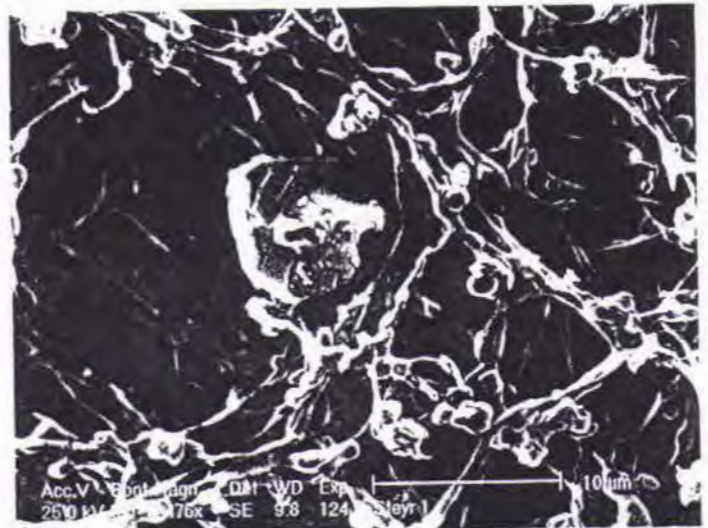
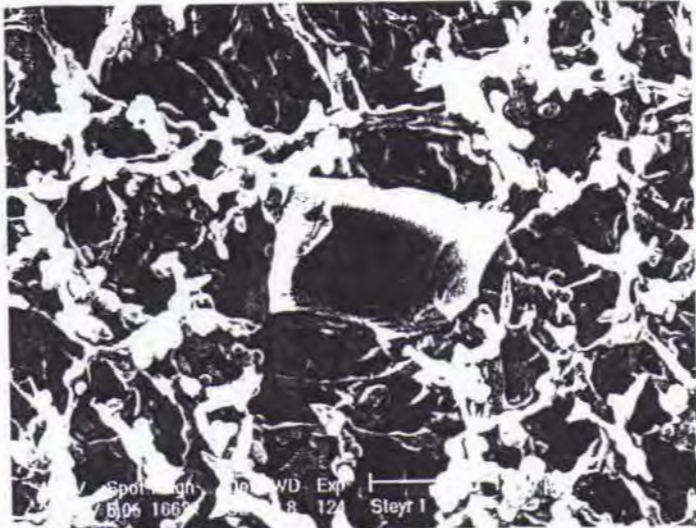
REM-Aufnahmen: HRQ



EMX-Spektrum von Steyr



REM-Aufnahmen: Stey



3.6. Mikrobiologie der Rettenbachhöhle

Die Rettenbachhöhle bot sich im Herbst nach der Monitoringtour-, „Herbstliches Hochwasser“ bestens für eine Beprobung an. Nach völliger Ausschwemmung wurden im gesamten Höhlenverlauf sterile Proben entnommen und auf KBE, Coliforme, E.coli und Enterokokken untersucht. Zur gleichen Zeit wurden auch Sedimentproben (MENNE) auf Myxobakterien untersucht. Die Ergebnisse waren äußerst interessant und korrelierten mit den Erwartungen und auch den Ergebnissen von B. Menne. (Weitere Untersuchungen in dieser Richtung sind 1997 geplant, ev. auch vom Maulaufloch).

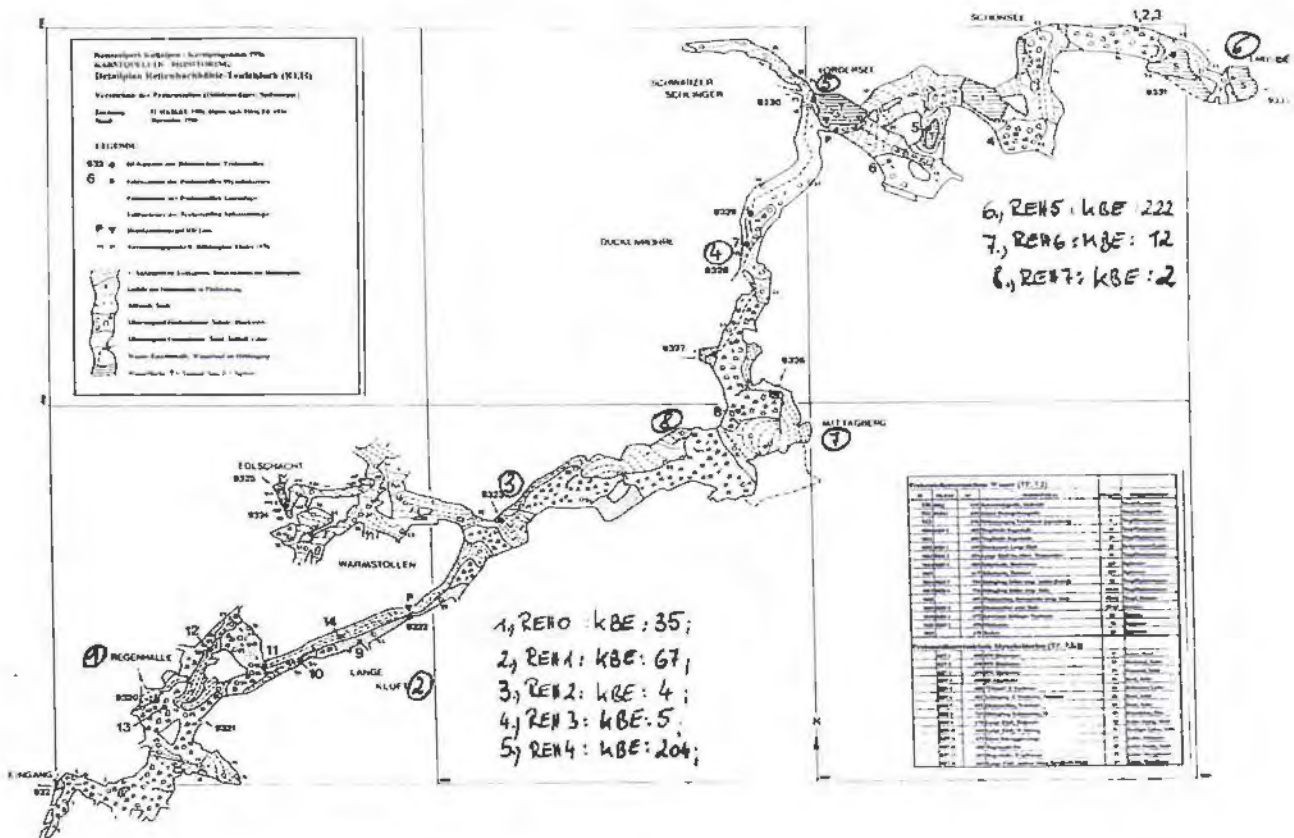
Rettenbachhöhle (Hintergebirge) Mikrobiologie vom 26.10.1996

Entnahme-Standort	Zeit	KBE	E.Kokken	Coliforme	E.coli
REH0 Wasser von Wand; in Regenhalle	16:15	35	0	0	0
REH1 Lacke am PG Lange Kluft;	10:30	67	0	0	0
REH2 leicht durchströmenden Wasser; Abzweigung Warmstollen	16:00	4	0	0	0
REH3 Wasser von Wand; untere Drückerröhre	11:30	5	0	0	1
REH4 von leicht durchströmter Lacke am Auslauf Vordersee	12:00	204	1	1	0
REH5 Entnahme am Endsee	12:30	222	0	3	0
REH6 Wasser von Wand beim Mittagsberg-N	13:30	12	0	0	0
REH7 Wasserentnahme von Wand am Mittagsberg-E	14:00	2	0	0	0

Tab.: 11

Siehe Karte nächste Seite:

Detailplan Rettenbachhöhle- Teufelsloch (REH) mit KBE-Daten vom 26.Oktober 1996:



4. Diskussion:

Seit 1994 werden im Rahmen des Forschungsprojektes „Karst“ im NP Kalkalpen Wasserproben genommen und auf ihre Mikrobiologie hin untersucht. Ziel dieser Studie war es, einerseits einen Überblick über die Situation und Belastung von Karstquellen zu bekommen und andererseits neue Kenntnisse im Bereich der mikrobiologischen Prozesse im Karst zu gewinnen. Auch wir gingen vorerst vom epidemiologischen Ansatz für eine Datengewinnung aus. Die Ergebnisse der letzten drei Jahre stellen immerhin eine bis jetzt einmalige Dimension an gewonnenen Datenmaterial dar und zusammen mit den Ergebnissen anderer Fachdisziplinen bestehen Möglichkeiten, von rein hygienischen Untersuchungsparametern wegzukommen.

Festgestellt werden kann, daß Quellen, die aus sehr tiefem Karst stammen, auch geringere Keimbelastungen aufzeigen und in ihrem Jahresverlauf recht konstant verlaufen. Anders ist es an Quellen, die von einem oberflächennahen Einzugsgebiet stammen und auch wesentlich mehr Keimmaterial, v.a. Fäkalkeime mitführen. Dieser Ansatz wurde auch von PAVUZA und TRINDEL(1985) in einer Studie aufgezeigt, wo die Bedeutung der Klüftigkeit des Gesteins (Abstand, Transmissivität, Dimension) als mikrobiologisch wirksamer Parameter herausgestellt wird.

Die Erkenntnis, daß auch pathogene Keime längere Verweilzeiten im Karst haben können, erfordert erneut Interpretationen von output -Materialien. Bekannt ist vor allem E.coli mit seinen äußerst guten Anpassungsformen an andere Lebensbedingungen. Ausgehend von seinem ursprünglichen Aufenthaltsort im Darm, kann er lange „Hungerstrecken“ auch außerhalb dieses Milieus überleben und sich auch bei viel niedrigeren Temperaturen vermehren. E. coli entwickelt hochpathogene Formen, wie E.coli 157(Seroty), wo bei Übertragung von Tier auf Mensch eine Gefahr für die menschliche Gesundheit besteht. Epidemiologisch könnte ein erhöhter Eintrag von E.coli aus Regionen mit erhöhtem Rinderbestand ev. auch in Quellen an Bedeutung gewinnen. Beobachtungen von FLINT,

1987 zeigen, daß E.coli um so besser überleben kann, je sauberer und kälter das Nährmedium ist (MENNE 1996). Von dieser Perspektive aus gesehen stellt sich unweigerlich die Frage: Ist die Filterwirkung im Karst wirklich so gering, oder gibt es Möglichkeiten für Bakterien neue Lebensräume (Nischen) zu besiedeln? Wie hoch ist der Anteil, der an der Quelle gemessenen Keimzahl, zur tatsächlich in ihr existierenden Mikroflora? Was passiert in der „Black box“ bis zum Austritt?

Die Einbringung der gewonnenen mikrobiologischen Daten in die Basisarbeit „Carbonatolyse und Biokonservierung ...“ von B.MENNE (1996) ist sicherlich wertvoll. Arbeiten bezüglich dieser Fragestellungen sind ansatzweise bereits in diesem Jahr begonnen worden.

Es hat sich für die im Monitoring-beprobten Karstquellen herausgestellt, daß sie sich keineswegs in ihrer Qualität und Quantität vereinheitlichen lassen. Unterschiede lassen sich jahreszeitlich erkennen; bei einigen Quellen (Fiba, Fiq, Amq, Weis) sind die Ergebnisse von Jahr zu Jahr annähernd konstant. Andere schwanken von Jahr zu Jahr in derselben Jahreszeit sehr stark; hier sieht man wiederum deutlich den Einfluß des Einzugsgebietes bzw. den Typus von Karstquelle. Auch war interessant zu erkennen, daß die Keimausschüttung nicht mit dem Ereignis konform sein muß, denn Quellschüttung verglichen mit der KBE Verfrachtung sind in ihren Ganglinien nicht unbedingt linear. Diese Erkenntnisse lassen sich bei den Intensivkampagnen am besten beschreiben (siehe auch Endbericht 1995, Mikrobiologie an Karstquellen). Aufgrund von noch ausständigen Daten bezüglich Niederschlag, Schüttung, Schwebstoffe, DOC-Werte,... kann für 1996 noch keine genauere Interpretation abgegeben werden. Im Mittelpunkt der Untersuchungen nächsten Jahres, steht eine fortführende Interpretation all dieser Schwerpunkte. Weitere Untersuchungen hinsichtlich der Partikelfrachten und Keimzahlen sind, in Verbindung mit DOC-Analysen, sicherlich aussagekräftig. Die Korrelation von gewonnenen Daten aus der Rettenbachhöhle mit denen der Myxobakterien waren ausschlaggebend für weitere Untersuchungen in Höhlen. In der Rettenbachhöhle wurden an 8 Stellen Proben entnommen

und auf KBE und Fäkalindikatoren hin untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass die quantitative Verteilung der Keime sehr stark von der Entfernung des Karstwasserspiegels abhängig ist. Auch die Ergebnisse von MENNE, der zur gleichen Zeit Proben auf Myxobakterien untersuchte, wieder spiegeln diese Tatsache.

Ein interessanter Ansatzpunkt wäre weiters die Untersuchung der Höhlenwände auf z.B. E.coli usw., als möglicher Aufenthaltsort dieser Bakterien. Auch sollten Verknüpfungen mit limnologischen Daten aufgenommen werden.

5. Literaturverzeichnis

HASEKE, H. (1996a): Karstquellenmonitoring und Ereigniskampagne 1995. Jahresberichte 1995 Nationalpark Karstprogramm. Nationalpark Kalkalpen.

HASEKE, H.(1996b): TP 1603-7.1.&7.2./96: Forschungsprojekt Karstquellen-Monitoring und Ereigniskampagne 1996. - Bericht für den Nationalpark Kalkalpen, Molln-Salzburg, Dezember 1996.

HIRSCH, P.,and RADES-ROKOHL,E. et al. (1992): Morphological and taxonomic diversity of groundwater microorganisms. In „Progress in Hydrochemistry“ (G..Matthess,et al) pp.311-325. Springer-Verlag, Heidelberg.

MENNE, B. (1996a): Myxobakterien in der Rettenbachhöhle. Eine karstmikrobiologische Studie. - 19. S., unveröff. Studie i.A. des Nationalparkes Kalkalpen, Mühlacker (BRD) August 1996.

MENNE, B. (1996b): Carbonatolyse und Biokonservierung als Mechanismen der Verkarstung und Speläogenese. - Manuskript vor Veröffentl., Mühlacker 1996.

MENNE, B. (1996c): Manganhaltige Ablagerungen in der Rettenbachhöhle (Kat.Nr. 1651/1, OÖ) und ihre Zusammenhänge mit mikrobiologischen Prozessen.- Manuskript vor Veröffentl., Mühlacker 1996.

PAVUZA, R.; TRAINDL, H.(1985): Zur Hydrochemie und Bakteriologie alpiner Karstwässer. Die Höhle 36(4): 123-142, Wien.

RHEINHEIMER, G. (1991): Mikrobiologie der Gewässer. 5.Aufl.,Jena:G.Fischer.

SCHMIDT, S. (1996): Mikrobiologische Beprobung, Analyse und Auswertung der Quellwässer. Projektendbericht Teil 1 Karstprogramm 1995; NP-Kalkalpen.

SCHMIDT, S. (1996): Konzeptive Weiterentwicklung des Nationalparklabors und versuchsweise analytische Behandlung, Projektendbericht Teil 2 Karstprogramm 1995; NP-Kalkalpen.

TOCKNER, K. (1996): Schwebstoffe und organische Kohlenstoffverbindungen in ausgewählten Quellen des Nationalparkgebietes „Nördliche Kalkalpen“, Endbericht (Pr. 1603-7.6./95)