

# II | 1 Chemisch-physikalisches und mikrobiologisches Monitoring: Die Wasserqualität im NP Gesäuse

Von HARALD HASEKE


Quellwassermessungen geben uns nicht nur eine gewisse Sicherheit, dass das kühle Nass für den menschlichen Genuß bekömmlich ist, sondern sie verraten uns auch Details über ökologische Ausschlusskriterien, wie z.B. zu hohe oder niedere Temperaturen oder möglicherweise toxisch wirkende oder überhohe Konzentrationen an bestimmten Inhaltsstoffen.

Nach den vorliegenden Messungen sind die Gesäusequellen typische Karbonatquellen mit mäßiger und unauffälliger basischer Mineralisierung, geringer Härte, einer sehr guten chemischen Wasserqualität und mit meist niederen, gelegentlich mittelhohen Verkeimungsraten. Natürlich gibt es dabei einige „Ausreißer“: Quellen aus dem Gipsstein der tiefsten Trias (Johnsbach) sind sehr hoch mineralisiert, solche aus Mooren und aus quarzitischen Gesteinen mineralarm und zum kleinen Teil versauert. Einige Dolomitquellen sind praktisch keimfrei und können ohne Bedenken als Trinkwasser genutzt werden (Weißenbachl, Rohrlochquellen, Zigeunerbrunnen). Hohe Verkeimungsraten sind dagegen in etlichen Almquellen festzustellen.

Die nachfolgend beschriebenen Messungen wurden im Rahmen von vier Quellmonitoring-Kampagnen im September 2004 und 2005 sowie im Juni und September 2006, in der Mehrzahl aber während der vier „Quellwochen Gesäuse“ im Juli 2007, Juli 2008, Juli 2009 und Juni 2010 durchgeführt. Alle Quellwochen fanden bei stabilem Schönwetter statt. Die nachfolgend beschriebenen Messungen umfassen 97 Quellen. Die Mehrzahl der Quellen wurde nur einmal gemessen.

## II | 1 | 1 HYDROPHYSIK UND FELDWERTE

Tab. 1 | QUELLMESSUNGEN NATIONALPARK GESÄUSE  
2004–2010: Feldwerte, Extremwerte und Quartile (Sample: 154)

	Schüttung	Temperatur	Leitfähigkeit	pH	Sauerstoff O <sub>2</sub>	Sättigung O <sub>2</sub>
	l/s (approx.)	°C	µS/25°	--	mg/l	%
Minimum	<0,01	1,9	11	4,08	3,89	54
Quartil 1 (25 %)	0,30	5,0	185	7,78	9,82	94
<b>Median (50 %)</b>	<b>2,00</b>	<b>6,2</b>	<b>216</b>	<b>8,00</b>	<b>10,60</b>	<b>98</b>
Quartil 3 (75 %)	10,00	6,9	262	8,18	11,13	101
Maximum	386,00	23,0	2.480	8,67	12,27	123

## II | 1 | 1 | 1 WASSERSPENDE, SCHÜTTUNGEN

Die Wassermengen-Angaben sind teils Schätzungen, sodass die Werte eher als Kategorien anzusehen sind, teils sind es Messungen (Tracer-Verdünnungsmethode). Bei den ökologischen Untersuchungen liegt das Schwergewicht nicht auf den großen talnahen Karst-



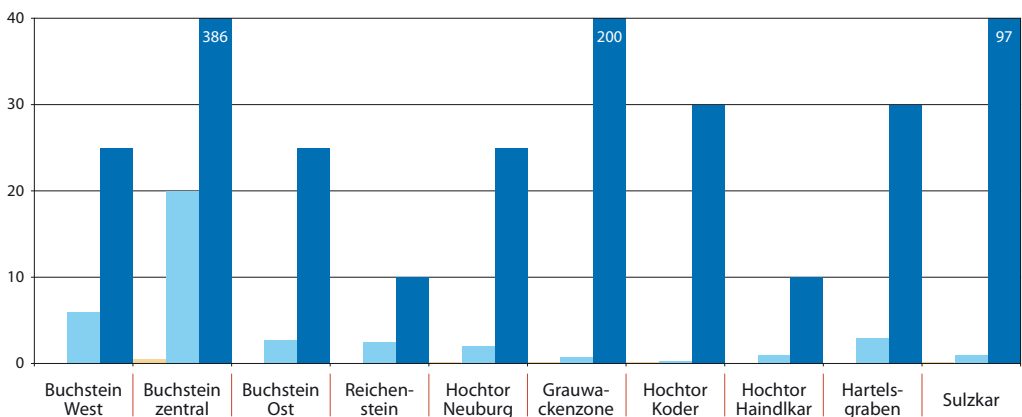
quellen, sondern auf mittleren und kleinen Quellbiotopen. Das entspricht den im Gesäuse mehrheitlich angetroffenen Verhältnissen. Mit den – im Gesamtmedian 2,0 Sekundenliter starken – Quellen ist im Gebietsquerschnitt aber eher die kräftigere Fraktion vertreten (der Median aller 642 erfassten Quellen liegt bei 0,25 l/s). Es ist noch zu berücksichtigen, dass einige Angaben nur den jeweils gemessenen Strang eines Quellhorizontes berücksichtigen, nicht aber die Gesamtschüttung (z.B. Weißenbach: Angabe Monitoring 15–20 l/s, Gesamtschüttung: 390 l/s). Mit „Null“ sind einige Messungen an Traufen oder Helokrenen vermerkt, die so minimal durchsickert sind, dass der Durchfluss nicht geschätzt werden kann. Lediglich eine gänzlich trocken gefallene Quelle wurde während der Quellwochen registriert (Langgries). Die stärksten untersuchten Quellen liegen am westlichen und zentralen Buchstein (Rohr-Gstatterboden). Durchwegs kleine Quellen wurden in der Reichensteingruppe (Gofer, Langgries) und im Haindlkar aufgesucht.



Abb. 1 | Durchfluss-Messgefäß mit E-Pumpe zur Erzielung gleichartiger Feldmess-Ergebnisse. Die gezeigte Probenstelle wäre ohne diese Ausrüstung kaum sinnvoll erfassbar. Probenstelle: Neuburgmoor NEUMO | Foto: C. Meisch, 2007

Diagramm 1 | Quellmessungen NP Gesäuse 2004–2010 – Teilgebiete  
**QUELLSCHÜTTUNGEN (DURCHFLOSS)** in Liter / Sekunde

■ Minimum ■ Median ■ Maximum



## II | 1 | 1 | 2 WASSERTEMPERATUREN

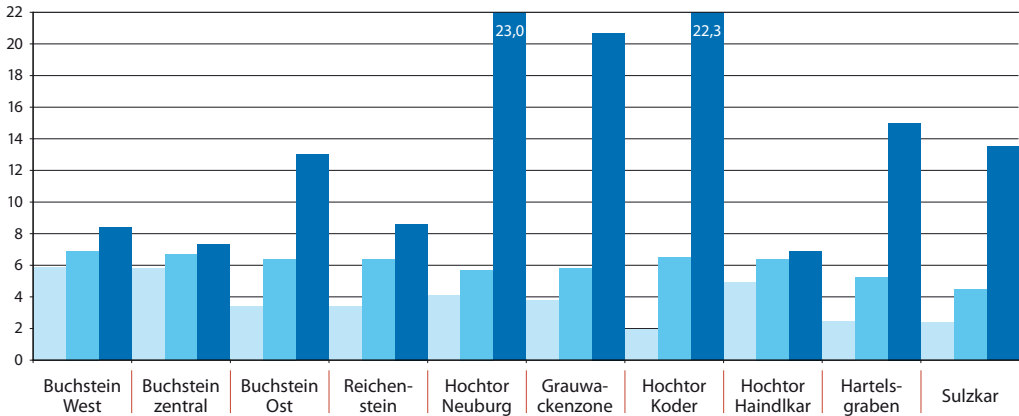
Die Temperaturwerte weisen die Nationalparkquellen mit dem Medianwert  $T = 6,2\text{ °C}$  als sehr kühl mit einer geringen Amplitude aus („kaltstenotherme“ Gewässer). Zwischen hochgelegenen Almquellen und talnahen Großquellen gibt es dabei kaum Unterschiede, da für letztere die Höhenlage des Einzugsgebietes und nicht der Austrittsort ausschlaggebend ist. Karstquellen im Tal sind daher meist sehr deutlich unterkühlt. So liegen auch die drei Quartilen mit kaum  $2\text{ °C}$  Differenz ( $5,0\text{--}6,9\text{ °C}$ ) sehr eng beisammen. Besonders stetig sind wiederum Haindlkar und Buchstein. Die unteren Extremwerte sind von hoch gelegenen, „saukalten“, sichtlich schneewassergenährten Felsquellen bestimmt. Nach oben hin kamen die Maxima durch gut besonnte Quelltümpel oder flach überrieselte Sumpfquellen in den Almgebieten zustande.

Die sehr gleichmäßigen Temperaturverhältnisse in den Quellen sind – gemeinsam mit der kontinuierlichen Wasserführung – einer der wichtigsten Steuerungsfaktoren für die Lebewelt. Eukrenal- und Hypokrenalstrecken frieren nicht zu, erwärmen sich aber auch kaum und haben meist ausgeglichene Schüttungen ohne „Katastrophendynamik“ und Geschiebetrieb. Ökologisch gesehen sind es Oasen der Ruhe in einem turbulenten Gesamtlebensraum. Das gilt auch für die kleinen Quellen, die sich in ihrem Temperaturgang oft kaum von großen Karstquellen unterscheiden.

Diagramm 2 | Quellmessungen NP Gesäuse 2004–2010 – Teilgebiete

### WASSERTEMPERATUREN DER QUELLEN | Temperatur in °C

■ Minimum ■ Median ■ Maximum



## II | 1 | 1 | 3 LEITFÄHIGKEIT (GESAMTMINERALISIERUNG)

Der Leitfähigkeitswert, ein sehr aufschlussreicher Feldparameter, ist weitgehend konform mit der Gesamthärte, die im Karst der Karbonathärte adäquat ist und als Summenäquivalent der Erdalkalien  $\text{Ca}^{2+}$  und  $\text{Mg}^{2+}$  berechnet wird. Im Allgemeinen sind die Wässer des Nationalparks weich bis mäßig hart, wie es für Karstverhältnisse typisch ist. Der Median von  $216\text{ Mikrosiemens/cm}$  ( $\mu\text{S/cm}$ , = Kehrwert des Ohm'schen Widerstandes) entspricht etwa  $6\text{--}7^\circ$  deutscher Härte ( $^\circ\text{dH}$ ). Damit ist das gemessene Sample um einiges mineralärmer



als jenes der Monitoring-Quellen in den Nationalparks Berchtesgaden und Oberösterreichische Kalkalpen.

Sehr weiche Wässer (unter 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  oder 2–3  $^\circ\text{dH}$ ) kommen aus moorigen Grundwasserkörpern oder aus Silikaten der Grauwackenzone. Mittelharte Vertreter (300 bis 350  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) finden sich vor allem in Dolomit- und Mischgebieten aus Kalk/Mergel/Dolomit in mittlerer Höhenlage. Noch stärker mineralisierte Quellen entstammen fast immer tiefen Kluftwasserspeichern und Gesteinen mit evaporitischen oder salinaren Horizonten. Die härtesten Gesäusequellen erreichen fast 2.500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  oder  $>40$   $^\circ\text{dH}$ . Sie befinden sich am Südrand des Gebietes in der tiefen Trias der Teilgebiete Johnsbach-Neuburg und Johnsbach-Koder (Haselgebirge, Gips).

Diagramm 3 | Quellmessungen NP Gesäuse 2004–2010 – Teilgebiete

**LEITFÄHIGKEITSWERTE** | Leitfähigkeit in Mikrosiemens/cm (25  $^\circ$ )

Minimum Median Maximum

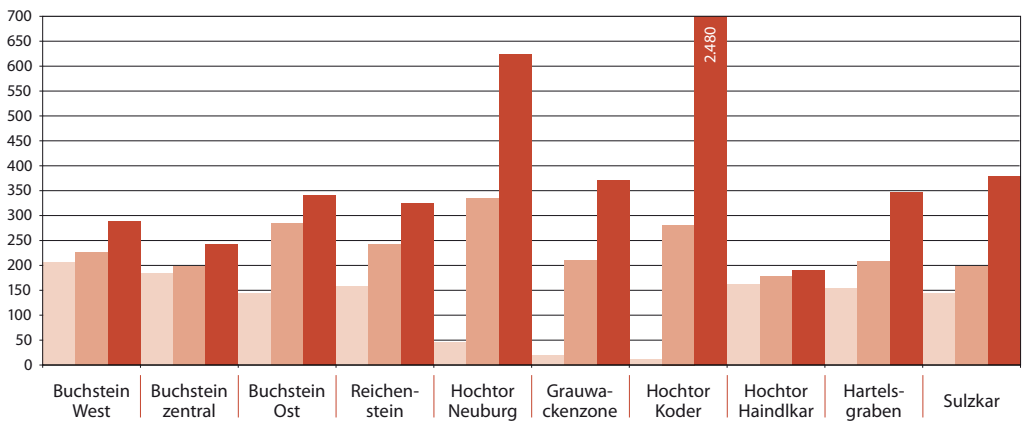
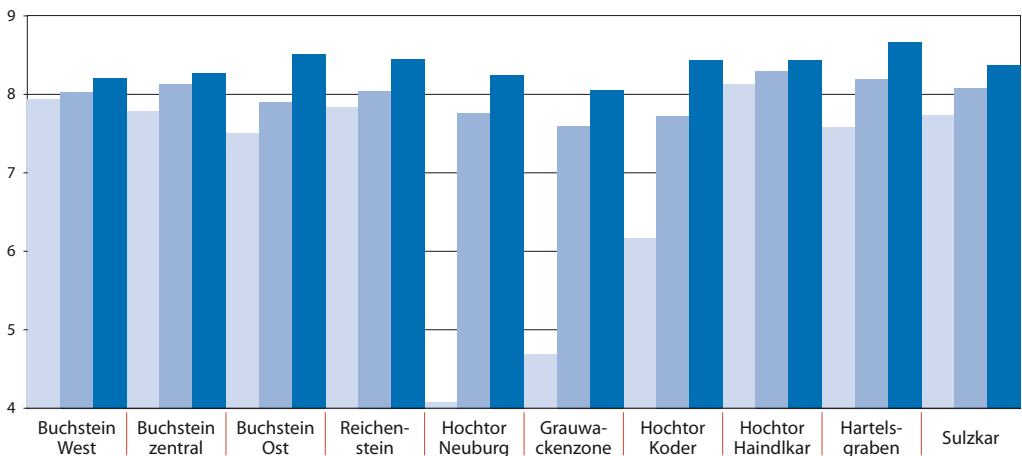


Diagramm 4 | Quellmessungen NP Gesäuse 2004–2010 – Teilgebiete

**WASSERSTOFF-IONEN** | pH-Werte der Quellen

Minimum Median Maximum



## Säuregrad des Wassers, pH-Werte (vgl. Diagr. 4, S. 55)

Die Quellen des Nationalparks sind im Karbonatgebiet ganzjährig basisch, in den Schieferalpen und in moorigen Böden vereinzelt ziemlich sauer. Das betrifft ausschließlich die kalkalpin-schiefrigen Übergangszonen im hinteren Johnsbachtal bzw. am Südrand der Hochtorgruppe. Die pH-Werte als Indikatoren für den Säuregrad von Kalkquellen bleiben generell über die Jahre stabil und bezeugen ein gut abgepuffertes Karbonatsystem, das mit sauren Niederschlägen gut fertig wird.

Die gesamte Amplitude der Quellen pendelt zwischen den Extremen pH 4,1 und pH 8,7 und damit in einem Spektrum der H-Ionen-Konzentration von über  $10^4$ . Der Median von pH 8,0 entspricht aber dem Wert in den Vergleichs-Nationalparks und die drei Quartilen umfassen einen gut definierten, engen Konzentrationsbereich an H<sup>+</sup>-Ionen von pH 0,3.

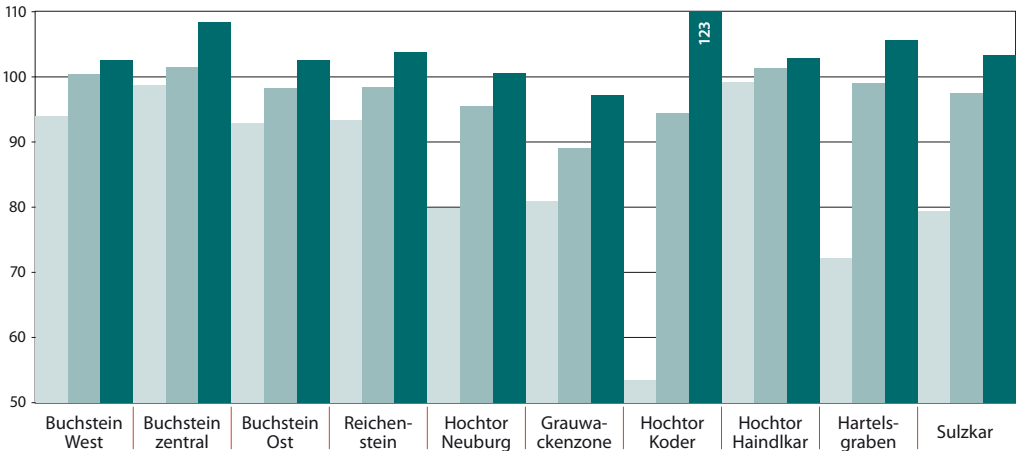
## II | 1 | 1 | 4 SAUERSTOFFVERSORGUNG DER QUELLWÄSSER

Die Bestimmung des Sauerstoffgehaltes vor Ort ist sowohl für das Verständnis des Karbonatsystems wie auch für die Biologie der Quellen wichtig.

Diagramm 5 | Quellmessungen NP Gesäuse 2004–2010 – Teilgebiete

### SAUERSTOFFSÄTTIGUNGEN in Prozent

Minimum Median Maximum




Die Quellen des Nationalparks sind fast durchwegs sauerstoffreich. Der Median liegt mit 98 % bzw. 10,6 mg/l am Sättigungspunkt und keines der Wässer hat unter 50 % O<sub>2</sub>-Sättigung. Auch die wenigen, in moorigen Wässern angetroffenen Tiefwerte stellen für aerobe Arten noch kein Problem dar. Manche Karstquellen weisen durch Luftblasenbildungen einen erheblichen Sauerstoffüberschuss auf. Extreme Sauerstoff-Unterversorgung wurde bislang nur im Tiefenbereich des meromiktischen Sulzkarsees gemessen.



- Abb. 2 | Die kälteste Gesäusequelle: Ursprung des Halsbaches HALS2 südlich unterhalb Hüpflingerhals (1.640 m), knapp unter 2 °C in einer heißen Juliwoche, ansonsten hydrologisch unauffällig | Foto: H. Haseke, 2009
- Abb. 3 | Mehr als 20 Grad wärmer: Quelltümpelchen am Gamsfriedhof westlich Rotofen (FRIED, 1.720 m) | Foto: J.-L. Moreno, 2009
- Abb. 4 | Die mit pH 6.6 schwach-saure Tümpelquelle PFUL in einer Doline an der Nahtstelle Grauwackenzone – Kalkalpen auf der Schröckermauer (1.400 m) | Foto: H. Haseke, 2006
- Abb. 5 | Stark saurer Quelltümpel DRABA (pH 4.3) auf der „Drahbank“, in phyllitischer Grauwackenzone am Gscheidegg  
Foto: H. Haseke, 2010

## II | 1 | 2 KATIONEN: CA<sup>++</sup>, MG<sup>++</sup>, K<sup>+</sup>, NA<sup>+</sup>

Tab. 2 | QUELLMESSUNGEN NATIONALPARK GESÄUSE  
2004–2010: KATIONEN, Extremwerte und Quartile (SAMPLE: 116)

	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg : Ca	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
	mg/l	mg/l	mmol %	mg/l	mg/l
Minimum	0,00	6,81	0	0,00	0,00
Quartil 1 (25 %)	2,49	30,66	10	0,14	0,09
Median (50 %)	6,49	35,45	28	0,21	0,14
Quartil 3 (75 %)	10,61	42,33	53	0,33	0,22
Maximum	64,72	549,60	100	2,17	2,19

## II | 1 | 2 | 1 KALZIUM UND MAGNESIUM

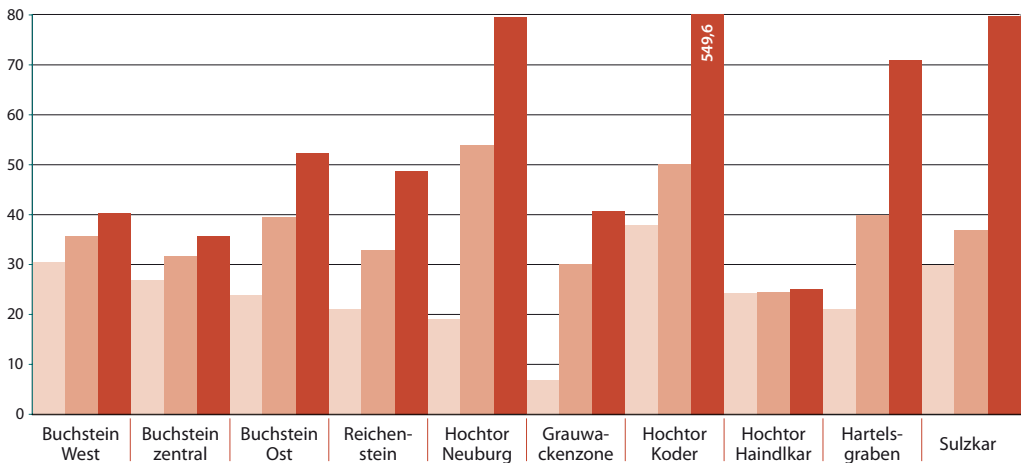
Die „Erdalkali-Ionen“ Kalzium und Magnesium zählen zu den bestimmenden Wasserinhaltsstoffen in den Karstwässern.  $\text{Ca}^{++}$  ist in der überwiegenden Anzahl der Quellen mit 30–45 mg/l vertreten und  $\text{Mg}^{++}$  mit 3 bis 10 mg/l. Etwas überraschend ist, dass hier die Grauwackenzone nicht sonderlich aus dem Rahmen fällt. Die Quellgesteine sind hier zwar älter, aber im Chemismus den Kalkalpen meist durchaus ähnlich. Die überhohen Werte kommen ausschließlich in Quellen mit Kontakt zum Gips (Kalziumsulfat) der tiefen Trias vor, sehr mäßige Konzentrationen in Silikatquellen. Moorige Wässer wurden nicht gemessen, weil meist gar keine Ionen des Karbonatsystems nachweisbar sind.

Das Verhältnis der Erdalkalien zueinander ist aussagekräftig bezüglich des Speichergesteines. So sollten „echte“ Dolomitquellen ein Konzentrationsverhältnis nahe 1:1 bzw. Faktor 100 haben (als Äquivalente in  $\text{mmol}/\text{m}^3$ ). Das wird im Nationalpark Gesäuse annähernd in einigen Wässern in den tieferen Dolomitpaketen erreicht, z. B. in den Großquellen der Buchsteingruppe oder talnahe an Johnsbach und Enns. Ausgeprägt magnesiumarm sind die typischen Kalkquellen, am meisten in der zentralen Hochtorggruppe, wo kaum Dolomitgesteine anstehen.

Diagramm 6 | Quellmessungen NP Gesäuse 2004–2010 – Teilgebiete

**KALZIUMGEHALTE** |  $\text{Ca}^{2+}$  in mg/l

Minimum Median Maximum



## II | 1 | 2 | 2 KALIUM UND NATRIUM

Im Gegensatz zu den Erdalkalien Mg und Ca gelten  $\text{K}^+$  und  $\text{Na}^+$  als „bodenbürtig“, stammen also aus dem organischen Kreislauf und nicht aus dem Speichergestein. In Karst- und Kluft wässern sind diese Ionen marginal vertreten, weil die Aufdüngung in den spärlichen Karstböden meist sehr gering ist bzw. kaum überschüssiges Substrat vorhanden ist. Kalium wird noch dazu an Glimmern und Montmorillonit irreversibel adsorbiert. Diese Mineralien



Diagramm 7 | Quellmessungen NP Gesäuse 2004–2010 – Teilgebiete

**MAGNESIUMGEHALTE** |  $Mg^{2+}$  in mg/l

Minimum Median Maximum

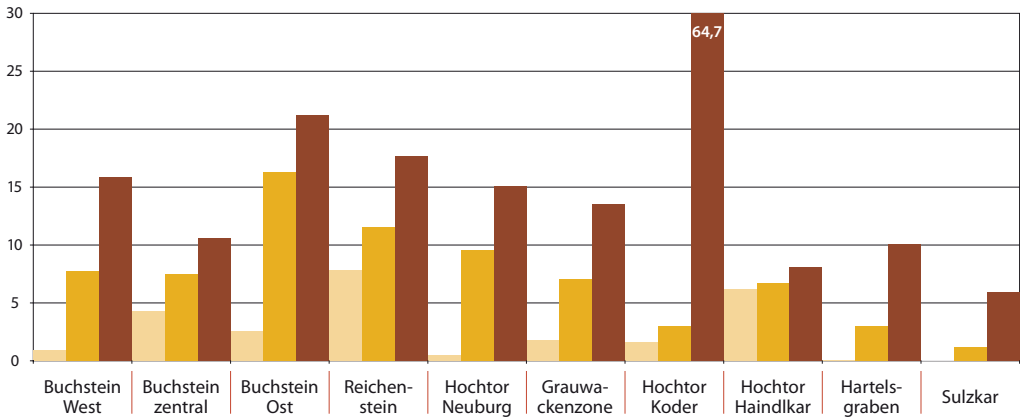
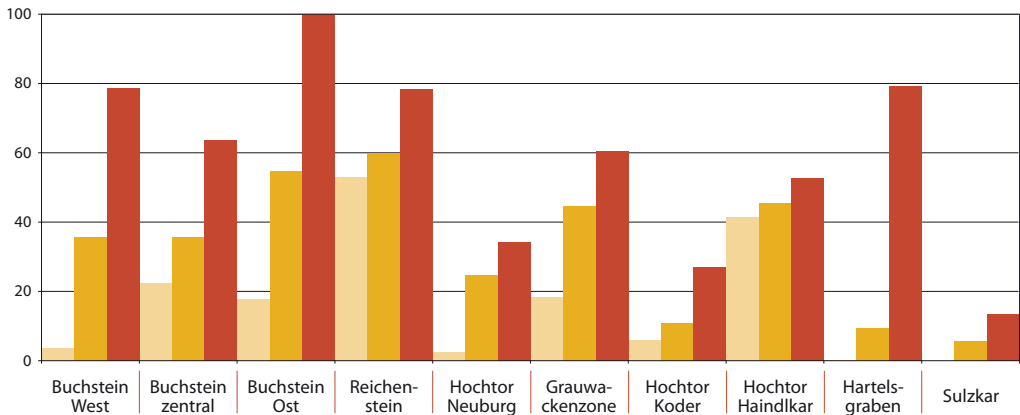


Diagramm 8 | Quellmessungen NP Gesäuse 2004–2010 – Teilgebiete

**KALZIUM-MAGNESIUM-VERHÄLTNISSE** |  $Mg^{2+}$  = % von  $Ca^{2+}$ -Gehalt in mmol / Liter

Minimum Median Maximum




kommen reichlich in Höhlen- und Residual-Lehmen der Karstmasse vor. So kommen die beiden Ionen nur mit Bruchteilen eines Milligramms pro Liter Wasser in die Quellwässer durch und nur wenige „Ausreißer“ übertreffen diese Marke. Interessanterweise sind bei Natrium nicht nur die Gipsquellen in Johnsbach im Spitzenfeld, sondern auch die Dolomitquelle „Zigeunerbrunnen“ nahe der Bundesstraße im Ennstal (dabei handelt es sich vermutlich um den Eintrag von Streusalz, weil auch Chlorid signifikant vorhanden ist).



II | 1 | 3 ANIONEN:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^{2-}$ 

 Tab. 3 | QUELLEMESSUNGEN NATIONALPARK GESÄUSE  
 2004–2010: ANIONEN Extremwerte und Quartile (SAMPLE: 116)

	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Minimum	0,10	0,00	0,47	14,28
Quartil 1 (25 %)	0,24	2,07	1,65	122,19
<b>Median (50 %)</b>	<b>0,30</b>	<b>2,70</b>	<b>2,50</b>	<b>135,90</b>
Quartil 3 (75 %)	0,40	3,73	4,08	165,08
Maximum	9,03	10,57	1.019,39	247,67

Hydrogenkarbonat ist bei den Anionen naturgemäß dominant, da es mit den Erdalkali-Ionen das Karstsystem komplettiert. Adäquat zur geringeren Härte des Wassers sind auch hier die mittleren Konzentrationen niedriger als in den beiden anderen Kalkalpen-Nationalparks.

Chlorid tritt nur in Ausnahmefällen (Auslaugung von Steinsalz an der Kalkalpenbasis) als gesteinsbürtig auf. Im Karst wird Chlor als „mobiles Ion“ gewertet, das nur durchgespült wird. Der dadurch ausgedrückte allgemeine Level erreicht lediglich 0,2 bis 0,4 mg/l. Signifikant erhöhte Werte kommen nur in den Gipsquellen in Johnsbach und im straßennahen „Zigeunerbrunnen“ vor – hier ist, wie schon erwähnt, der Einfluss der winterlichen Straßensalzung, die im Nationalpark leider auch heute noch stattfindet, zu vermuten.

Stickstoff (als Nitrat NO<sub>3</sub>-N) kann ebenfalls in den Niederschlägen als regional erhebliche Immission nachgewiesen werden und der Nährstoffeintrag kommt fast einer ökologischen Kreislaufwirtschaft nahe, sodass Hochmoore irreversibel aufgedüngt werden. Im Bergland ist Nitrat ein Problemzeiger aus der Landwirtschaft und wird als Parameter für den Eintrag von Dünger interpretiert, die im Nationalpark Gesäuse gemessenen Werte bleiben generell unterhalb der strengsten Trinkwassernormen und sind im Hinblick auf eine ökologisch spürbare Nährstoffbefruchtung des Wassers irrelevant. Im Vergleich zu den zwei anderen Kalkalpen-Nationalparks in Oberösterreich und Bayern ist das Gesäuse am wenigsten nitratbelastet.

Schwefel in Form von Sulfid (SO<sub>2</sub>), wie es im Niederschlag auftritt, dringt im Karbonat kaum bis zu den Quellen durch. Einträge von Schwefel aus der Luft sind also nicht bemerkbar. Sulfat (SO<sub>4</sub>) ist im Quellwasser dagegen als überwiegend „gesteinsbürtig“ teils massiv gelöst und wird aus Evaporiten verschiedener Gesteinshorizonte ausgelaugt („Eindampfungsgesteine“ wie Gips und Salz, z.B. Haselgebirge / Permoskyth, Raibler Schichten / Karn). Höhere Werte weisen daher stets auf das Vorhandensein eines gipshaltigen Gesteines hin. Das allgemeine Sample ist im Gesäuse sehr niedrig, wie generell in der Dachsteinkalk-Fazies. Im Nationalpark Oberösterreichische Kalkalpen (Wetterstein- und Hauptdolomitfazies) liegt der Level um einiges höher. Die „Ausreißer“ entspringen sämtlich um Johnsbach und korrespondieren mit permoskythischen Gipslagerstätten. Einige weitere deutlich sulfat-erhöhte Austritte dürften mit den mitteltriadischen Raiblerschichten in Kontakt sein.



Diagramm 9 | Quellmessungen NP Gesäuse 2004–2010 – Teilgebiete

**Nitratgehalte** |  $\text{NO}_3$ -Nitrat in mg/l

■ Minimum ■ Median ■ Maximum

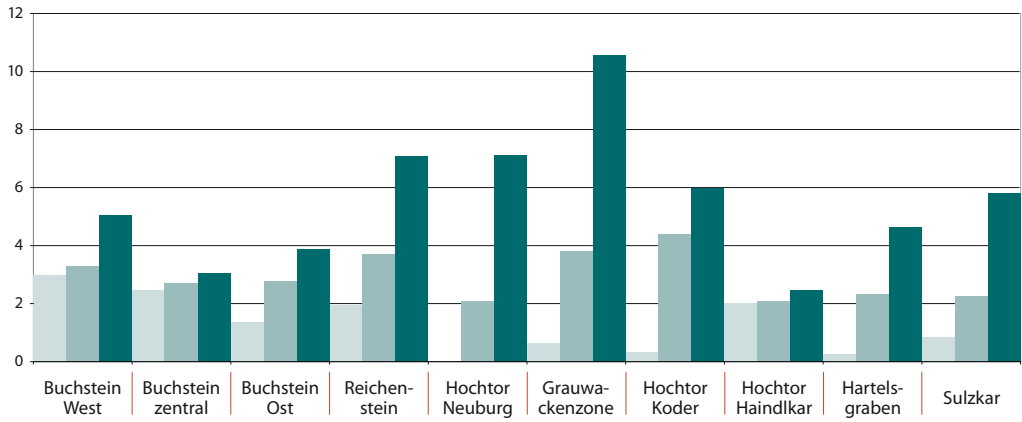


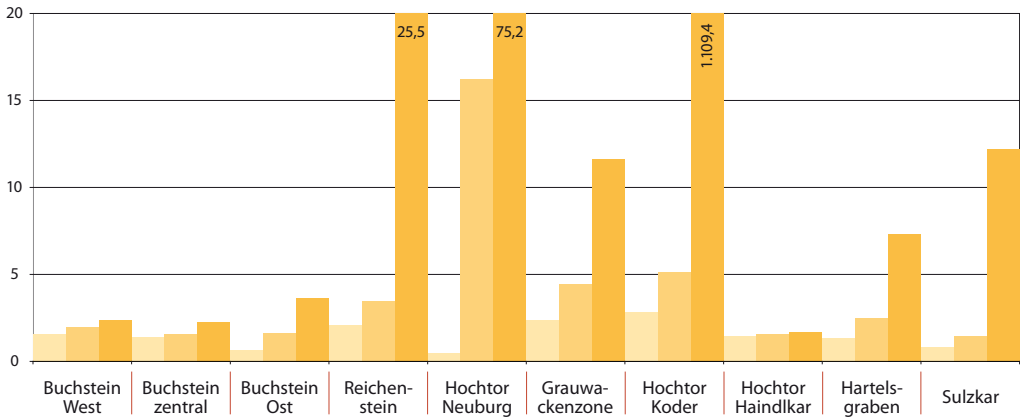
Abb. 6 | Bizarre Laugformen am anstehenden Permoskyth-Gips der Quellen am „Zachen Schuach“. Die sehr gute Löslichkeit des Gipsgesteines führt zu hohen Kalzium- und Sulfatgehalten im Wasser | Foto: C. Grohmann, 2009



Diagramm 10 | Quellmessungen NP Gesäuse 2004–2010 – Teilgebiete

**SULFATGEHALTE** | SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-Gehalt in mg / Liter

Minimum Median Maximum



## II | 1 | 4

**ORGANOLEPTISCHE WERTE (Trübung, Ak 254 nm, Ak 436 nm) UND MIKROBIOLOGIE**

Tab. 4 | QUELLMESSUNGEN NATIONALPARK GESÄUSE

2004–2010: ORGANOLEPTIK und MIKROBIOLOGIE – Extremwerte und Quartile (SAMPLE: 116)

	Trübung	Tönung 1 UV	Tönung 2 gelb-braun	CFU 22°	Enterokokken	Coliforme	E. Coli
	TE <sub>Formazin</sub>	AK <sub>254nm</sub>	AK <sub>436nm</sub>	KZ/ml	KZ/100ml	KZ/100ml	KZ/100ml
Minimum	0,01	0,12	0,00	0	0	0	0
Quartil 1 (25 %)	0,26	0,66	0,06	9	0	0	0
<b>Median (50 %)</b>	<b>0,3</b>	<b>1,1</b>	<b>0,1</b>	<b>38</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
Quartil 3 (75 %)	0,37	1,89	0,16	132	2	13	2
Maximum	3,87	57,60	4,80	1.540	224	unzählbar	97

Die „organoleptischen“ Werte, die objektive Aussagen über Trübung, Farbtönung und Bakterienfracht von Wässern erlauben, sind in mehrfacher Hinsicht für die Karstwasserdynamik und die Frage nach den Einzugsgebieten interessant. Quellen aus großen, grundwasserartigen Speichern mit langsamem Umsatz haben hier meist Null- bis Minimalwerte, während „seichte“, aus Kluft- und Höhlensystemen gespeiste und am Witterungsgeschehen unmittelbar beteiligte Karstquellen sprunghaft wechselnde und zeitweise sehr hohe Frachten aufweisen.

 II | 1 | 4 | 1 **TRÜBUNG**

Die Trübung (in „Trübe-Einheiten“ TE, Formazin-Eichung) und die Tönung der Quellwässer werden als Durchlicht-Parameter bei bestimmten Wellenlängen ermittelt und geben



einen sehr generellen Überblick der Feinstoff-Frachten bzw. der komplexeren (meist organischen) Inhaltsstoffe des Wassers. Eine Aussage über die Art der Schwebstoffe bzw. der Verursacher von Wassertönungen ist mit dieser Methode kaum möglich. Mineralogische Analysen in ähnlichen Gebieten haben aber gezeigt, dass starke Trübungen von Karstwässern hauptsächlich aus remobilisierten Tertiärlehmen (Lagerstätten in Dolinen und Höhlensystemen) herrühren. Welche Auswirkungen oftmalige starke Trübungen auf das Benthos haben könnten, ist kaum bekannt. Probleme dürfte vor allem die abgesetzte Feinsuspension machen. An einigen Dolomitquellen ist die Versiegelung der Sohle mit weißlichem Gesteinsschlamm zu sehen. Diese Quellen sind relativ artenarm.

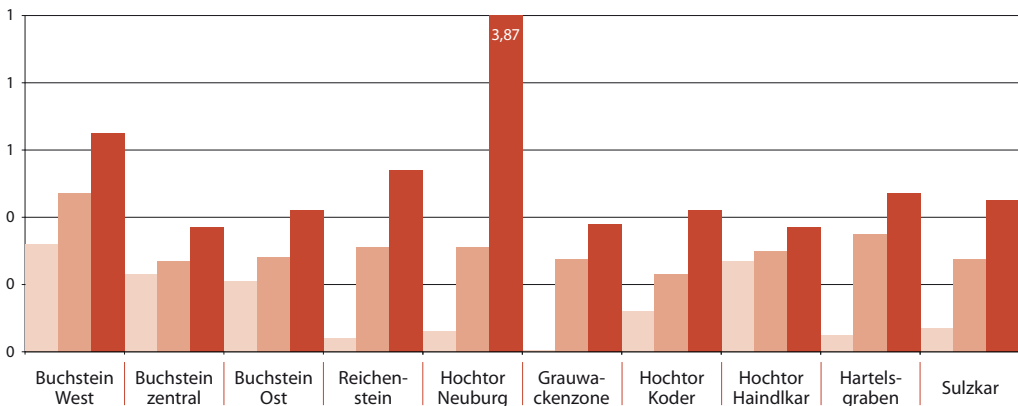
Hinsichtlich der Partikelführung sind die Gesäuse-Quellen meist ungetrübte Wässerchen im besten Sinn des Wortes. Allerdings ist zu beachten, dass Trübungen vor allem bei Front- und Gewitterdurchgängen auftreten und dass solche Situationen beim legendären Wetterglück der Quellwochen kaum gegeben waren.

Bei den ausgewiesenen Werten handelt es sich um eine Art „Grundrauschen“, das bei allen Quelltypen ziemlich konstant war. Die Quartile liefern fast auf den Zehntel genau den selben Wert. Die höheren Werte kommen ausnahmslos aus kleinen zertrampelten Almquellen mit sehr feinem Bettsediment, das bei den Probenahmen etwas aufgewirbelt wurde. Bei den Tiefstwerten ist der Ausdruck „glasklar“ wirklich angebracht. Interessant ist, dass dieses Attribut nicht nur die Tiefquellen um Gstatterboden, sondern auch die meisten Austritte in der Grauwackenzone betrifft.

Diagramm 11 | Quellmessungen NP Gesäuse 2004–2010 – Teilgebiete

#### TRÜBUNGSWERTE | TE (Formazin)

Minimum Median Maximum



## II | 1 | 4 | 2 TÖNUNG, FÄRBUNG (ABSORPTIONSSPEKTREN)

In der Standard-Analytik werden hauptsächlich zwei Spektren zur Ermittlung der Lichtabsorption gemessen. Der Absorptionskoeffizient AK (früher auch „Extinktionsmodul“) bei 254 Nanometer Lichtwellenlänge bezeichnet die Durchlässigkeit für UV-Licht und gilt als Orientierungsziffer für „organic contents“. Tatsächlich ergaben parallele DOC-Messungen stets tendenziell gleichlaufende Ergebnisse zu diesem Messwert, besser noch zum selten

verwendeten Modul 295 nm. Als hoch befrachtet treten hier die anmoorigen Wässer um die Neuburgalm in Erscheinung.

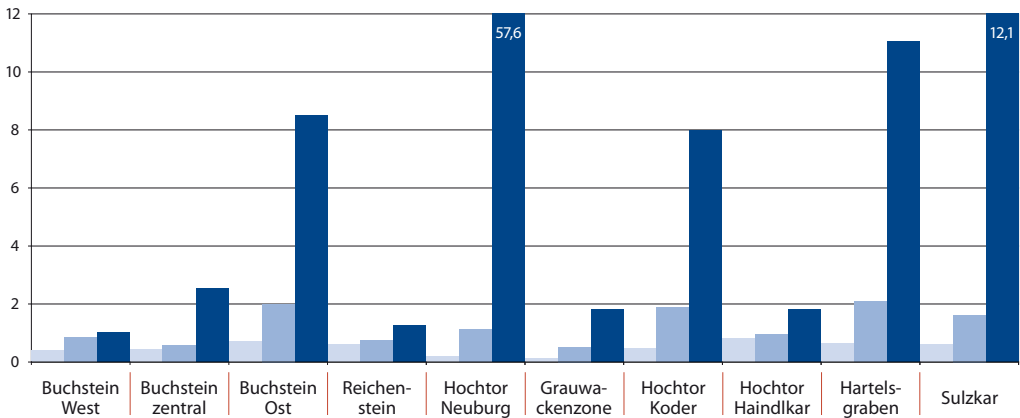
Das Modul 436 nm steht für bräunlich-gelbliche Tönung des Wassers und ist keiner bestimmten Stoffgruppe zuzuordnen. Die generell ruhige Situation während der Messkampagnen hielt auch die Färbung der Wässer auf einem sehr niedrigen Level. Die Spitzenwerte lieferten auch hier die schon erwähnten moorigen Almquellen.

Da die beiden Parameter in Quellen fast immer parallel verlaufen, ist nur das 254-Nanometer-Modul in der Grafik dargestellt.

Diagramm 12 | Quellmessungen NP Gesäuse 2004–2010 – Teilgebiete

**TÖNUNGSWERTE | 254 nm der Quellen** | Adsorptionskoeffizient AK 254 nm

■ Minimum ■ Median ■ Maximum



## II | 1 | 4 | 3 MIKROBIOLOGIE, VERKEIMUNGSFRACHTEN (KBE, FÄKALBAKTERIEN)

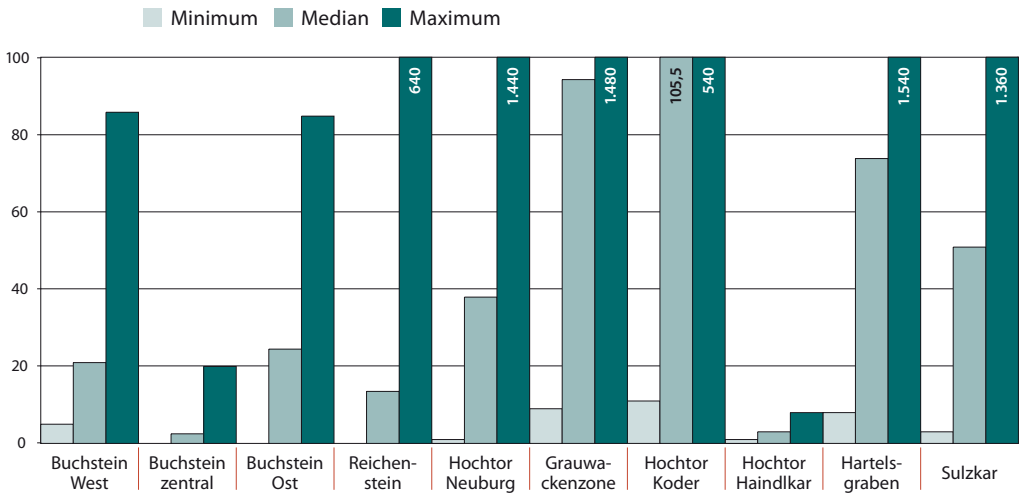
Mikrobiologie in Quellen und Karsthöhlen ist ein sehr komplexes Thema, dessen Erforschung erst am Anfang steht. Die weitständigen Klüfte und Wasseradern im Karstgebirge sind für Einzeller ohne Probleme durchlässig, und die raschen Abstandsgeschwindigkeiten sorgen dafür, dass Keime von der Oberfläche rasch zur Quelle gelangen. Spezialisierte Bodenbakterien wie z. B. Myxobakterien besiedeln allerdings auch die unterirdischen Spaltlückenräume und sind vermutlich ein wichtiger Teil der oligotrophen subterranean Nahrungskette. Die Analyse der Keimführung von Quellwasser orientiert sich an der Trinkwasseranalyse. Hier werden standardmäßig nur die KBE bzw. CFU (Aerobe Koloniebildende Einheiten, *Colony Forming Units*) und einige Bakterien ausgezählt, die (Darm)symbionten von Säugetieren sind und mit Fäkalien ins Wasser geschwemmt werden. Diese relativ leicht nachweisbaren Mikrobionten dienen als Anzeiger für das potenzielle Vorkommen von Krankheitserregern im Wasser. Die „fakultativ pathogenen Keime“ *Escherichia coli*, Coliforme Bakterien und Enterokokken sind im Lebensraum Quelle allochthon, werden also nur durchgeschwemmt. Nach einer gewissen Zeit außerhalb des Symbiosepartners sterben sie ab, wobei die Organismen in kaltem Reinwasser weitaus länger überleben als früher angenommen wurde.

Versuche, die autochthone Mikrobiontenfauna von Höhlen und Quellen zu bestimmen, haben zum Nachweis hunderter verschiedener Arten geführt und stehen noch ganz am



Diagramm 13 | Quellmessungen NP Gesäuse 2004–2010 – Teilgebiete

**GESAMTKEIMZAHLEN** | KBE/CFU | Anzahl der Keime in 1 ml Wasser

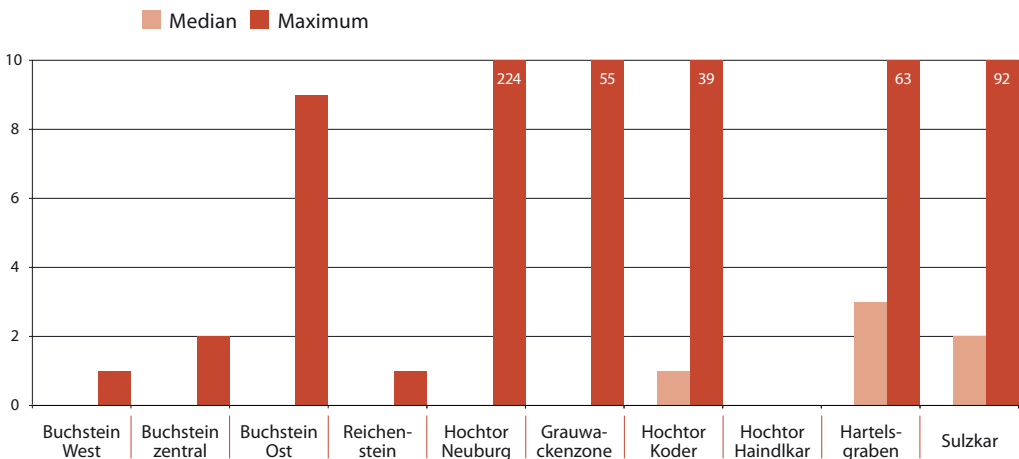


Anfang. Strenggenommen sagt die Trinkwasseranalyse nur etwas über die Eignung des Rohwassers für den menschlichen Genuss, aber nichts über die Lebewelt eines Quellbiotops und über die Biofilme der lichtlosen Spaltlückenräume im Gestein aus. Die Wertung des Wassers in „gut“ oder „schlecht“ aus dem rein nutzenorientierten Blickwinkel der Trinkwasser-Eignung ist daher unbefriedigend und für die Biozönosen absolut nicht relevant.

Im Nationalpark Gesäuse müssten demnach fast drei Viertel der gemessenen Quellen als „belastet“ gelten. Immerhin 27 % aller Messungen weisen Keimfreiheit im hygienischen Sinn auf. Damit sind die Werte bislang besser als in den beiden Vergleichs-Nationalparks. Geradezu abnorm keimfrei sind die beiden tiefen, aus der Gesäusestörung entspringenden

Diagramm 14 | Quellmessungen NP Gesäuse 2004–2010 – Teilgebiete

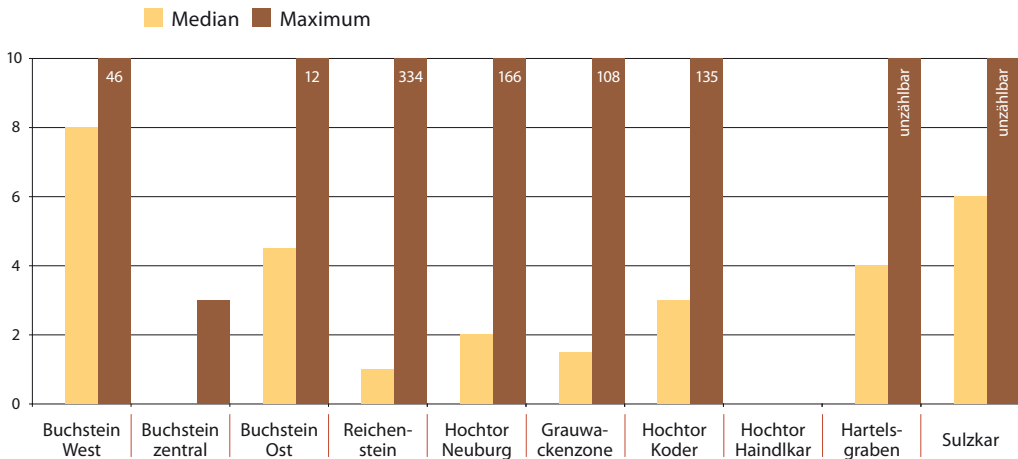
**VERKEIMUNG MIT E. COLI-BAKTERIEN** | Anzahl der Keime in 100 ml Wasser



Quellhorizonte Rohrloch und Weißenbachl (beide oberhalb Gstatterboden), weiters die Siebenbrünn, der Zigeunerbrunnen, die größeren Goferquellen und die große Tuffquelle im Schröckengraben. Das deutet auf jahrelange Durchlaufzeiten in abgedichteten Kluftwasserkörpern und/oder auf weitgehend saubere Einzugsgebiete hin. Solche finden sich ausschließlich in felsigen oder bewaldeten Zonen. Signifikant und ein gewohntes Bild im alpinen Karst: Kaum ein Almbrunnen findet sich bei den „sauberen“ Quellen; zahlreiche Quellen im Weidegebiet zählen aber zu den stark belasteten.

Diagramm 15 | Quellmessungen NP Gesäuse 2004–2010 – Teilgebiete

**VERKEIMUNG MIT COLIFORMEN BAKTERIEN** | Anzahl der Keime in 100 ml Wasser



## II | 1 | 5 METHODIK – MESSWERT-ERMITTLUNG

### Standardisierte Durchfluss-Messzelle

Die „Durchflusszelle“ dient dazu, eine einheitliche Anströmung der Sonden und damit vergleichbare Feldparameter zu erhalten. In ein PET-Ausgleichsgefäß von einem Liter Inhalt wird mittels einer kleinen Elektropumpe das Wasser unmittelbar aus der Quellöffnung angesaugt. Bei halber Füllhöhe des Kanisters leiten PVC-Schläuche eine sanft strömende Wassermenge in vier außen angebrachte Sondenhalter mit Überlaufbohrung, sodass eine immer gleiche Eintauchtiefe der Sonden gewährleistet ist. Ist ein Einsatz der Pumpe nicht möglich, wird das Wasser anderweitig in das Gefäß eingeleitet.

### Labor- und Feldanalyse

#### Feldmessung

**Schüttung:** Für die Anschätzung der Schüttung gibt es keine Regeln, sie erlaubt nur eine Kategorisierung der Quellen in Größenklassen. An einigen Quellen wurden Durchflussmessungen mittels der Tracer-Verdünnungsmethode (HCl) durchgeführt. Angaben in Liter/Sekunde (l/s).

**Leitfähigkeit:** Die elektrolytische Leitfähigkeit wurde mit WTW-Geräten und mit Hach-Lange-Geräten gemessen. Diese werden jedes Quartal neu kalibriert (Bestimmung der Zellkonstante). In die Daten bank werden nur evaluierte Messwerte aufgenommen. Angaben in MikroSiemens  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (25 °C).



**Temperatur:** Die Temperatur der Luft wurde mit einem kleinen Digitalthermometer, die des Wassers immer mit dem verwendeten Leitfähigkeitsmessgerät gemessen. Alle LF-Messgeräte sind kalibriert und die Werte können auf ein geeichtes Thermometer zurückgeführt werden. In die Datenbank wurden nur evaluierte Messwerte aufgenommen. Angaben in °C.

**pH-Wert:** Der pH-Wert wurde mit temperaturkompensierten WTW- und Hach-Lange-Messgeräten gemessen. Die Geräte werden bei Inbetriebnahme täglich kalibriert und unterwegs in definierten Abständen (meist halbtags) kontrolliert.

**Sauerstoffgehalt:** Auch der Sauerstoffgehalt wurde mit WTW- und Hach-Lange-Messgeräten bestimmt. Der Parameter ist nur mit der Anwendung der Durchflusszelle verlässlich! Angaben in mg/l und Sättigung in Prozent.

### Labormessung

**Magnesium, Calcium, Kalium, Natrium:** Die Bestimmungen wurden auf einem Ionenchromatograph (DIONEX 100) mit der Säule IonPac CS-12 (10–32) bei Range 100 und auf Metrohm 761 mit der Säule Metrosep C4 (20µl für Ca+Mg, 40µl für K+Na) durchgeführt. Zur Kalibration wurden 5 Mischstandards verwendet. Die Integration erfolgte mit Peaknet 4.3 (Dionex) bzw. mit IC-NET2.3 (Metrohm). Zur Probenvorbereitung wurde die Wasserprobe durch ein 0,45 µm Filter filtriert und angesäuert. Probenkonservierung durch Tiefrieren. Angaben in mg/l.

**Chlorid, Nitrat, Sulfat:** Die Bestimmungen wurden auf einem Ionenchromatograph (DIONEX 100) mit der Säule IonPac AS4A-SC-12 (10-32) bei Range 10 und auf Metrohm 761 mit der Säule Metrosep ASupp5 (20µl) durchgeführt, ansonsten selbe Prozedur wie bei Ca/Mg. Angaben in mg/l.

**Säurekapazität (Hydrogenkarbonat):** Die Proben wurden mit HCl ( $c=0,1$  mol/l) bis zum pH 4,3 titriert. Die Endpunkterkennung erfolgte mittels kalibriertem pH-Meter. Die Bestimmungen wurden auf einem Metrohm Titri- no 736GP durchgeführt. Angaben in mg/l.

**Trübe:** Die Messung der Trübe erfolgte mit einem Messgerät der Fa. Aqua Lytic (Turbidimeter AL 1000) und WTW (Turb 430IR). Das Gerät ist mit Formazin-Standards geeicht. Angaben in Trübeeinheiten (TE).

**Absorptionskoeffizienten ( $\lambda=254$ ;  $\lambda=436$ ):** Die Messungen erfolgten mit einem Spectralphotometer (Milton Roy, Spectronic 1201) in einer 5 cm Durchflussküvette. Um den Absorptionkoeffizienten [ $m^{-1}$ ] zu erhalten wird die gemessene Absorption durch 0,05 m (Küvettenlänge) dividiert.

### Mikrobiologie

**Gesamtkeimzahl:** Ansatz mit DEV-Nährgelatine (Merck) bzw. 3M Petrifilm für aerobe Gesamtkeimzahl, Bebrütung 48 Stunden bei 22 °C. Angabe in Keimzahl pro ml (KBE oder CFU/ml).

**Escherichia coli und Coliforme Keime:** Ansatz Coli ID Fertignährmedium (bioMerieux). Einzelnachweis mit Lactose und Tryptophan-Bouillon (Merck). Angabe in Keime pro 100 ml.

**Enterokokken:** Ansatz mit Selektiv-Agar nach Slanetz und Bartley (Merck). Einzelnachweis mit Enterokokken-Selektiv-Bouillon (Merck). Angabe in Keime pro 100 ml.

#### **Anschrift des Labors:**

DI (FH) ELMAR PRÖLL  
Nationalpark Allee 1 | A-4591 Molln  
mailto:elmar.proell@kalkalpen.at

#### **Anschrift des Verfassers:**

Dr. HARALD HASEKE  
Krumau 62 | A-8911 Admont  
mailto:harald.haseke@gmx.at



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Nationalparks Gesäuse](#)

Jahr/Year: 2012

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s): Haseke-Knapczyk Harald

Artikel/Article: [II 1 Chemisch-physikalisches und mikrobiologisches Monitoring: Die Wasserqualität im NP Gesäuse. 52-67](#)