



Mikrobielles Leben im Untergrund stabiler als erwartet

1. Juli 2025 | Universität Texas / Eawag

Themen: Ökosysteme

Mikrobielle Gemeinschaften, die tief unter der Erde im Grundwasser von Lavey-les-Bains leben, bleiben das ganze Jahr über überraschend stabil, obwohl sich die Zusammensetzung des Wassers saisonal verändert. Das zeigt eine Studie von Eawag-Forschenden, die dazu beiträgt, geothermische Systeme und das mikrobielle Leben im tiefen Untergrund besser zu verstehen.

Thermale Grundwassersysteme, wie sie in den Alpen beispielsweise bei Lavey-les-Bains auftreten, sind natürlich warme, unterirdische Gewässer, die zum Teil als heisse Quellen an der Erdoberfläche austreten. Diese Systeme sind reich an Gasen und Mineralien. Sie beherbergen aber auch Ökosysteme, in denen Mikroben ohne Sonnenlicht existieren, indem sie Schwefel, Eisen oder Wasserstoff für ihren Stoffwechsel nutzen. Es ist jedoch schwierig, diese mikrobiellen Gemeinschaften zu untersuchen, da ihre Lebensräume kaum zugänglich sind. Daher ist das Wissen über thermale Grundwassersysteme, die auch wegen ihres Potenzials für die klimafreundliche Energiegewinnung von Interesse sind, nach wie vor begrenzt.

Eine kürzlich in der Zeitschrift «Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)» erschienene Studie wirft nun ein Licht auf diese verborgenen Ökosysteme. Sébastien Giroud von der Abteilung Wasserressourcen & Trinkwasser des Wasserforschungsinstituts Eawag untersuchte im Rahmen seiner Doktorarbeit, wie die Mikroben im Untergrund auf saisonale Veränderungen der chemischen Zusammensetzung des Wassers reagieren. Dafür beprobte das Team um Giroud das Grundwasser ganzjährig in Tiefen zwischen 200 und 500 Metern. Dabei wurden gelöste Ionen, Wasserisotope und Edelgase gemessen, um die Variabilität in der Wasserchemie zu erfassen. DNA-Sequenzierung lieferte ausserdem Informationen zu Veränderungen in der mikrobiellen Zusammensetzung.



Eine der Messstellen in Lavey-les-Bains, wo Thermalwasser aus 200 m Tiefe gepumpt wird. Das mobile Gasanalysegerät («miniRuedi») im orangenen Koffer analysiert die im Thermalwasser enthaltenen Gase.
(Foto: Sébastien Giroud, Eawag)

Die Ergebnisse zeigen Unerwartetes: Obwohl geochemische Indikatoren wie die elektrische Leitfähigkeit und die Konzentration gelöster Gase klare saisonale Schwankungen in der Zusammensetzung des Wassers anzeigen, bleiben die mikrobiellen Gemeinschaften stabil. Verantwortlich für die variierende Zusammensetzung des Wassers ist die jahreszeitlich unterschiedliche Mischung von jüngerem, oberflächennahem und altem Grundwasser aus der Tiefe innerhalb des Thermalsystems. Das hat vor allem mit der Schneeschmelze und der damit verbundenen Grundwasserneubildung im Sommer zu tun. Die mikrobiellen Gemeinschaften, deren Zusammensetzung mit der Tiefe variiert, verändern sich im Jahresverlauf hingegen kaum: So dominieren in 200 m Tiefe schwefelabbauende Bakterien, während in 500 m Tiefe Bakterien vorherrschen, die Sulfat, Eisen oder Wasserstoff nutzen.

Diese Ergebnisse legen nahe, dass nicht die Wasserzusammensetzung, sondern andere Umweltbedingungen, in diesem Fall die Temperatur, das mikrobielle Leben in tiefen kontinentalen Grundwassersystemen bestimmen. Zudem zeugen die Daten von der bemerkenswerten Widerstandsfähigkeit mikrobiellen Lebens tief in der Erde. «Die Annahme, dass alles Leben im Untergrund von den Bedingungen an der Oberfläche beeinflusst werden, wird damit relativiert», sagt Sébastien Giroud. Umso genauer gelte es aber abzuklären, so der Forscher, was Eingriffe im Untergrund – etwa die Entnahme oder das Zuführen von Wärme –


```

mh0dHA6Ly93d3cudzMub3JnLzE5OTkveGxpbmsilHg9ljBweClgeT0iMHB4liB2aWV3Qm94P
SlwIDAgMTIiIHNoeWxIPSJlbnFibGUtYmFja2dyb3VuZDpuZXcgMCAwIDEyIDEyOylgeG
1sOnNwYWNIPSJwcmVzZXJ2ZSI+PHN0eWxIIHR5cGU9InRleHQvY3Nzlj4uc3Qwe2ZpbGw6
lzg4ODg4ODt9PC9zdHlsZT48cGF0aCBpZD0iQm9yZGVyIjBjbGFzc20ic3QwliBkPSJNMTEsM
TFIMFYwaDExVjExeiBNMTAsMUgxdjloOVYxeilvPjxnIGlkPSJJbm5lcil+PHJlY3QgeD0iMilgeT
0iNSIgy2xhc3M9InN0MCIgd2lkdGg9IjciGhlaWdodD0iMSIvPjwvZz48L3N2Zz4=)}.extbase-
debugger{display:block;text-align:left;background:#2a2a2a;border:1px solid #2a2a2a;box-
shadow:0 3px 0 rgba(0,0,0,.5);color:#000;margin:20px;overflow:hidden;border-radius:4px}.ext
base-debugger-floating{position:relative;z-index:999}.extbase-debugger-
top{background:#444;font-size:12px;font-family:monospace;color:#f1f1f1;padding:6px
15px}.extbase-debugger-center{padding:0 15px;margin:15px 0;background-image:repeating-
linear-gradient(to bottom,transparent 0,transparent 20px,#252525 20px,#252525
40px)}.extbase-debugger-center,.extbase-debugger-center .extbase-debug-string,.extbase-
debugger-center a,.extbase-debugger-center p,.extbase-debugger-center pre,.extbase-
debugger-center strong{font-size:12px;font-weight:400;font-family:monospace;line-
height:20px;color:#f1f1f1}.extbase-debugger-center pre{background-color:transparent;margin:
0;padding:0;border:0;word-wrap:break-word;color:#999}.extbase-debugger-center .extbase-
debug-string{color:#ce9178;white-space:normal}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
type{color:#569CD6;padding-right:4px}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
unregistered{background-color:#dce1e8}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
filtered,.extbase-debugger-center .extbase-debug-proxy,.extbase-debugger-center .extbase-
debug-ptype,.extbase-debugger-center .extbase-debug-visibility,.extbase-debugger-center
.extbase-debug-scope{color:#fff;font-size:10px;line-height:12px;padding:2px 4px;margin-
right:2px;position:relative;top:-1px}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
scope{background-color:#497AA2}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
ptype{background-color:#698747}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
visibility{background-color:#698747}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
dirty{background-color:#FFFFFFB6}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
filtered{background-color:#4F4F4F}.extbase-debugger-center .extbase-debug-seeabove{text-
decoration:none;font-style:italic}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
property{color:#f1f1f1}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
closure{color:#9BA223;}Extbase Variable Dumparray(3 items) publications => '34784' (5
chars) libraryUrl => '' (0 chars) layout => '0' (1 chars) Extbase Variable Dumparray(1 item) 0
=> Snowflake\Publications\Domain\Model\Publicationprototypepersistent entity (uid=34784,
pid=124) originalId => protected34784 (integer) authors => protected'Giroud,&nbsp;S.;
Deng,&nbsp;L.; Lever,&nbsp;M.&nbsp;A.; Schilling,&nbsp;O.&n
bsp;S.; Kipfer,&nbsp;R.' (99 chars) title => protected'Resilience of deep aquifer microbial
communities to seasonal hydrological fl
uctuations' (86 chars) journal => protected'Proceedings of the National Academy of
Sciences of the United States of Amer
ica PNAS' (84 chars) year => protected2025 (integer) volume => protected122 (integer)
issue => protected'23' (2 chars) startpage => protected'e2422608122 (9 pp.)' (19 chars)
otherpage => protected'' (0 chars) categories => protected'thermal aquifer; deep microbial
communities; noble gases; geomicrobiological' (76 chars) description => protected'The
influence of seasonal variations in temperature and precipitation on sub
surface biogeochemical processes remains poorly understood. In the Lavey-les
-Bains thermal system in the Swiss Alps, annual variations in electrical con
ductivity are observed to depths of 500 m, suggesting a potential link to su

```

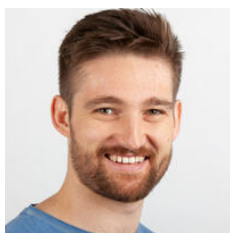
surface environmental changes. Here we show, through year-round analyses of stable water isotopes, noble gases, and conductivity, that seasonally varying contributions of shallow groundwater from the Rhône alluvial aquifer mix with deep groundwater. Despite vertically similar fluid geochemical compositions suggesting high hydrological connectivity, microbial communities exhibit significant depth-dependent variation with minimal seasonal change. This decoupling of dynamic water source partitioning and stable microbial community structure has not been previously observed and fills a critical gap in our understanding of geothermal systems and microbial life in the deep subsurface. At 200 m, the communities are dominated by sulfur-disproportionating Bacteria (*Dissulfurispira*) and Micrarchaeota, while at 500 m the major groups include sulfate- and iron-reducers and/or hydrogen-oxidizers (Thermodesulfobacteriota, and Bathyarchaeota). Our study highlights the resilience of terrestrial subsurface microbial communities to temporal variations in water sources and fluid composition. We propose that intrinsic environmental properties - such as temperature - are more critical drivers of microbial community structure in hydrologically connected deep aquifers than seasonal hydrological changes.' (1623 chars) serialnumber => protected'0027-8424' (9 chars) doi => protected'10.1073/pnas.2422608122' (23 chars) uid => protected34784 (integer) _localizedUid => protected34784 (integer)modified _languageUid => protectedNULL _versionedUid => protected34784 (integer)modified pid => protected124 (integer) Giroud, S.; Deng, L.; Lever, M. A.; Schilling, O. S.; Kipfer, R. (2025) Resilience of deep aquifer microbial communities to seasonal hydrological fluctuations, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America PNAS*, 122(23), e2422608122 (9 pp.), doi:10.1073/pnas.2422608122, [Institutional Repository](#)

Finanzierung / Kooperationen

Eawag ETH Zürich Universität Basel University of Texas at Austin Kanton Wallis

[Projekt-Website](#)

Kontakt



Sébastien Giroud

Tel. +41 58 765 5388

sebastien.giroud@eawag.ch



Oliver Schilling

Tracer Hydrogeologie

Tel. +41 58 765 5931

oliver.schilling@eawag.ch



Rolf Kipfer

Tel. +41 58 765 5530
rolf.kipfer@eawag.ch



Claudia Carle

Wissenschaftsredaktorin
Tel. +41 58 765 5946
claudia.carle@eawag.ch

<https://www.eawag.ch/de/info/portal/aktuelles/newsarchiv/archiv-detail/mikrobielles-leben-im-untergrund-stabiler-als-erwartet>