



# 10 forschungsnewsletter

**Juni 2006**

**Wie Frösche miteinander reden**

**Mumien bewirken Nachhaltigkeit in peruanischem Dorf**

**Nanopartikel: Fleißige Zwerge in lebenden Zellen**

**Legierungen im Härtetest der Materialphysik**

## Wie Frösche miteinander reden



Walter Hödl, Biologe

Vor 30 Jahren verschlug es den Biologen Walter Hödl zum ersten Mal in das damals noch als „grüne Hölle“ verrufene Amazonasgebiet; seitdem hat er in über 40 Forschungsaufenthalten insgesamt rund sieben Jahre im tropischen Südamerika verbracht. Zielobjekt seiner – wissenschaftlichen – Begierde ist ein Pfeilgiftfrosch, genauer gesagt dessen Kommunikationsweisen. In einem neuen internationalen Projekt geht er der Frage nach, wie sich die Rufe der Froschmännchen auf den Fortpflanzungserfolg auswirken.

Sein Schlüsselerlebnis hatte Walter Hödl 1978: Beim Abhören einer Tonbandaufnahme eines Rufs der Pfeilgiftfroschart *Epipedobates femoralis* kam ihm ein Individuum dieser Froschart aus zehn Metern Entfernung entgegengesprungen und versuchte, in den Lautsprecher hineinzukriechen. Der so angelockte Frosch begann in der Folge selbst zu rufen – „damit war klar, dass es sich bei dem Tier um ein Männchen handeln musste, denn die Froschweibchen sind stumm“, erklärt Hödl – und wollte ihn mit seinen aggressiven Rufen offensichtlich als vermeintlichen Reviereindringling vertreiben. „So war die Idee geboren, diese Froschart als bioakustisches Untersuchungsobjekt heranzuziehen“, sagt Hödl, der seine Tätigkeit seither vorwiegend der Kommunikation unter Fröschen widmet.



Rufendes Pfeilgiftfrosch-Männchen

### **Möglichst wenig invasiv**

Diese tagaktive, häufig vorkommende Froschart mit einem großen Verbreitungsareal und auffälligen Anzeigerufen eignet sich hervorragend für Freilandakustik-Versuche. Ihr Lebensraum ist gut begehbar, und diese Frösche zeigen kaum Beeinflussungen durch den Beobachter. „Genau so sollte Forschung funktionieren: Die Tiere werden im Gelände möglichst wenig invasiv untersucht. Damit ergeben sich am Ende auch authentische Forschungsergebnisse“, erklärt Walter Hödl sein Credo.

### **Akustische Einflüsse auf Evolution**

Seit 2002 verfolgt Hödl in seinen Forschungsprojekten die Absicht, den Einfluss der akustischen Umwelt auf die Evolution unterschiedlicher Rufmuster und phonotaktischer Verhaltensweisen bei den Fröschen darzustellen. In seinem im Februar 2006 abgeschlossenen FWF-Projekt untersuchte ein internationales Team von WissenschaftlerInnen mittels verhaltensökologischer und molekulargenetischer Methoden die geografisch unterschiedlichen Rufmuster, den Verwandtschaftsgrad und die Reaktionsbereitschaft der Frösche auf unterschiedliche Lautäußerungen.



Die Froschattrappe „Roborana“

### **„Roborana“**

Um die verschiedenen Populationen bestmöglich beobachten zu können, entwickelte Hödl eine elektromechanische Froschattrappe, von den ForscherInnen liebevoll „Roborana“ genannt. Das naturgetreu nachgebildete Modell sitzt auf einem steuerbaren Drehteller – als Aststück getarnt – und ist mit einem Lautsprecher zum Vorspielen der akustischen Signale versehen. Besonders wichtig: Der Froschdoppelgänger besitzt wie sein natürliches Vorbild eine Schallblase, die sich bei den Rufen aufblähen kann. Durch die Versuchsanordnung war es möglich, das visuelle Signal der Schallblase vom akustischen Signal des Anzeigerufs zu entkoppeln, was in der Natur untrennbar miteinander verbunden ist. Die Ergebnisse zeigten, dass lediglich die visuelle Komponente der vibrierenden Schallblase Aggressionen beim Artgenossen auslöst: Waren sowohl die aufgeblähte Schallblase als auch die Anzeigerufe aktiv, wurde „Roborana“ heftig angesprungen. Beim akustischen Reiz alleine blieb diese Reaktion aus und die Attrappe wurde ignoriert.

### **Vom Waldläufer zum Projektmanager**

An dem Projekt waren ForscherInnen aus verschiedenen Ländern beteiligt: ZoologInnen aus Kolumbien, Brasilien, Peru, Französisch-Guyana, Deutschland, Großbritannien und Österreich. Ausgewertet wurden die Daten in Wien und Bogotá (Bioakustik) und in Sheffield (Molekulargenetik). „Vor dreißig Jahren befand ich mich alleine als Waldläufer mit meinem Tonbandgerät in Amazonien, ohne Portugiesischkenntnisse, ohne geeignete Wohnmöglichkeiten und ohne Labor. Heute bin ich Projektmanager, der zwar im Gelände noch die Vorarbeiterrolle einnimmt, sich aber an der Universität vorwiegend mit den organisatorischen Aufgaben des Projekts beschäftigt“, beschreibt Hödl den Wandel in der modernen Forschung.

### **Ab November wieder im Amazonas**

Ein neues FWF-Projekt startet im Juni. Es widmet sich wieder der Männchen-Männchen-Kommunikation bei den Pfeilgiftfröschen und soll klären, wie sich der

Fortpflanzungserfolg bei akustischen Störeinflüssen verändert. Die ForscherInnen kombinieren dabei Methoden der Verhaltensbeobachtungen und Vaterschaftsanalysen. Ebenfalls untersucht wird die Variationsbreite der akustischen Signalwahrnehmung mittels Playback-Experimenten. Auch „Roborana“ wird wieder zum Einsatz kommen.

Rechtzeitig zur Fortpflanzungsperiode im November will Walter Hödl wieder bei „seinen“ Fröschen im Amazonasgebiet sein – und lauschen. Denn eines ist dem Forscher klar: „Dieser Frosch ist auf dem besten Weg, in die ‚hall of fame‘ der freilandbiologischen Verhaltens- und Evolutionsforschung zu finden“.

Department für Evolutionsbiologie der Fakultät für Lebenswissenschaften:  
<http://www.univie.ac.at/evolutionsbiologie>

Artikel in der Online-Zeitung der Universität Wien (März 2005):  
„Frosch-Kommunikation unter vollem Körpereinsatz“  
<http://www.dieuniversitaet-online.at/beitraege/news/frosch-kommunikation-unter-vollem-korpereinsatz/69/neste/5.html>

---

## Mumien bewirken Nachhaltigkeit in peruanischem Dorf



*Ulrike Bechtold  
und Harald Wilfing,  
AnthropologInnen*

**Als 1996 die Totenstadt der Chachapoya-Inkas im Nordosten Perus entdeckt wurde, brachte man die über 200 Mumien und Funde nicht wie sonst üblich in ein existierendes Museum, sondern sie wurden auf Wunsch der Bevölkerung vor Ort belassen: Im Jahr 2000 wurde mit österreichischer Unterstützung das Museo Leymebamba eröffnet. Die Nähe des Museums führte allerdings zu vielfältigen Veränderungen der Sozialstruktur des Dorfes Leymebamba. Das Projekt „Man – Nature: Leymebamba“ am Department für Anthropologie untersucht die Ängste und Hoffnungen der Bevölkerung.**

„Das Ohr auf das Dorf legen“, beschreibt die Anthropologin und Humanökologin Mag. Ulrike Bechtold ihre Arbeit der letzten drei Jahre. Mit ihrem Kollegen Ao. Univ.-Prof. Dr. Harald Wilfing, Leiter der Forschungsgruppe Humanökologie am Department für Anthropologie, untersuchte sie die Sozialstruktur des Dorfes Leymebamba (Bezirk Amazonas). Diese veränderte sich mit der Entdeckung der Nekropole in der Laguna de los Cóndores, der anschließenden Erforschung der Chachapoya-Inka unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. Horst Seidler und der Errichtung eines Museums. „Die Nähe des Museums bewirkt nicht nur eine vertiefende Identifikation mit der historischen Chachapoya-Kultur, sondern hat auch Bedürfnisse geweckt, Hoffnungen entfacht und Ängste verstärkt“, sagt Harald Wilfing.

„Wir wollten das komplexe soziale Gefüge von Leymebamba auf verschiedenen Ebenen, mittels qualitativer und quantitativer Methoden analysieren und darstellen“, so Ulrike Bechtold. Unter dem Gesichtspunkt der nachhaltigen Entwicklung wurden unter Beteiligung der Bevölkerung Perspektiven für die Bereiche Tourismus, Land-

wirtschaft und Infrastruktur erarbeitet. Die Ergebnisse des vom BMBWK geförderten humanökologischen Projekts liegen in Bechtolds eben fertig gestellter Dissertation vor.



Leymebamba liegt im Department Amazonas im Nordosten Perus ...

### **Nachhaltige Entwicklung für Landwirtschaft und Tourismus**

Rund 500 Familien bzw. 3500 Personen leben im Bezirk Leymebamba, das aus dem Dorf und neun zum Teil sehr abgelegenen Streusiedlungen besteht. Der Lebensunterhalt wird überwiegend in der Landwirtschaft verdient, seit der Entdeckung der Mumien hat aber auch der (Wissenschafts-)Tourismus eingesetzt. Gerade im Bereich Tourismus hätte sich ein breites Meinungsspektrum in der Bevölkerung gezeigt, nennt Wilfing eines der Ergebnisse aus Interviews mit HauptakteurInnen der Gemeinde, die im Rahmen eines Forschungsaufenthalts 2004 geführt wurden. „Zwischen ‚Je mehr Touristen, desto besser‘ und dem Anspruch, Qualitätstourismus für wenige zu bieten, lag eine große Kluft.“

Die Ergebnisse im Bereich Landwirtschaft und Infrastruktur waren da schon eindeutiger: „Die Infrastruktur des schwer erreichbaren, auf rund 2200 Meter gelegenen Ortes wird als mangelhaft erlebt“, erzählt Bechtold, „auch bei der Kommunikationssituation wünschte sich die Bevölkerung Verbesserungen. Im Bereich der kleingliedrigen, von Chacren, Milchwirtschaft und harter Arbeit geprägten Landwirtschaft wünschten sich die Interviewten Hilfsmittel, etwa eine Pasteurisierungsanlage.“

### **Partizipation der Bevölkerung**

Bei einem zweiten Aufenthalt 2005 wollten Bechtold und Wilfing die Ideen, die sich aus der vorangegangenen Leitbilderhebung ergeben hatten, verstärken, und zwar unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit. „Es ging nicht darum zu sagen: ‚Leute, wir machen hier Nachhaltigkeit‘, sondern wir wollten mit der Bevölkerung gemeinsam einen Prozess gestalten und das, was uns für den Ort als nachhaltig und angemessen erschien, verstärken“, so Bechtold.

Als Aufhänger wählten Bechtold und Wilfing zwei übergreifende Projekte: Sie luden die Bevölkerung ein, die Verwaltung des von Österreich initiierten und 2003 eröffneten Sozial- und Kulturzentrums neu zu organisieren und eine Homepage für das Dorf zu gestalten. „Hatte man die Leute erst mal am Tisch, konnte man auch über die Bereiche Infrastruktur, Tourismus und Landwirtschaft diskutieren.“ Das theoretische Wissen der ForscherInnen über Nachhaltigkeit wurde dabei mit den Vorstellungen der Menschen aus Leymebamba in Einklang gebracht.

### **Selbstverwaltung des Kulturzentrums**

Was die Verwaltung des Kulturzentrums betrifft, zeigt sich nun, ein Jahr nach der Reorganisation, ein großer Erfolg, sowohl von der wirtschaftlichen Seite her als auch was den Zweck betrifft: „Die Leute nehmen es in Anspruch als Ort für (Aus)Bildungs- und Kulturveranstaltungen und als Versammlungszentrum“, schildert Bechtold. Im Zuge des Prozesses hätten sich auch verantwortliche AkteurInnen gebildet, die Verwaltung wurde in lokale Strukturen eingebettet. Im Bereich Tourismus hat sich die Bevölkerung Leymebambas für sanften, nachhaltigen Tourismus entschieden – und könnte bald als ein Aushängeschild Perus gelten.



... im Gebiet des so genannten Nebelwaldes, auf rund 2200 Meter Höhe.



*Eine von über 90 aktiven Gruppen in Leymebamba: Die Frauen der „Asoc. Productiva de Lácteos y Licores“ stellen Käse und Liköre aus nativen Früchten her.*

## Weitere Nachhaltigkeitsstrategien

Die vielen Teilergebnisse der Befragungen, Analysen und Diskussionen werden nun in die Gemeinde rückkommuniziert. In Folgeprojekten sollen diese teilweise umgesetzt werden. „Im Bereich Infrastruktur können wir nicht wirklich tätig werden, indem wir konkrete Projekte entwickeln“, sagt Harald Wilfing, „was wir aber liefern können, sind Empowermentstrategien: Der Bevölkerung bewusst machen, was sie wollen und wo man es herkriegert – und ob das sinnvoll ist.“

Besonders begeistert ist die Bevölkerung von der Nutzung des Internets im Kulturzentrum. Über die Homepage wird mit den Wiener AnthropologInnen Verbindung gehalten. Der persönliche Kontakt mit der Bevölkerung dürfte aber so bald nicht abreißen. Nachdem Bechtold und Wilfing in den letzten beiden Jahren die soziale und institutionelle Struktur erfasst haben, möchten sie in einem Folgeprojekt Basisdaten für weitere Nachhaltigkeitsstrategien im Bereich Landwirtschaft und Tourismus erheben.

Literaturhinweise:

Harald Wilfing, Ulrike Bechtold, Horst Seidler: Man – Nature: Leymebamba. Bericht über die Aktivitäten 2004/2005 im Distrikt Leymebamba, Chachapoyas, Amazonas, Peru. Wien 2005 (Ministeriumsbericht).

Ulrike Bechtold: Leymebamba, Peru. Untersuchungen zur Transition eines sozial-ökologischen Systems in Richtung Nachhaltigkeit. Dissertation Universität Wien 2006.

Abteilung Humanökologie am Department für Anthropologie der Fakultät für Lebenswissenschaften:

<http://www.anthropology.at/humecol>

Universitärer Spin-off „bios4 – systemic sustainability solutions“:

<http://www.bios4.at>

Leymebamba, Peru:

<http://www.leymebamba.org>

---

## Nanopartikel: Fleißige Zwerge in lebenden Zellen

**Sie sind wegen ihrer Kleinheit nur schwer sicht- und nachweisbar, durchdringen spielend Zellmembranen und könnten eine große Rolle bei der Bekämpfung von Krankheiten spielen: Nanopartikel. Über ihre biologischen Effekte und Mechanismen ist noch kaum etwas bekannt. Damit sich das ändert, erforscht Gottfried Köhler vom Institut für Biomolekulare Strukturchemie im Rahmen der „Österreichischen Nanoinitiative“ die Wirkweisen dieser kleinen Teilchen. Ein mögliches Einsatzgebiet der Bionanotechnologie ist die Krebstherapie.**

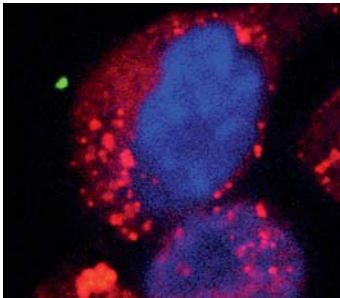


*Gottfried Köhler, Chemiker*

Ao. Univ.-Prof. Dr. Gottfried Köhler und sein Team beschäftigen sich mit der Aufklärung der Mechanismen und der Zeitabhängigkeit der Aufnahme von Nanopartikeln in einzelne, lebende Zellen. In dem im Mai begonnenen neuen Teilprojekt des Clusters „NanoHealth“ steht die Funktionalität dieser staubkorngroßen Trägerstoffe auf dem Prüfstand. Ziel ist es, die Grundlage für die Entwicklung so genannter Targeted-Drug-Delivery-Systeme zu erforschen. Diese Entwicklung erlaubt es, pharmazeutische Wirkstoffe direkt am Zielort, beispielsweise einer kranken Zelle, frei zu setzen und damit die Gesamtbelastung für den Organismus dramatisch zu reduzieren.

### **Targeted-Drug-Delivery-Systeme**

„Diese Technologie ist eine große Herausforderung. Interessant sind Nanopartikel gerade deshalb, weil sie in die Zellen aufgenommen werden und das Gewebe durchdringen. So können sie entsprechend für medizinische Zwecke funktionalisiert werden“, erklärt Gottfried Köhler. Er zieht einen Vergleich zwischen Nanopartikeln und Viren, die ebenfalls in Zellen eindringen, an Rezeptoren andocken und danach die Zelle verändern. Nanopartikel sammeln sich an der Membran der Zelle an, dringen sogar schneller als Viren ein und können auch die Zellfunktion beeinflussen.



Eine Gebärmutterhals-Karzinomazelle (rot) mit großem Zellkern (blau). Der 300 Nanometer große fluoreszierende Nanopartikel (grün) ist an die Zelloberfläche gebunden.

### **Fluoreszenzmikroskopische Methoden**

Zur Erforschung der Vorgänge in der Zelle entwickelt Gottfried Köhler fluoreszenzspektroskopische Methoden in kleinsten Volumina, beispielsweise im Inneren lebender Zellen. Diese Techniken sind meist nicht invasiv und können daher auf lebende Zellen angewendet werden. Die so markierten Nanopartikel werden in die Zelle eingeschleust und danach beobachtet. Das ForscherInnenteam prüft neben der Größe, Dynamik und der Helligkeit der untersuchten Moleküle und Partikel auch die Veränderungen der Fluoreszenz und zeichnet diese Daten statistisch auf. „So können wir feststellen, welche Partikel am besten geeignet sind, um Zellen zu durchdringen und Wirkstoffe frei zu setzen“, sagt der Chemiker.

### **Gefahr der Nanotoxizität**

Ein weiterer Aspekt der Untersuchungen ist die Nanotoxizität: Ist es möglich, dass Partikel toxische Reaktionen in Zellen und Gewebe auslösen? Der Wissenschaftler beschäftigte sich schon im Rahmen seiner bisherigen Forschungsarbeiten mit der potentiellen Gesundheitsgefährdung durch so genannte Ultrafeinststäube. Im Gegensatz zur viel diskutierten Feinstaubbelastung stellen diese Partikel für den Menschen ein möglicherweise großes, aber noch weit gehend unbekanntes Gesundheitsrisiko dar. „Es ist wichtig, sich auch mit der biologischen Wirkung dieser Partikel auseinander zu setzen, um einerseits potenzielle Schadensfälle ausschließen und andererseits entsprechende Gegenmaßnahmen ergreifen zu können“, erklärt Köhler.

Gottfried Köhler hat die Hoffnung, dass am Ende seiner Forschungsarbeit ein Verfahren stehen könnte, das die Nutzung von Nanopartikel für die Krebsbekämpfung möglich macht.

Institut für Biomolekulare Strukturchemie der Fakultät für Chemie:  
<http://univie.ac.at/biolchem>

## Legierungen im Härtetest der Materialphysik

**Ein Team des Instituts für Materialphysik erforscht die Materialeigenschaften von Nickelbasis-Superlegierungen, die im modernen Flugzeugbau eingesetzt werden. Ihre Forschungsobjekte sind so genannte Ausscheidungen in der Legierung – kleine „Inseln“, die das Material verspannen und dadurch hart machen. Nun ist es den Physikern gelungen, die Dynamik dieser Prozesse zu entschlüsseln, wie sie in einem kürzlich erschienenen Beitrag in der renommierten Fachzeitschrift „Physical Review“ zeigten.**



Lorenz-Mathias Stadler,  
Materialphysiker

Schaufelräder in modernen Flugzeugturbinen sind extremen Bedingungen ausgesetzt, was ebenso extreme Anforderungen an das Material stellt. Nickelbasis-Superlegierungen, vornehmlich zusammengesetzt aus Nickel und Aluminium, zeichnen sich durch besonders große Festigkeit bei hohen Temperaturen von rund 800° C aus und sind daher hervorragend für die Verarbeitung im Flugzeugbau geeignet. „Was die Legierung so hart macht, sind kleine geordnete Inseln, die so genannten Ausscheidungen. Für uns ist es interessant, den Wachstumsprozess der Ausscheidungen verstehen zu lernen, damit in der Folge die Materialeigenschaften gezielt beeinflusst werden können“, erklärt Dr. Lorenz-Mathias Stadler, der sich diesen Phänomenen auch schon im Zuge seiner Dissertation, mit der er im März 2006 sein Studium sub auspiciis beendete, gewidmet hat. Gemeinsam mit Dipl.-Phys. Bastian Pfau erforschte er unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. Gero Vogl insbesondere die späten Wachstumsstadien der Ausscheidungen, in denen die Strukturen immer größer werden.



Bastian Pfau, Materialphysiker

### Röntgens Zukunft

Bei den Forschungen machten sich Stadler und Pfau neueste Strahlenquellen, die so genannten Synchrotrons, zunutze. Das sind Röntgenstrahlen mit extrem hoher Intensität – die Forscher nennen das „Brillanz“ –, wodurch die Bewegung der Atome sichtbar gemacht wird. Die drei wichtigsten Synchrotronanlagen befinden sich derzeit in Grenoble/Frankreich, Japan und den USA. Österreich ist seit 2002 offizielles Mitglied bei der European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) in Grenoble, wo die Untersuchungen vorgenommen wurden. „Die kohärente Röntgenstrahlung kommt der Laserstrahlung sehr nahe und machte es uns möglich, das Zusammenwachsen der Ausscheidungen praktisch in Echtzeit abzubilden“, sagt Stadler.

### Messungen rund um die Uhr

Während des Aufenthaltes in Grenoble führten Stadler, Pfau und zwei weitere Kollegen rund um die Uhr sechs Tage lang Messungen durch. Eine Messung dauerte rund vier Stunden, in der ein kleines Nickel-Aluminium-Plättchen pausenlos mit Röntgenstrahlen beschossen wurde. Jede Sekunde wurden Aufnahmen des Plättchens gemacht, so dass alle Fluktuationen in der Probe dokumentiert und in der



Der Röntgenstrahl (roter Pfeil) wird an der Probe, die sich in einem Hochtemperaturofen (grüner Pfeil) bei ca. 800° C befindet, gestreut. Die Bilder werden mit einem Detektor (blauer Pfeil) im Sekundentakt aufgenommen.



Die Computersimulation bestätigt die schicht- bzw. plattenförmige Anordnung der Ausscheidungen. Die Ausscheidungsatome sind als rote Kügelchen dargestellt.



Innerhalb der Schichten bewegen sich die Ausscheidungen und können bei Aufeinandertreffen miteinander verschmelzen.

Folge analysiert werden konnten.

Den beiden Materialphysikern gelang es zunächst nachzuweisen, dass sich die Ausscheidungen in plattenförmigen Schichten anordnen. Auch konnten sie verifizieren, dass sich die Abfolge dieser Schichten im Zeitverlauf de facto nicht verändert. Darüber hinaus war es aber erstmals möglich zu zeigen, dass sich innerhalb dieser Schichten die Ausscheidungen bewegen, aufeinander treffen und in der Folge sogar miteinander verschmelzen können. „Es ist energetisch günstiger, wenige große Ausscheidungen zu haben als viele kleine. Deshalb kommt es zu diesem Zusammenwachsen. Für das Verständnis einer technisch so interessanten Legierung war dieser Nachweis im Zuge unserer Studie sehr wichtig“, so Stadler.

### Internationale Netzwerke

Die Forschungsarbeiten von Stadler und Pfau wurden durch das „Materials Dynamics Network“ des BMBWK, durch ein FWF-Projekt (P17775-N02) und über ein Forschungsprojekt der EU (DYNASYNC) finanziell unterstützt. Sie waren Inhalt der Diplomarbeit von Bastian Pfau, die in Kooperation mit der TU Dresden durchgeführt wurde.

Literaturhinweis:

B. Pfau, L.-M. Stadler, B. Sepiol, R. Weinkamer, J. W. Kantelhardt, F. Zontone, G. Vogl: „Coarsening dynamics in elastically anisotropic alloys“, in: *Physical Review B* 73, 180101(R), 2006.

Institut für Materialphysik der Fakultät für Physik, Arbeitsgruppe Prof. Vogl:  
<http://materialsphysics.univie.ac.at>

European Synchrotron Radiation Facility:  
<http://www.esrf.fr>

---

### Impressum

*Herausgeberin:* Universität Wien, Dr.-Karl-Lueger-Ring 1, A-1010 Wien

*Redaktion:* Alexandra Frey, Michaela Hafner, Lucas Zinner

[alexandra.frey@univie.ac.at](mailto:alexandra.frey@univie.ac.at)

T +43-1-4277-175 31