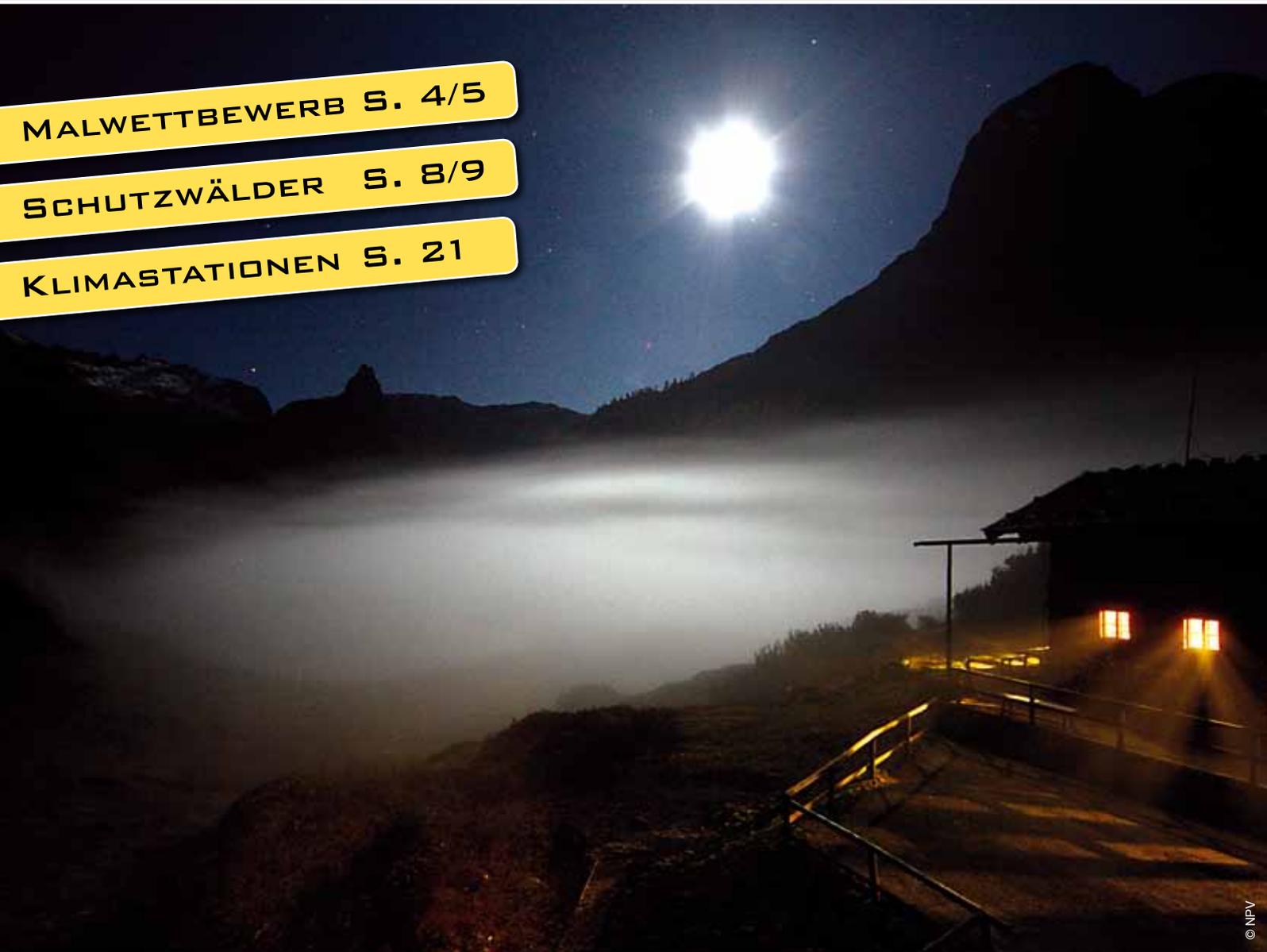


# Nationalpark

## BERCHTESGADEN

- MALWETTBEWERB S. 4/5
- SCHUTZWÄLDER S. 8/9
- KLIMASTATIONEN S. 21



„Niemand ist sich seiner Sache so sicher wie der Ahnungslose.“

Peter Michael Lingers

## Inhalt

- 4/5 791 Ideen für's „Haus der Berge“
- 6 Karge Kost, doch hoher Energiebedarf
- 7 „Schneckentempo“ verlängert das Leben
- 8/9 Schutzwälder
- 10 Permafrost kittet Felsen
- 11 Eis ist das schonendste Sprengmittel
- 12/13 Bildergalerie Stimmungen
- 14 Bäume archivieren Klima
- 15 Von der Eiskapelle zum Chimborazo
- 16 Nachbarn ziehen an einem Strang
- 17 Tiere kennen keine Staatsgrenzen
- 18/19 Der Watzmann landet im Donaudelta
- 20 Skitour ist Umweltdidaktik
- 21 Klimastationen
- 22 Unterirdische Wasserwege
- 23 Ein Hauch von Orient zur Weihnachtszeit

## Datenbank per Handy zugänglich

Die Nationalparkverwaltung speichert alle Daten digital in sogenannten Informationssystemen. Darin sind die Fundorte von Tier- und Pflanzenarten, die Standorte der Klimastationen sowie flächendeckend geologische, pflanzenkundliche, gewässerkundliche und viele andere Themen gespeichert. Derzeit wird ein Verfahren entwickelt, um die Daten mit Hilfe eines Handys direkt von den Servern der Nationalparkverwaltung abzurufen. Zudem sollen Daten, die im Gelände neu erhoben werden, direkt über eine Mobilfunkverbindung in die zentralen Server der Nationalparkverwaltung eingegeben werden. Dieses Verfahren wird im Winter von Salzburger Experten entwickelt und soll im Sommer 2010 funktionieren.

## Impressum

Medieninhaber: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit  
Mit der Herausgabe beauftragt: Dr. M. Vogel  
Nationalparkverwaltung Berchtesgaden  
Doktorberg 6, D-83471 Berchtesgaden  
Tel.: 08652/9686-0, Fax: 08652/9686-40  
E-Mail: poststelle@npv-bgd.bayern.de  
Internet: www.nationalpark-berchtesgaden.de  
Redaktion: Dr. C. M. Hutter  
Lektorat: G. Schernthaner  
Layout: Nationalparkverwaltung  
Druck: Verlag Berchtesgadener Anzeiger  
Gedruckt auf 100 % Recycling-Papier  
aus 100 % Altpapier.  
Abdrucke sind mit Quellenangabe honorarfrei.

## Knotenpunkt im alpinen Biotopverbund

Im Jahr 2009 stand unser Nationalpark mehrfach im Zentrum der Öffentlichkeit und im Zentrum der Verantwortung. Um dem Verlust an Tier- und Pflanzenarten und dem Verschwinden von Lebensräumen im Alpenraum wegen des einsetzenden Klimawandels vorzubeugen, werden in den Alpenländern große Projekte zu einem Biotopverbund durchgeführt. Die großen Schutzgebiete, wie der Nationalpark Berchtesgaden, sind in diesem Netz ganz wichtige Knotenpunkte in Ökologie und Kommunikation. Als Pilotregion in zwei so großen Projekten dient der Nationalpark – Deutschlands einziger in den Alpen – vielen als ein Beispiel. Ein wichtiger Meilenstein in dieser Zusammenarbeit war die internationale Konferenz mit über 100 Teilnehmern aus zehn Ländern Europas im Oktober hier in Berchtesgaden. Mitte des Jahres besuchte uns ein Beauftragter des Europarates aus Straßburg, der die Voraussetzungen für das „Europadiplom zum Schutz ökologischer Kostbarkeiten“ überprüfte. Allen, die uns dabei unterstützt haben, herzlichen Dank! Wir sind nun alle gespannt auf den Überprüfungsbericht und hoffen, dass der Nationalpark auch in den nächsten fünf Jahre diese international viel beachtete Auszeichnung weiter führen kann. Wenn es manchem um das „Haus der Berge“ zu still geworden sein mag, den kann ich beruhigen: Die Bayerische Staatsregierung beschied die eingereichte Haushaltsunterlage zum Bau des „Hauses der Berge“ positiv. Mittlerweile wurden Finanzmittel freigegeben und es ist der Auftrag ergangen, die Fein- und Werkplanung vorzunehmen. Anschließend folgen die Ausschreibungen (auch international) zur Umsetzung und dann hoffen wir, mit Ihnen allen den Spatenstich zu setzen. Unsere Alleinstellung im deutschen Alpenraum brachte uns auch 2009 wieder viele ausländische Gäste und Delegationen. Leider mussten wir so manchen Vorschlag zu engerer Zusammenarbeit ablehnen, weil wir es eben nicht leisten können. Noch ein kleines Geheimnis: Die Bayerischen Staatsregierung teilte uns aus dem Konjunkturprogramm Sondermittel zu. Also freuen wir uns darauf, gemeinsam mit Ihnen im Jahr 2010 eine Hängebrücke im Klausbachtal zu eröffnen. Das ist ein großer Schritt, um unser Wegenetz zu verbessern, und eine Attraktion, um Besucher anzuwerben. Dankeschön an Sie und auf gute Zusammenarbeit im Jahr 2010!

Dr. Michael Vogel



## Klimawandel führt zu Artenschwund

Im Vorfeld der Weltklimakonferenz in Kopenhagen verabschiedete die UN-Vollversammlung Ende Oktober eine Resolution zur nachhaltigen Entwicklung von Berggebieten. Punkt acht nennt als eine der Hauptaufgaben, den Klimawandel zu begrenzen, um einen Verlust an Lebensvielfalt mit allen gravierenden Konsequenzen zu verhindern. Die bisherigen Beobachtungen und die Ergebnisse wissenschaftlicher Simulationen der weiteren Entwicklung zeigen, dass die Klimaänderungen bereits heute stark auf die Verbreitung der Arten und die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften einwirken. Ein Zusammenhang zwischen dem vom Menschen verursachten Klimawandel, der Lebensvielfalt (Biodiversität) und der Funktion von Ökosystemen ist schon für viele Einzelbeispiele nachgewiesen. Es ist damit zu rechnen, dass sich die Zusammensetzung der Pflanzen und Tierpopulationen in Europa bis 2050 zu etwa 40 Prozent verändert. Zwar können einige wenige Arten neue Lebensräume erschließen, aber an anderen Stellen können bis

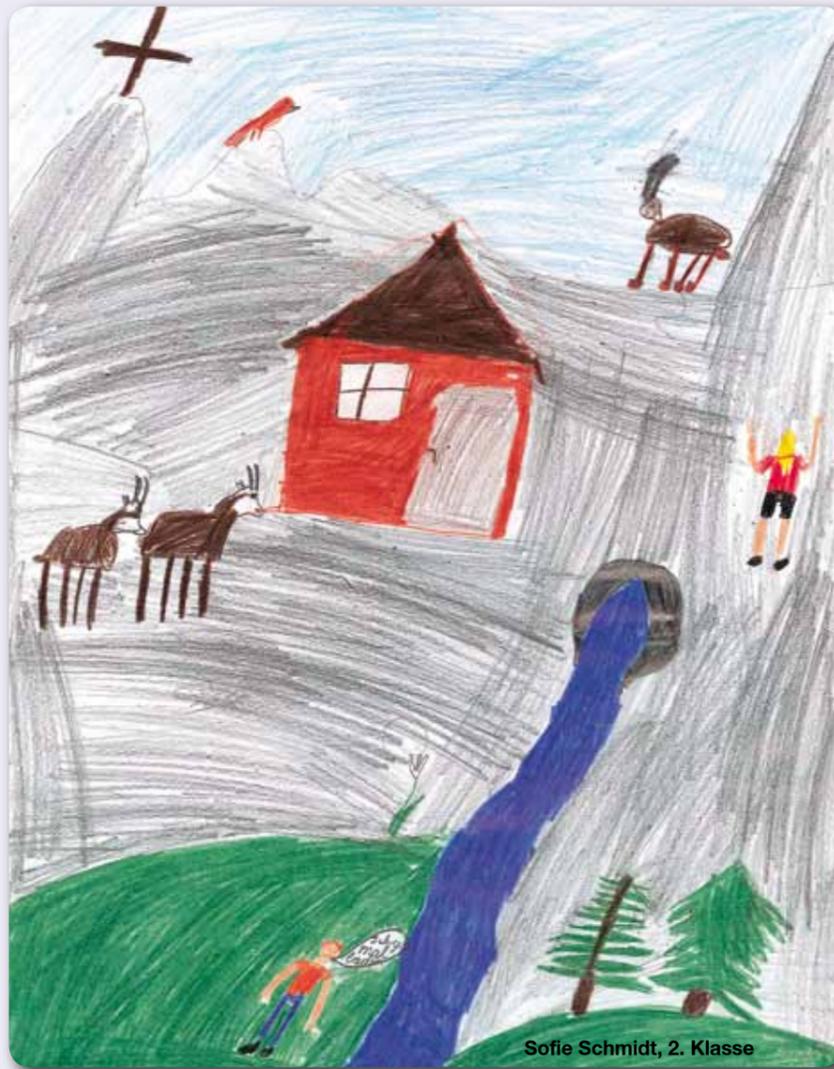
zu 80 Prozent der Arten verloren gehen. Dies wird nicht mit einem Paukenschlag geschehen, sondern langsam und schleichend. Unsere ökologischen Systeme und deren innere Abläufe sind kompliziert, aber in sich schlüssig wie ein Uhrwerk. Für die Verflechtung von Tierarten sind Licht und Temperatur von großer Wichtigkeit. Gerade diese beiden Faktoren steuern die Abläufe in den Nahrungsketten. Nehmen wir als Beispiel unsere Zugvögel, die uns im Frühjahr am Morgen mit ihrem Gesang wecken. Bei vielen von ihnen löst Licht das Balzen (= Singen) aus. Ab einer bestimmten Lichtstärke beginnt am Morgen der Gesang - in der Hoffnung, bei einem Weibchen Gehör zu finden, damit die Fortpflanzung stattfinden kann. Bei Erfolg werden dann Eier gelegt, bebrütet und die Jungen schlüpfen. Nun ist es die Hauptaufgabe der Vogeleltern, dem Nachwuchs Nahrung zu beschaffen. Diese besteht in den allermeisten Fällen aus Larven und Raupen von Insekten. Die Entwicklung dieser wechselwarmen Insektenlarven und -raupen wird hauptsächlich durch ein

ganz bestimmtes Verhältnis von Temperatur und Feuchte gesteuert. Wird es im Frühjahr wegen der Klimaerwärmung zeitiger und schneller warm, so entwickeln sich diese Larven und Raupen schneller zu erwachsenen Tieren. Deshalb kann es geschehen, dass sie schon erwachsen und weggeflogen sind und den Jungvögeln nicht mehr als Nahrung zur Verfügung stehen. Also reißt die Nahrungskette ab und die Nachwuchsrate bei unseren Vögeln sinkt. Ändert sich dann auch noch der Lebensraum der Tiere, so kann es schnell gehen, dass bestimmte Tier- und Pflanzenarten nicht mehr überleben. Das nennt man Artenschwund. Die Nationalparkverwaltung hat daher die Aufgabe, durch langfristige Umweltbeobachtung Anzeichen dieser Veränderungen zu erkennen, damit – wenn überhaupt noch möglich – gegengesteuert werden kann. Wissenschaftliche Erkenntnisse über jeden Wandel in unserer Umwelt müssen laut propagiert werden. Verschwindet nämlich der morgendliche Gesang unserer Vögel, ist es zu spät.

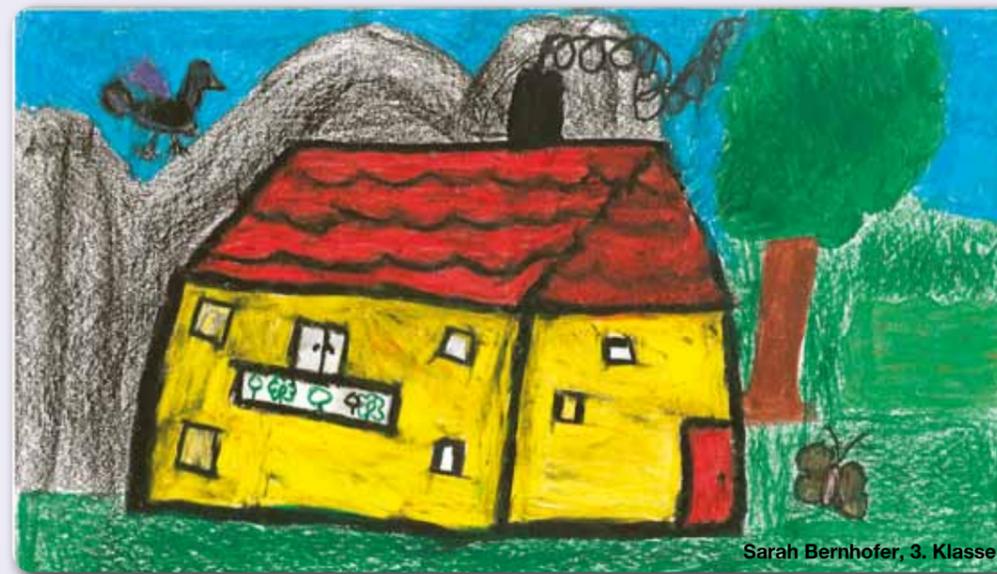
Dr. Michael Vogel

Entwickeln sich Insekten wegen des Klimawandels zu früh, dann fehlt Jungvögeln die Nahrung und eine Art droht auszusterben.





Sofie Schmidt, 2. Klasse

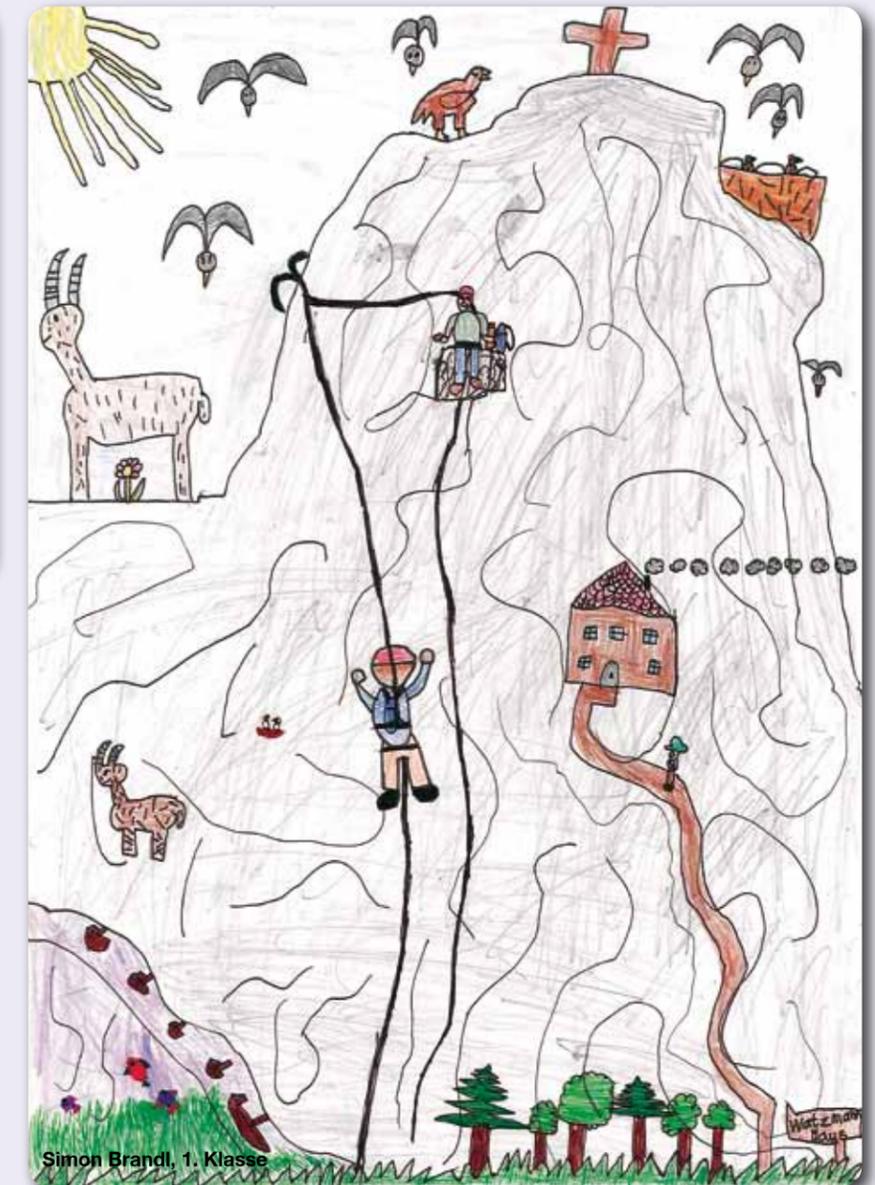


Sarah Bernhofer, 3. Klasse

## 791 Ideen für's „Haus der Berge“

„Was gefällt Euch vom Königssee bis zum Watzmann Gipfel am besten und was wollt Ihr im 'Haus der Berge' sehen?“ Mit dieser Frage lud die Nationalparkverwaltung die Grundschüler des Berchtesgadener Landes zu einem Malwettbewerb ein. Von der Resonanz war die Nationalparkverwaltung sehr überrascht: Die Kinder antworteten mit sage und schreibe 791

Bildern! Die Kunstwerke wurden der Öffentlichkeit im Nationalpark-Haus vorgestellt und beeindruckten die Betrachter. Die Bilder bezeugen, dass Kinder sich auf ihre Art mit Natur beschäftigen und für die Idee eines Nationalparks aufgeschlossen sind. Der Malwettbewerb rückte das Projekt „Haus der Berge“ nachhaltig in das öffentliche Bewusstsein. Er stimmte darauf ein, dass im kommenden Jahr der Bau dieser neuen Attraktion für Berchtesgaden beginnt. Für jede der vier Schulstufen gab es jeweils drei Preise: Der erste Platz wurde mit einem Erlebnisflug im Nationalpark ausgezeichnet, die Gewinner des zweiten Platzes bekamen eine



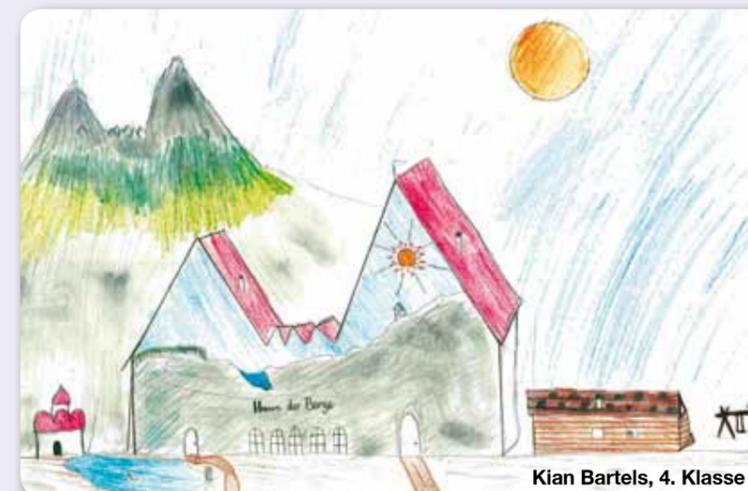
Simon Brandl, 1. Klasse

Familien-Eintrittskarte für eine Fahrt auf dem Königssee. Die Drittplatzierten konnten ein Spiel mit nach Hause nehmen. Die

Nationalparkverwaltung bedankt sich nochmals bei allen jungen Malern und ist beeindruckt von den Ideen zum Thema Natur.



Maresa Murf, 1. Klasse



Kian Bartels, 4. Klasse



Johanna Zahn,  
3. Klasse

## Hirsche halten „verborgenen Winterschlaf“

Die auf unserer Erde wirksamen Jahreszeiten wechseln zwischen sommerlichem Reichtum und winterlichem Engpass. Die treibenden und bremsenden Kräfte, Energie und Wärme, kommen von der Sonne. Für Pflanzen, Tiere und Menschen hat die Natur Strategien entwickelt, sich diesen Angeboten anzupassen. Der Mensch kann mit seinen wissenschaftlichen und technischen Fähigkeiten seine Umwelt mehr und mehr künstlich gestalten und damit etwas unabhängiger von der Natur zu werden. Auch Tiere und Pflanzen sind in der Lage, ihren Lebensraum zu manipulieren. Von Polsterpflanzen über Ameisenhaufen bis zu Stauwerken und Burgenbauten

der Biber reichen die Beispiele ihrer Umweltgestaltung. Hinzu kommen körpereigene Strategien der Anpassung: Behaarung empfindlicher Pflanzenteile, Einlagerung von Imprägnier- und Frostschutzmitteln oder Wechsel von Sommer- und Winterfell verbunden mit Farbwechsel. Schon der Wechsel des Haarkleides zum dunklen Winterfell führt beim Gamswild zu besserer Nutzung der eingestrahnten Sonnenenergie. Das Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie der Veterinärmedizinischen Universität Wien hat sich unter Leitung von Professor Walter Arnold die Überwinterungsstrategien warmblütiger Pflanzenfresser untersucht und sich nach 15-jährigen

Studien an Murmeltieren im Nationalpark Berchtesgaden der Überwinterung des Rotwildes zugewandt. Der Rothirsch benötigt wie andere Warmblütler Energie unter anderem für einen Grundumsatz (Erhaltungstoffwechsel der Organe und Muskeln), für die Nutzung des Lebensraums (Nahrungssuche, Wandern, Fliehen) und erstaunlich viel für die Verdauung (Zerkleinerung und Aufschluss der Nahrung bis zum Aufbau von Muskeln und Fett). Große Möglichkeiten des Energiesparens bieten – leicht verständlich – die Bewegungsaktivitäten der Wildtiere. Störungen in den Wintereinständen und nachfolgende Flucht bedeuten hohen Energieverlust. Beobachtet man, wie das Rotwild im Wintergatter Hintersee viele Stunden ungestört dahin döst, dabei die Pulsfrequenz und die Temperatur in den Randbereichen seines Körpers senkt, dann leuchtet die Wortwahl Professor Arnolds vom „verborgenen Winterschlaf“ der Rothirsche ein. Ganz ohne Gewichtsverlust geht es auch unter günstigsten Bedingungen nicht. Bei Rotwild kann er zehn, bei Gamswild 15 Prozent betragen. Der Energiebedarf zur Verdauung der Äsung hängt in hohem Maße von der Qualität der Nahrung ab. Der Verbrauch an Energie für die Verdauung der eiweiß- und fettreichen Sommeräsung ist etwa zwei bis drei Mal so hoch wie für die Verdauung der rohfaser- und kohlehydratreichen Winteräsung. An der Winterfütterung kann mit der Art des Futters dem Wild viel Energieaufwand erspart, aber auch aufgebürdet werden. Für Wintersportler, Erholungssuchende und das Wild betreuende Jäger gibt es daher zwei Grundregeln: Wintereinstände nicht stören und wildgerecht füttern.

Dr. Hubert Zierl



Schnecken schlafen viel. Sie halten Winter- und auch eine Art Sommerschlaf. Beides dient der Regeneration und trägt unmittelbar zur Verlängerung ihres Lebens bei. So kann die Weinbergschnecke in freier Wildbahn bis zu acht Jahre alt werden, in Gefangenschaft bei guter Pflege sogar bis 20 Jahre. Im Gegensatz zu ihrer sprichwörtlichen Gemächlichkeit sind Schnecken über kurze Perioden überaus aktiv. Das ist unentbehrlich für die Bildung von Körperreserven. Aktivität bedeutet jedoch auch Abnutzung und Alterung, während das verlangsamte Leben eine Regeneration für den Körper bringt. Die Menge und Qualität der Körperreserven entscheidet über das Tempo des Alterungsprozesses. Bei entsprechend guter Grundversorgung scheint dieser ebenso wie das übrige Leben der Schnecke abzulaufen: Langsam, ganz langsam... Häufige und regelmäßige Ruheperioden sichern den Schnecken somit ein langes Leben. Im Sommer schläft die Schnecke, um zu ruhen, zu verdauen oder eine günstigere Zeit abzuwarten, sich zu versorgen. Besonders in trockenen und warmen Regionen überdauern unsere schleimigen Mitbewohner gerne in diesem Zustand, der unter besonders ungünstigen Bedingungen durchaus zu einem Langzeitschlaf ausufern kann. Während der Wintermonate fastet die Schnecke. Dieser Zeitraum kann in unseren Breiten bis zu sechs Monaten dauern. Die Überwinterung beginnt, sobald die Temperaturen unter zwölf bis 15 Grad fallen. Schnecken gehören zu den Tieren, deren Körpertemperatur durch die äußeren Verhältnisse gesteuert wird. Von Oktober bis März verstopfen sie daher ihre Schale durch einen Deckel aus Kalk und hören auf, sich zu ernähren. Ihr Sauerstoffverbrauch geht in diesem Zeitraum auf ein Minimum zurück, die Beweglichkeit geht gegen Null. Der Grund dafür ist eine Verlangsamung der lebenswichtigen Funktionen: Schlägt das Schneckenherz bei



## „Schneckentempo“ verlängert das Leben

38 Grad noch rund 100 Mal pro Minute, so sinkt der Herzschlag bei unter 0 Grad auf ein Mal pro Minute. Auch viele Würmer verbringen die Wintermonate tief im Boden in einer Art „Kältestarre“. Häufig „verschlafen“ ganze Kolonien zusammengerollter Würmer die kalte Jahreszeit unter wärmespeichernden Bodenstrukturen wie Baumstämpfen, Steinen oder Komposthaufen. Schneereiche Winter sind für Würmer von Vorteil: Der Boden ist gegen Kälte geschützt und meist nicht gefroren. Noch ist unbekannt, inwieweit und wie lange die Tiere Kältegrade überstehen können. Mittelfristig droht den im Winter

aktiven Würmern die Gefahr auszutrocknen, weil eine gefrorene Schneedecke oder Bodenoberfläche eine Durchfeuchtung des Bodens verhindert. In milden Gegenden Deutschlands halten Regenwürmer zum Teil keine richtige Winterruhe mehr. Die im Herbst abgelegten Kokons der geschlechtsreifen Regenwürmer entwickeln sich im frostfreien Boden über den Winter hinweg weiter. Im Frühjahr schlüpfen die Jungwürmer nach Eintritt einer Bodentemperatur von über zehn Grad. Im Zuge des Klimawandels könnten solche Phänomene auch bald einmal bei uns beobachtet werden.

Diplom-Biologe Ulrich Brendel

# Waldumbau im Nationalpark zielt auf „ideale“ Schutzwälder

Ursprünglich prägten stabile Bergmischwälder aus Fichten, Buchen und Tannen die natürliche Waldzusammensetzung in der Pflegezone des Nationalparks. Die Pflegezone umfasst rund ein Drittel des Nationalparks, in dem im Gegensatz zur unantastbaren Kernzone „Natur wieder zu Natur“ werden soll. Die historisch bedingte, überstarke Beanspruchung der Wälder durch den Salzbergbau und auf Trophäen abgestellte Jagd (Fürstprobstei, Hofjagdgebiet, Wildschutzgebiet im Dritten Reich) führten zu einer gebietsweise fast völligen Entmischung der Wälder. So beträgt heute der Fichtenanteil in der Pflegezone rund 75 Prozent. Auf ca. 1.800 Hektar wachsen heute im Nationalpark labile und großteils vom Rotwild geschälte reine Fichtenbestände. Aufzeichnungen der letzten 150 Jahre zeigen, dass durchschnittlich im Zehn-Jahre-

Turnus mit einem Großschaden durch Windwurf oder Borkenkäfer zu rechnen ist. So ist der heutige Waldumbau in der Pflegezone des Nationalparks stark von Schäden durch Sturm und Borkenkäfer beeinflusst. Man muss damit rechnen, dass der Klimawandel die Geschwindigkeit dieser naturgegebenen Änderung des Waldbildes noch erhöhen wird. Gemäß dem vorrangigen Motto „Natur Natur sein lassen“ ist es das erklärte Ziel des Nationalparks, naturferne Fichtenbestände durch die Pflanzung von Buchen und Tannen wieder in naturnahe, artenreiche, langfristig stabile und damit „ideale“ Schutzwälder umzuwandeln (siehe Abb.1). Diese zunächst widersprüchlich anmutenden Zielsetzungen werden jedoch durch ein klares Zonierungs- und ein differenziertes Waldumbaukonzept des

Nationalparks gelöst. Waldumbau und Forstschutz beschränken sich auf die speziell ausgewiesenen „Maßnahmengebiete Waldpflege“ und die Zonen zur Bekämpfung des Borkenkäfers in der Pflegezone des Nationalparks (siehe Abb.2). Die intensive und konsequente Bekämpfung des Borkenkäfers in diesem rund 1.900 Hektar großen „Schutzgürtel“ im Randbereich des Nationalparks verhindert die Beeinträchtigung von benachbarten Privatwäldern. Hingegen darf auf der restlichen Waldfläche eine vom Menschen weitgehend unbeeinflusste Waldentwicklung ablaufen. Dieses Vorgehen erfüllt internationale Vorgaben für den Nationalpark und ist durch die Verankerung in der Nationalparkverordnung ein parlamentarischer Auftrag an die Mitarbeiter des Nationalparks. Der Waldumbau und die Wiederherstellung funktions-



Abb.1: Naturnahe Bergmischwälder wie hier am Obersee sind Zentren der Artenvielfalt

*Die Wälder im Nationalpark Berchtesgaden sind sehr wichtig für den Erhalt der Lebensvielfalt (Biodiversität) und der Schutzfunktionen des Bergwaldes. Das Waldbild in der Pflegezone wurde durch die intensive Nutzung der Urwaldbestände ab dem 16. Jahrhundert und die damit verbundene künstliche Verbreitung der Fichte jedoch gezielt verändert. Wegen des Klimawandels stellt diese Situation eine große Herausforderung für den vorbeugenden Waldumbau im Nationalpark dar.*

gerechter Schutzwälder erfolgt nicht nach dem Zufallsprinzip, sondern nach Kriterien wie Umbaudringlichkeit oder Objektschutzcharakter. So legt die Nationalparkverwaltung besonderes Augenmerk auf die „Sanierung“ der Objektschutzwälder am Steinberg über Ramsau durch einen intensiven Waldumbau, durch Bekämpfung des Borkenkäfers in einer breiten Zone und durch eine schwerpunktmäßige Regulierung des Wildbestands. Außerhalb der Borkenkäferzone gewährleistet das durch Käferbefall und Windwürfe anfallende Totholz ideale Voraussetzungen für eine naturnahe und rasche Wiederbewaldung. Mehr Totholz bietet nicht nur wichtige Nischen für darauf angewiesene Arten, es erhöht die Oberflächenrauigkeit und schützt damit nachweislich bis zu 30 Jahre vor Naturgefahren wie Lawinen. Zudem schafft das Totholz unter den rauen Gebirgsverhältnissen ideale Verjüngungsnischen für die neue Waldgeneration und schützt arme Standorte vor Nährstoffverlusten und Humus-

schwund. Schöne Beispiele für diese natürlich ablaufende Wiederbewaldung finden sich im Bereich des Ofentalwindwurfs (Klausbachtal) und auf dem Weg von Kühroint zur Archenkanzel. Seit 1987, dem Bezugsjahr der ersten Waldinventur, wurden in der Pflegezone des Nationalparks rund 300 Hektar Buchen- und Tannenbestände neu begründet. Hierzu wurden von den Waldarbeitern rund eine dreiviertel Million junger Bäume mühsam gepflanzt. Dieser mit Buche und Tanne eingeleitete Umbau zum natürlichen Bergmischwald wird für das Allgemeinwohl und die Erhöhung der Biodiversität in den kommenden Jahrzehnten konsequent fortgesetzt. Da heute die großen Beutegreifer wie Bär, Wolf und Luchs fehlen, können auch der Waldumbau und der Erhalt sowie die Verbesserung der Schutzwälder nicht mehr ohne menschliche Eingriffe in die Rot-, Gams- und Rehwildbestände klappen. Andererseits sind viele Vorstellungen der herkömmlichen Jagd in Nationalparks nicht akzeptabel. Vielmehr haben sich die Eingriffe

in Wildtierpopulationen streng am jeweiligen Schutzzweck – hier Aufbau naturnaher Bergmisch- und Schutzwälder – zu orientieren. Daher sprechen wir im Nationalpark von der Regulierung des Wildbestands gemäß den wald- und jagdgesetzlichen Vorgaben. Diese Wildbestandsregulierung findet nur in der Pflegezone des Nationalparks statt und ist ein Erfordernis des Naturschutzes, wobei hierbei gleichzeitig die Erfordernisse der Landeskultur – etwa zum Erhalt der Schutzwälder – beachtet werden. Vor dem Hintergrund des Klimawandels und der damit verbundenen Notwendigkeit zur Schaffung naturnaher Bergmischwälder mit Buche und Tanne wird die Bedeutung der Wildbestandsregulierung noch zunehmen. Wichtige Eckpunkte hierfür bilden wildbiologische Gutachten, das Setzen von räumlichen Schwerpunkten, die Minimierung von Störung z.B. durch Intervalle der Jagdruhe, das Monitoring des Verjüngungserfolges, der Regulierungsstrategien und die laufende Fortbildung der Mitarbeiter.

Dr. Roland Baier

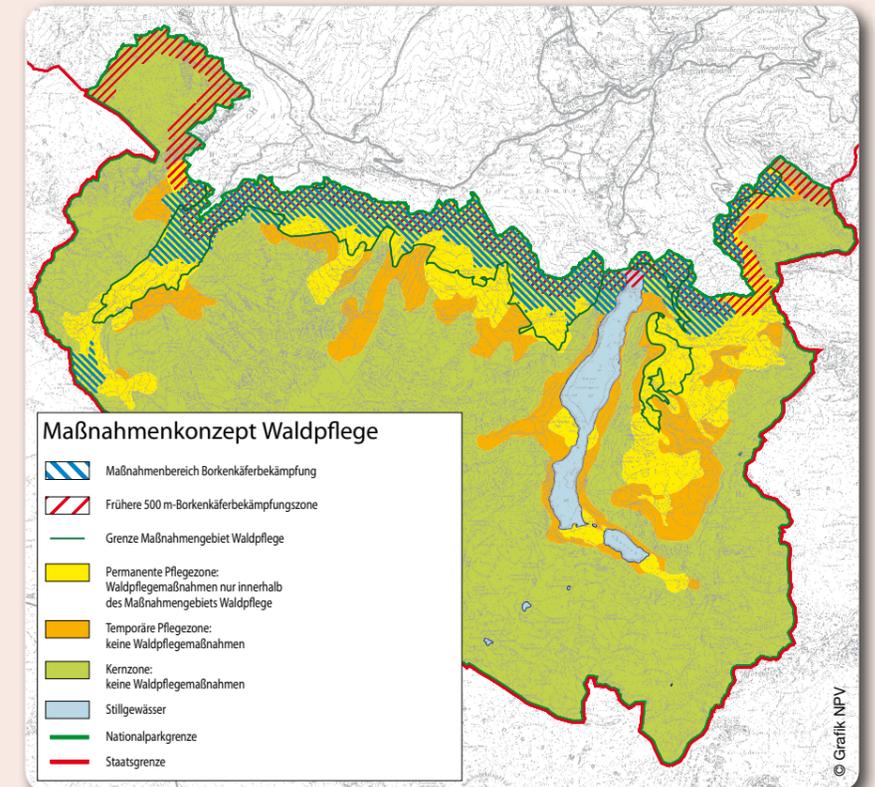


Abb. 2: Maßnahmenkonzept Waldpflege gemäß Nationalpark-Plan

## Permafrost ist Kitt der Gipfel



stützten die Aktion. Sie bohrten Felslöcher von ca. Zehn Zentimetern Tiefe für die Temperaturfühler und verschlossen die Löcher mit einer wetterfesten Paste. Die Daten werden alle 30 Minuten gespeichert und einmal im Jahr ausgelesen. Mithilfe eines komplexen Computermodells und digitaler Daten des Nationalparks können genauere Aussagen getroffen, durch die Temperaturwerte der Messfühler überprüft, und schließlich in Karten registriert werden. „Die Ergebnisse des Projekts werden uns zeigen, wo wir mit Permafrost rechnen müssen. Erst dann können wir mit ausreichender Grundlage beurteilen, ob wir mit Steinschlag und Felsstürzen durch schmelzenden Permafrost rechnen müssen“, so Dr. von Poschinger. In diesem Projekt werden genaue Informationen über die Temperaturverhältnisse der Gipfel erarbeitet. Dies gibt zusätzlich Sicherheit bei der Ausarbeitung des Wasserhaushaltsmodells in der Nationalparkregion. Die Eisbeutel der Nationalparkgipfel werden somit zu Sahnehäubchen der Nationalparkforschung.

Diplom-Biologe Helmut Franz

Mit einem Eisbeutel können Schmerzen gelindert werden, solange das Eis nicht geschmolzen ist. Dies gilt auch für die Eisbeutel unserer Bergspitzen: die Regionen mit Permafrost oberhalb von 2400 Metern Höhe. Hier ist das Innere der Gipfel zum Teil permanent gefroren, weil die durchschnittliche Jahrestemperatur unter null Grad Celsius liegt. Nur die oberen, bodennahen Schichten können im Sommer auftauen. Solche Gipfelzonen bestehen nicht nur aus Fels und Lockermaterial, sie enthalten in Klüften und Poren oft auch Eis. Ist der Untergrund zwei Jahre und länger gefroren, wird dies als Permafrost bezeichnet. In polaren Gebieten sind ausgedehnte und tiefreichende Permafrost-Böden weit verbreitet. In den Höhenlagen der westlichen Alpen sowie der Zentralalpen gibt es ebenfalls größere Flächen mit Permafrost. „Die bayerischen Alpen sind aufgrund ihrer geringeren Höhen nur lokal betroffen. Neben der Zugspitze

könnte Permafrost nur noch im Allgäu und im Nationalpark Berchtesgaden vorkommen“, so Dr. Andreas von Poschinger von Landesamt für Umwelt und bayerischer Projektleiter des EU-Interreg-Projekts „PermaNET“, das den Permafrost in den Alpen und sein Verschwinden durch den Klimawandel untersucht. Iris Grixia und Michael Warscher haben die Nationalparkgipfel nach Höhe, Himmelsrichtung und Klimadaten der Nationalparkverwaltung näher unter die Lupe genommen. Dabei wurden Watzmannmassiv, Hochkaltermassiv, Funteseetauern, Großer Hundstod und Höher Göll als potentielle Permafrost-Gipfel gekennzeichnet. Mit diesem Hintergrundwissen kletterten die PermaNET-Forscher Lorenz Böckli und Stephan Gruber von der Universität Zürich an einem sonnigen Septembertag auf den Hochkalter-Gipfel, um Temperatur-Datensammler in den Steilwänden des Gipfels anzubringen. Die lokalen Experten des Nationalparkdienstes unter-



## Eis ist das schonendste Sprengmittel

Noch bis in die fünfziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts nutzte man in Steinbrüchen die Anomalie des Wassers, das bei Gefrieren nicht, wie andere Flüssigkeiten, „schrumpft“, sondern sich ausdehnt. Vor dem Winter wurden schwalbenschwanzförmige Keillöcher so in das Gestein gehauen, dass es, im Winter mit Wasser befüllt, unter dem wachsenden Druck des Eises in die gewünschte Richtung abgetrennt wurde. Diese schonendste aller Sprengungsarten liefert von Steinmetzen und Bildhauern begehrte gesunde Steine. Heute befreien entsprechende Maschinen und Geräte von der jahreszeitlichen Abhängigkeit. Wasser, die chemische Verbindung aus zwei leichten Wasserstoff-Atomen und einem 16-mal schwereren Sauerstoff-Atom ( $H_2O$ ), ist die einzige bisher bekannte anorganische Substanz, die auf der Erde in allen drei Aggregatzuständen (fest/Eis, flüssig/Wasser, gasförmig/Dampf) natürlich vorkommt. Bei plus 3,98 Grad hat es seine höchste Dichte. Kühlt es unter diese Temperatur ab, erhöht

sein Volumen sich zunächst gleichmäßig, bei Gefrieren allerdings sprunghaft. Das heißt, seine Dichte nimmt ab. Es dehnt sich aus und beansprucht mehr Raum. Als verantwortlich hierfür gilt die Wasserstoffbrückenbindung, eine Wechselwirkung zwischen Molekülen. In Wasser und Eis beruht sie auf der Anziehung benachbarter Wassermoleküle wegen deren ungleichmäßig verteilten elektrischen Ladungen: Jeweils ein Wasserstoff-Atom befindet sich zwischen zwei Sauerstoff-Atomen. In Wasser bewegen sich die Moleküle aneinander vorbei. Bei tieferen Temperaturen ordnen sie sich zu einem regelmäßigen, starren Kristallgitter an. Deshalb zählt Eis zu den Mineralen. Diese Anordnung in weitmaschigen Sechseringen benötigt mehr Platz. Bei einer Temperatur von null Grad gefriert Wasser und erhöht sein Volumen dabei um etwa neun Prozent. In Klimaregionen, in denen Wasser und kalte Winter mit Temperaturen unter dem Gefrierpunkt vorkommen – etwa in Mitteleuropa und in vielen Hochgebirgen –, trägt die Frost-

sprengung wesentlich zur Aufbereitung des Gesteins für eine spätere Bodenbildung bei. Im Hochgebirge ist sie besonders intensiv, wie Schuttkare (beispielsweise das Watzmannkar) bezeugen. Gesteine sind nie völlig glatt und geschlossen, stets kann in eine Kluft, einen Riss oder eine Spalte Wasser eindringen. Gefriert es zu Eis und wird der durch die Volumenzunahme wachsende Druck höher als die Zugfestigkeit des Gesteins, lockert es sich bzw. zerbricht. Der maximale Druck, der sich bei der hierfür optimalen Temperatur von minus 22 Grad aufbauen kann, entspricht der Kraft, die ein Gewicht von etwa 2.100 Kilogramm (also ca. zwei Tonnen!) auf einen Quadratzentimeter Fläche ausüben würde. Nicht nur Felsen sind von der Frostsprengung betroffen. Die plötzliche Volumenzunahme gefrierenden Wassers lässt u.a. Rohre platzen, Straßenbeläge aufbrechen oder Mauern bersten. An einer vollen Wasserflasche im Tiefkühlfach ist der Vorgang ebenfalls gut zu beobachten.

Dr. G. Marotz



Eis sprengt eine Flasche.

© Marotz



## „Mit Licht schreiben“

„Gott sprach: Es werde Licht.  
Und es wurde Licht. Gott sah,  
dass das Licht gut war.“

So steht es im Schöpfungsbericht der Bibel. Ohne Licht gäbe es kein Leben. Und auch keine Stimmungen in der Natur. Ebenso wenig gäbe es die Fotografie. Das heißt wörtlich aus dem Griechischen übersetzt: „Mit Licht schreiben.“ Licht überzieht die Landschaft mit einem Farbschleier. Am Morgen ist das Sonnenlicht zart rosa getönt. Deshalb beschrieb Homer auch Eos - die Göttin der Morgenröte - als „rosenfingrig“. Zu Mittag ist das Licht kalt und hart, gegen Abend aber zunehmend rötlich; es färbt das Meer – wiederum in den Worten Homers – purpurn ein. Sonnenlicht modelliert auch die Landschaft. Die tief stehende Sonne wirft lange Schatten und

macht sogar eintönigen Flächen „lebendig“. Am Mittag steht die Sonne hoch am Himmel, die Schatten verschwinden beinahe, die Landschaft sieht flach aus. Wie sehr das Licht die Landschaft verfärbt und modelliert, wussten nicht nur die Maler der Romantik, das weiß auch der Fotograf. Er steht mit den Hühnern auf, damit er Stimmungen erwischt, und arbeitet wieder, wenn sich die Sonne dem Horizont nähert. Zu dramatischen, lieblichen, abweisenden und vor allem ungewohnten Stimmungen tragen Wolken entscheidend bei, denn der wolkenlos blaue Himmel ist flach und fad. Mit Wolken treibt das Licht Schattenspiele. Steht die Sonne ganz tief, dann zaubert sie Farben von goldgelb bis blutrot an die Unterseite der Wolken. Mit dem wechselnden Lichteinfall

„schreibt“ also der Fotograf Landschaft und Wolken und der Betrachter eindrucksvoller Stimmungsbilder ahnt kaum, wie viel Zeit und Beobachtung es braucht, ehe alles „stimmt“.

Marika Hildebrandt



# Bäume archivieren das Klima



suchungen führt die Fakultät Wald und Forstwirtschaft der Fachhochschule Weihenstephan unter Leitung von Prof. Andreas Rothe durch. Bearbeitet wird das Projekt von Dr. Christoph Dittmar (Umweltforschung und -bildung), der sich seit vielen Jahren intensiv mit der Analyse von Jahresringzeitreihen beschäftigt. Die erforderlichen Daten wurden in Forschungsprojekten und Diplomarbeiten an etwa 200 Standorten in Bayern gesammelt. Das dokumentiert das Wachstum verschiedener Baumarten in den letzten 100 bis 200 Jahren. Zur Erfassung der verschiedenen Wachstumsbedingungen in den Berchtesgadener Wäldern wurden im Nationalpark und im Bereich der angrenzenden Forstbetriebe und der Saalforste 18 Untersuchungsflächen in vier Höhenstufen zwischen 600 und 1700 m ausgewählt. Innerhalb der Höhenstufen erfolgte zusätzlich eine Differenzierung in Sonn- und Schatthänge. Untersucht werden pro Fläche mindestens je zehn Fichten, Tannen, Buchen, Bergahorn und Lärchen. Um die Breite der Jahresringe

zu messen, werden pro Stamm zwei Bohrkern mit einem speziellen Zuwachsbohrer entnommen. Die Bohrungen mit einem Außendurchmesser von ca. acht mm schaden den Bäumen nicht. Wie bei Verletzungen der Rinde z.B. durch Steinschlag sind die Bohrlöcher nach kurzer Zeit überwachsen. Die gezogenen Bohrkern werden auf speziellen Rillenbrettern für die Trocknung und den Transport nach Weihenstephan abgelegt. Dort werden sie in den kommenden Monaten präpariert und die Breiten der Jahrringe mit einer Genauigkeit von 0,01 mm gemessen. Im Sommer 2009 wurden für dieses Projekt Proben von etwa 800 Bäume genommen. Also warten über 1.600 Bohrkern auf das Vermessen. Anschließend können die Zuwachsdaten der in höheren Lagen häufig mehrere hundert Jahre alten Bäume ausgewertet werden. Schwerpunkt der Auswertungen wird der Einfluss des Klimas auf das Wachstum der Bäume in Vergangenheit und Gegenwart sein. In etwa einem Jahr dürften die Antworten auf diese Fragen vorliegen.

*Diplom-Biologe Helmut Franz*

Was bei uns Menschen nicht erwünscht ist, hat bei Bäumen System: Jahr für Jahr legen sie einige Millimeter dicke Ringe zu. In klimatisch begünstigten, tieferen Lagen setzen sie besonders in regenreichen Jahren breite Ringe an. Hingegen steuern in Hochlagen vor allem die Temperaturen den Zuwachs. Das ergibt in kühlen Jahren mit kurzer Vegetationsperiode nur sehr schmale und kaum noch sichtbare Jahresringe. Luftverunreinigungen, Schädlingsbefall und veränderte Umweltbedingungen spiegeln sich im Aufbau der Jahresringe. Bäume speichern somit über lange Zeiträume ein wertvolles Archiv, das die Baumringanalyse entschlüsseln und interpretieren kann. Aktuell versucht ein Projekt im Nationalpark Berchtesgaden, diese „Datenbank der Bäume“ zu nutzen, um Fragen nach den Auswirkungen des Klimawandels auf das Wachstum der Bäume in den Bergwäldern beantworten zu können. Wachsen Bäume nun besser oder schlechter? Welche Baumarten werden profitieren, welche leiden? Diese Unter-



## Von der Eiskapelle zum Chimborazo

Den Winter 1797/98 verbrachte Alexander von Humboldt in Salzburg. Von dort unternahm er einen Ausflug nach Berchtesgaden, fuhr am 27. November 1797 über den Königssee und wanderte zur Eiskapelle am Fuß der Watzmann-Ostwand. Auch heute sind Besucher von den rund um das enge Eisbachtal steil aufragenden Bergflanken des Watzmann, des Hirschwieskopfs und der Hachelwände beeindruckt. In diesem Umfeld erlebt man die wechselnden Höhenstufen vom Ufer des Königssees in 603 m bis zum Watzmanngipfel in 2.713 m. Eindrucksvoll tritt dies in den Vegetationsstufen von den Laubwäldern der Halbinsel St. Bartholomä bis hinauf zu den Nadelwäldern an der Waldgrenze hervor. Ein gelegentlich auch im Sommer verschneiter Watzmanngipfel unterstreicht die gewaltigen klimatischen Veränderungen in diesem gut 2.100 m umfassenden Höhenprofil. Was hier an Klima- und Vegetationsstufen vertikal übereinander steht, liegt horizontal

ausgebreitet über etwa 2.000 km vom Nordalpenrand bis zum nördlichen Polarkreis. Klimatisch entspricht ein Höhenmeter im Gebirge ungefähr einem Kilometer Länge auf der Erdoberfläche. Einige Jahre später unternahm Alexander von Humboldt seine erste Südamerikareise. Während seines Aufenthalts in Ecuador bestieg er 1802 den 6.310 m hohen Chimborazo. Möglicherweise noch beeindruckt von seinem Besuch an der Eiskapelle ging er dort den Höhenzonen des Berges mit ihren sich verändernden Pflanzengesellschaften genauer nach. Aus der Vielzahl der Analysen entlang des Aufstiegs verfasste er nach seiner Rückkehr 1807 in Text und Bild die „Geographie der Pflanzen in den Tropenländern“ - das klassische Werk zum Thema Höhenzonen und Vegetationsstufen der Gebirge. Forschungen der Erdgeschichte und der Vegetationskunde zeigen uns, wie die Vegetationsstufen durch das Auffalten der Alpen im Verlauf der zurückliegenden etwa 30 Millionen Jahre entstanden. Dem Emporsteigen der ehemaligen

Meeresablagerungen in die kühleren höheren Lagen konnten nicht alle Pflanzen der einst subtropischen Vegetation folgen. Wärmeliebende wie die heute in Gärten kultivierte Magnolie wichen nach Süden aus, manche kamen später wieder zurück. Andere, wie die großen Enziane, schafften es noch bis in die Mittellagen. Einige kälteverträgliche, darunter der stängellose Enzian, gingen bis in die Hochlagen mit. In den Eiszeiten seit einer Million Jahre kam es über die weit ausgebreiteten Tundren zum Austausch zwischen alpinen und nördlichen Florenelementen. So wanderten unter anderen das Edelweiß und die Zirbe aus Sibirien in die Alpen und der Frühlingsenzian in die Gegenrichtung zur arktischen Tundra aus. Was die Wissenschaft uns erklärt, nutzt die Almwirtschaft in der Praxis schon seit Jahrhunderten: Der Viehtrieb von der Talweide bis zur Hochalm und zurück ist die geniale Anpassung an die Höhenstufen und ihre wechselnde Vegetation über das Jahr hinweg.

*Dr. Hubert Zierl*

## Nachbarn ziehen an einem Strang

„Glückliche Zeiten, in welchen man ein Land hinreichend geschützt glaubte, wenn ein hölzernes Gebäude und zwei alte Männer an seiner Grenze standen!“ So beschrieb der Salzburger Topograph Franz Michael Vierthaler 1816 die „Mooswacht“ auf dem Hirschbichl. Immerhin hatte der „Kirchenstaat“ Salzburg schon im 17. Jahrhundert dort oben einen Schlagbaum samt Grenzposten errichtet und den Wächtern eingeschärft, „kein kontrabandiertes Salz durchzulassen“. Und die Grenzwächter kontrollierten scharf, denn ein Drittel der Schmuggelware durften sie selbst behalten. Damit war ein Schlupfloch für den schwunghaften Salzschnuggel geschlossen. Diese Grenze behinderte aber

nicht den mittlerweile 700 Jahre alten Auftrieb des Ramsauer Viehs auf die Kallbrunnalm, auf der heute noch die Rinder von 16 bayerischen und 14 Pinzgauer Bauern einträchtig grasen. Das 420-Seelen-Dorf Weißbach ist seit dem Fall der Grenzkontrollen noch viel enger mit seinem großen Nachbarn Berchtesgaden zusammen gewachsen: Das knapp 28 km<sup>2</sup> große Landschaftsschutzgebiet Weißbach bekam 2007 als besonders wertvolle Kulturlandschaft den Rang eines Naturparks und ist seit 2008 mit dem Nationalpark Berchtesgaden eine Pilotregion des Europäischen Projekts „ECONNECT“, das Schutzgebiete vernetzt, um den alpinen Naturraum langfristig zu sichern. Das Bergsteigerdorf Weißbach

bot sich für den europäischen Verbund von Schutzgebieten als Modellregion für nachhaltige Entwicklung geradezu zwingend an: Seine Bauern formten aus steilen Mähwiesen, weitläufigen Almen, Bergmischwäldern und Feuchtwiesen ein wunderbares Landschaftsmosaik zwischen dem engen Tal und den Gipfeln der Kalkalpen – bereichert noch durch das Naturdenkmal Seisenbergklamm, die bereits 1831 von Holzknechten mit einem Steig erschlossen wurde, um die Holztrift zu erleichtern. Die Entwicklung des Schutzgebiets Weißbach glückte durch breite Kommunikation auf verschiedenen Ebenen – vor allem durch die Einbindung der Bevölkerung in die aufwändige Planung. Der Erfolg und damit die Akzeptanz stellten sich durch den Ausgleich und das Zusammenspiel von unterschiedlichen Interessen ein. Auf dieser Grundlage bauen gemeinsame Projekte auf. Das betrifft unter anderem die naturschutzrechtlich verankerte Einrichtung einer Gebietsbetreuung. Sie entwickelt gemeinsam mit den Weißbachern und der Naturschutzabteilung des Landes Salzburg Projekte weiter, ist Ansprechpartner für vielfältige Belange und unterstützt Kooperationen. Der einheitliche Naturraum kann seit einigen Jahren grenzenlos zwischen Nationalpark Berchtesgaden und Naturpark Weißbach erlebt werden: der „Almerlebnisbus“ zeigt, wie die Kooperation zwischen Gemeinden in beiden Ländern funktioniert. Er bringt Einheimische wie Gäste von Weißbach nach Hintersee-Ramsau und wieder zurück. Und Angebote im Wanderprogramm erschließen die Schutzgebiete beiderseits der Grenze. Franz Vierthaler zeitgemäß abgewandelt: Glücklicherweise zwei Länder, die grenzenlos kooperieren, um den gemeinsamen alpinen Naturraum nachhaltig zu sichern. *Mag. Christine Klenovec*



© Naturpark Weißbach

## Tiere kennen keine Staatsgrenzen

Vor Anbruch des Eisenbahn- und Automobilzeitalters drohte mangels Arbeitsmöglichkeiten die Entsiedelung weiter Gebiete der Alpen. Dieser Trend schlug in den letzten Jahrzehnten ins Gegenteil um. Auf den nur rund zwölf Prozent Dauersiedlungsraum in den Tallagen drängen sich Siedlungen, Gewerbe- und Industrieflächen und Verkehrswege. Die Landschaften der Alpen zeichne(n) sich durch ein Mosaik unterschiedlichster Lebensräume aus: Wälder, Moore, Gewässer und vom Menschen gestaltete Kulturlandschaften mit Wiesen und Almflächen verliehen dem Alpenraum ein unverwechselbares Gepräge, das einer ungewöhnliche großen Zahl an Tieren und Pflanzen Heimstätten bot. Viele Tierarten nutzen im Laufe des Jahres sehr unterschiedliche, voneinander entfernte Räume für Nahrung, Ruhe, Überwinterung oder Fortpflanzung. Deren Erreichbarkeit ist Grundvoraussetzung für das Überleben der Arten. Die zunehmend intensive Erschließung der Alpen zerschneidet die Landschaft immer stärker. Das behindert die vom Lebenszyklus bedingten Wanderungen vieler Tiere. Daher schuf die Alpenkonvention eine alpenweite Plattform „Ökologischer Verbund“ von Lebensräumen. Die Schutzgebiete wie der Nationalpark Berchtesgaden mit dem angrenzenden Salzburger Natur- und Europaschutzgebiet „Kalkhochalpen“ sowie dem Naturpark Weißbach sind dabei bedeutende Keimzellen dieses alpenweiten Netzwerks. Die seit jeher „grüne“ Grenze zwischen den bayerischen und österreichischen Schutzgebieten begünstigt den ökologischen Verbund beträchtlich. Verschiedene Forschungsprojekte belegen die reichhaltige biologische Ausstattung dieses Raumes. So beschäftigen sich Projekte in



Durch den Wegfall der Grenzkontrollen innerhalb der EU haben die Markierungen der Grenze zwischen Bayern und Österreich von 1818 nur mehr nostalgischen Wert. Markierungen wie diese auf dem Hohen Göll finden sich zu dutzenden im alpinen Halbkreis um Berchtesgaden.

Kooperation mit der Fachhochschule Weihenstephan und der Universität Salzburg mit dem Gewässernetz im Raum Hirschbichl sowie mit vogel- und vegetationskundlichen Fragen. Ein 2009 gestartetes Almforschungsprojekt wird in Kooperation von Bayerischer Naturschutzakademie ANL und der Naturschutzabteilung des Amtes der Salzburger Landesregierung durchgeführt: Auf „Beispielsalmen“ wie den Kallbrunnalmen im Naturpark Weißbach werden in einem mehrjährigen Projekt die Auswirkungen unterschiedlicher Beweidungsformen mit regionalen Haustierrassen auf Vegetation und ausgewählte Wildtiergruppen detailliert untersucht. Daraus wären für künftige Umsetzungsmaßnahmen zum Biotopverbund Empfehlungen für das Manage-

ment abzuleiten. Solche Vorhaben sind natürlich ohne die bereitwillige Unterstützung durch Grundeigentümer – Almbauern oder bayerische Saalforste – nicht möglich. Gerade die Saalforste hatten wesentlichen Anteil an der Errichtung des Naturparks Weißbach. Der vom Netzwerk Alpiner Schutzgebiete ALPARC propagierten Erhaltung, Verbesserung oder sogar Neuschaffung von Verbindungskorridoren für Tiere im Alpenraum kommt nicht zuletzt als Vorsorgemaßnahme zur Bewältigung möglicher Folgen des Klimawandels große Bedeutung zu: Nur wenn die Wanderung von Arten möglichst ungehindert erfolgen kann, wird ein Ausweichen und damit das Überleben der Arten möglich sein.

Prof. DI Hermann Hinterstoisser



## Der Watzmann landet im Donaudelta

Den Alpen wurden bereits viele fachliche und mythische Beinamen zugeordnet. Ein jüngerer ist: „Alpen – Wasserschloss Europas“. Berge zwingen die heranströmenden Luftmassen an ihren Flanken zum Aufstieg. Die Wolken werden in kühleren Luftschichten hinaufgezogen und geben ihre Feuchtigkeit als Regen oder Schnee ab. In Berchtesgaden fallen vom Tal bis in die Hochlagen 1.500 bis 2.500 Millimeter Niederschläge pro Jahr. Im Vergleich hierzu erreichen die Weinbaugebiete Unterfrankens nur etwa 500 Millimeter. In größeren Gebirgen fangen bereits die Randberge die Niederschläge ab. Das kann in ihrem zentralen Bereich Trockengebiete zur Folge haben. Im Extremfall entstehen im Windschatten der Gebirge

Wüsten. Neben den Alpen werden auch andere Hochgebirge als „Wasserschloss“ bezeichnet. Sie alle sind Quellgebiete der Bäche und Flüsse. Berge sind so mitverantwortlich für die Wasserführung von Bächen und Flüssen bis zur Mündung und für die Wasserversorgung der Ebenen bis weit hinaus in das Vorfeld. Der Rhein liefert in den Sommermonaten dem Tiefland, durch das er fließt, bis zu 70 Prozent des Wasserangebots. Diese Gegend wird also im Sommer weitgehend mit Wasser aus der Schweiz versorgt. Einfluss darauf nehmen auch die Ansprüche der im Gebirge lebenden und wirtschaftenden Menschen sowie deren Feriengäste. Wasser, Eis und Lawinen sind in hohem Maße treibende Kräfte bei der schon beschriebenen Massenverlagerung. Sie

sind das Transportmedium, dem der Ausspruch zuzuschreiben ist: „Es ist das Schicksal des Watzmann, im Donaudelta am Schwarzen Meer zu landen“. Jedenfalls aus der Sicht geologischer Zeitabläufe ist es so. Der Watzmann teilt dieses Schicksal mit allen anderen Bergen, die im Einzugsgebiet der Donau liegen. Die Reise geht aber nicht direkt zur Mündung. Es gibt Zwischenlager auf diesem Weg. Eines davon ist der Schuttkegel der Halbinsel St. Bartholomä mit seinem weltweit bekannten Motiv der Kirche vor der Watzmann-Ostwand. Der Schwemmkegel ist unter der Oberfläche bereits am gegenüber liegenden Ufer angekommen. Er nimmt gegenwärtig – gut zehn Jahrtausende nach dem Ende der letzten Eiszeit – bereits 25 Prozent des heutigen Seevolumens (ca. 512 Millionen

m<sup>3</sup>) ein. In einigen tausend Jahren wird der Schutt von Watzmann und den benachbarten Hachelköpfen den See in einen vermutlich immer noch Königssee genannten Hauptsee und einen oberhalb liegenden „Mittersee“ geteilt haben. Gleiches passierte im Tal des Königssees schon einmal gegen Ende der Eiszeit, als der Obersee durch eine Endmoräne des zurückweichenden Gletschers vom gemeinsamen Wasserkörper getrennt wurde. Die Landverbindung zwischen den steilen Bergflanken erfuhr durch einen Felssturz um 1170 ihren bisherigen Abschluss. Die Wasserführung der Flüsse und die Wasserversorgung der Ebenen hängen weitgehend davon ab, ob die reichlichen Niederschläge in den Bergen ungebremst abfließen oder bereits dort gespeichert und erst verzögert und dosiert abgegeben werden. Als Speicherräume wirken Seen – in Karstgebirgen auch unterirdische – sowie Schuttdecken, Moore und Böden; diese insbesondere dann, wenn Vegetation sie bedeckt. Intakte Bergwälder mit ihrem Wurzelraum, der treffend auch „unterirdischer Wald“ genannt wird, tragen in hohem

Maße hierzu bei. Eine der mächtigsten Schuttdecken im Nationalpark liegt im Wimbachtal. Ihre Speicherkapazität wird auf etwa 300 Millionen Kubikmeter geschätzt. Das ist etwas mehr als die Hälfte des Wasservolumens des Königssees. Schuttdecken und Böden haben neben ihrer Speicherfähigkeit auch eine wichtige Funktion als Filter. Trinkwasserqualität setzt voraus, dass die Verweildauer in den Bodenspeichern etwa 60 Tage beträgt. In Kalkgebirgen mit ihren durchlässigen Karstsystemen und häufig flachgründigen Böden ist das nicht überall erreichbar. Die karsthydrologischen Untersuchungen des Bayerischen Geologischen Landesamtes und der Nationalparkverwaltung haben dies erneut belegt. Markierte Wassereinspeisungen im Funtenseegebiet oder auf der Gotzenalm haben gezeigt, dass die Markierstoffe binnen weniger Tage nach der Einspeisung in Quellen im Tal des Königssees und Obersees nachgewiesen werden konnten. Mehr oder weniger mittel- bis kurzfristige Wasserspeicher sind Eis einschließlich dauerhaftem Bodenfrost (Permafrost) und Schnee. Eis als Wasserspeicher spielt in



„Berge werden und vergehen.“ Dieses Thema in der vorigen Ausgabe des Nationalparkmagazins beschrieb, dass Berge mit Urgewalten in die Höhe gestemmte Erdmassen sind, die wieder abgetragen werden. Die aufgetürmten Berge spielen für den globalen wie den regionalen Wasserhaushalt eine wichtige Rolle als „Wasserschloss“ – ein weiteres hochrangiges Thema der Umweltdidaktik.

den Berchtesgadener Alpen eine untergeordnete Rolle. In den Zentralalpen ist das anders. Aus den Schneedeckmessungen im Nationalpark Berchtesgaden und den entsprechenden Wassergehalten kann man ableiten, dass dort im Winter zwischen etwa 30 Mio. und 75 Mio. Kubikmeter Wasser vorübergehend gespeichert werden. Das könnte den täglichen Wasserbedarf aller Berchtesgadener bis zu 50 Jahre lang decken. Der Wasserhaushalt unserer Erde hat eine globale wie auch eine regionale und lokale Seite. Auf alle wirkt der Mensch ein. Er trägt deshalb auch Verantwortung für die dort ablaufenden Prozesse, insbesondere für die Speicherung des Wassers und dessen Abfluss. Die Klimaänderung erhöht offensichtlich die Intensität der Niederschläge. Daher gelangen kurzzeitige Starkregen nicht mehr in die Speicherräume, selbst wenn diese noch verfügbar wären, sondern fließen rasch oberflächlich ab. Verlust von Vegetationsdecken und Bodenverdichtungen haben denselben Effekt. Folgerichtig sind Klima- und Bodenschutz wichtige Aspekte für den Erhalt eines ausgeglichenen Wasserhaushalts. Dr. Hubert Zierl

## Skitouren sind auch Umweltdidaktik



© Hutter

die Morgensonne, weichen daher bei mäßiger Temperatur auf und bilden in kalter Nacht eine Harschschicht – bin hin zum unlustigen Bruchharsch. Südhänge liegen fast den ganzen Tag lang in der Sonne, also entsteht dort am ehesten Nassschnee bzw. Harsch. Westhänge erfasst die Sonne erst spät am Tag, also hält sich dort Pulverschnee am ehesten. Das allein ist aber nur schöne Theorie, weil die Temperatur darüber entscheidet, welche Art von Schnee man in welcher Hangrichtung und Höhenlage antrifft. Es macht eben den entscheidenden Unterschied, ob man in das Watzmannkar nach Schneefall bei leichter Bewölkung und deutlich unter null Grad Temperatur oder nach einer sonnenreichen und milden Woche geht. Ob einem dann Firn oder Bruchharsch blüht, hängt davon ab, wie kalt es in der Nacht ist. Nicht genug damit: Ob der Harsch trägt, entscheidet seine Dicke. Und diese wächst bei markanten Wechsel zwischen mildem Tag und klirrend kalter Nacht.

Nicht zu vergessen, dass der Wald nicht genau in dieses Schema passt. Dort hält sich nämlich die Temperatur der Vortage länger. Also kann man dort Nassschnee antreffen, wenn der Harsch in freiem Gelände sicher trägt. Umgekehrt findet man im Wald noch Pulver, wenn es ringsum zu tauen beginnt. Die viel strapazierte „Erfahrung“ reicht keineswegs für die Ferndiagnose aus dem Tal, welche Schneeverhältnisse 1.000 und mehr Höhenmeter weiter droben herrschen (könnten). Besser als „Erfahrung“ sind die Beobachtung des Wetterverlaufs sowie die genaue Beachtung der Wetter- und Schneeberichte und des Lawinenwarndienstes. Dann freilich hilft „Erfahrung“, diese Informationen kleinräumig anzuwenden. Somit wären Skitouren auch Lehrstunden in angewandter Umweltdidaktik.

Dr. Clemens M. Hutter

Der berühmte US-Präsident Abraham Lincoln definierte Demokratie klassisch: Regierung aus dem Volk, durch das Volk und für das Volk. Das lässt sich auch auf die Natur wenden: Wir leben aus der Natur, von der Natur und in der Natur. Daraus folgt der Zweck jeglicher Umweltdidaktik: Natur beobachten, nützen und schützen. Das lässt sich sehr wohl auch auf Skitouren und Variantenfahrten anwenden. Dazu als Beispiel der 2.742 m hohe Preber, ein berühmter Skitourenberg im Lungau: 1.250 Höhenmeter, davon nur 250 durch Wald, und ein 1000 Meter hoher Südhang. Ich erlebte ihn an einem Dreikönigstag mit gut daumendickem Firn und an einem ersten Mai mit 30 Zenti-

metern flaumigem Pulver. Das Berchtesgadener Land ist mit prächtigen Skitouren gesegnet – in allen Hangrichtungen und deshalb mit allen Schneearten von berauschend bis lehrreich und selektiv. Daher gibt es weder „den“ Firnmonat noch „die“ Pulversaison. Man ist also gut beraten, die Skitour nicht nur mit den Beinen, sondern mit Köpfchen zu unternehmen. Das bedeutet: Den Wetter- und Temperaturverlauf den ganzen Winter hindurch genau zu beobachten und sich dem entsprechend zu verhalten. Nordhänge bekommen wenig Sonneneinstrahlung, sind aber stark dem Wind ausgesetzt. Deshalb kann dort die Schneedecke eher instabil oder windharschig sein. Osthänge kriegen schon

## Messstationen dokumentieren Klimawandel



Die Nationalparkverwaltung hat im Sommer drei neue Wetterstationen im Steinernen Meer errichtet. Insgesamt stehen somit im Nationalpark vierzehn Stationen, die den Ablauf des Wetters im Zehn-Minuten-Takt automatisch registrieren und den Bodenstationen übermitteln. Diese Stationen erfassen in allen Höhenstufen Temperatur, Feuchte, Niederschlag, Schneehöhe, Sonnenstrahlung und andere Kenndaten. Die Auswertung dieser Daten soll ermitteln, ob und wie sich das Klima langfristig ändert, ob die extremen Wetterereignisse noch extremer werden und wie sich das auf die Tier- und Pflanzenwelt des Nationalparks auswirkt. Weil diese Wetterstationen den harten Bedingungen in den Höhenlagen des Nationalparks standhalten müssen, wird das automatische Messnetz in enger Zusammenarbeit mit dem bayerischen Lawinenwarndienst aufgebaut. Dessen jahrelange Erfahrung mit Messtechniken in schwierigem Gelände trägt entscheidend zum Erfolg dieses Unternehmens bei. Die Anwendung einer einheitlichen Messtechnik stellt sicher, dass der Lawinenwarndienst und die Nationalparkver-

waltung gleichermaßen Zugriff auf die Messdaten haben. Die alpinen Standorte dieser Klimastationen sind nur zu Fuß und oftmals nur durch Kletterpartien zu erreichen. Die Fundamente der Stationen müssen felsfest verankert sein. Die berg- und ortserfahrenen Mitglieder des



© NPV (2)

Nationalparkdienstes setzen die Felsanker in mühsamer Kleinarbeit. Dann passt der Fundamentsockel der Stationsmasten exakt auf die Stahlanker. Da der Nationalpark im Grenzbereich zu Österreich liegt, ist noch zu klären, ob die Daten über das

deutsche oder das österreichische Mobilfunknetz übertragen werden. Die Wetterstationen werden vom Hersteller betriebsbereit geliefert und an einem Seil von einem Hubschrauber im Kunstflug auf die Felsfundamente gesetzt. Die Mitarbeiter des Nationalparkdienstes müssen nur noch die Schrauben anziehen. Der Techniker montiert dann die letzten empfindlichen Messfühler, nimmt die Station in Betrieb und lässt von der Zentrale den Datenzugriff prüfen. Die Lawinenwarnzentrale in München wertet die Daten für den Lagebericht aus, übermittelt sie automatisch der Forschungsabteilung des Nationalparks und stellt sie anschließend auch in das Internet. Der Weltklimarat hat in jüngsten Gutachten dargelegt, dass die Temperaturen in den nächsten hundert Jahren um ca. zwei bis sechs Grad ansteigen und die Niederschläge sich stark verändern dürften. Sicher ist jedenfalls, dass das Verhalten der Menschen die Klimaerwärmung sowie die Änderung im Niederschlag verursacht hat. Der Vergleich mit den Daten der Klimastationen wird also zeigen, wie sich das Klima tatsächlich ändert.

Diplom-Biologe Helmut Franz



Brillengang in der Salzgrabenhöhle

# Farbe

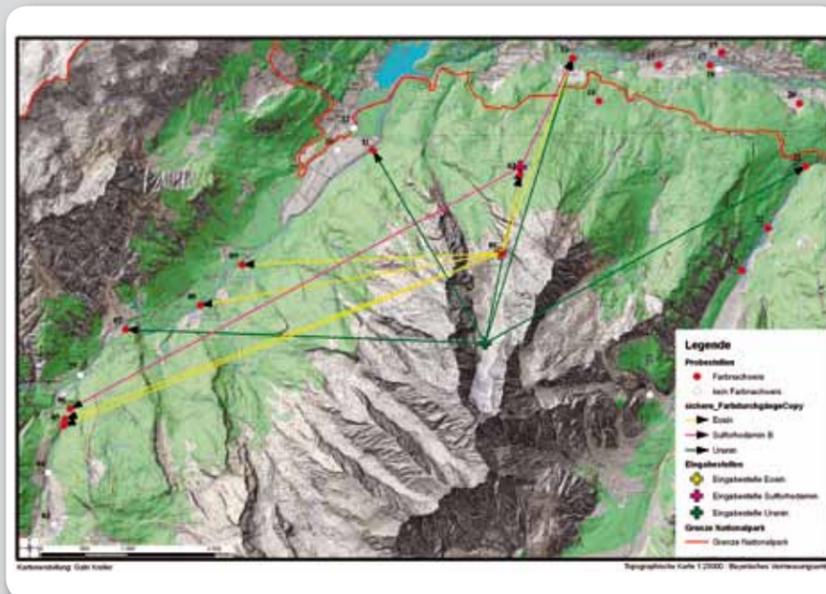
spürt unterirdische Wasserwege auf

Dem aufmerksamen Wanderer durch den Nationalpark fällt nicht nur die Vielfalt der Wasserläufe auf, sondern auch deren Dynamik: Mal viel Wasser, mal wenig und dann noch die Quellen, aus denen das Grundwasser sprudelt. Seit 1987 untersucht die Forschungsabteilung der Nationalparkverwaltung, welche Fließwege das einsickernde Niederschlagswasser durch das Gebirge bis zu den 300 Quellen im Nationalpark nimmt. Eine besondere Rolle spielt dabei das kalkhaltige und durch verschiedene chemische Prozesse wasserlösliche Gestein.

Diese haben die Formen des Gesteins über Jahrmillionen verändert. Unterirdisch bildeten sich Fließsysteme – Klüfte, Risse und sogar Höhlen. Auch an der Oberfläche fällt der von Wasser gebildete Formenreichtum des Gesteins auf: die Karren und Rinnen. Das Wasser formte und formt unermüdlich das Gestein der Berchtesgadener Alpen. Dieser Prozess heißt „Verkarsung“. Färbversuche können die unterirdischen Wasserwege im Nationalpark ermitteln: An hoch gelegenen Punkten werden außerordentlich verdünnte, doch gesundheitlich unbedenkliche Farben eingegeben. Dann wer-

den aus verschiedenen Quellen in einem bestimmten Rhythmus Wasserproben genommen und auf diese Farbe im Labor untersucht. Findet man Farbe, so ist die Verbindung zur Eingabestelle bestätigt. 2001 wurde der Hochkalter, also das Blau-eisgebiet, nach dieser Methode untersucht. Ziel war auch, die unterirdischen Fließwege von Schmelzwasser aus dem rapide schrumpfenden Blau-eis-Gletscher zu erkunden. Die Auswertung der Tests ergab, dass im Hochkaltermassiv zwischen den Eingabestellen und den Probestellen insgesamt 15 sicher bestätigte und 14 sehr wahrscheinliche unterirdische Verbindungen auf 33 Fließwegen verlaufen. Auch wurde festgestellt, dass die Fließgeschwindigkeit im Berg je nach der Verbindung zwischen einem und hundert Metern pro Stunde beträgt. Wegen dieser verborgenen Prozesse bleibt die Erforschung und Beobachtung der Quellen im Nationalpark weiterhin ein aktuelles Forschungsthema. Zudem wird in den kommenden Jahren ein Wassermodell für das Nationalparkgebiet erstellt. Es soll das Zusammenspiel von Regen, Schnee, Speicherung im Boden und Abfluss genauer erfassen und Vorhersagen über die möglichen Auswirkungen des Klimawandels erlauben.

M.Sc. Gabi Kraller



# Ein Hauch von Orient zur Weihnachtszeit

„Ja, nun ist es wieder soweit, es eilt herbei die schönste Zeit, wo Zimt und Mandelduft liegen in der ganzen Luft.“



Gewürze gehören zu den schönsten Nebensachen der Welt. Ihr Anteil in unserer täglichen Nahrung ist verschwindend gering, jedoch kulinarisch von großer Bedeutung. Vermutlich wird gewürzt, so lange gekocht wird. Die ältesten Funde von Gewürzen stammen aus Mexiko vor ca. 7.000 v. Chr. Jahrhunderte lang wurden Gewürze auf alten Karawanenrouten von China nach Europa transportiert. Oft waren die Händler zu direktem Warentausch gezwungen: Seide gegen Gewürze, Gewürze gegen Lapislazuli, Jade und Silberschmuck, Schmuck gegen Zobel und andere Pelze, Pelze gegen Woldecken oder Decken gegen luxuriöse Glaswaren. Gewürze waren einst purer Luxus: Ein Pfund Safran kostete so viel wie ein Pferd, ein Pfund Ingwer so viel wie ein Schaf, Pfeffer wurde teilweise mit Gold aufgewogen. Im 16. bis 18. Jahrhundert war Zimt eines der besonders teuren Gewürze. Anton Fugger verbrannte 1530 die Schuldscheine Karls V vor dessen Augen in einem Feuer aus Zimtstangen, um damit seinen Reichtum zu demonstrieren. Der echte Zimt stammt ursprünglich aus Ceylon, dem heutigen

Sri Lanka. Der Portugiese Vasco da Gama brachte ihn 1502 von Ceylon nach Europa. Mittlerweile wird er in Indonesien, Madagaskar, den kleinen Antillen und Mittelamerika angebaut. Es gibt ca. 275 verschiedene Arten von Zimtbäumen, die zur artenreichen Familie der Lorbeerbaumgewächse gehören. Wildwachsende Zimtbäume werden zehn bis 20 Meter hoch; Plantagenbäume werden dagegen kurz gehalten, damit die bis zu zwei Meter langen Schösslinge alle ein bis zwei Jahre leichter geschnitten werden können. Die Rinde wird abgezogen, gebündelt und ein bis zwei Tage unter Matten fermentiert. Danach wird die äußere Schicht entfernt und die innere an der Sonne getrocknet, die sich dabei einrollt. Mehrere ineinander geschobene Rindenstücke bilden die uns bekannte Zimtstange. Zimt wird in Gewürzmischungen der indischen, persischen und arabischen Küche vorwiegend für Pikantes verwendet. Bei uns aromatisiert Zimt vorwiegend Süßes, Glühwein und Tees, Schokoladengetränke und Fruchtsäfte sowie Marmeladen und ist wichtigster Bestandteil des Lebkuchengewürzes. Zimtpulver ist preiswerter als die

## Rezepte

### Mürbes Dauergebäck:

3 Eigelb, 75 g Stärkemehl, 100 g Zucker, 175 g Mehl, 175 g Butter, etwas Zitronenschale

Aus den Zutaten einen glatten Teig kneten und etwas ruhen lassen; Teig ausrollen und mit Förmchen ausstechen; auf mit Backpapier belegtes Blech legen, hellgelb backen und in Zimt-Zucker wälzen.

### Zimtkuchen

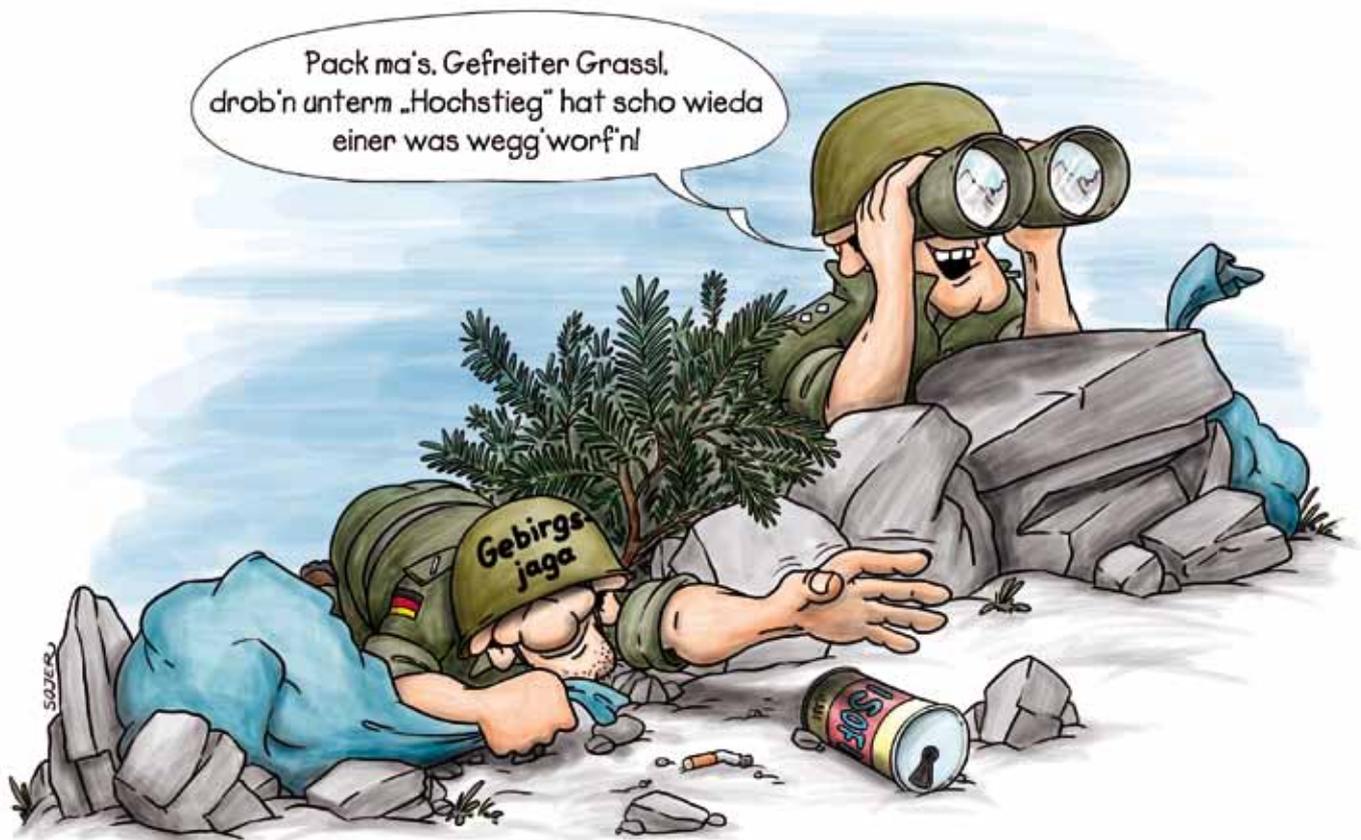
(Kuchen vor dem Anschneiden 1 Tag ziehen lassen!):

4 Eier (M), 200 g Zucker, je 200 ml Olivenöl und Milch, 2 TL Zimt, 350 g Mehl, 150 g ungeschälte gemahlene Mandeln, 1 gehäufte TL Backpulver, Öl für die Form, Puderzucker

Eier und Zucker schaumig rühren, nach und nach Öl zugeben, Milch und Zimt untermischen. Mehl, Mandeln und Backpulver mischen und vorsichtig unter die Ei-Zucker-Öl-Masse geben. Der Teig soll geschmeidig sein. Den Herd auf 180 Grad vorheizen. Springform mit Öl ausfetten, Teig einfüllen und auf 2. Schiene von unten ca. 45-50 Min. backen, dann noch einige Minuten im abgeschalteten Ofen nachziehen lassen. Vor dem Servieren mit Puderzucker bestreuen.

Stangen. Das Angebot ist daher auch größer. Pulver und Stangen sollten dunkel, luftdicht und trocken aufbewahrt werden. Das im Zimtbaum enthaltene Zimtöl ist in colaähnlichen Getränken, Limonaden und Kaugummis enthalten. Industriell wird Zimt in der Parfümerie und Seifenproduktion sowie für die Herstellung von Likör und Magenbitter verwendet. Die weltweit produzierte Menge an Zimtrinde liegt jährlich bei ungefähr 130.000 Tonnen.

Anita Bacher



## Soldaten rücken zum Bergputz aus

„Der Mensch is a Sau!“ Mit diesem Schlager landete die Wiener „Worried Man Skiffle Group“ 1972 einen Jahrzehnt-Volltreffer. Offensichtlich interpretierte dieses Gejammer eines „ärgerlichen Mannes“ den Gemütszustand des ewigen „Raunzers“ sehr gut: „Wer schmeißt denn Mist einfach so in die Gegend.“ In den Bergen hinterlassen Wanderer gelegentlich auch die Überbleibsel ihrer Brotzeit. Aber dafür langt die Rüge „Schweinderl“. Auch um solchen „Schweinderln“ nahezulegen, ihr bisschen Müll gefälligst wieder nach Hause mitzunehmen, wurde 1999 in Deutschland der „Umwelttag“ eingeführt – als Putztag in der Natur. Und an diesem Großreinemachen nimmt natürlich auch die Bundeswehr teil. In den bayerischen Alpen wählte jede Gebirgsjäger-Kompanie einen „Patengipfel“, den sie am selbst bestimmten „Umwelttag“ irgendwann im Mai oder Juni säubert. Also machen sich in Bischofswiesen stationierte Gebirgsjäger frühmorgens

auf die Jagd nach „Bergsteiger-müll“ – in voller Alpinausrüstung inklusive einem blauen Sack. Ziel ist der „Patengipfel“ Watzmann. Das ist auf dem „Normalweg“ eine respektable Tour über 2.100 Höhenmeter – hin und retour gut und gerne acht Stunden Netto-Gehzeit. Die Jäger sammeln im Nahbereich des Weges alles ein, was Wanderer unabsichtlich oder aus Bequemlichkeit hinterlassen haben: Papierfetzen, Plastikflaschen, Zigarettenschachteln und was halt sonst noch den Weg zurück in den eigenen Rucksack nicht findet. Major Michael Manfred Schalin nimmt natürlich auch an dieser Jagd teil und wertet so einen „Umwelttag“ als Erfolg. Seine Soldaten sind vorwiegend Einheimische und haben vollstes Verständnis dafür, ihre Landschaft vom Touristenmüll zu säubern. Und die Wanderer begleiten diese Aktion auch mit Beifall: „Ja was macht's denn ihr da? Na prima!“ Da fehlt nur noch die Probe auf einen Sinnspruch: „Schlechtes Beispiel verdirbt die

besten Sitten, gutes Beispiel reißt mit!“ Von der Säuberungsaktion auf dem Watzmann bringt jeder Soldat im Durchschnitt seinen blauen Sack halb gefüllt zurück. Das macht um die 30 Liter. 400 Mann sammeln somit 12.000 Liter Alpinmüll auf. Das entspräche dem Rauminhalt von 12.000 Maßkrügen. Der Mülljagd folgt allerdings noch daheim in der Kaserne die mühselige Aufgabe, den Alpinmüll sauberlich zu trennen, ehe er entsorgt werden kann. Dann dürfen sich alle zufrieden zurücklehnen: Major Schalin, weil der Ertrag den Aufwand sichtlich gelohnt hat; die Soldaten, weil ihr „Patengipfel“ wieder sauber ist; die Bergwanderer, weil sie sehen, dass der Mensch sich keineswegs wie „a Sau“ verhalten muss. Das gute Beispiel der Bundeswehr im Nationalpark könnte aber manch einem „Alpinschweinderl“ als Ausrede dienen: Wenn diese Bergputzer eh den Mist wegräumen, wär' ich doch blöd, wenn ich sie um ihre verdienstvolle Arbeit brächte.

Dr. C. M. Hutter