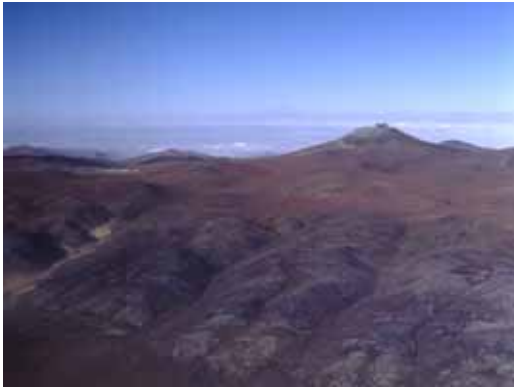


Das Leben eines Astronomen beim VLT



Ganz oben wird die Luft ziemlich dünn. Das wissen auch die Astronomen. Und genau das ist eine gute Voraussetzung für ihre nächtliche Arbeit am Teleskop. Daher bauen sie ihre Sternwarten vorzugsweise auf hohen Bergen und am besten noch mitten in die Wüste. Denn sowohl ein niedriger Luftdruck als auch eine geringe Luftfeuchtigkeit bewirken, dass sich die Qualität der astronomischen Beobachtungen deutlich verbessert. Die meisten Observatorien, die seit Mitte des 20. Jahrhunderts gebaut wurden und werden, befinden sich daher in Höhen

von etwa 2000 bis 5000 Meter. Auch das VLT (siehe <http://www.eso.org/paranal/>) wurde auf einem Berg, dem 2635 Meter hohen Cerro Paranal, in der Atacama-Wüste in Chile errichtet. Diese Wüste, die direkt am Pazifik liegt, zählt die zu den trockensten Gebieten der Welt.

Große Höhen und extreme Trockenheit bringen jedoch einige Probleme für den menschlichen Organismus mit sich. So können ab einer Höhe von etwa 2000 Meter bereits erste Symptome der Höhenkrankheit auftreten. Diese wird durch eine Unterversorgung des Körpers mit Sauerstoff verursacht.



Die extrem trockene Atacama-Wüste befindet sich direkt am Meer. Dass sich hier eine Wüste bilden konnte, liegt am Humboldtstrom, einer kalten Meeresströmung, die an der chilenischen Küste in Richtung Norden fließt. Die niedrige Luftfeuchtigkeit in Wüstengebieten verhindert, dass erhebliche Mengen von Wasserdampf einen großen Teil bestimmter für die Astronomie wichtiger Strahlungsarten verschlucken. Durch die Wüstenluft trocknen Haut und Schleimhäute sowie der ganze Körper jedoch sehr schnell aus.

Mit Hilfe von erklärenden Texten, Versuchen, Fragen und Aufgaben sollen die Schüler die physikalischen Begriffe Luftdruck und Luftfeuchtigkeit erarbeiten. Darüber hinaus sollen sie sich mit der Problematik großer Höhen und extremer Trockenheit vertraut machen.

Abbildungen: VLT auf dem Cerro Paranal in der Atacama-Wüste in Chile. (Quelle: ESO)

Übersicht der Bezüge im WiS!-Beitrag		
Physik	Statik der Flüssigkeiten und Gase, Wärmelehre, Atomphysik	Schweredruck, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, elektromagnetische Strahlung
Astronomie	Astropraxis, Strahlung	Beobachtung, elektromagnetisches Spektrum
Fächer-Verknüpfung	Astro-Bio, Astro-Geo	Höhenkrankheit, Wüstenbildung, Austrocknung der Haut und der Schleimhäute

Luftdruck

Bestimmt hast du schon einmal bemerkt, dass etwas in deinen Ohren passiert, wenn du in einem Fahrzeug einen Berg hinauf- oder hinunterfährst. Je nachdem, wie schnell du fährst und wie hoch der Berg ist, spürst du immer mal wieder einen leichten Druck in den Ohren oder genauer auf den Trommelfellen. Wenn du dann schluckst (beim Hochfahren) oder dir die Nase zuhälst und mit geschlossenem Mund so tust, als wolltest du kräftig ausatmen (beim Hinunterfahren), dann verschwindet dieses Druckgefühl. Wenn du dagegen in der Ebene fährst, also keinen Höhenunterschied überwindest, dann passiert nichts. Woran liegt das?

Die Antwort auf diese Frage finden wir durch die Erfahrungen, die wir beim Baden machen: Vom Tauchen kennst du vielleicht die Faustregel, dass der Druck unter Wasser jeweils um 1 bar zunimmt, wenn man wieder 10 Meter weiter in die Tiefe getaucht ist (siehe Tabelle 2). Dieser Druck wird durch die Masse der Wassermenge hervorgerufen, die quasi als Wassersäule auf einer gedachten Fläche steht, die sich in einer beliebigen Tiefe im Wasser befindet. Man nennt diesen Druck daher Schweredruck. Dass der Schweredruck gleichmäßig mit der Wassertiefe zunimmt (gilt für alle Flüssigkeiten!), liegt daran, dass sich Flüssigkeiten, also auch Wasser, nur in sehr geringem Maße zusammendrücken (komprimieren) lassen. Eine bestimmte Flüssigkeitsmenge nimmt folglich in jeder Tiefe prinzipiell das gleiche Volumen ein. Dadurch bleibt die Dichte (Masse pro Volumen) in jeder Tiefe annähernd gleich. Dass Flüssigkeiten so gut wie nicht komprimierbar sind, zeigt folgender Versuch:

Versuch 1: Nimm eine Glasspritze. Achte darauf, dass der verschiebbare Kolben die Spritze luftdicht verschließt. Fülle die Spritze mit Wasser, indem du sie in eine Schüssel mit Wasser eintauchst und die Spritze aufziehst. Drücke unter Wasser mit einem Finger gegen das offene Ende der Spritze, damit sie von beiden Seiten verschlossen ist. Nimm sie nun vorsichtig aus dem Wasser und versuche, den Kolben in die Spritze hineinzudrücken. Was stellst du fest?

Antwort: Wenn du die Spritze mit dem Finger richtig verschließt, kannst du den Kolben nicht in die Spritze hineindrücken. Das Wasser lässt sich folglich nicht zusammendrücken. Das Volumen, das es einnimmt, verkleinert sich also auch unter Druck nicht. Den Versuch kannst du mit beliebigen anderen Flüssigkeiten durchführen, z.B. mit Essig oder Salatöl.

Das Prinzip des Schweredrucks lässt sich auch auf Gase und damit auf die Erdatmosphäre übertragen. Der Schweredruck, der durch die Gewichtskraft der Luft hervorgerufen wird, heißt Luftdruck. Untersuche, wie sich ein Gas verhält, wenn ein Druck auf es ausgeübt wird:

Versuch 2: Nimm eine Glasspritze wie in Versuch 1. Ziehe den verschiebbaren Kolben möglichst weit heraus, so dass sich die Spritze mit Luft füllt. Drücke mit einem Finger gegen das offene Ende der Spritze, damit sie von beiden Seiten fest verschlossen ist. Versuche nun, den Kolben in die Spritze hineinzudrücken. Was stellst du fest?

Antwort: Du schaffst es, den Kolben ein Stück weit in die Spritze hineindrücken. Wie weit du den Kolben verschieben kannst, hängt von der Kraft ab, mit der du auf den Kolben drückst. Luft lässt sich also komprimieren. Das Volumen, das sie einnimmt, verkleinert sich mit zunehmendem Druck. Das gilt generell für alle Gase.

Die Erdatmosphäre besteht aus Luft. Und Luft ist ein Gas oder genauer ein Gemisch aus verschiedenen Gasen (siehe Tabelle 1). Gas kann im Gegensatz zu Flüssigkeiten (siehe Versuch 1) komprimiert (zusammengedrückt) werden. Es verändert also mit zunehmendem

Druck sein Volumen. Je höher der Druck ist, um so kleiner ist bei gleich bleibender Gasmenge (und Temperatur) das Volumen des Gases.

Der Druck in unserer Atmosphäre entsteht auf dieselbe Weise wie der Schweredruck in Flüssigkeiten. Je mehr Gas (Luft) sich über einer Fläche befindet, um so größer ist auch seine Masse und damit sein Gewicht und damit die Kraft, die das Gas auf die Fläche ausübt. In der Physik bezeichnet man das Verhältnis aus Gewichtskraft (G) und Fläche (A) als Druck (p). Da sich Gas aber zusätzlich noch zusammendrücken lässt, ist das Volumen, das eine bestimmte Luftmenge in unterschiedlichen Höhen einnimmt, unterschiedlich groß. Denn die auf einer beliebigen Fläche stehende Luftsäule drückt das Gas, das sich unterhalb dieser Fläche befindet, zusammen. Demzufolge enthält ein Liter Luft auf der Erdoberfläche mehr Gas als ein Liter Luft, der sich in großer Höhe befindet. Physikalisch heißt das, dass die Dichte (ρ) der Luft am Erdboden größer ist als in der Höhe.

Im Gegensatz zu Gasen lassen sich Flüssigkeiten nicht komprimieren. Über einer Fläche von sagen wir zehn Quadratcentimetern (dies entspricht in etwa der Fläche einer Hand) lastet in einem Meter Wassertiefe zusätzlich zur Atmosphäre noch eine Masse von $10 \text{ cm}^2 \cdot 1 \text{ m} = 10 \text{ l}$ Wasser. Dies entspricht einer Masse von 10 kg . Um die Kraft zu berechnen, die durch diese zusätzliche Masse hervorgerufen wird, muss man die Masse m noch mit dem Ortsfaktor g multiplizieren. (Eine Masse kann man auch mit Hilfe von Dichte und Volumen beschreiben: $m = A \cdot h \cdot \rho$.) Wenn wir die Kraft nun noch durch die Fläche teilen, erhalten wir eine Gleichung für den Druck unter Wasser:

$$P = F / A = G / A = mg/A = (A \cdot h \cdot g \cdot \rho) / A = h \cdot g \cdot \rho$$

Diese Formel gilt aber nur für Flüssigkeiten, denn in Luft nimmt die Dichte mit der Höhe ab, wie wir oben gesehen haben. Der Druck wird in der Einheit 1 Pa (Pascal) oder 1 bar (Bar) gemessen. Beide Einheiten hängen folgendermaßen zusammen:

$$1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ Pa}$$

Oder wie wir es vom Wetterbericht her kennen:

$$1 \text{ mbar (millibar)} = 100 \text{ hPa (Hektopascal)}$$

Wir haben also gelernt, dass der Druck mit zunehmender Tiefe ansteigt, während er umgekehrt mit der Höhe abnimmt. Wenn du einen Berg hinauf- oder hinunterfährst, verändert sich der Luftdruck. Daher werden deine Trommelfelle entweder nach innen oder nach außen gedrückt. Erst wenn sich der Druck in deinem Körper (Lunge, Kopfbereich) zum Beispiel durch Schlucken oder mit geschlossenem Mund und Nase Ausatmen an den außen herrschenden Luftdruck angepasst hat, verschwindet das komische Gefühl in den Ohren.

Tabelle 1: Zusammensetzung der Luft bzw. der Erdatmosphäre

Name des in der Luft vorhandenen Gases	Anteil in %
Stickstoff	78%
Sauerstoff	21%
Verschiedene Spurengase ¹ (vor allem Wasserdampf und Kohlenstoffdioxid, kurz Kohlendioxid)	1%

¹ Ein Gas nennt man „Spurengas“, wenn es nur in winzigen Mengen, also „in Spuren“, vorhanden ist.

Tabelle 2: Druck in verschiedenen Höhen und Tiefen (in der Atmosphäre und unter dem Meerespiegel).

Höhe	Druck
5000 Meter	0,54 bar
4000 Meter	0,61 bar
3000 Meter	0,70 bar
2000 Meter	0,80 bar
1000 Meter	0,90 bar
500 Meter	0,95 bar
Meereshöhe = 0 Meter	Druck auf Meereshöhe: 1 bar
-10 Meter	2 bar
-20 Meter	3 bar
-30 Meter	4 bar
-40 Meter	5 bar

Aufgabe 1: Trage die in Tabelle 2 gegebenen Werte in einem Diagramm gegeneinander auf. Verwende den Druck als x-Achse und die Höhe als y-Achse. Verbinde die eingezeichneten Punkte durch eine Linie. Lies aus dem Diagramm ab, welcher Druck in einer Höhe von 2500 Meter herrscht und vergleiche ihn mit dem beim VLT gemessenen Wert (siehe unten).

Der beim VLT auf dem 2635 Meter hohen Cerro Paranal herrschende Luftdruck wird 2 Meter oberhalb des Bodens gemessen und beträgt im Durchschnitt 743 Millibar (vergleiche: <http://www.eso.org/gen-fac/pubs/astclim/paranal/pressure/>).

Warum steigen Astronomen auf hohe Berge, um ihre Sternwarten zu errichten? In der großen Höhe, in der sich die Teleskope des VLT befinden, ist die Atmosphäre bereits merklich dünn. Der Druck beträgt dort oben mit durchschnittlich 743 mbar nur etwa drei Viertel dessen, was wir sonst gewohnt sind. Umgekehrt kann man sagen, dass die Astronomen bereits ein Viertel der Atmosphäre in Richtung Weltall hinter sich gelassen haben. Da die Luftmoleküle Licht verschlucken (absorbieren) und ablenken (streuen), geht allein durch das Vorhandensein der Erdatmosphäre ein Teil des von den Sternen ausgesandten Lichts verloren. Dazu kommt dann noch die Luftverschmutzung. Jedes Stück weniger Atmosphäre, das zwischen den Teleskopen und den Sternen liegt, verbessert daher die astronomischen Beobachtungsmöglichkeiten. Das ist der Grund, warum die Astronomen hoch hinaus wollen. So sehen sie die Sterne heller als auf Meereshöhe. Denn auf dem Weg durch die Atmosphäre geht weniger Licht verloren.



Abbildung 1: VLT-Observatorium (Quelle: ESO)

Höhenkrankheit



Abbildung 2: Das Chajnantor-Plateau befindet sich in der Atacama-Wüste im Norden von Chile liegt in einer Höhe von etwa 5000 Meter. (Quelle: ESO)

Wenn man sich zu schnell in große Höhen begibt, zum Beispiel bei der Überquerung von mehreren tausend Metern hohen Pässen in Gebirgen oder beim Bergsteigen, kann man höhenkrank werden. Diese Erkrankung tritt auf, wenn das Gehirn nicht mehr ausreichend mit Sauerstoff versorgt werden kann. Der Grund dafür ist, dass der Luftdruck mit zunehmender Höhe immer weiter abnimmt. Dadurch können die Lungen nicht mehr genügend Sauerstoff aufnehmen und in den Blutkreislauf abgeben.

Erste Anzeichen der Höhenkrankheit können schon in einer Höhe von 2000 Metern auftreten. Die Symptome sind: Kopfschmerzen, Appetitverlust, Übelkeit, Erbrechen, Müdigkeit, Atemnot, Schwindel, Ohrensausen, Schlafschwierigkeiten, Wasseransammlungen im Körpergewebe und eine verminderte Ausscheidung von Wasser und Salz. Wenn erste Symptome der Höhenkrankheit auftreten, sollte man sofort die in tiefergelegene Gebiete aufbrechen.

Man kann der Höhenkrankheit entgegenwirken, wenn man seinem Körper Zeit gibt, um sich zu akklimatisieren. Er kann dann innerhalb von wenigen Tagen die Anzahl der im Blut vorhandenen roten Blutkörperchen vermehren, so dass insgesamt wieder mehr Sauerstoff aufgenommen werden kann. Dazu sollte man mehrere Tage in nicht allzu großen Höhen verbringen, bevor man in extremere Höhen reist.

Die Höhenkrankheit kann auch für Astronomen zum Problem werden. Viele Observatorien befinden sich mindestens auf 2000 Meter Höhe. Das Keck-Observatorium auf dem Mauna Kea in Hawaii liegt sogar über 4000 Meter hoch. Auf dem Chajnantor-Plateau in der Atacama-Wüste in Chile errichtet die Europäische Südsternwarte (ESO) in 5000 Meter Höhe das Observatorium ALMA. Um gesundheitliche Probleme möglichst zu vermeiden, befinden sich die Unterkünfte für die Mitarbeiter von derartig hochgelegenen Sternwarten in Bereichen von 3000 Metern und darunter.

Luftfeuchtigkeit

Frisch gewaschene Kleidungsstücke trocknen sehr schnell, wenn man sie an einem warmen Sommertag im Garten aufhängt. Wasser, das in einem Topf zum Kochen gebracht wird, verdampft mit der Zeit vollständig. An diesen Beispielen erkennst du, dass Luft Wasserdampf speichern kann. Wie viel Feuchtigkeit die Luft aufnehmen kann, hängt von ihrer Temperatur ab: Warme Luft kann mehr Wasserdampf aufnehmen als kalte Luft. Wie viel Wasserdampf in der Luft enthalten ist, lässt sich auf zwei verschiedene Arten angeben:

- 1.) Ein Volumen von 1 m^3 Luft, das 5 g Wasserdampf enthält, hat eine **absolute Luftfeuchtigkeit** von 5 g/m^3 . Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass diese Luftmenge noch mehr Feuchtigkeit aufnehmen kann.
- 2.) Will man zusätzlich berücksichtigen, wie viel Wasserdampf 1 m^3 Luft maximal speichern kann, verwendet man als Angabe die **relative Luftfeuchtigkeit**. Dabei handelt es sich um das Verhältnis der tatsächlich vorhandenen (absoluten) zur maximal möglichen Feuchtigkeitsmenge. Sie wird in Prozent angegeben.

Wenn ein Volumen von 1 m^3 Luft 5 g Wasserdampf enthält, maximal jedoch 10 g aufnehmen könnte, beträgt die relative Luftfeuchtigkeit 50% . Mache dich mit Hilfe der Aufgaben 1 bis 4 mit den Begriffen absolute und relative Luftfeuchtigkeit vertraut.

Aufgabe 1:

Ein Volumen von 1 m^3 Luft habe eine absolute Luftfeuchtigkeit von 3 g/m^3 , könnte maximal jedoch 5 g/m^3 aufnehmen. Wie hoch ist die relative Luftfeuchtigkeit?

(Lösung: 60%)

Aufgabe 2:

Ändert sich das Ergebnis, wenn in Aufgabe 1 anstelle eines Volumens von 1 m^3 Luft ein Volumen von 10 m^3 Luft betrachtet wird?

(Lösung: Nein.)

Aufgabe 3:

Ein Volumen von 1 m^3 Luft habe eine relative Luftfeuchtigkeit von 80% . Es kann maximal eine Wasserdampfmenge von 10 g/m^3 aufnehmen. Wie hoch ist die absolute Luftfeuchtigkeit?

(Lösung: 8 g/m^3)

Aufgabe 4:

Ein Volumen von 1 m^3 Luft habe eine absolute Luftfeuchtigkeit von 2 g/m^3 und eine relative Luftfeuchtigkeit von 40% . Welche Wasserdampfmenge kann es maximal aufnehmen?

(Lösung: 5 g/m^3)

Versuch 1: Im Winter heizt du dein Zimmer kräftig, damit es schön war ist. Ab und zu öffnest du das Fenster, um frische Luft in dein Zimmer hineinzulassen. Die Luft ist zwar recht kalt, aber du fühlst dich trotzdem wohl. Nach einiger Zeit bemerkst du, dass sich deine Nasen- und Mundschleimhaut trocken und spröde anfühlt. Was ist passiert

Antwort: Die frische kalte Luft hatte direkt nach dem Lüften eine bestimmte absolute bzw. relative Luftfeuchtigkeit. In der Zwischenzeit hat sie sich jedoch erwärmt. Auf die absolute Luftfeuchtigkeit hat dies keine Auswirkung, diese bleibt unverändert. Da sich die Temperatur der Luft aber immer weiter erhöht hat, konnte sie zunehmend mehr Feuchtigkeit speichern. Dadurch verringerte sich ihre relative Luftfeuchtigkeit allmählich und die Luft wurde immer trockener. Das hatte zur Folge, dass deine Schleimhäute mit der Zeit austrockneten. Auf diese Weise ist eine Veränderung der relativen Luftfeuchtigkeit direkt erfahrbar.

Viel Wasserdampf in der Luft bzw. eine hohe Luftfeuchtigkeit wirkt sich schlecht auf die astronomische Beobachtung aus. Dies liegt daran, dass Wasser bestimmte Lichtsorten (elektromagnetische Strahlung) verschluckt (absorbiert), egal, ob sie von der Sonne, von Sternen oder Galaxien oder von künstlichen Lichtquellen wie Lampen abgestrahlt werden. Dies gilt besonders für infrarotes Licht, das wir als Wärmestrahlung wahrnehmen. Dieses Licht ist für astronomische Untersuchungen aber besonders interessant.

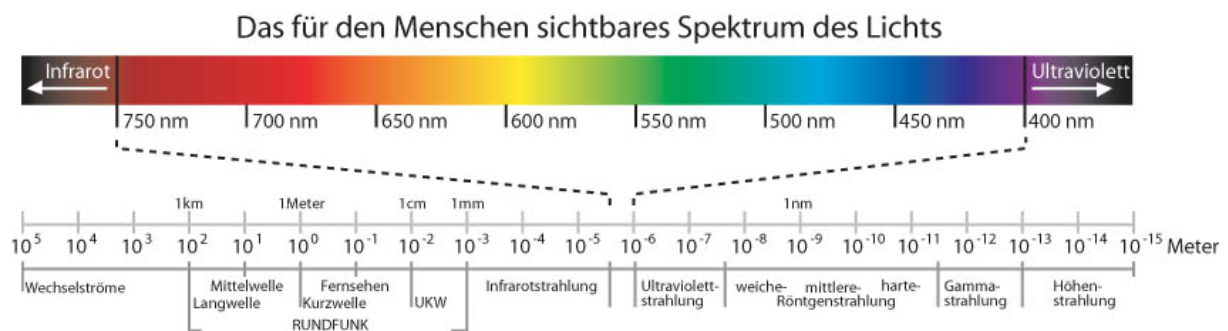


Abbildung 3: Übersicht über die verschiedenen Arten der elektromagnetische Strahlung. Die Wellenlängen des sichtbaren Lichts sind in Nanometer (nm), die der übrigen Strahlung in Meter angegeben. (Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetisches_Spektrum)

In Abbildung 1 sind die verschiedenen Arten der elektromagnetischen Strahlung dargestellt. Du erkennst sehr leicht, dass das sichtbare Licht, das wir mit den Augen wahrnehmen können, nur einen sehr kleinen Teil des gesamten Spektrums ausmacht. An das rote Licht schließen sich das Infrarot (Wärmestrahlung), die Mikrowellen und die Radiowellen an. Dem blauen Licht folgen die UV-Strahlung (Ultraviolett), Die Röntgen- und die Gammastrahlung. Diese verschiedenen Strahlungsarten können wir durch ihrer Auswirkung auf Menschen, Tiere und Pflanzen nachweisen und mit unterschiedlichen Detektoren messen.

Versuch 2 (für den Schulunterricht): Wir verschließen das untere Ende eines Rohres mit dünner Haushaltsfolie. Über dem Rohr bringen wir eine Infrarotlampe an. Unter das Rohr legen wir ein Strahlungsmessgerät, mit dem wir die von der Lampe kommende Infrarotstrahlung messen können. Wie verändert sich der Ausschlag des Messgeräts, wenn wir in das Rohr feuchte Luft oder etwas Wasser einfüllen?

Antwort: Der Ausschlag des Strahlungsmessgeräts geht deutlich zurück, da der Wasserdampf in der Luft bzw. das Wasser einen Teil des Infrarotlichts absorbieren.

Dass Wasser Infrarot- bzw. Wärmestrahlung absorbiert und auch wieder abstrahlt, siehst du auch an folgendem Beispiel: Wenn du in einer Winternacht bei schlechtem Wetter und stark bewölktem Himmel nach draußen gehst, wirst du feststellen, dass es ganz schön kalt ist. Wenn du jedoch in einer klaren Winternacht nach draußen gehst, in der die Sterne besonders hell leuchten, dann ist es eisig und bitter kalt. Die aus kleinen Wassertröpfchen bestehende Wolkendecke verhält sich wie eine Glasscheibe in einem Gewächshaus. Sie hält die von der Erdoberfläche abgestrahlte Wärme fest und verhindert, dass sie ins Weltall entweichen kann. Wenn keine schützende Wolkendecke vorhanden ist, geht die Wärme dagegen verloren.

Auch Mikrowellen werden von Wasser absorbiert. Dieser Effekt macht man sich bei einem Mikrowellenherd zunutze, mit dem man Wasser sehr gut erhitzen kann sowie Speisen kochen kann. Da der menschliche Körper zu rund 80% aus Wasser besteht, sollte man es tunlichst vermeiden, sich in der Nähe eines defekten Mikrowellenherds aufzuhalten, aus dem Strahlung heraus gelangt – sonst besteht die Gefahr, dass man ebenfalls gekocht wird.

UV-Strahlung wird dagegen von Wasser kaum absorbiert. Das merkt man spätestens dann, wenn man sich beim Schnorcheln im Wasser einen Sonnenbrand geholt hat.

Das VLT wurde wie viele andere Observatorien in einer Wüste gebaut, weil dort die Luftfeuchtigkeit sehr niedrig ist. Die trockene Wüstenluft enthält nur wenig Wasserdampf. Dadurch geht nur ein geringer Teil des Sternenlichts aufgrund von Absorption durch den Wasserdampf verloren. Die relative Luftfeuchtigkeit liegt beim VLT im monatlichen Durchschnitt in der Regel deutlich unter 30% (siehe jährliche Statistik der Luftfeuchtigkeit auf dem Paranal: <http://www.eso.org/gen-fac/pubs/astclim/paranal/humidity/>). Dies entspricht der Luftfeuchtigkeit in einer finnischen Sauna. Aufgrund der starken Austrocknung ist das zwar unangenehm für die Wissenschaftler, aber sehr gut für ihre astronomische Arbeit. Um den Feuchtigkeitsverlust im Körper auszugleichen, muss man eben entsprechend viel trinken.

Fragen 1: Warum bauen die Astronomen ihre Sternwarten bevorzugt in der Wüste?

Antwort: Weil dort die Luft sehr trocken ist und daher nur wenig Sternenlicht infolge der Absorption durch den Wasserdampf verloren geht.

Fragen 2: Welche Strahlungsarten werden von Wasser stark absorbiert, welche nicht?

Antwort: Stark absorbiert werden vor allem infrarotes Licht und Mikrowellen. Kaum verschluckt werden dagegen UV-Strahlung und sichtbares Licht.

Fragen 3: Wie kann man feststellen, welche Strahlungsarten von Wasser zu einem großen Teil verschluck werden?

Antwort: Infrarotstrahlung: siehe Versuch 2 (Strahlungsmessung); Mikrowellen: Erhitzen von Wasser in einem Mikrowellenherd.

Fragen 4: Wie kann man feststellen, welche Strahlungsarten von Wasser kaum oder nicht verschluck werden?

Antwort: UV-Strahlung: Sonnenbrand beim Schnorcheln.

Warum gibt es Wüsten, die direkt am Meer liegen?

Es ist überraschend, dass eine der trockensten Wüsten, die Atacama-Wüste an im Westen Chiles, direkt am Meer liegt. Sie gehört zu den Küstenwüsten. Dieser Wüstentyp entsteht durch ein Zusammenspiel kalter Meeresströmungen, kalter Auftriebswasser und ablandiger, sehr warmer Passatwinde. Sie sind im Bereich der Subtropen zu finden.

Die Atacama-Wüste liegt am südamerikanischen Pazifik. Dort fließt der kalte Humboldtstrom entlang, der sein Wasser aus dem Bereich der Antarktis erhält. Diese Meeresströmung kühlt die kühlen Seewinde ab, wodurch ihre Feuchtigkeit zu Nebel kondensiert. Die nebelhaltige Luft wird vom Wind in Richtung Festland geweht. Dort erwärmt sie sich und ihre Fähigkeit, Feuchtigkeit aufzunehmen, vergrößert sich. Das hat zur Folge, dass ihre relative Luftfeuchtigkeit sinkt und die Feuchtigkeit quasi „weggesaugt“ wird. Bis die nebelhaltige Luft das Landesinnere erreicht hat, ist sie daher bereits ausgetrocknet. Daher kann man vom VLT aus zwar Wolkenfelder beobachten, aber zum Regnen reicht das nicht.



Abbildung 4: Das VLT auf dem Cerro Paranal in der Atacama-Wüste in Nord-Chile. Im Bildhintergrund sind Wolkenfelder zu sehen, die jedoch nicht bis ans VLT heranreichen. (Quelle ESO)

Aufgabe 1: Außer der Atacama-Wüste gibt es noch eine weitere große Küstenwüste. Nimm dir einen Atlas und finde diese Wüste. An welchen Kriterien musst du dich dabei orientieren?

Antwort: Küstenwüste Namib am Südatlantik zwischen Angola und Südafrika. Suchkriterien: Suptropen, an Küste, kalte Meeresströmung (Benguelastrom), Bereich der Passatwinde, ablandige Winde.