

29. Emotionell-vegetative Regulation unter Höhenhypoxie und extremen Lebensbedingungen des Hochgebirges (Cho Oyu 8201m)

1. Einleitung

1.1 Extremwissenschaft

Expeditionen in Gebiete, die extreme Lebensbedingungen darstellen (Weltraum, Hochgebirge, Arktis und Antarktis, Tiefsee, Wüste und Taiga), dienen nicht nur dem Forscherdrang und dem Streben nach Höchstleistungen - teilweise mit Abenteuerlust - sondern sind auch geeignet, die Grenzen der Leistungs- und Adaptionfähigkeit der physischen und psychischen Prozesse des gesunden Menschen zu erforschen. In den letzten Jahren bildet sich eine Disziplin heraus, die als „Extremmedizin“, „Extrempsychologie“ oder „Wissenschaft von Leben und Arbeiten des Menschen unter extremen Bedingungen“ bezeichnet wird.

Zu dieser Entwicklung hat die Raumfahrtmedizin, die sich häufig extremer terrestrischer Bedingungen bedient um Modelle für „Weltraumsiedlungen“ zu untersuchen, wesentlich beigetragen. In den Beiträgen von Kirsch (2001, Beitrag 2 in diesem Band) sowie von Grigorjew und Hecht (2001, Beitrag 3), sowie in den Arbeiten von Mürk (1963), Auer (1976), Schneider et. al. (1993), Wagner (1991), wurden über extreme Anforderungsbedingungen und deren Wirkung auf die psychobiologischen Prozesse des Menschen berichtet.

Nachfolgend soll über die Auswirkung von Höhenhypoxie und anderen extremen Bedingungen einer Hochgebirgsexpedition auf psychische und psychobiologische Prozesse berichtet werden. Das Hochgebirge ist seit den Olympischen Spielen 1968 ein Forschungsplatz für Leistungssport und Adaptionmedizin geworden (Auer 1976, Wagner 1991). Damals stellte man die leistungsfördernde Wirkung des sportlichen Trainings in Höhen von 1500 m – 2500 m fest. Diese tritt aber erst nach einiger Zeit ein und endet bei entsprechenden Adaptionprozessen und der Höhenakklimatisierung.

1.2 Höhenhypoxie - ein Stressor

Zum besseren Verständnis bzgl. des Funktionierens wichtiger Körpersysteme in großen Höhen – insbesondere der Atemfunktion – sollen nachfolgend einige Bemerkungen zur Höhenhypoxie angeführt werden.

Beim Aufstieg im Hochgebirge sind vier Faktoren zu beachten:

1. Der individuelle Status

(Kondition, Adaptionfähigkeit, Trainingszustand, Alter u. a.)

2. Die Höhe

Mit zunehmendem Erreichen einer Höhe über dem Meeresspiegel sinkt der Barometerdruck. Damit verändert sich in entsprechender Relation der Sauerstoffpartialdruck unter Konstanzhaltung des prozentualen Sauerstoffanteils von 20,93 % in der Luft. Je höher also der Bergsteiger kommt, desto größer wird der Sauerstoffmangel.

3. Die Zeit, in der ein bestimmtes Höhengniveau erreicht wird

Dabei gilt die Faustregel: Eine allmähliche Adaption an Sauerstoffmangel wird besser vertragen, als ein bedingt zu schnell eintretender Mangel an Sauerstoff.

4. Die Zeitdauer des Aufenthaltes unter Höhenhypoxie

Sie geht mit funktionellen Veränderungen einher, die Stresscharakter haben (Auer, 1976; Hecht und Poppei, 1984). Diese Homöostaseveränderungen, die gewöhnlich die Ganzheitsregulation betreffen, werden als Höhenumstellung bezeichnet, wenn der Aufenthalt einige Stunden dauert. Eine längere Zeitdauer (Wochen) wird Höhenhypoxieanpassung genannt. Sie findet ihren Abschluss in der Höhenakklimatisation (Schneider et al 1993). Die Adaptionprozesse an die Höhenhypoxie verlaufen in verschiedenen Phasen (Auer 1976). Bereits am ersten Höhentag beginnen heftige Reaktionen, die Stress darstellen. Es stellt sich eine Labilität des Regulationssystems ein. Damit verbunden besteht bei Personen mit ungenügender Regulationsstabilität bzw. Kondition eine erhöhte Infektionsgefahr. In der zweiten Woche können sich latente Entzündungen infolge der stressenden Hochgebirgssituation einstellen. (Klinisch nicht gesunde Personen müssen unter diesen Bedingungen das Hochgebirge sofort wieder verlassen, klinisch Gesunde bleiben dagegen unversehrt).

Danach zeigt sich eine Phase der ausgeglichenen Regulation und anschließend wieder eine Phase der labilen Regulation, die ähnlich wie in der ersten Phase abläuft. Ungefähr in der dritten bis vierten Woche des Höhengaufenthaltes beginnt die Regulation wieder stabiler zu werden. Die ca. vier Wochen dauernde Adaption an das Hochgebirge ist mit dem Stadium der Resistenz des „Allgemeinen Adaptionssyndroms“ nach Seyle (1953) vergleichbar. Die erfolgte Adaption an die Hochgebirgssituation wird als Höhenakklimatisation bezeichnet (Schneider et al 1993). Die Höhenwirkungen werden in 4 Stadien beschrieben:

1. Indifferentes Stadium: 0-3000m:
starke Beanspruchung, Eustress; Höhenumstellungen der Körperfunktionen. Für trainierte Begsteiger weniger belastend.
2. Kompensierendes Stadium: 3000-4500m:
Intensive Sympathikus- und Aktivierungshormonreaktionen. Überbeanspruchung. Einschränkung der Sehfunktionen
3. Störungsstadium: 4500-6000m:
funktionelle Dysregulation des vegetativen und hormonellen Systems. Euphorie. Störungen der Funktionen der Sinnesorgane. Halluzinationen
4. Kritisches Stadium: über 6000m:
Umschalten auf Vagotonie und Hemmungsprozesse, d.h. auf Deaktivierung, Motorik im Zeitlupentempo, Koordinationsstörungen - Hirnödeme, Bewusstlosigkeit.

Bei Hochgebirgsexpeditionen über längere Zeit und in große Höhen (über 8000m) kommen neben dem „Stressor Höhenhypoxie“ noch die Kälte, die allgemeine Witterung (Wind, Sturm, Schneefall), sowie die Bewältigung von Lasten und schwierigen Anstiegen hinzu.

In den meisten Untersuchungen von Hochgebirgsexpeditionen werden in erster Linie die körperlichen Prozesse untersucht (Literaturangabe – Klimakonferenz 1997), psychophysiologischen Funktionen wird noch immer wenig Bedeutung beigemessen.

1.3 Aufgabenstellung

Im März 1999 bestieg eine Expedition den sechstöchsten Berg der Erde, den im tibetanischen Hochgebirge gelegenen Cho Oyu (8205m). Wir stellten uns die Aufgabe, die psychischen und psychobiologischen Prozesse bei den 8 Teilnehmern dieser Expe-

dition in der Vorbereitungsphase und während der Besteigung des Berges zu untersuchen. Dabei gab es folgende Fragen:

1. Spielt der Regulationstyp bei der Belastung eine Rolle?
2. Wie werden psychobiologische Prozesse beansprucht?
3. Gibt es eine Übereinstimmung subjektiver Aussagen und objektiver Messungen?

2. Methodik

2.1 Team und Berg

Die Gruppe bestand aus 6 Männern und 2 Frauen. Die meisten von ihnen hatten alpine Erfahrungen in Höhen zwischen 6500 m und 8000 m. Das Alter der beiden Frauen betrug 28 und 30 Jahre, das der Männer durchschnittlich 37 Jahre. Der Ablauf der Berg-Expedition soll durch einen Auszug aus dem Expeditionsprotokoll und einer Tagebuchaufzeichnung eines Expeditionsteilnehmers charakterisiert werden.

2.2 Expeditionsprotokoll

Akklimatisation:

Der eigentlichen Besteigung vorangestellt war eine einwöchige Akklimatisationstour nördlich von Kathmandu, bevor es am 5. April auf die achttägige Reise über den Himalaya-Hauptkamm in das Basislager der Expedition ging.

Bergphase 1: (ersten 2 Wochen Berg; Basislager; Einrichten der Höhenlager 1 und 2):

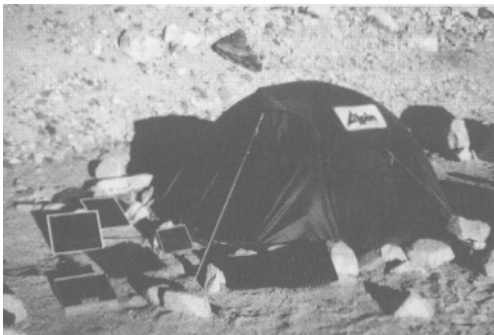


Abb.3: Zelt im Basislager in 5400 Metern mit Solarpanelen zum Aufladen der Laptop-Batterien und Satelliten-Telefon zum Transfer der Hautwiderstandsmessdaten nach Deutschland

Im Basislager trafen die Expeditionsteilnehmer am 13. April ein. Das Lager befindet sich auf einer Höhe von 5400 Metern. Diese große Höhe des Basislagers gilt als eines der Probleme am Cho Oyu, weil eine echte Erholung auch schon in dieser Höhe nicht mehr möglich ist. Zwei Tage nach Ankunft im Basislager brachen wir zu acht das erste Mal in Richtung Camp 1 in 6000 Metern Höhe auf. Jeder hatte etwa 10-15 Kilogramm Ausrüstung und Verpflegung im Rucksack, so dass wir schon mit dem ersten Aufstieg über zwei Zentner Material im Lager 1 haben würden, wenn wir

denn auch alle oben ankämen. Allerdings machte allein ein Viertel dieser rund 100 Kilogramm Last unser großes Achtmannzelt aus, welches wir im Lager 1 aufstellen wollten. Unser erster Vorstoß bis zum Lager 1 war sehr erfolgreich und so stand schon am zweiten Tag nach unserer Ankunft im Basislager ein gut ausgestattetes Hochlager am Bergfuß als Ausgangspunkt für alle weiteren Aktivitäten. Nach zwei Ruhetagen ging es am 18. April wieder hinauf. Das Ziel war nun die Errichtung eines Depotzeltes in 6400 Metern Höhe und der Aufbau unseres zweiten Hochlagers noch einmal 400 Meter höher. Diesmal waren alle mit von der Partie. Außer den beiden Frauen wollten auch alle im Lager 1 übernachten und hatten am nächsten Tag vor, weiter aufzusteigen. Oberhalb von unserem Camp 1 machten wir am Vormittag des 19. April erst einmal Bekanntschaft mit dem nicht umsonst so benannten Killerhang, der ausschließlich aus Geröll besteht, fast 400 Höhenmeter umfasst und vielleicht 40-50° Neigung aufweist. Dieser Hang endet in etwa 6400 Metern Höhe an einem breiten Schneeegrat, dem Nordwestgrat des Cho Oyu. Wir wollten hier ein kleines Depotzelt aufstellen, in welchem unsere Eisrüstung untergebracht werden sollte, weil Steigeisen und Pickel erst von hier ab benötigt wurden. Nach oben hin verbreitert sich dieser Grat immer mehr und geht dann in einen Eisbruch über. Die Überwindung dieser Eisbarriere gilt als eine Schlüsselstelle in der gesamten Aufstiegsroute. Diese Steilstufe, die sich dem hier immer noch schwer bepäckten Kletterer in etwa 6800 Metern in den Weg stellt, bedeutet ungefähr 100 Höhenmeter anstrengende Eiskletterei in 60 bis 80° steilem Eis. Oberhalb dieser Steilstufe öffnet sich ein etwa 20 Fußballfelder großes Plateau, welches den idealen Lagerplatz für Hochlager Nummer 2 bietet. Von den acht zu diesem Lager aufgebrochenen Bergsteigern erreichten ihn zwei und errichteten dort auch ein Zelt. Wir konnten uns also darüber freuen, schon nach fünf Tagen Aufenthalt am Berg das Lager 1 und auch ein Zelt und das Wichtigste an Ausrüstung im Lager 2 zur Verfügung zu haben. Deshalb gönnten wir uns nun ohne schlechtes Gewissen ein paar Ruhetage im Basislager, ehe die nächste Etappe auf dem langen Weg zum Gipfel in Angriff genommen werden musste. Dies war zum einen der Ausbau von Lager 2 und zum anderen der Transport derjenigen Ausrüstungsgegenstände in dieses Lager, welche für unser oberstes Hochlager, Camp 3, benötigt wurden. All das war am 25. April erledigt und so konnten wir an unsere letzte Aufgabe vor dem Gipfel gehen, der Errichtung von Lager 3 in 7400 Metern Höhe.

Bergphase 2 (Hochlager 3; Gipfel; Abstieg):

Bisher gingen die Vorbereitungen für den Gipfel sehr zügig voran, doch nun begann uns das Wetter zunehmend das Leben schwerer zu machen. Drei Versuche, das Lager 3 zu erreichen, scheiterten. Wenngleich diese Schlechtwetterperiode eine ganze Menge Kraft, Zeit und vor allem Motivation kostete und wir, obwohl zu Beginn alles wie am Schnürchen lief, plötzlich in Zeitnot geraten waren, hatten wir noch Glück im Unglück. Der Wettersturz brachte nämlich nicht allzuviel Schnee. Die Lawinengefahr blieb niedrig, und es musste deshalb auch kaum neu gespurt werden. Darüber hinaus tat uns allen eine Erholung im Basislager sehr gut. So konnte es dann sofort nach der Wetterbesserung wieder losgehen. Jetzt waren abermals Winfried Kraus und Wolfgang Ziegler an der Reihe. Und diesmal konnte die beiden nichts mehr aufhalten. Sie erreichten das Lager 3, errichteten dort ein Zelt und verbrachten die Nacht vom 5. auf den 6. Mai dort oben. Soweit gekommen, wollten sie natürlich auch den Versuch wagen, den Gipfel zu erreichen. Am 6. Mai brachen sie auf. Leider mußte Wolfgang, angeschlagen von den Strapazen des Aufstieges am Vortag - immerhin hatten die beiden eine vollständige Hochlagerausrüstung hier heraufgetragen - schon bald aufgeben. Doch Winfried Kraus schaffte es an diesem Tag allein bis zum Gipfel. Dieser großartige Erfolg beflügelte uns alle, zumal mit der Errichtung des dritten Hochlagers auch die Voraussetzungen für die anderen günstiger wurden. Für die beiden nächsten Versuche standen bereits Elisabeth Eulerich und Lydia Schubert sowie Thomas Türpe und Olaf Rieck in den Startlöchern. Als Winfried Kraus am 6. Mai den Gipfel erreichte, saßen die vier im Lager 2 und kochten. Sie waren am selben Tag vormittags hierher aufgestiegen. Da das Wetter inzwischen ziemlich wechselhaft geworden war und wir auf gar keinen Fall wetterbedingt scheitern durften, wollten Thomas und Olaf hier nur einen Zwischenstopp einlegen, kochen und noch einmal ordentlich Flüssigkeit aufnehmen. Am 6. Mai um 21.00 Uhr begannen die beiden ihren Aufstieg. Die Orientierung in sternenklarer Nacht war kein Problem, zu schaffen machte ihnen nur die große Kälte vor allem im Gesicht. Gegen 5.00 Uhr morgens am 7. Mai hatten sie das Gelbe Band in 7500 Metern Höhe erreicht. Dieser Felsriegel, etwa 15 Meter hoch und nahezu senkrecht, kann einen in dieser Höhe leicht zur Verzweiflung bringen. Sie standen vor der schwierigsten Stelle des gesamten Aufstieges. Nachdem sie das Gelbe Band endlich hinter oder vielmehr unter sich gelassen hatten, konnten sie sich nun

über deutlich flacher werdendes Gelände freuen. Für die letzten 200 Höhenmeter benötigten die beiden noch einmal mehr als drei Stunden. Wenn man am Rand des riesigen Gipfelplateaus des Cho Oyu steht, ist man bis auf wenige Höhenmeter, vielleicht 10 oder 20 an den höchsten Punkt herangekommen. Trotzdem sind es über zwei Kilometer Gehstrecke, bis der höchste Punkt auch wirklich erreicht ist. Zwei Kilometer in einer Höhe von 8200 Metern sind endlos, vor allem wenn der Höhenmesser schon seit einer Stunde die Gipfelhöhe des Cho Oyu anzeigt. Trotzdem: Erst dann hat man es wirklich geschafft, gilt der Cho Oyu als bestiegen, wenn am anderen Ende des Gipfelplateaus der Blick auf den Mount Everest frei wird. Und dann endlich gegen 13.00 Uhr tauchte er auf, der höchste Berg der Erde. Gott sei Dank war er gut zu sehen. Übrigens hatte Thomas Türpe, der ja in erster Linie als Kameramann des MDR den Gipfel erreicht hat, zu seiner persönlichen Ausrüstung auch noch eine Kamera und vier Akkus mit auf den Gipfel geschleppt. Eine unglaubliche Leistung!



Tagebuchaufzeichnungen von O. Rieck zum Expeditionsablauf

Der Gipfel selbst ist mehrere Fußballfelder groß, deshalb musste ich bis ganz an seinen südostwärts gelegenen Rand gehen, um mich von dort aus mit dem Mount Everest fotografieren zu können. Als ich endlich an dieser Stelle angelangt war und der Blick auf den höchsten Berg der Erde frei wurde, war ich mir der Tatsache bewusst, dass der Aufstieg nun beendet und jeder weitere Schritt ein Schritt bergab sein würde. Diesen Umstand empfand ich als äußerst tröstend. Außerdem bemerkte ich, dass ich allein war, Thomas war ein paar Minuten hinter mir, worüber ich mich wunderte. Freude oder Glück, nun endlich das Ziel meiner Träume erreicht zu haben, empfand ich nicht, auch keine Angst vor dem immer sehr gefürchteten Abstieg. Auf dem Gipfel war ich zu keinerlei Emotionen mehr fähig. Ich erinnere mich, dass ich mich sehr darauf konzentrierte, die notwendigen Gipselfotos zu machen. Nach einem halbstündigen Aufenthalt auf dem höchsten Punkt des Cho Oyu begannen Thomas und ich gemeinsam den Abstieg. Es dauerte etwa eine knappe Stunde bis ich deutliche Veränderungen an mir bemerkte. Mein Gehtempo verlangsamte sich, ich spürte eine bleierne Müdigkeit und musste mit aller Kraft gegen das Verlangen ankämpfen, mich in den Schnee fallenzulassen. Als das Gelände steiler wurde, bereitete es mir zunehmend Schwierigkeiten, das Gleichgewicht zu halten. All meine Konzentration war nötig, um nicht zu stürzen. Gleichzeitig hämmerte der Gedanke in meinen Kopf, dass mir jetzt massiv Gefahr drohte. Eine nochmalige Verschärfung meines Zustandes trat ein, als unser Zelt im Lager 3 in 7500 Metern Höhe auftauchte. Für die wenigen hundert Meter bis zu ihm benötigte ich fast eine Stunde. Im Zelt angekommen, konnte ich die von Thomas zubereitete Flüssigkeit nicht bei mir behalten. Dies war bei meinem Zustand nach fast 12 Stunden ohne zu trinken in einer Höhe oberhalb von 7500 Metern ein äußerst bedenkliches Zeichen. Nach mehreren erfolglosen Versuchen zu trinken, gab ich es auf und fiel fast augenblicklich in einen tiefen traumlosen Schlaf, aus dem ich erst 15 Stunden später erwachte. Am 8. Mai gegen 10.00 Uhr morgens setzten Thomas und ich unseren Abstieg fort und trafen nach einer Nacht im Lager 2 am 9. Mai gegen 18.00 Uhr wieder im Basislager ein. Nun stand noch die schwere Aufgabe vor uns allen, unsere gesamte Lagerkette wieder abzubauen, wofür wir nur noch vier Tage Zeit hatten. Am Morgen des 14. Mai wurde dann auch das Basislager geräumt und mit unseren Yaks, die schon am Vorabend eingetroffen waren, der Rückmarsch zum Fahrerlager angetreten. Hier verbrachten wir noch einen Tag, an welchem wir unsere Ausrüstung ordneten und sie für den Rücktransport nach Kathmandu zusammenpackten. Fastpünktlich zur vereinbarten Zeit trafen am zeitigen Morgen des 16. Mai die Jeeps und der Ausrüstungs-LKW bei uns ein. Wir fuhren nahezu ohne Stopp bis zur nepalesisch-tibetischen Grenze. Nach Erledigung der Grenzformalitäten und der obligatorischen Umladerei des Gepäcks, hatten wir freie Fahrt und gelangten noch in der Nacht zum 17. Mai bis nach Kathmandu in unser Hotel.

2.3 Variablen- und Ablaufplan

Zur Bestimmung der Kurz- und Langzeitwirkungen der Expedition erfassten wir zu zwei Prä-Messzeitpunkten (Prä 1: ein Monat vor Expeditionsbeginn; Prä 2: unmittelbar vor Beginn), am Ende der Akklimatisation, zu einem Post1 (unmittelbar nach Beendigung der Expedition) und Post2-Zeitpunkt (3 Monate nach Beendigung der Expedition) verschiedene Kontrollvariablen (s. Tab. 1). Zur Akklimatisation und während der Expedition am Berg wurden verschiedene psychologische und physiologische Prozessvariablen erhoben.

Untersuchungsphasen					
1	2	3	4	5	6
Prä 1	Prä 2	Akklimatisation Langtang (Nepal)	Cho.Oyu Tibet 5000 - 8000 m	Post 1 Kathmandu	Post 2
15. - 26.2.1999	13. - 23.3.1999	23.3. - 5.4.1999	6.4. - 21.5.1999	22.5. - 29.5.1999	29.5. - 11.6.1999
Untersuchungsaufgaben					
Datenerhebung in Deutschland	Datenerhebung in Deutschland	Wissenschaftler vor Ort Befähigungstraining der Bergsteiger zur selbstständigen Anwendung der Fragebögen und Messgeräte in Nepal	☎ Daten-Transfer (Hautwiderstand) via Satellit+ Internet Datenanalyse in Deutschland Uni Leipzig / I.S. F. Datenerhebung in Eigen- verantwortung	Wissenschaftler vor Ort Durchführung der Post-Tests und Betreuung der Bergsteiger in Nepal	Datenerhebung in Deutschland
Abhängige Variablen					
Kontroll- und Prozess- variablen	Kontroll- und Prozess- variablen	Kontroll- und Prozessvariablen	Prozess- variablen	Kontroll- und Prozess- variablen	Kontroll- variablen
Prozeß-Variablen					
⇒ <i>Psychologische Prozessvariablen</i> : Psychische Befindlichkeit, Emotionale Reaktionen, Situationsklassen					
⇒ <i>Psychophysiologische Prozessvariablen</i> : Psychophysiologisches Monitoring, Selbstregulationsgüte bzw. Stress- und Entspannungszustände während der Expedition mittels Hautwiderstand					
Kontrollvariablen					
⇒ <i>Psychophysiologische Kontrollvariablen</i> : Entspannungsfähigkeit, Funktionszustände bzw. Parameter bzgl. der Beanspruchung der emotionell - vegetativen Regulation,					

Anmerkung: Kontrollvariablen sind Variablen im Prä-Post-Vergleich; Prozessvariablen sind Variablen im Expeditionsverlauf

Tab. 1: Variablen - und Ablaufplan am Beispiel der Untersuchung der Cho Oyu Expedition 1999

2.4 Chronopsychobiologische Regulationsdiagnostik

Für die Untersuchungen wurde die chronopsychobiologische Regulationsdiagnostik verwendet (Hecht 1989, Hecht 1994, Hecht und Balzer 1999 u. 2000, Hecht et al 1998, Balzer und Hecht 1989, 2000). Diese Methode ähnelt sehr der Schlafpolygraphie, mit deren Hilfe sich Zustände und Regulationsverhalten (Stabilität, Relaxaktion, Stress) der emotionell-vegetativen Regulation definieren lassen (Hecht, Beitrag 16 in diesem Band).

Die chronopsychobiologische Regulationsdiagnostik wird in zwei Varianten angewendet (Hecht und Balzer 1999):

- als Dreiphasenentspannungstest (DET), welcher gewöhnlich mit dem Blutdruckentspannungstest (BET) kombiniert wird und
- als mobiles Biomonitoring, mit dem ununterbrochene Aufzeichnungen der elektrodermalen Aktivität möglich sind.

Gemessen wurde die elektrodermale Aktivität mit dem Speichergerät HIMEM, welches die kontinuierlich erfassten Daten in Impulse umwandelt. Die Impulsintervalle (nach dem RR-Zackenprinzip des EKG) dienen als Grundlage für die biorhythmometrische Analyse, durch welche die Frequenzvariabilitäten verifiziert und Funktionszustände bzw. Parameter der emotionell-vegetativen Regulation bestimmt werden (Abb. 1 u. 2). Die ausführliche Methodik ist bei Hecht (2001), Beitrag 16 in diesem Band, beschrieben.

Deaktivierung(0) -Aktivierung (2)

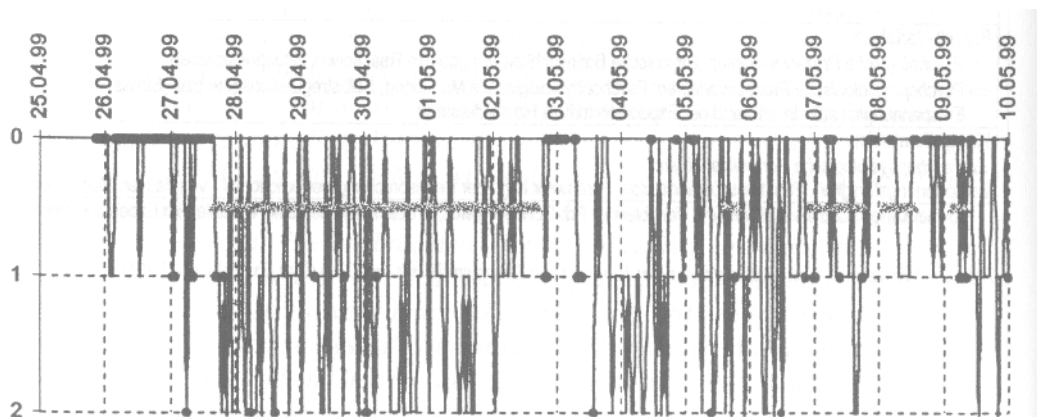


Abb. 1: Aktivierungs- und Deaktivierungszustände
(0 = Entspannung; 1 = Mittellage; 2 = Aktivierung, • = Überlastungshemmungen)

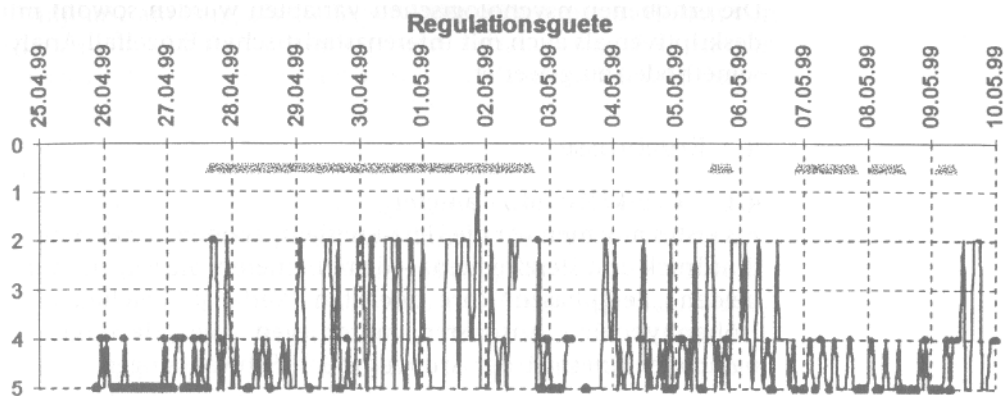


Abb. 2: Regulationsgüte

(0 = Beanspruchung; 1 = Beanspruchung; 2 = starke Beanspruchung; 3 = stereotype Beanspruchung; 4 = Dysregulation; 5 = starke Dysregulation, • = Überlastungshemmungen, ≡ = unspezifische Hypersensibilität)

Die gemessenen Daten wurden mittels telemetrischem System über Laptop vom tibetanischen Hochgebirge über Nachrichtensatelliten nach Deutschland gesandt. Dort wurde die Analyse vorgenommen und die Befunde mit ärztlichen Empfehlungen per Telemetrie zur Bergsteigergruppe zurückgesendet.

2.5 Psychologische Prozessvariablen

Während der Expedition wurden verschiedene psychologische Kontrollvariablen bzgl. der psychischen Befindlichkeit, des Angsterlebens sowie Situationscharakteristiken mit den nachfolgend dargestellten Messmethoden erfasst:

- **Befindlichkeits-Skala (Zerssen, 1999):** Jeden Abend nach dem Abendessen wurde von den Bergsteigern diese standardisierte Skala zur Erfassung der psychischen Befindlichkeit ausgefüllt
- **Fragebogen zu spezifischen Stresssituationen am Tag:** Zum selben Zeitpunkt wurde eine Tageseinschätzung mit Hilfe eines selbstentwickelten Fragebogens vorgenommen. Die Alpinisten sollten dabei typische, am Tag vorkommende Befindlichkeitszustände (u.a. Monotones Agieren mit Frust, Treten auf der Stelle, Hilflosigkeit usw.) einschätzen.
- **Emotionalitäts-Inventar (Ullrich und Ullrich, 1977):** Mit dieser Skala wurden einmal pro Woche retrospektiv verschiedene Emotionsparameter erfragt (u.a. Angst).

Die erhobenen psychologischen Variablen wurden sowohl mit deskriptiven als auch mit inferenzstatistischen Einzelfall-Analysemethoden ausgewertet.

4. Ergebnisse

4.1 Herzkreislaufparameter

Als erstes möchten wir die Herz-Kreislaufparameter – systolischer Blutdruck und Herzfrequenz – demonstrieren. Sie zeigen in den beiden „Bergphasen“ ihre höchsten Werte als Zeichen einer Höhenhypoxie. Ansonsten unterliegen die Herzkreislaufparameter innerhalb der Gruppe großen Schwankungen.

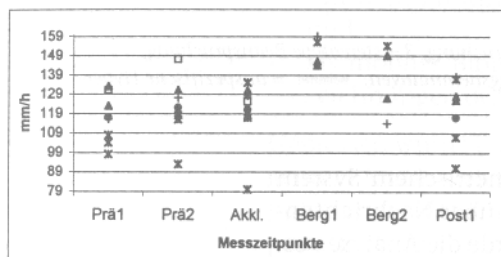


Abb. 4: Systolischer Blutdruck

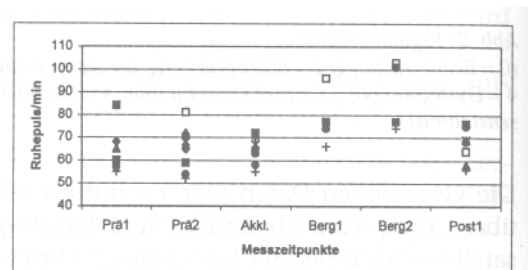


Abb 5: Herzfrequenz

Beide Parameter wurden gemessen in Ruhe während der verschiedenen Phasen der Expedition:
 Prä1 = Voruntersuchung in Deutschland;
 Prä2 = Voruntersuchung in Nepal (1400m);
 Akkl. = Akaption an Höhe 4600m in Nordnepal;
 Berg1 = nach 2 Wochen Höhenlager 5400m;
 Berg2 = nach 4 Wochen Höhenlager 5400m;
 Post1 = Nepal 1400m.

4.2 Entspannungsfähigkeit im BET

Die Entspannungsfähigkeit, gemessen mittels Blutdruckentspannungstest (BET), zeigt in der ersten Präphase 50 % und in der zweiten Präphase einen Abfall auf Null. Das

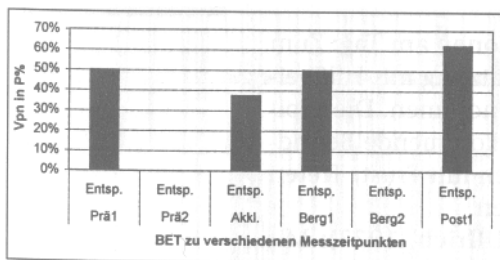


Abb. 6: Entspannungsfähigkeit im Blutdruck-Entspannungs-Test (BET) im Verlauf der Expedition. Erklärungen wie Abb. 4 und 5.

spricht für eine ausgeprägte „Verkrampfung“ der emotionell-vegetativen Regulation und zeugt von hoher Anspannung, die mit der Nähe zum Startzeitpunkt zunimmt. Ähnliche Befunde wurden auch bei Kosmonauten erhoben (Simonow, 1975). Im Vergleich: gesunde, unbelastete Probanden zeigen einen Entspannungswert von 95 %. Diese schlechte Entspannungsfähigkeit in der Prä 2-Testphase ist vergleichbar mit der

Endphase am Berg, als die Expeditionsteilnehmer in Höhen von bis zu 8000 Metern unterwegs waren und großen Belastungen ausgesetzt waren. Hier zeigt sich die enorme Bedeutung des Erwartungsstress, der infolge Unbestimmtheit entsteht.

4.3 Angsterleben

Dieser Befund, wonach vor Beginn der ungewissen Unternehmung das größte vegetativ-emotionelle Belastungserleben auftritt, wird, durch die EMI-B-Angstskala gestützt, wobei 5 von 8 Vpn die höchsten Angstwerte vor Expeditionsbeginn aufweisen (s. Tab. 3). Dieser Befund zeigt, dass besonders in der Vorbereitungsphase einer derartigen Expedition eine gute Organisation und eine psychologische Betreuung erforderlich sind.

Name	Angst-Präl	Angst-Prä2	Angst-Akklim.	Angst-Berg1	Angst-Berg2	Angst-Berg3	Angst-Post1	Angst-Post2
Vp1	44	50	44	56	60	48	38	42
Vp2	50	54	59	44	55	53	54	
Vp3	61	75	49	63	54	63	31	22
Vp4	73	40	37	41	53	38	30	
Vp5	74	53	65	62	59	60	58	52
Vp6	75	72	51	74	54	55	41	51
Vp7	74	67	48	49	70	54	66	43
Vp8	55	43	56	52	51	54		58
Mean	63,25	56,75	51,13	55,13	57,0	53,13	45,43	44,67

Anmerkung: Skalen- Variationsbreite = 18 - 118 (18 Items); Skalenmittelwert: 58

Tab. 2: Ängstliches Befinden (Rohwerte) im Verlauf der Expedition. Erklärungen wie Abb. 4 und 5

4.4 Stabilität der emotionell-vegetative Regulation

Die emotionell-vegetative Regulation im DET kann in vier Reaktionsweisen (-typen) unterteilt werden.

1. stabile Regulation (BH=Beherrscher),
2. noch stabile Regulation (BW=Bewältiger),
3. nicht mehr stabile Regulation (KP=Kompensierer),
4. instabile Regulation (DYS=Dysregulierer).

In der ersten Präphase dominiert eine nicht mehr stabile Regulation (7 Vpn: KP), die in der zweiten Präphase zum Teil in Dysregulation (2 Vpn: DYS) übergeht. Die Akklimatisierungsphase ist ausschließlich durch eine nicht mehr stabile, die Adaptionsgrenze tangierende und überschreitende Regulationsstabilität gekennzeichnet (8 Vpn: KP). Während der Postphase differenziert

sich die Gruppe. Ein Teil stabilisiert sich (2 Vpn: BW). Die anderen Vpn zeigen destabile Regulationserscheinungen: bei 2 Vpn treten dysregulative Regulationsmerkmale auf, was als Zeichen von Entlastungssyndromerscheinungen zu deuten ist. Vier Vpn verbleiben im Bereich der „nicht mehr stabilen Kategorie“. Aus diesen Ergebnissen – wie schon aus dem Blutdruckentspannungstest – ergeben sich folgende Fragen: War die psychologische Vorbereitung ausreichend? Waren alle Teilnehmer vom emotionellvegetativen Status aus gesehen für eine derartige Expedition geeignet bzw. gut vorbereitet? Diese Fragen sind nach eingehender retrospektiver Analyse und Bewertung der Daten des BET und DET keinesfalls uneingeschränkt mit Ja zu beantworten.

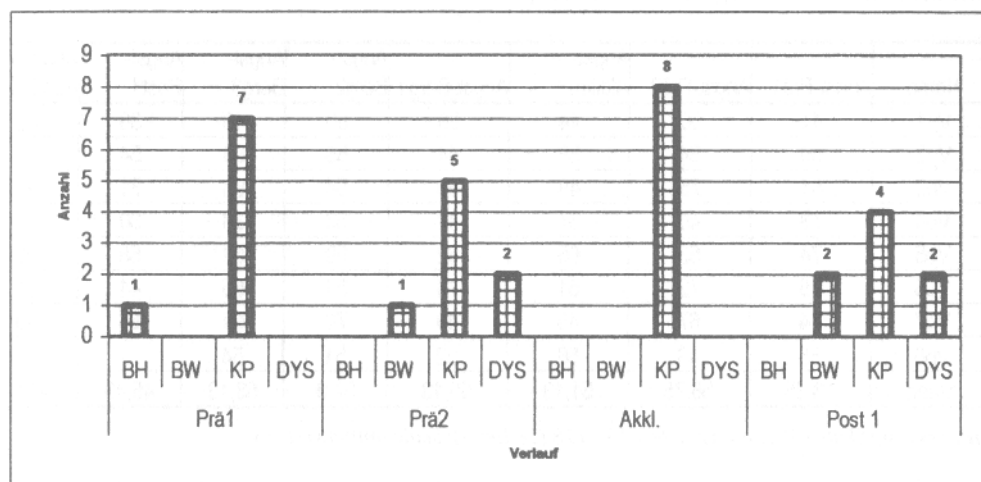


Abb. 7: Stabilität der emotionell-vegetativen Regulation im Verlauf der Expedition. Erklärungen wie Abb. 4 und 5.

4.5 Überlastungshemmung

Die Rolle der Hemmung wurde bisher in der Psychobiologie und Psychologie als physiologische Erscheinung nicht beachtet, obgleich Pawlow (1927) und Sherrington (1932) dies ausführlich beschrieben haben. Traue (1999) hat sie für die Psychologie glücklicherweise wieder entdeckt. I.P. Pawlow beschrieb die Überlastungshemmung als Schutzfunktion. In der chronopsychobiologischen Regulationsdiagnostik stellt sich die Überlastungshemmung durch kurze oder länger dauernde Episoden im äußersten Deaktivierungsbereich dar. Sie bringen die Überlastung des emotionell-vegetativen Regulationssystems im Sinne einer

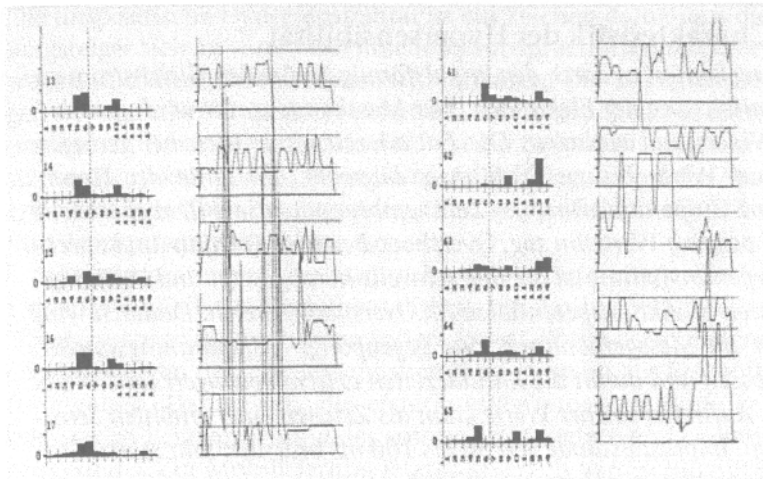


Abb. 8: Beispiel für EDA-Überlastungshemmungen

Schutzhemmung zum Ausdruck, wenn sie kurze Zeit auftreten. Länger auftretende Überlastungshemmungen charakterisieren Erschöpfungszustände der emotionell-vegetativen Regulation. Diese Überlastungshemmungen traten vor allem nach Erreichen des Basislagers (5400m) der Bergsteiger auf. Hier verstärkte sich auch die Deaktivierung. Das weist auf ein Umschalten auf eine Vorzugsregulation hin, wonach Energie „gespart“ werden soll.

4.6 Unspezifische Hypersensibilität

Auffällig war bei Erreichen des Höhenlagers (7400m), dass die während der letzten Untersuchungsphase festgestellten vermehrten Entspannungszustände, infolge der einsetzenden Schutz-Überlastungshemmung in Stresszustände bzw. aktivierte/erregte Zustände „umklappten“.

Gleichzeitig setzte vorwiegend auch der zweite Schutzmechanismus ein: die Hypersensibilität.

Damit verbunden kommt es zu einer Erregungs- bzw. Aufmerksamkeitssteigerung, um Gefahren schnellstmöglich gegensteuern zu können. Dieser produktive Regulationsmechanismus war bei einigen

787.667	16.904
777.500	15.958
769.000	24.543
760.333	59.464
751.667	19.177
744.615	12.441
734.167	31.714
728.308	31.125
720.462	12.168
712.462	23.287
703.077	23.561
696.857	42.697
688.154	13.555
683.143	32.865
675.846	13.267
672.000	37.280
667.143	16.652
661.714	20.266
656.857	21.486
651.467	19.590
644.286	18.958

Entladezeiten ohne Hypersensibilität in msec. Entladezeiten bei Hypersensibilität [msec] in msec.

Abb. 9: Hypersensible Werte im Vergleich zu Messwerten ohne Hypersensibilität.

Charakteristik der Hypersensibilität

Bei Normalanforderung kommt es durch den impulsförmig fließenden Gleichstrom zu einer definierten Polarisierung der Elektroden. Der Messkondensator wird „passiv“ über einen (Haut)-Widerstand entladen. Die Entladezeit ist zeitlich bei geringen Hautwiderständen auf Werte bis zu 60-80msec begrenzt. Im Falle der Hypersensibilität erfolgt eine Umpolarisierung des Zellmembranpotentials (Dabei erreicht das Aktionspotential positive Werte im sog. Overshoot-Bereich / Deetjan und Speckmann, 1999). Bei Hypersensibilität ist die Reizschwelle herabgesetzt und bereits geringe Zusatzreize führen zu Aktionspotentialen im Overshoot-Bereich. Dadurch wird der Messkondensator im Messgerät durch eine gegenpolige „Urspannungsquelle“ praktisch kurzgeschlossen und damit die Entladezeiten extrem verringert (auf Werte unter 20 msec.). Das Auftreten solcher Werte kann als Zeichen einer erhöhten Sensibilität gewertet werden. Impulsabstände von 50 bis 100 ms bedeuten sehr starke Erregungszustände als Vorstadium zur Hypersensibilität.

Vpn zu beobachten. Wir empfehlen in diesem Fall, die Ruhepausen zwischen den Aufstiegen zur Entspannung zu nutzen und keine belastende Tätigkeiten durchzuführen bzw. abzuschalten und sich nicht unter Erfolgsdruck zu setzen. Diese Ruhepausen verhelfen zum einen zur benötigten Entspannung. Zum anderen können sich die angesprochenen Belastungsschutz-Mechanismen reaktivieren. Die Situation schildert folgende Informationswechsel:

Beispiel: Telemedizinische Befundmitteilung und Empfehlungen via Satellit nach Analyse der Daten.

Liebe/r ...,

Deine Kurven sind vom 18.4. bis 24.4. ausgewertet. Hier die Ergebnisse: ich erkläre es dir sehr einfach: Es gibt günstige und ungünstige Belastungsmuster. Für jede Stunde bekomme ich ein solches Muster, das mir zeigt, wie gut Du die Belastungen weggesteckt hast, ob Du dabei Deine Reserven angreifst und wie Dein Erregungsgrad ist. Wie ist es nun bei Dir:

Vom 18.04. - 21.04. weist der Befund auf sich anbahnende Erschöpfungszustände hin, die durch Überlastungshemmungen und durch Aktivierungsprozesse kompensiert werden. Überlastungshemmungen haben eine Schutzfunktion gegen Überlastungen des Nervensystems. Sie werden automatisch initiiert, wenn jemand unter Druck steht. Nach dem 21.4. werden die Belastungsmuster besser. Die ungünstigen Belastungsmuster nehmen bis zum 24.04. ab. Wenn es irgendwie geht, versuche jede freie Minute zur Entspannung bzw. Erholung zu nutzen. Viel Glück und pass auf Dich auf. Marcus.

Die unspezifische Hypersensibilität ist ein Zeichen dafür, dass die Bergsteiger sich an ihrer individuellen Beanspruchungsgrenze bewegen und diese bereits überschritten haben. Die Ursachen liegen neben zu bewältigenden extremen Anforderungen vor allem im Sauerstoffmangel. Offensichtlich ist der Sauerstoffmangel ein starker Störfaktor der emotionell-vegetativen Regulation. Bei Sauerstoffmangel überschreiten Menschen generell auch schneller ihre Beanspruchungsgrenze.

Wir interpretieren Überlastungshemmung und unspezifische Hypersensibilität als Notfallreaktionen, die das Individuum vor Überbeanspruchung schützen sollen. Dabei gibt es verschiedene Graduierungen der Überlastungshemmung, die bis zur Erschöpfung gehen. Das ist u. E. die erste kompensatorische Stufe bei überstarker Beanspruchung des emotionell-vegetativen Regulationssystems. Zur Mobilisierung letzter Reserven wird schließlich eine generalisierte unspezifische Hypersensibilität ausgelöst, mit der versucht wird, das gestörte Regulationsgefüge der emotionellvegetativen Regulation noch einmal in die Homöostase zu bringen, wodurch die Empfindlichkeit herabgesetzt wird. Das ist die zweite Notfallreaktion bzw. die zweite kompensatorische Stufe der emotionell-vegetativen Regulation. Dieser dysregulatorische Vorgang während der Lehrgangsexpedition wird in Abbildung 6 an einem Fallbeispiel dargestellt. Es wird ersichtlich, wie der Erschöpfung und Dysregulation des emotionell-vegetativen Systems mit der Überlastungshemmung und mit der unspezifischen Hypersensibilität entgegengewirkt wird. Die stereotype Beanspruchung und die Dysregulation dominieren als Zeichen der Folgen von Höhenhypoxie.

	Anfahrt		B. Camp ab 13.4. (5400 m)				7.5. Gipfel				Rückfahrt Katmandu			
Regulationsgüte Stufen	3.-5.	5.-8.	8.-20.	20.-26.	26.-28.	29.4.-2.5.	3.5. Nacht	3.-6.	7.-9.	9.-10.	10.-11.	11.-13.	13.-15.	18.-20.
0 Normale Regulation														
1 Beanspruchte Regulation														
2 Starke Beanspruchung														
Ab hier schlechte bis sehr schlechte Regulationsqualität der vegetativ – emotionalen Regulation (Parameter Hautwiderstand)														
3 Stereotype Beanspruchung														
4 Dysregulation														
5 Starke Dysregulation														
Erschöpfung						****		****		++				
Hypersensibilität	HS				HS		HS				HS		HS	
Überlastungsh. (ÜH)	ÜH	ÜH	ÜH		ÜH		ÜH	ÜH	ÜH				ÜH	ÜH
Subj. Befinden (T-Norm)		53	64	52	45	56	68	56	69	69	69	63	61	

Abb. 10: Übersicht über die emotionell-vegetative Regulation auf verschiedenen Höhen des Hochgebirges bei einer Vp, die den Gipfel erreichte

Der Befund von Versuchsperson 3 (s. Abb. 15) kann wie folgt zusammengefasst werden:

- **durch Überlastungshemmung, deaktivierte Zustände und normale Belastungsmuster** bis zum 20.4.
- **Hypersensibilität** ab 20.4., dadurch normale Belastungsmuster, Angreifen von Energiereserven (Warnung durch Befunderhebung via Medizintelemetrie)
- **plötzliche dramatische Verschlechterung der Regulationsmuster**, Regulationsauflösung, Erschöpfungszustände am 26.4.
- **Erholung und Hypersensibilität**
- **verbesserte Regulationsmuster** beim Aufstieg zu 7100 Meter, **danach Erschöpfung**
- **erneute Erholung und Gipfelsturm**, beim Aufstieg Hypersensibilität und Regulationszerfall
- **zunehmender Regulationszerfall, stereotypes Regulationsverhalten, Erschöpfung, Hypersensibilität, Überlastungshemmung** beim Abstieg
- **schlechte Belastungsmuster, Erschöpfungszustände**, nach 11 Tagen immer noch keine Erholung

4.7 Erschöpfung

Bei den beiden Vpn, die den Gipfel in 8201 Metern erreichten, konnte nach Zielerreichung eine plötzliche, lang anhaltende Verschlechterung des psychophysiologischen Regulationszustandes festgestellt werden. Es fiel vor allem auf, dass diese Verschlechterung nicht schrittweise, sondern in einem „Sprung“ erfolgte: von „normalen Belastungsmustern“ zu stereotypen bzw. zerfallenden Regulationsmustern. Die plötzliche Verschlechterung des psychophysischen Zustandes der Vp wurde subjektiv erst Tage später widerspiegelt (s. Abb. 2). Die festgestellten Dysregulationen der emotionell-vegetativen Regulation hielten über einen langen Zeitraum an, ohne dass sich eine Verbesserung der Regulationsqualität einstellte. Begleitende psychologische und physiologische Korrelate dieser Erschöpfung waren: Infektionen, Depressionen. Bei einer Vp wurde durch die Expeditionsärztin ein Hirn-Ödem vermutet und Infusionen ins Höhenlager 1 befördert. Diese Vp war so erschöpft, dass sie für das in 150 Metern entfernte Zelt im Höhenlager 3 vier Stunden benötigte. Beide Vpn, die über 8000 Meter waren, gaben an, auf dem Gipfel emotionslos gewesen zu sein und trotz eines persönlichen Bedrohungsempfindens keine Angst erlebt zu haben. Angstzustände sind mit Erschöpfungszuständen trotz erlebter Bedrohung schwer vereinbar, da in-

folge der Erschöpfung kein Spannungszustand als körperliches Korrelat für Angst aufgebaut werden kann. Offensichtlich funktionieren in dieser Höhe Emotionen nur dann als Signalgeber für Bedrohung, wenn keine Erschöpfungszustände auftreten.

5. Diskussion

In den bisherigen Befunden konnte ein ausgeprägter Einfluss der Höhenhypoxie auf die emotionell-vegetative Regulation festgestellt werden. Außerdem wurden der langsame Abbau von Energie-Reserven, die durch die Höhe und den Sauerstoffmangel verminderte Erholungsfähigkeit und Ergebnisse bzgl. des Zusammenspiels zwischen Regulationszuständen, Überlastungs-Schutzmechanismen und subjektiven Befindenseinschätzungen gezeigt. Im Untersuchungszeitraum ergaben sich bei allen Vpn sukzessive Verschlechterungen der emotionell-vegetativen Regulation bis hin zu lang anhaltenden Erschöpfungszuständen. Zusammenfassend können bei den Vpn drei psychophysiologische Adaptationsstufen bzw. Schutzmechanismen definiert werden, die unter zunehmendem Belastungsdruck auftreten.

a) Überlastungshemmung (J.P. Pawlow):

Aus dem Aktivierungsbereich spontan auftretende kurze oder länger andauernde Übergänge in den äußersten Deaktivierungsbereich (Überlastung des vegetativ-emotionellen Systems), akut charakterisieren sie eine Schutzfunktion, chronisch einen Erschöpfungszustand.

b) Unspezifische Hypersensibilität mit unspezifischer Aktivierung:

Spontan, regelmäßig auftretende oder ständig vorhandene langsam veränderliche Gleichspannungspotentiale an der Hautoberfläche, die Ausdruck einer erhöhten Sensibilität des emotionellvegetativen Systems sind und die die Bereitstellung aller Energiereserven des Körpers bewirken sollen.

c) Erschöpfung:

Lang anhaltende Deaktivierungszustände, wodurch der Mechanismus der Bedrohungsbewertung und Angst unterbrochen wird. Interessant war dabei das emotionslose Auftreten der Vpn über 8000 Metern. Offensichtlich fehlte bei beiden Vpn aufgrund der nachgewiesenen Erschöpfungszustände ein körperlicher Emotions-Träger.

Es konnte erfolgreich ein psychophysiologisches Monitoring via Satellit beim Bergsteigen durchgeführt werden. D.h. es ist prinzipiell möglich, Alpinisten ihren aktuellen psychophysischen Zustand am Berg mitzuteilen, damit er geeignete Bewältigungsstrategien einsetzen und Ruhephasen einlegen kann. Diese objektive Information ist unbedingt notwendig, da Verschlechterungen in der vegetativ-emotionellen Regulation vom Alpinisten subjektiv gar nicht oder zu spät wahrgenommen werden. Trotzdem war es während dieser Expedition so, dass sich nicht alle an die vorgeschlagenen Interventionen zur Verbesserung der Regulationsgüte hielten. Ehrgeiz, Ungeduld bzw. Wetterbedingungen strukturierten das Verhalten und verhinderten bei einigen ein situationsangemessenes Wahrnehmen und Handeln.

Der Schlüssel zum Erfolg beim Bergsteigen scheint neben der unabdingbaren strategischen, sportlichen Kompetenz und Kondition u. a. in der Kunst der Selbstwahrnehmung, der Fähigkeit des Aufrechterhaltens von Energiereserven, der Teamfähigkeit und der Akzeptanz von Grenzen zu bestehen. Hierbei ist aber zu beachten, dass die Höhenhypoxie auch in den Transmitter- und Botenhoron-Haushalt eingreift und z.B. Endorphine vermehrt freisetzt, durch welche eine Einschränkung der Kritikfähigkeit und der Selbstwahrnehmung ausgelöst werden kann, die nicht allein mit psychotherapeutischen Mitteln kompensiert werden kann.

Aus den Befunden lassen sich folgende Hinweise für Stresspräventionen ableiten:

- Unverzichtbarkeit von psychobiologischen Parametern als Auswahlkriterium für die Zulassung zur Teilnahme an einer Hochgebirgsexpedition.
- Notwendigkeit eines bewussten Übergangs von Anspannungs- in Entspannungsphasen, um physiologische Destabilisierungen (z. B. Urlaubs-Herzinfarkt) vorzubeugen.
- Vorbeugen der Hypersensibilitäts- und Erschöpfungszustände bzw. der Destabilisierung von Körpersystemen durch eine Verbesserung der personalen Entspannungsfähigkeit (selbstregulativer Aspekt der Stressbewältigung; Meditation und Yoga).
- Training der subjektiven Wahrnehmung von Stresssymptomen und -signalen als notwendiger Bestandteil eines Stressmanagement-Trainings.
- Emotionen als Signalgeber für die eigene Lage nutzen. Emotionale Intelligenz trainieren.

- Im geeigneten Moment „umkehren“, um Erschöpfungszustände zu vermeiden.

Die vorstehend getroffenen Aussagen beziehen sich auf Fallbeispiele und sollten deshalb unter diesem Aspekt betrachtet und durch weitere Untersuchungen dieser Art bestätigt werden. Abschließend möchten wir noch bemerken, daß die eingangs dargelegten Ausführungen zur Höhenhypoxie durch die Untersuchung der emotionell-vegetativen Regulation einen neuen Aspekt bekommen hat.

Literatur:

- Auer, E (1976): Stress Dich gesund. Kompaktwissenschaften Heyne München.
- Balzer, H.-U., K. Hecht (1989). Ist Stress noninvasiv zu messen? Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt Universität Berlin, Reihe Medizin 38/4, S.456-460
- Balzer, H.-U., K. Hecht (2000). Chrono-Biologische-Regulationsdiagnostik (CRD). Ein neuer Weg zur objektiven Bestimmung von Gesundheit und Krankheit. In: K. Hecht; H.-U. Balzer: Stressmanagement und Katastrophenmedizin, Regulationsmedizin, Prävention. Pabst. Science Publishers, Lengerich u.a. S. 134 - 155
- Cannon, W.B. (1914). The emergency function of the adrenal medula in pain and major emotions. American Journal of Physiology 33. S. 356 - 372
- Cannon, W.B. (1928). Neuronal Organisation of emotional expression. In: C.Michison (ed.): Feeling and Emotions. Worcester
- Hecht, K. (1989). Ist Stress kontrollierbar? Urania Heft 2, S. 385-389
- Hecht, K.; H.-U. Balzer, K. Salzberg-Ludwig, P. Bossenz (2000). Chronobiologische Regulationsdiagnostik zur objektiven Verifizierung des emotionalen Gesundheitszustandes bei der Frühförderung im Normal- und sonderpädagogischen Vorschulbereich. In: G. Siepmann: Frühförderung im Vorschulbereich. Peter Lang, Frankfurt/M. u.a., S. 145-166
- Hecht, K., M. Poppei (1984): Zum gegenwärtigen Stand der Streßforschung. In Chanaschwili, M.M., K. Hecht: Neurosen. Akademie Verlag Berlin
- Hecht, K. H.-U. Balzer (1999). Psychobiologisch-regulatorische Aspekte der Stressdiagnostik als Evaluierungsmethodik wissenschaftlicher Arbeitslosenprojekte - eine Quasimodelluntersuchung. In: St. Dauer, H.Hennig (Hrsg.): Arbeitslosigkeit und Gesundheit: Beiträge zur Medizinischen Psychologie und Grenzgebiete (BdI). Mitteldeutscher Verlag Halle/Saale, S. 145-166
- Hecht, K., H.-U. Balzer, J. Rosenkranz (1998). Somatoforme Störungen, chronisches Erschöpfungssyndrom, Burnout-Stresssyndrom. - Neue Regulationsdiagnostik zum objektiven Nachweis psychosomatischer Prämorbidität und Morbidität. Ärzteblatt Thüringen 9/8
- Mürtz, R. (1963): Zur Pathophysiologie des chronischen Sauerstoffmangels. Arch. Kreislaufforschung 40 (1963) S.167
- Pawlow, I.P. (1927). Lekzii o dejatelnosti bolshich polusharij. (Lektionen über die Tätigkeit der Grosshirnhemisphären.) Isdatelstwo akademii nank SSSR, Moskva; Verlag der Akademie der Wissenschaften der UDSSR, Moskau, Leningrad, Bd.4. Deutsche Fassung: I.P Pawlow: Sämtliche Werke Bd. IV (1953), Akademie Verlag, Berlin
- Selye,H. (1953): Einführung in die Lehre vom Adaptationssyndrom. Stuttgart Thieme-Verlag
- Sherrington C.S. (1932). Inhibition as a coordinative factor. Nobelpreisrede am 12. Dezember in Nobel Foundation (eds) Nobel Lectures, Physiology and Medicine, Amstermad, Elsevier, S. 278-289

- Schneider, W. D., H. Frauendorf, K. Harzbecker, A. Oddy, W. Schmidt, W. Thieme, H. Wosnitzka (1993): Atmung. In: Zwiener, U. (Hrsg.): Allgemeine und klinische Pathophysiologie. Gustav Fischer Verlag Jena-Stuttgart
- Simonov, P.W. (1975). Widerspiegelungstheorie und Psychophysiologie der Emotionen. VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin
- Wagner, P. D. (1991): Central and peripheral aspects of oxygen transport and adaptation with exercise. Sport Med 11, S. 133