



**Abschlussbericht FP224
vom 3.2.2010**

**“GESUNDHEITLICHE AUSWIRKUNGEN VON ARBEIT IN
SAUERSTOFFREDUZIERTER ATMOSPHERE (HYPOXIE)”**

**Gefördert durch den
Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften
(jetzt DGUV - Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung)**

**Autoren des Berichts:
Peter Angerer, Ines Englmann, Raluca Petru, Birgitt Marten-Mittag**

Korrespondenz:
PD Dr. med. Peter Angerer
Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin
Ziemssenstr. 1
80336 München
peter.angerer@med.lmu.de

KURZFASSUNG

Ziel

Die Häufigkeit von Arbeit in Räumen, in denen zum Zweck der Brandvermeidung der Stickstoffgehalt erhöht und der Sauerstoffgehalt bis auf 13 Vol% reduziert wird (normobare Hypoxie), nahm in den Jahren vor Beginn dieser Untersuchung mit großer Geschwindigkeit zu; bei der letzten Erhebung im Rahmen dieser Studie, 2008, konnten 128 Betriebe in Deutschland identifiziert werden, deren Mitarbeiter zeitweilig in sauerstoffreduzierter Atmosphäre arbeiteten. Wir schätzen, dass weit über 1000 Beschäftigte in sauerstoffreduzierten Bereichen tätig sind.

Die physiologischen und kurzfristigen Auswirkungen von Hypoxie auf das Befinden sind aus der Höhenmedizin und aus eigenen Untersuchungen relativ gut charakterisiert. Die Daten zu den langfristigen Auswirkungen der intermittierenden Arbeit in sauerstoffreduzierter Atmosphäre auf das Erkrankungsrisiko sind jedoch sehr spärlich.

Die zentrale Fragestellung der hier beschriebenen Kohortenstudie war daher, ob unter den realen Arbeitsbedingungen die Arbeit in sauerstoffreduzierter Atmosphäre mit einem erhöhten Risiko für akute, v.a. kardiale Erkrankungen verbunden ist.

Methode

Mit dem Ziel einer Vollerhebung aller exponierten Beschäftigten wurden alle bekannten Betriebe mit entsprechenden Anlagen in Deutschland schriftlich und fernmündlich um Kooperation gebeten. Alle Beschäftigten, die vorhersehbar die sauerstoffreduzierten Bereiche betreten würden (als Exponierte) und eine entsprechende Zahl gut vergleichbarer nicht- exponierter Personen (als Kontrollen) aus diesen Betrieben wurden um Teilnahme gebeten. Aufnahmekriterium war, dass die von der Arbeitsmedizin, Universität München, vorgeschlagene arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung keine gesundheitlichen Bedenken gegen die Aufnahme der Tätigkeit in sauerstoffreduzierter Atmosphäre ergeben hatte. Von den schließlich in die Kohortenstudie im Rahmen einer persönlichen Aufnahmenuntersuchung eingeschlossenen 379 Exponierten und 307 Kontrollen konnten über 94% nach einem Jahr persönlich befragt und nachuntersucht werden. Dabei wurden die betrieblichen Kontrollen, die bereits über 200 Personen umfassten, durch vergleichbare Kontrollpersonen aus der berufstätigen Bevölkerung ergänzt. Während der einjährigen Beobachtungsperiode wurden im ersten Monat durch ein Tagebuch zunächst Exposition, „Höhenbeschwerden“ und „kardiopulmonale Beschwerden“ (mit standardisierten Scores) und

Erkrankungen (frei berichtet) täglich erfasst; in den folgenden 11 Monaten, durch postalisch zugestellte Fragebögen, monatlich abgefragt. In der Abschlussuntersuchung wurden neben einer erneuten Bestimmung von Hämoglobin im Blut und Blutdruck explizit nach Beschwerden und Erkrankungen im Zusammenhang mit Arbeiten in Hypoxie und nach einschlägigen neu aufgetretenen Erkrankungen gefragt.

Alle berichteten Beschwerden und Erkrankungen wurden von einem medizinischen Expertenteam analysiert; in allen unklaren Fällen wurden durch Recherchen die genaue Natur und die Umstände der medizinischen Problematik geklärt. Endpunkt für die Auswertungen waren zum einen die Beschwerden, operationalisiert als Fälle (aufgetreten: ja/nein) oder gemittelt als Scorewerte über die Beobachtungszeit (Summe aller berichteten Scorepunkte/ Beobachtungszeit); zum anderen die Erkrankungen, die nach klinischen und pathophysiologischen Kriterien zu inhaltlich sinnvollen Gruppen von einer solchen Größe (Fallzahl) eingeteilt wurden, dass eine statistische Auswertung möglich wurde. Die Auswertung hatte primär den Vergleich aller gesundheitlichen Vorkommnisse zwischen Exponierten und Kontrollen (sowohl für alle Kontrollen als auch beschränkt auf die betrieblichen Kontrollen) zum Gegenstand, sekundär die Identifikation von potentiell stärker beanspruchten Untergruppen innerhalb der Exponierten.

Ergebnisse

Die meisten Exponierten hatten bei Aufnahme in die Kohorte bereits im Mittel 2 Jahre Vorerfahrung mit Arbeit in sauerstoffreduzierter Atmosphäre; 43 Personen betraten die Arbeitsbereiche erstmalig nach Aufnahme in die Kohorte. Circa 2/3 der Exponierten arbeitete in Räumen mit einer Sauerstoffkonzentration von 15 Vol % oder höher, ca. 1/3 arbeitete in Bereichen mit zwischen 13 und 15 Vol % Sauerstoff. Fast 95% der Exponierten hatten im Durchschnitt Aufenthaltszeiten von weniger als 1 Stunde pro Aufenthalt. Exponierte und Kontrollen entsprachen sich in den meisten Merkmalen; insbesondere die betrieblichen Kontrollen unterschieden sich nur geringfügig von ihren exponierten Kollegen. Die Unterschiede zwischen den Exponierten und Kontrollen wurden in den Analysen mathematisch ausgeglichen („adjustiert“).

Weder in der täglichen Befragung im ersten Monat noch in den monatlichen Befragungen in den weiteren 11 Monaten bzw. der Abschlussuntersuchung gab es eine Überhäufigkeit von Beschwerden oder Erkrankungen in Zusammenhang mit der Arbeit in sauerstoffreduzierter Atmosphäre; tendenziell waren gerade die „hypoxie- typischen“ Beschwerden bei den Exponierten geringer ausgeprägt. Neu Exponierte unterschieden sich im Beschwerde- und

Erkrankungsmuster nicht von solchen, die vor Aufnahme in die Studie schon exponiert gewesen waren; ein healthy worker effect ist nicht anzunehmen.

Innerhalb der Exponierten hatten - laut Tagebuchangaben - Personen bei Arbeit in sauerstoffreduzierter Atmosphäre in niedrigeren Sauerstoffkonzentrationen (< 15 Vol %) bei gleichzeitiger körperlicher Anforderungen häufiger kardiopulmonale Beschwerden (Luftnot, Herzklopfen, Druck auf der Brust), ebenso bei zusätzlichen Umgebungsbelastungen. Umgebungsbelastungen und Schichtarbeit erhöhten auch das Risiko für Höhenbeschwerden (Kopfschmerz, Schwindel, Müdigkeit, Übelkeit). Aus den monatlichen Angaben ergaben sich ähnliche Zusammenhänge.

Beschwerden, ganz überwiegend Schwindel, hatten auch 15 Personen im Laufe eines Jahres veranlasst, die sauerstoffreduzierte Atmosphäre vorübergehend zu verlassen; auch diese Personen arbeiteten vermehrt körperlich sowie in niedrigeren Sauerstoffkonzentrationen, und sie hatten vermehrt Vorerkrankungen angegeben. Andere gesundheitliche Probleme wurden auch in der Abschlussuntersuchung von Exponierten nicht häufiger als von Kontrollen berichtet. Die Hämoglobinkonzentration lag zwar bei den Exponierten von Anfang an geringfügig höher (ca. 0,2 g/dl) als bei den Kontrollen, veränderte sich aber trotz Hypoxieexposition nicht anders als bei den Kontrollen während des Beobachtungsjahres. Der Blutdruck sank im Gesamtkollektiv - gleichsinnig bei Exponierten und Kontrollen.

Ergänzende Untersuchungen

Eine medizinisch begleitete Probexposition bei einem Kollektiv von 14 erstmal exponierten Mitarbeitern eines Betriebes erbrachte keine pathologischen Befunde und damit eine relativ gute Übereinstimmung mit der üblichen Vorsorgeuntersuchung (s.o.); der psychologische Effekt (Abbau von Besorgtheit, Information über die Auswirkungen der Exposition) wurde als günstig eingeschätzt.

Eine individuelle Pausengestaltung für Probanden, die regelmäßig bei längerem Aufenthalt in sauerstoffreduzierter Atmosphäre Kopfschmerzen bekommen, konnte nicht durchgeführt werden, da die Eingangsbefragungen (Tagebuchaufzeichnungen über einen Monat) ein praktisch vollständiges Fehlen eines Kollektiv solchermaßen Betroffener ergab; das Bedürfnis einer solchen Pausenregelung erscheint minimal.

Schlussfolgerungen, Empfehlungen

Die Kohortenstudie, unterstützt durch die beiden Pilotstudien (Teilprojekte Probeexposition und individuelle Pausenplangestaltung) zeigt, dass unter den gegenwärtigen Arbeitsbedingungen in Deutschland weder eine Gefahr einer akuten gesundheitlichen Gefährdung durch Arbeiten in sauerstoffreduzierten Bereichen besteht, noch, dass es - im Vergleich zu den entsprechenden nicht- exponierten Kontrollpersonen - zu einer Überhäufigkeit von Beschwerden kommt, die als typische Folge intensiver Exposition gegen Hypoxie zu erwarten wären. Dies gilt bis zu 13 Vol % Sauerstoff, bei zusätzlicher mittelschwerer bis schwerer körperlicher Arbeit und Aufenthaltszeiten bis zu 8 Stunden, wobei die Mehrzahl der Probanden in Atmosphären ≥ 15 Vol % Sauerstoff, wenig körperlich und unter 30 min pro Aufenthalt arbeitet. Intensivere Exposition (insb. weniger Sauerstoff, mehr körperliche Arbeit) geht mit einer Zunahme des Risikos für Beschwerden einher. Dennoch liegt das absolute Risiko auch für Beschwerden nicht höher als bei vergleichbaren nicht exponierten Beschäftigten.

Voraussetzung der Aussage ist, dass eine arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung durchgeführt wird, die mindestens dem von uns vorgeschlagenen Umfang und den von uns vorgeschlagenen Kriterien für dauernde gesundheitliche Bedenken entspricht, was auch die Vergleichbarkeit zu dem hier untersuchten Kollektiv herstellt. Eine Probeexposition ergänzt die Vorsorgeuntersuchung sinnvoll in Zweifelsfällen, z.B. bei behandelten oligosymptomatischen kardialen Vorerkrankungen.

In sauerstoffreduzierter Atmosphäre tragen unterschiedliche Arbeitsbedingungen (längere Expositionsdauer, niedrigere Sauerstoffkonzentrationen, zusätzliche körperliche Arbeit) - zu vermehrten Beanspruchung im Sinne von Höhenkrankheitssymptomen oder kardiopulmonalen Beschwerden bei, die Ausprägung ist aber in der Regel sehr milde. Für eine Kopfschmerzprophylaxe durch individuellen Pausenplan fehlt die entsprechende intensive und reproduzierbare Symptomatik - und damit die Motivation. Nur in wenigen Fällen (bei 5% der Exponierten, gekennzeichnet durch stärker beanspruchende Arbeitsbedingungen, s.o.) waren Beschwerden, v.a. Schwindel, zumindest einmal Anlass für ein vorzeitiges Verlassen des Raums. Daher sollte die Exposition begrenzt bleiben, d.h. die Aufenthaltsdauer so kurz, die Sauerstoffkonzentration so hoch und die Anforderungen an körperliche Arbeit so niedrig gehalten werden wie möglich.