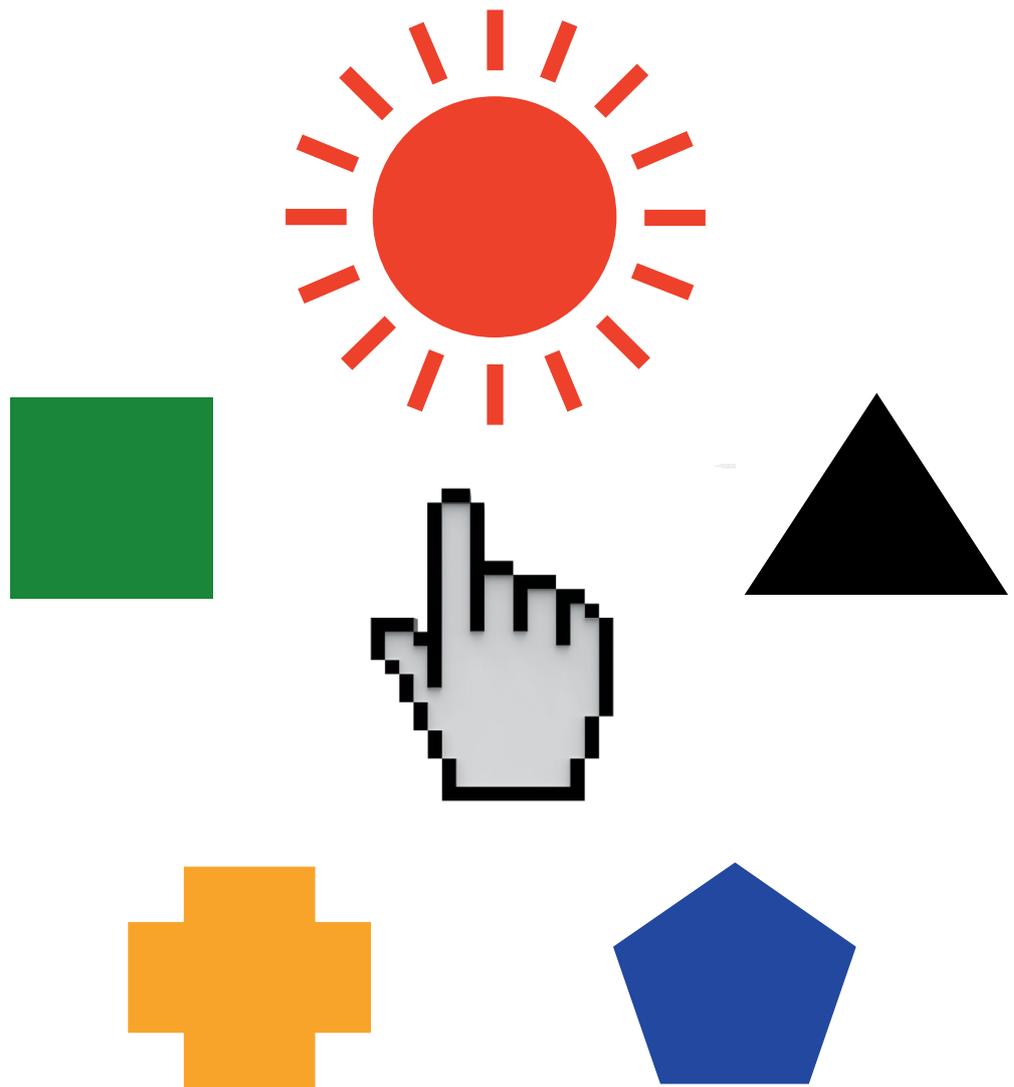


ÖSTERREICHISCHES FORUM ARBEITSMEDIZIN



COMPUTERGESTÜTZTE
PSYCHOLOGISCHE LEISTUNGSTESTS

Inhalt

Merkwürdig! 3
A. Pilger

REACH: Herausforderungen an die Toxikologie
(Science of Chemical Safety) 4
W. Bursch

Zur Reproduzierbarkeit von computergestützten
psychologischen Leistungstests 17
W. Osterode

Die AUVA informiert 27
Redaktion M. Nikl

Arbeits- und Organisationspsychologie 27
S. Rothmeier-Kubinecz

Die Zentral-Arbeitsinspektion informiert 33

Gefährliche Arbeitsstoffe – bewusst, sicher! 33

Gesunde Arbeitsplätze – sichere Instandhaltung 33

Eine EU-Richtlinie zur Vermeidung von
Nadelstichverletzungen 34

E. Huber



ALEXANDER PILGER

MERKWÜRDIG!

Für die Behandlung seiner Beschwerden kämen im Wesentlichen drei Methoden in Frage, so erfuhr Herr K. von seinem Hausarzt. Alle drei Behandlungen seien vom medizinischen Standpunkt aus ungefähr gleichwertig, doch habe eben jede einzelne Therapie ihre Vor- und Nachteile. Der Hausarzt hielt fest, dass es aus Patientensicht in Summe keine großen Unterschiede gäbe. Er selbst empfehle am ehesten die Behandlungsmethode A, und er führte verschiedenste Gründe an, weshalb er sie der Methode B und diese wiederum der Alternativmethode C vorziehe. Für Herrn K. war das alles ein wenig verwirrend, und er wollte sich die Sache noch einmal in Ruhe durch den Kopf gehen lassen. Eine Woche später konsultierte er einen anderen Arzt, der ihm von einem Freund empfohlen wurde. Der neue Arzt konnte die Bewertung des Hausarztes gut nachvollziehen. Auch er bevorzugte die Therapie B gegenüber der Therapie C, doch riet er insbesondere in Herrn Ks Fall von der Behandlung A ab. Diese war nach seiner Auffassung allenfalls hinter der Therapie C anzusiedeln. Seine Beweggründe erläuterte er ausführlich, doch lenkte dies Herrn K. nur wenig von seiner Besorgnis ab. Er versuchte es deshalb mit einem Spezialisten an der Universitätsklinik. Diesem schien – ähnlich wie dem zweiten Arzt – die Behandlung A nicht die Methode der Wahl zu sein, wengleich sie nach seiner Meinung (wie auch nach der Einschätzung des Hausarztes) wahrscheinlich geeigneter wäre als die Methode B. Mit einer Empfehlung für die Behandlung C verließ Herr K. den Spezialisten.

Herr K. war völlig ratlos. Mit dem Fall, dass verschiedene Ärzte für verschiedene Therapien eintraten, konnte man ja vielleicht rechnen. Dass die ärztlichen Empfehlungen aber beim besten Willen nicht auf die Reihe zu bringen waren, fand Herr K. merkwürdig und empörend. Er erinnerte sich genau, dass die Mehrzahl der von ihm befragten Ärzte die Behandlung A vor der Behandlung B reihten. Aus den Unterredungen ging ebenfalls deutlich hervor, dass die Mehrheit der Ärzte die Behandlung B besser als die Behandlung C einstufte. Wie konnte es aber zugleich geschehen, dass dann die Therapie C von mehr Ärzten bevorzugt wurde als die Therapie A?

Was Herr K. nicht wusste ist, dass solch ein Ergebnis keineswegs so absonderlich ist, wie es aussieht, und schon gar nicht auf ärztliche Urteile beschränkt ist. Ähnliche Zwickmühlen lauern nämlich gerne dort, wo mehrere Bewertungen unterschiedlicher Aspekte gegeneinander abzuwägen sind. Eigentlich könnten wir vielmehr darüber verwundert sein, dass uns dies merkwürdig erscheint.



WILFRIED BURSCH
MEDIZINISCHE
UNIVERSITÄT, KLINIK
FÜR INNERE
MEDIZIN I, ABTL.
INSTITUT FÜR
KREBSFORSCHUNG,
FORSCHUNGSEINHEIT
SICHERHEIT VON
CHEMIKALIEN UND
KREBSPRÄVENTION,
BORSCHKEGASSE 8A,
1090 WIEN

**Hersteller und
Importeure sind für
die Erstellung der
Sicherheitsbewertung
verantwortlich**

REACH: HERAUSFORDERUNGEN AN DIE TOXIKOLOGIE (SCIENCE OF CHEMICAL SAFETY)

Einleitung

Die europäische Chemikalienverordnung REACH¹ (Registration, Evaluation, Authorisation of Chemicals) ist seit 1. Juni 2007 in Kraft. Gleichzeitig nahm die neugeschaffene Europäische Chemikalien Agentur (European Chemicals Agency, ECHA) mit Sitz in Helsinki ihre Arbeit auf; ihr obliegen Organisation und Kontrolle der Umsetzung des Gesamtprozesses.

REACH wurde mit dem Ziel entwickelt, das Chemikalienrecht in Europa zu harmonisieren und zu vereinfachen. Erfahrungen mit den EU-Rechtsvorschriften für chemische Stoffe hatten gezeigt, dass das Funktionieren des Binnenmarkts in diesem Bereich durch Abweichungen zwischen den Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten beeinträchtigt wurde und dass nach dem Vorsorgeprinzip mehr für den Schutz der Gesundheit der Bevölkerung sowie den Umweltschutz getan werden sollte. Auch schritt die Sicherheitsbewertung von Chemikalien unter dem früheren Chemikalienrecht (793/93/EEC) nur langsam voran: Nur 119 von 141 ausgewählten „high-production-volume (HPV)“-Chemikalien² wurden bewertet (Foth and Hayes 2008). Die Risikobewertung für Zink und seine Verbindungen beispielsweise nahm ca. 10 Jahre in Anspruch (Bodar et al. 2005). Darüber hinaus erwies sich die Datenlage zur Toxikologie vieler Substanzen als lückenhaft (Bodar et al. 2003, Munn und

Hansen 2002). Das Europäische Chemikalienbüro stellte 1999 fest, dass – beurteilt an dem in einschlägigen Richtlinien definierten Basisdatenset – für 65% der HPV-Chemikalien zu wenige human- und ökotoxikologische Daten vorlagen (Allanou et al. 1999). Darüber hinaus werden Daten aus toxikologischen Routinetests für regulatorische Zwecke, auch wenn diese den Behörden mitgeteilt werden, oft nicht in wissenschaftlichen Journalen publiziert und sind damit nicht allgemein verfügbar; als Gründe hierfür sind Vertraulichkeit der Informationen oder mangelndes Interesse an Standardtestdaten zu nennen (Wandall et al. 2007).

Eine wesentliche Neuerung von REACH stellt die Verlagerung der Hauptverantwortlichkeit für die Erstellung der Sicherheitsbewertung dar: Nicht mehr die Zulassungsbehörden, sondern der Registrant (Hersteller, Importeur) ist nunmehr zuständig. Anwender werden mittels Einstufungs- und Kennzeichnungssystem sowie gegebenenfalls Sicherheitsdatenblättern über Risiken beim Umgang mit einer Chemikalie informiert. Elementare Ziele von REACH umfassen:

1. Erfassung des physikochemischen und (öko)toxikologischen Profils eines Stoffes.
2. Einführung von Anwendungsbedingungen, die den Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt vor Risiken, die chemische Stoffe in sich bergen können, gewährleisten. Entscheidend ist, dass der Registrant die Beherrschbarkeit der Exposition durch Risikomanagementmaßnahmen (RMM) nachzuweisen hat.
3. Förderung alternativer Methoden zur Prüfung der Gefährlichkeit von Stoffen.
4. Die Verwendung von „besonders besorgniserregenden Stoffen“ („Substances of Very High Concern“, SVHC) durch eine Zulassung zu kontrollieren.
5. Beschränkung der Verwendung von Chemikalien, für die keine sicheren An-

¹ Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission.

² Produktionsvolumen von mehr als 1000 t pro Jahr

**Bremse für
Chemikalien ohne
sichere Anwendungs-
bedingungen**

**Geltungsbereich für
Substanzen mit mehr
als 1 Tonne pro Jahr
pro Unternehmen**

**Nach 1981 in der EU
vermarktete
Substanzen gelten für
REACH als registriert**

**Reduktion von
Versuchen mit
Wirbeltieren und
Vermeidung von
redundanten Studien**

**Mehr als 2,2 Millionen
Vorregistrierungen für
mehr als 100.000
Substanzen**

wendungsbedingungen etabliert werden können.

6. Gewährleistung des freien Verkehrs von Stoffen im EU-Binnenmarkt und Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie.

Registrierung

In den Geltungsbereich von REACH fallen Substanzen als solche und/oder Substanzen in Zubereitungen, die mit mehr als einer Tonne pro Jahr pro Unternehmen (juristische Person) in der EU hergestellt oder in die EU importiert werden. Es ist hervorzuheben, dass die Jahrestonnage auf pro Hersteller/Importeur bezogen ist, nicht auf die in der EU vermarktete Gesamtmenge. Wird die Registrierung eines Stoffes versäumt, darf dieser Stoff weder hergestellt noch vermarktet werden („no data – no market“). Für die Registrierung werden Phase-in- von Nicht-Phase-in-Substanzen unterschieden. Zu den Phase-in-Substanzen zählen:

- in der „European Inventory of Existing Chemical Substances (EINECS)“-Datenbank gelistete Chemikalien (d.h. solche, die vor 1981 in der EU in Verwendung waren). Diese sog. Altstoffe machen ca. 97% der zurzeit verwendeten Chemikalien und ca. 99% des Produktionsvolumens aus (Hartung 2009, Hartung und Rovida 2009).
- Substanzen der „No Longer Polymer (NLP)“-Liste³
- Stoffe, die in der EU hergestellt worden sind, aber in den 15 Jahren vor Inkrafttreten von REACH nachweislich nicht in Verkehr gebracht wurden, zum Beispiel werksinterne Stoffe.

Für Phase-in-Stoffe wurde eine Übergangsregelung mit gestaffelten Fristen bis

³ Die **No-longer-polymers-Liste** (Nicht-mehr-Polymer) wurde nach einer Richtlinienänderung der EU-Richtlinie 67/548/EWG eingerichtet. In der siebten Änderung der Stoffrichtlinie wurden für die Einstufung eines Stoffes als Polymer strengere Kriterien aufgestellt. Da Polymere in der EU chemikalienrechtlich nicht angemeldet werden müssen, hatte diese Änderung einige Bedeutung. Die No-longer-polymers hätten wie die Neustoffe angemeldet bzw. registriert werden müssen. Polymere der No-longer-polymers-Liste sind formell nicht mehr als Polymere anzusehen (daher: *No-longer-polymers*). Es wurde allerdings eine Übereinkunft getroffen, auf eine Anmeldung der No-longer-Polymere zu verzichten. Für diese Stoffe wurde zusätzlich zu der EINECS- und ELINCS-Liste eine dritte Liste eingerichtet.

2018 vorgesehen, die Ablaufdaten richten sich nach Mengenband (Tonnageband), CMR-Eigenschaften (krebserzeugende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährdende Stoffe der Kategorie 1 und 2) und Gefährlichkeit für die aquatische Umwelt (R50/53): (a) ≥ 1.000 t/Jahr, CMR-Stoffe ≥ 1 t/Jahr und umweltgefährliche Stoffe ≥ 100 t/Jahr bis 1. Dezember 2010; (b) 100–1000 t/Jahr bis 1. Juni 2013 und (c) 1–100 t/Jahr bis 1. Juni 2018. Substanzen, die in keiner der oben genannten Datenbanken aufgeführt werden und in der EU bislang noch nicht vermarktet wurden, werden als Nicht-Phase-in-Substanzen bezeichnet und fallen nicht unter diese Übergangsregelungen. Die Umsetzung der REACH-Vorschriften wird durch Anleitungen, die im Rahmen von „REACH Implementation Projects (RIPs)“ entwickelt wurden, unterstützt. Nach 1981 in der EU vermarktete Substanzen sind in der „European List of Notified Chemical Substances (ELINCS)“-Datenbank erfasst und gelten für REACH als registriert.

Ein wesentliches Ziel der Vorregistrierung war die Bildung von Foren zum Austausch von Stoffinformationen (Substance Information Exchange Fora, SIEFs), in denen Hersteller/Importeure identischer Chemikalien zueinanderfinden. Zu diesem Zweck sind die vorregistrierten Stoffe auf der ECHA-Webseite veröffentlicht. Die Mitglieder solcher Foren sind zur Zusammenarbeit aufgefordert, hiermit sollen elementare Ziele von REACH erreicht werden: gemeinsame Nutzung von Versuchsergebnissen aus Wirbeltierstudien und Verständigung auf Erhebung neuer Versuchsdaten, d.h. Reduktion von Versuchen mit Wirbeltieren und Vermeidung von redundanten Studien. Ursprünglich war vorgesehen, pro Substanz ein Registrierungs-dossier zu erstellen. Im Hinblick auf die Vertraulichkeit geschäftlicher Informationen haben Firmen jedoch die Möglichkeit, ein eigenes Dossier zu erstellen. Es wurde erwartet, dass ca. 27.000 Firmen ca. 180.000 Vorregistrierungen für ca. 29.000 Substanzen einreichen würden. Tatsächlich gingen bei der ECHA von etwa 66.000 Firmen mehr als 2,2 Millionen Vorregistrierungen für mehr als 100.000 Substanzen ein (ECHA press release, ECHA/PR/08/54; Hartung and Rovida 2009). Hartung und Rovida (2009) heben hervor, dass in den vergan-

Können die zur Verfügung stehenden toxikologischen Testverfahren die Erwartungen von REACH erfüllen?

Die Informationsanforderungen für die Registrierung sind mengenabhängig gestaffelt

Offene Fragen bezüglich der Einstufung und Kennzeichnung eines Stoffes als mutagen

In-vivo-Genotoxizitätsdaten werden nur dann erhoben, wenn die In-vitro-Tests positiv sind

Keine toxikologischen Tests für Substanzen mit Herstellungsmengen von weniger als 1 Tonne pro Jahr

genen Jahrzehnten in Europa etwa 200–300 Chemikalien jährlich getestet wurden und äußern deshalb die Befürchtung, dass die verfügbaren Kapazitäten zur (öko)toxikologischen Testung – ungeachtet von „high-throughput“ oder alternativen Testmethoden – die Erwartungen von REACH nicht erfüllen können.

Technisches Dossier und Stoffsicherheitsbericht

Die Informationsanforderungen für die Registrierung sind mengenabhängig gestaffelt, da das Expositionspotenzial mit dem Volumen steigt. Generell erforderlich sind Informationen über die umwelt- und gesundheitsrelevanten Eigenschaften einer Substanz. Für Stoffe in Mengen von einer Tonne oder mehr pro Jahr muss ein sog. **technisches Dossier** mit folgenden Informationen erstellt werden: Hersteller/Importeur; Identität des Stoffes; Herstellung und Anwendung (Expositionskriterien); Einstufung und Kennzeichnung des Stoffes; Leitlinien für sichere Anwendung; einfache und qualifizierte Studienzusammenfassungen; Versuchsvorschläge. Für die Registrierung von Stoffen, die in Mengen ab 10 Tonnen pro Jahr von einem Hersteller oder Importeur hergestellt oder eingeführt werden, ist ein **Stoffsicherheitsbericht** (Chemical Safety Report, CSR) mit Einzelheiten zu Risikomanagementmaßnahmen erforderlich. Es ist zu belegen, dass die Risiken zuverlässig beherrscht werden und Risikomanagementmaßnahmen geeignet sind, um Mensch und Umwelt vor möglichen Gefährdungen durch die jeweilige Substanz zu schützen. Die erforderlichen Informationen zur Bestimmung der Eigenschaften eines Stoffes sind gestaffelt nach seiner Herstellungsbzw. Einfuhrmenge (Mengen- oder Tonnageband). Die grundlegende Überlegung ist, dass die Wahrscheinlichkeit einer Exposition mit dem Produktionsvolumen zunimmt.

- **Weniger als 1 t/a:** Registrierung nicht erforderlich. Dass heißt, in diesem Tonnageband muss eine Substanz auch keinen toxikologischen Tests unterzogen werden. Es ist natürlich nicht auszuschließen, dass Substanzen mit hoher Toxizität in diese Kategorie fallen werden. Diesbezüglich ist also Vorsicht

geboten und in Zukunft zu prüfen, ob die mengenbezogene Abstufung des Prüfprogramms von Chemikalien den von REACH angestrebten Schutz von Mensch und Umwelt gewährleistet (Hansson and Rudén 2007, Wandall et al. 2007, Rudén and Hansson 2010).

- **Mehr als 1 t/a:** physikalisch-chemische Eigenschaften, Reizung der Augen, Reizung oder Verätzung der Haut, Sensibilisierung durch Hautkontakt, Mutagenität, akute Toxizität (oral), akute aquatische Toxizität (Algen, Daphnien), biologische Abbaubarkeit. In diesem Tonnageband werden die Testanforderungen zusätzlich durch Priorisierung der Substanz bestimmt, allerdings sind die Kriterien hierzu noch nicht endgültig festgelegt (Rudén and Hansson 2010). Offene Fragen ergeben sich auch bezüglich Einstufung und Kennzeichnung eines Stoffes als mutagen. Die Einstufung eines Stoffes als Kategorie 1-Mutagen (mutagen im Menschen) setzt Humandaten voraus, für die Kategorie 2 oder 3 sind Tierdaten ausreichend. Unter REACH erfolgt die Testung auf Mutagenität stufenweise, d.h., der letztendliche Testumfang ergibt sich aus dem Resultat der initialen Testung. In der Regel beginnend mit einem In-vitro-Bakterientest auf mutagene Wirkung sind, je nachdem ob die Ergebnisse negativ oder positiv sind, in-vitro-zytogenetische Untersuchungen an Säugertierzellen, In-vitro-Mikronukleustests und ggf. entsprechende In-vivo-Tests durchzuführen. Das bedeutet, gemäß REACH werden In-vivo-Genotoxizitätsdaten nur dann erhoben, wenn die initialen In-vitro-Tests positiv sind (Rudén and Hansson 2010).
- **Mehr als 10 t/a:** akute Toxizität nach inhalativer, dermalen Aufnahme (letztere fallweise, in Abhängigkeit von Expositionspfad), Toxizität bei wiederholter Applikation (28 Tage; fallweise 90 Tage), Reproduktionstoxizitäts-Screening-Test; akute Toxizität bei Fischen und Mikroorganismen. Die Bewertung der Toxikokinetik erfolgt auf Basis verfügbarer relevanter Informationen.
- **Mehr als 100 t/a:** Toxizität bei wiederholter Applikation (90 Tage), Entwicklungstoxizität, fallweise 2-Generationen-Reproduktionstoxizität; Umweltverhalten (z.B. Bioakkumulation), chronische

„Weight of evidence, integrated testing and intelligent assessment“

Die Anwendung des Vorsorgeprinzips ist gesetzlich verankert

Substanzprüfungen sollten nur mit anerkannten Verfahren erfolgen

Besondere Bedeutung des Vorsorgeprinzips bei schwer einzustufendem Gefährdungspotential

DNEL-Werte könnten auch weit unter den gegenwärtigen Arbeitsplatz- o. Umweltgrenzwerten festgelegt werden

Toxizität bei Fischen und Daphnien, Kurzzeittests mit terrestrischen Lebewesen (Tier und Pflanze)

- **Mehr als 1000 t/a:** 2-Generationen-Reproduktionstoxizität, fallweise Karzinogenität. Für die Bewertung eines positiven Befundes im Kanzerogenitätstest ist die Aufklärung des zugrunde liegenden Wirkungsmechanismus („mode of action“, MOA) von besonderer Bedeutung. So ist die Antwort auf die Frage, ob es sich um ein gentoxisches oder nichtgentoxisches Karzinogen handelt, mitentscheidend für die Ableitung eines Schwellenwertes. Allerdings sind hierzu Untersuchungen erforderlich, die den von REACH vorgesehenen Prüfkatalog überschreiten (Foth 2008).

Die Prüfung einer Substanz sollte nur mittels standardisierter, harmonisierter und von internationalen wissenschaftlichen Gremien anerkannter Verfahren erfolgen (z.B. OECD-Guidelines, GLP [Gute Laborpraxis]). Die Studien sind anhand von Validitätskriterien⁴ zu bewerten, solche von begrenzter Qualität werden beispielsweise nicht für DNEL-Ableitungen verwendet (s.u., Beispiel Borsäure).

Die REACH-Verordnung sieht unter bestimmten Voraussetzungen (Details siehe Anhang XI) aber auch Abweichungen von den Standardprüfprogrammen vor. So können Daten zu gesundheitlichen und umweltbezogenen Eigenschaften aus Prüfungen, die nicht nach GLP-Grundsätzen oder validierten Prüfmethoden durchgeführt wurden, mit solchen Daten, die mit den Standardprüfmethoden gewonnen wurden, gleichgesetzt werden. Voraussetzungen sind u.a., dass die Daten ausreichen, um den Stoff einzustufen, zu kennzeichnen und/oder sein Risiko zu beurteilen, dass die Daten die wichtigsten Parameter erfassen und die Versuche ausreichend und zuverlässig dokumentiert sind. Es ist möglich, auch solche Daten zu verwenden, die aus verschiedenen Quellen vorliegen und in ihrer Gesamt-

⁴ Die Bewertungskriterien für die Validierung von Daten umfassen „relevance“, „reliability“ und „adequacy“. „Relevance“: Eignung des Tests für die Erfassung der Schadwirkungen und für die Risikobewertung der jeweiligen Substanz. „Reliability“: inhärente Qualität des Berichtes/Publication bezüglich eingesetzter Testmethode, Beschreibung der Durchführung des Tests sowie der Resultate (Nachvollziehbarkeit, Plausibilität); „Adequacy“: Verwendbarkeit der Daten (ECHA 2008, OECD 2005, Klimisch et al. 1997).

heit hinreichend beweiskräftig sind und die Annahme/den Schluss zulassen, dass ein Stoff eine bestimmte gefährliche Eigenschaft besitzt oder nicht besitzt, während die Daten aus irgendeiner einzelnen dieser Quellen eine solche Aussage nicht erlauben („weight of evidence“, „integrated testing and intelligent assessment“; Lilienblum et al. 2008, Ahlers et al. 2008; s.u., Beispiel Borsäure). Diese Flexibilität stellt hohe Anforderungen an die toxikologische Expertise, denn wichtige Qualitätsforderungen wie GLP werden gelockert und es besteht die Gefahr, dass die Qualität und die Vergleichbarkeit von beurteilungsrelevanten Daten eingeschränkt wird. Darüber hinaus ist nunmehr die Anwendung des Vorsorgeprinzips („precautionary principle“) in REACH gesetzlich verankert (Artikel 1, Absatz 3). Um ein hinreichend hohes Maß an Schutz der menschlichen Gesundheit, auch im Hinblick auf betroffene Bevölkerungsgruppen und gegebenenfalls auf bestimmte schutzbedürftige Untergruppen sowie der Umwelt sicherzustellen, sollte bei besonders besorgniserregenden Stoffen entsprechend dem Vorsorgeprinzip mit großer Umsicht vorgegangen werden. Hervorzuheben ist die Bedeutung des Vorsorgeprinzips für den Fall, dass die Datenlage nicht ausreicht, um das Gefährdungspotential wissenschaftlich zu bewerten. Aber auch die (öko)toxikologische Bewertung von umfangreichen und validen Datensätzen selbst enthält Elemente des Vorsorgeprinzips. Beispielsweise ist für die Risikobewertung stets der jeweils niedrigste Effektwert heranzuziehen (konservativer Ansatz), auch könnten DNEL weit unter gegenwärtigen Arbeitsplatz- oder Umweltgrenzwerten festgelegt werden. Der Stoffsicherheitsbericht beinhaltet folgende Elemente:

Ermittlung

1. von Schadwirkungen beim Menschen und Ableitung von DNEL-Werten (Derived-No-Effect Level),
2. von Schadwirkungen beim Menschen aufgrund von physikochemischen Eigenschaften⁵,
3. von Schadwirkungen auf die Umwelt und Ableitung von PNEC-Werten (Predicted-No-Effect Concentration) für die Kompartimente Wasser, Boden, Luft

⁵ Brennbarkeit, Explosivität, chemische Reaktivität, oxidierende Eigenschaften

Unter REACH ist zu belegen, dass die Risiken angemessen beherrscht werden können

Die Exposition von Mensch und Umwelt ist für jede Verwendung einer Substanz zu bewerten

Alle relevanten Aufnahmepfade müssen beurteilt werden

Beispiel Borsäure

- sowie für die Nahrungskette („secondary poisoning“) und die mikrobiologische Aktivität in Kläranlagen,
4. der PBT(persistent, bioakkumulierend, toxisch) bzw. vPvB(very persistent, sehr bioakkumulierend)-Eigenschaften,
 5. der Exposition,
 6. des Risikos.

Falls ein Stoff/eine Zubereitung aufgrund der Erkenntnisse zu Punkt 1–4 als gefährlich eingestuft bzw. PBT- oder vPvB-Eigenschaften aufweist, sind eine Expositionsanalyse sowie eine Risikobewertung vorzunehmen.

Die *Exposition* von Mensch und Umwelt ist für jede Verwendung einer Substanz zu bewerten, d.h. für Herstellung sowie Verwendung während ihres gesamten Lebenszyklus. Naturgemäß werden die Expositionsszenarien von vielfältigen Faktoren bestimmt, beispielsweise von Bedingungen eines Arbeitsprozesses (offene, geschlossene Systeme), Substanzeigenschaften wie fest, flüssig, gasförmig u.v.a.m. Es sind alle relevanten Aufnahmepfade zu bewerten, am Arbeitsplatz würde man beispielsweise beim Umgang mit Flüssigkeiten eine Aufnahme über die Haut erwarten, Dämpfe werden eher eingeatmet. Für feste Substanzen ist – wie das unten besprochene Beispiel Borverbindungen illustriert – eine geringe Aufnahme über die intakte Haut zu erwarten. Unter REACH ist entscheidend und vom Registranten zu belegen, dass die Exposition durch Risikomanagementmaßnahmen (RMM) beherrscht werden kann.

Ein *Risiko* wird als beherrschbar eingestuft, wenn die geschätzte Exposition bei den vorgeschlagenen RMM die jeweiligen DNEL (Mensch) oder PNEC (Umwelt) nicht übersteigen wird. Für Gefahren aufgrund der physikalisch-chemischen Eigenschaften einer Substanz gilt, dass Wahrscheinlichkeit und Ausmaß eines Ereignisses, z.B. Explosion, vernachlässigbar gering ist. Das Endresultat eines Stoffsicherheitsberichts ist demzufolge wesentlich durch Maßnahmen zum Risikomanagement, d.h. der Beherrschung der Exposition, bestimmt. Es handelt sich also nicht um das klassische Modell der Risikobeurteilung, von dem bei der Regulierung von Chemikalien traditionell die Rede ist, d.h. die Feststellung, ob ein Risiko besteht oder nicht. Unter REACH ist vielmehr zu belegen, dass die Risiken an-

gemessen beherrscht werden und der Schutz von Mensch und Umwelt gewährleistet ist. Die Bezeichnung „Stoffsicherheitsbericht“ wurde gewählt, um diesen Unterschied deutlich zu machen.

Zusammengefasst, REACH bietet einen Rahmen, in dem die Risiken gut untersuchter Chemikalien erkannt und den Gefahren für Mensch und Umwelt durch entsprechende Schutzmaßnahmen begegnet werden kann. Allerdings zeigen die oben genannten Beispiele auch offene Fragen bezüglich Datenanforderungen zur Charakterisierung der Toxizität von Substanzen, z.B. ist Aufmerksamkeit bei Substanzen mit geringen Produktionsvolumen geboten. Es sei noch darauf hingewiesen, dass die US-EPA in ihrem strategischen Plan zur Beurteilung der Toxizität von Chemikalien (2009) – im Unterschied zu REACH – einen Schwerpunkt auf mechanistische Untersuchungen legt.

Im Folgenden werden am Beispiel Borsäure einige wesentliche Elemente der Sicherheitsbewertung von Chemikalien illustriert. Österreich ist Rapporteur des Borsäure-Dossiers, Borverbindungen werden als eine der ersten Substanzen unter REACH bearbeitet. Der Autor hatte Gelegenheit, bei der Bewertung der Daten zur Reizung der Atemwege mitzuwirken; für diesen Endpunkt wurde noch kein standardisiertes und international harmonisiertes Verfahren entwickelt.

Bor: biologisch aktive (toxische) chemische Spezies

Zur Toxikologie von Borverbindungen sind zahlreiche Review-Arbeiten publiziert (Culver et al. 1994, ECETOC 1995, EC 1996, Murray 1995, Hubbard 1998, IPCS 1998, Moore et al. 1997, US EPA 2004, UK EVM 2003, EFSA 2004, HERA 2005, zitiert aus Umweltbundesamt 2008; bitte beachten: Im Folgenden wird zwecks Kürze häufig das EU-Dossier, das unter Federführung des Umweltbundesamtes in Wien erstellt wurde, nicht aber die zugrunde liegende Originalliteratur zitiert). In diesen Studien wurden unterschiedliche Borverbindungen getestet und zunächst wird erörtert, warum und wie Resultate einzelner Studien auf Basis von Boräquivalenten miteinander verglichen werden können. Einfache anorganische

Geringe Tendenz zur Bioakkumulation

Resultate einzelner Studien zu unterschiedlichen Borverbindungen können anhand von Boräquivalenten verglichen werden

Nicht immer hinreichende Qualität der Ergebnisse

100% Resorption bei oraler Aufnahme und inhalativer Aufnahme („worst case“)

Borverbindungen liegen in verdünnten wässrigen Lösungen bei physiologischen sowie umweltrelevanten pH-Bereichen überwiegend als undissoziierte Borsäure vor. Aus Di-Natrium-Tetraborat-Dekahydrat und Di-Natrium-Tetraborat-Pentahydrat entsteht in wässriger Lösung unter den gleichen Bedingungen ebenfalls Borsäure. Die Mehrzahl der toxikologischen Studien wurde entweder mit Borsäure (H_3BO_3) oder Di-Natrium-Tetraborat-Dekahydrat (Borax, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10 \text{ H}_2\text{O}$) durchgeführt; für beide Verbindungen liegen Erkenntnisse sowohl zu akuter als auch chronischer Toxizität vor. Mit Boroxid, Di-Natrium-Pentahydrat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$) und Di-Natrium-Tetraborat-Anhydrid ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) wurden nur akute Wirkungen an Säugetieren erhoben (Umweltbundesamt 2008). Systemische und einige lokale Wirkungen von Di-Natrium-Tetraborat-Dekahydrat und Di-Natrium-Tetraborat-Pentahydrat können auf Borsäure zurückgeführt werden. Aus diesem Grund kann die toxikologische Charakterisierung dieser Substanzen auf Basis von sogenannten Bor(B)-Äquivalenten erfolgen. Dass heißt, die Dosen von unterschiedlichen Borverbindungen werden als „Boräquivalent“ auf Basis des Boranteils am Molekulargewicht berechnet. Die Umrechnungsfaktoren in „B-Äquivalent“ betragen für Borsäure 0,175, Di-Natrium-Tetraborat-Dekahydrat (Borax) 0,113, Di-Natrium-Tetraborat-Pentahydrat 0,148 und Di-Natrium-Tetraborat-Anhydrid 0,215 (Umweltbundesamt 2008).

Bor: Resorption, Verteilung, Metabolismus, Elimination

(Absorption, Distribution, Metabolism, Elimination; ADME)

Tier und Mensch unterscheiden sich nur geringfügig hinsichtlich Resorption, Verteilung und Metabolismus von Borverbindungen. Der Hauptunterschied zwischen Tier und Mensch besteht in der Elimination durch die Niere, die in Ratten ca. 3–4mal schneller erfolgt als im Menschen. Die Resorption nach oraler Aufnahme ist nahezu 100%. Als „Worst-case-Szenario“ für die Risikobewertung wird bei inhalativer Aufnahme ebenfalls von 100% ausgegangen, über die intakte Haut wird in einem hinreichend konservativen

Ansatz eine Resorption von 0,5% zu Grunde gelegt (Umweltbundesamt 2008).

Im Blut wurde Borsäure als die hauptsächlich vorliegende chemische Spezies der Borverbindungen nachgewiesen. Im Körper werden Borate rasch verteilt, in Knochen liegen 2–3fach höhere Konzentrationen als in den übrigen Geweben vor. In der Maus wird Bor mit einer Halbwertszeit von 1 Stunde eliminiert, in der Ratte von ca. 3 Stunden und im Menschen von <27,8 Stunden; somit besitzt Bor nur eine geringe Tendenz zur Bioakkumulation. Borsäure wird hauptsächlich über den Urin ausgeschieden (Umweltbundesamt 2008).

Bor: Akute Wirkungen im Versuchstier, Inhalation

Akute Inhalationsstudien mit Di-Natrium-Penta- und -Deka-Hydrat ergaben LC_{50} -Werte von mehr als 2 g/m^3 . Berichtetete Symptome umfassen u.a. Augen- und Nasenausfluss sowie Hypoaktivität.

An Mäusen wurde die Wirkung von Borsäure auf Hemmung der Atemfrequenz untersucht (Alarie-Methode, Alarie 1973). Die Konzentration einer Substanz, die eine 50%ige Hemmung auslöst, wird als RD_{50} bezeichnet. Die Wirkung beruht auf Stimulation des Nervus trigeminus. Für Borsäure wird eine 20%ige Hemmung der Atemfrequenz von Mäusen bei 300 mg/m^3 , entsprechend $52,5 \text{ mg B/m}^3$, berichtet (Krystofiak und Schaper 1996). Die Alarie-Methode ist aber, wie in den technischen Anleitungen zu REACH (Kap. R.8) ausgeführt, nicht allgemein anerkannt. Für die Ableitung eines DNEL sollten mit dieser Methode erzielte Resultate daher nur bei hinreichender Qualität verwendet werden. Für die Bor-Studie war diese Bedingung nicht erfüllt: nur 4 Tiere/Gruppe, nur eine getestete Dosis (d.h. keine Dosis-Wirkungs-Beziehung), Resultat der einzelnen Tiere sowie Standardabweichung wurden nicht angegeben (Umweltbundesamt 2008).

Bor: Akute Wirkungen im Menschen, Inhalation

Akute Reizwirkung von Borverbindungen im Atemtrakt des Menschen wurde in einer Reihe von Untersuchungen an Ar-

Brauchbare Dosis- Wirkungs-Beziehung

„weight-of-evidence“- Ansatz

Ableitung verschiedener „Derived-No-Effect Levels (DNEL)“

Gut dokumentierte Expositionsszenarien

beiterInnen beschrieben (Garabrant et al. 1984, 1985; Wegman et al. 1991; Woskie et al. 1998; Cain 2004, 2007). Bis auf die Studie von Wegman et al. (1991) wurden diese auf Grund verschiedenster Limitierungen nicht für die DNEL-Ableitung herangezogen. Die ausführliche Diskussion der Validitätsprüfung dieser Studien ist in Umweltbundesamt 2008, Annex HH I nachzulesen. Kurz einige Beispiele für die Qualitätsminderung: mangelnde statistische Aussagekraft, NOEC nicht erfasst, zeitliche Zuordnung der Luftmessung am Arbeitsplatz zu den berichteten Symptomen nicht sicher (Garabrant et al. 1984, 1985), Beeinflussung des Bor-Testergebnisses durch Referenzgas (CO₂) nicht auszuschließen (Cain et al. 2004, 2007). Die Ergebnisse dieser Studien sind jedoch nützlich für den „weight-of-evidence“-Ansatz (s.o): Die berichteten Symptome ergeben ein einheitliches Bild, NOEC-Werte von 0,6 und 0,7 mgB/m³ sowie LOE(A)C-Werte von 0,44 bis 1,5 mgB/m³ liegen in der gleichen Größenordnung wie die der Schlüsselstudie (Umweltbundesamt 2008).

Bor: DNEL-Ableitungen

Im Hinblick auf die zu erwartenden Expositionsszenarien sowie des Toxizitätsprofils von Borsäure, Di-Natrium-Tetraborat-Anyhdrid, -Pentahydrat und -dekahydrat waren folgende DNEL-Werte abzuleiten: ArbeiterInnen-DNEL *akut, Inhalation, lokale Wirkung*; ArbeiterInnen-DNEL *chronisch, Inhalation, systemische Wirkung*; ArbeiterInnen-DNEL *chronisch, dermal, systemische Wirkung*; Allgemeinbevölkerung-DNEL *chronisch, oral, systemische Wirkung* (Umweltbundesamt 2008). Die prinzipielle Vorgehensweise wird im Folgenden an zwei Beispielen erörtert:

- a) ArbeiterInnen-DNEL-*akut, Inhalation, lokale Wirkung*
- b) Allgemeinbevölkerung-DNEL-*chronisch, oral, systemische Wirkung*, an diesem Beispiel lässt sich das Verfahren für die Extrapolation Tier→Mensch illustrieren.

a) ArbeiterInnen-DNEL *akut, Inhalation, lokale Wirkung*

Die in der Schlüsselstudie von Wegman et al. (1991) während einer jeweils 15-mi-

nütigen Expositionsperiode registrierten Symptome wie Reizung der Augen und des Nasen- und Rachenraums sowie Niesen, Atemnot und Husten dienen als „leading human health effects“ für die Ableitung ArbeiterInnen-DNEL *akut, Inhalation, lokale Wirkung*. Die Wegman-Studie weist zwar einige Limitierungen auf (z.B. ließen sich die an den untersuchten Arbeitsplätzen registrierten Symptome keine chemisch definierten Borverbindungen zuordnen; Umweltbundesamt 2008), dennoch konnte aus den Daten eine brauchbare Dosis-Wirkungs-Beziehung abgeleitet werden (Abb. 1). Im Studienbericht sind die Expositionsdaten nicht als Mittelwert, sondern als Bereich angegeben. Als konservativer Ansatz wurde der Regressionsanalyse deshalb der jeweils untere (niedrigere) Wert eines Expositionsbereichs zugrunde gelegt.

Die Hintergrundexposition wird mit 0,02 mg B/m³ angegeben (Wegman et al. 1991). Für diese Exposition ergibt die Regressionsanalyse eine zu erwartende Zahl der Fälle (Symptome) pro Intervall von 0,002, mit einem unteren und oberen 95%-Konfidenzintervall (95% CI) von 0,0002 bzw. 0,016 (Abb. 1). Die obere Grenze des 95% CI der erwarteten Häufigkeit von Symptomen (0,016) bei der gegebenen Hintergrundkonzentration (0,02 mg B/m³) wird als „no-observed-effect-concentration“ gewertet. Diejenige Borkonzentration, bei der diese obere Grenze überschritten wird, wird als „point of departure“ für die DNEL-Ableitung herangezogen. Dieser Schnittpunkt liegt bei der B-Konzentration von 0,4 mg/m³ (Abb.1). Zur Ableitung eines DNEL werden Bewertungsfaktoren eingesetzt, um den solchen Extrapolationen inhärenten Unsicherheiten Rechnung zu tragen: z.B. für Intraspezies-Unterschiede (Tier→Mensch, Toxikokinetik, Toxikodynamik), Interspezies-Unterschiede (z.B. Arbeiter→Allgemeinbevölkerung), Expositionsdauer (z.B. subchronisch→chronisch), Qualität der gesamten Daten, „verleibende“ Unsicherheiten u.a.m.

Die Zahl der Probanden in der Wegman-Studie ist hinreichend groß, die Expositionsszenarien sind gut dokumentiert und realistisch für die Arbeitsplatzsituation, diesbezüglich waren also keine Unsicherheiten zu berücksichtigen. Zum Ausgleich der von den Studienautoren selbst

Der DNEL-Wert ist zum Schutz am Arbeitsplatz als ausreichend sicher zu werten

festgestellten Unterschätzung der Exposition wurde ein Korrekturfaktor von 2 eingeführt. Die NOEC-Ermittlung erfolgte auf Basis der jeweils unteren Grenze der Expositionsbereiche (niedrige Werte), außerdem werden der DNEL-Ableitung keine schwerwiegenden Effekte zu-

grunde gelegt. Insgesamt betrachtet ist der DNEL zum Schutz am Arbeitsplatz als ausreichend sicher zu werten. Hieraus ergibt sich:

ArbeiterInnen-DNEL akut, Inhalation, lokale Wirkung = $0,4 \times 2 = 0,8 \text{ mg B/m}^3$

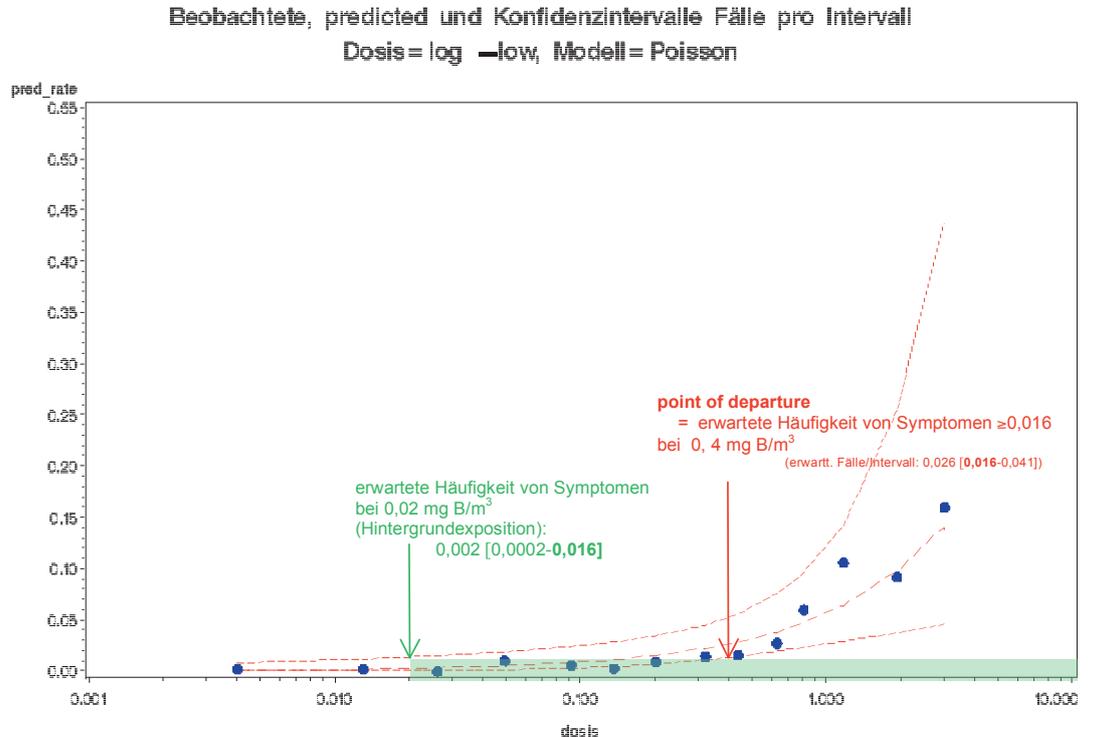


Abbildung 1: Poisson Regressionsanalyse von Resultaten der Wegman-Studie.

Analyse der Maximum-Likelihood-Parameterschätzer							
Parameter	DF	Schätzwert	Standardfehler	Waldsch 95% Konfidenzgrenzen		Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	-2.8829	0.3865	-3.6404	-2.1254	55.64	<.0001
ldosis	1	0.8368	0.2659	0.3156	1.3580	9.90	0.0017
Skala	0	4.0201	0.0000	4.0201	4.0201		

Ordinate (pred.rate): erwartete Anzahl Fälle/Intervall = $e^{-2,8829+0,8368 \cdot \ln(\text{Dosis})}$; gestrichelte Linien: oberes und unteres 95% Konfidenzintervall; Abszisse: Borexposition, die jeweils unteren Werte der angegebenen Expositionsbereiche (Wegman et al. 1991) wurden für die mathematische Analyse verwendet. Symptome: die Häufigkeit „alle Symptome“ (siehe Text). Der Verfasser dankt Herrn a.o.Univ.-Prof. Dr. Thomas Waldhör, Med.Uni.Wien, Abtl. für Epidemiologie, für die Durchführung der mathematischen Analyse.

b) Allgemeinbevölkerung-DNEL
chronisch, oral, systemische Wirkung

Der Ableitung eines DNEL für die Allgemeinbevölkerung ist eine systemische Wirkung zugrunde zu legen. Tierversuche (Ratte, Maus, Hund) erwiesen Borsäure als schädigend für Fertilität und Entwicklung; Borsäure und Di-Natrium-Tetraborat-Anhydrid sind als reproduktionstoxisch, Kat. 2, klassifiziert. Die reproduktionstoxische Wirkung ist deshalb als „leading health effect“ für die Ableitung des DNEL heran-

Reproduktionstoxische Wirkung als „Leading health effect“

Testikuläre
Schädigungen
durch Bor

Die Wirkung von
Borsäure ist gut
vergleichbar mit den
Effekten anderer
Borverbindungen

Relevanz der
Tierversuchsdaten für
die Risikoabschätzung
beim Menschen

Hohe Anforderungen
der toxikologischen Be-
wertung nicht nur an
die Daten, sondern
auch an erfahrene
ToxikologInnen

zuziehen. Aus demselben Grund soll Borsäure als „besonders besorgniserregende Substanz“ eingestuft werden (ECHA 2010).

Das Reproduktionssystem von männlichen Tieren erwies sich als besonders empfindlich, reproduktionstoxische Wirkungen in weiblichen Tieren werden ebenfalls berichtet (Umweltbundesamt 2008, ECHA 2010). Nach oraler Applikation von Borsäure wurden testikuläre Schädigungen von milder Hemmung der Spermienbildung bis zu vollständiger Atrophie berichtet (ECHA 2010), ein NOAEL für *Fertilität* in männlichen und weiblichen Tieren wurde mit 17,5 mg Bor/kg/Tag abgeleitet.

Bezüglich *Entwicklungstoxizität* wurde auf Basis von Daten an Ratte, Kaninchen und Maus ein NOAEL von 9,6 mg Bor/kg/Tag abgeleitet. In den untersuchten Spezies sind Art und effektive Dosis der reproduktionstoxischen Wirkungen von Borsäure sehr ähnlich. Darüber hinaus ist die Wirkung von Borsäure vergleichbar mit der von anderen Borverbindungen. Damit wird die Einschätzung bestätigt, dass Bor die aktive toxische chemische Spezies ist. Daten zur Entwicklungstoxizität im Menschen liegen nicht vor (Umweltbundesamt 2008). Wie oben ausgeführt, bestehen bezüglich Toxikokinetik von Bor in Tier und Mensch keine gravierenden Unterschiede. Ob hinsichtlich der Toxikodynamik (Schadwirkung) signifikante Unterschiede zwischen Tier und Mensch bestehen, ist nicht bekannt. Für die Risikobewertung wird deshalb davon ausgegangen, dass die Tierversuchsdaten für den Menschen relevant sind. Diese Vorgehensweise wird gestützt durch Hinweise, dass Borsäure (a) die Plazentarschranke im Menschen überwinden kann und (b) dass epidemiologische Studien bis jetzt keine hinreichende Evidenz bieten, die Schadwirkungen von anorganischen Borverbindungen auf die Fertilität ausschließt.

Wie oben ausgeführt, unterscheiden sich Tier und Mensch nur geringfügig hinsichtlich Resorption, Verteilung und Metabolismus von Borverbindungen. Der Bewertungsfaktor für Speziesunterschiede zwischen Ratte und Mensch wurde deshalb von 10 auf 7,5 reduziert. Der Hauptunterschied zwischen Tier und Mensch besteht in der Elimination durch

die Niere, die im Menschen ca. 3–4mal langsamer erfolgt als in der Ratte. Deshalb wurde der Bewertungsfaktor für allometrische Skalierung von 4 auf 3 vermindert. Der Default-Faktor 2,5 für verbleibende Unsicherheiten blieb unverändert, denn eventuelle Speziesunterschiede bezüglich Toxikodynamik sind nicht hinreichend untersucht.

DNEL Entwicklungstoxizität. Aus dem NOAEL von 9,6 mg B/kg Körpergewicht ergibt sich bei Anwendung eines Bewertungsfaktors von 7,5 für Interspezies- und von 10 für Intraspezies-Unterschiede ein DNEL von 0,13 mg B/kg Körpergewicht/Tag.

DNEL Fertilität. Die DNEL-Ableitung auf Basis der Wirkung von Borverbindungen auf die Fertilität erfordert wegen der Unsicherheit bezüglich Fertilität von weiblichen Tieren einen zusätzlichen Bewertungsfaktor, in diesem Fall wurde ein Faktor von 2 eingesetzt. Ausgehend von dem NOAEL für die Fertilität von 17,5 mg/kg Körpergewicht pro Tag ergibt sich ein DNEL von 0,12 mg B/kg Körpergewicht/Tag.

Beide Ableitungen ergeben also nahe beieinander liegende DNEL, als „leading systemic DNEL“ wurde der DNEL Fertilität identifiziert, hieraus ergibt sich:

Allgemeinbevölkerung-DNEL *chronisch, oral, systemische Wirkung* = 17,5 mg B/kg/Tag dividiert durch (7,5 x 10 x 2) ist gleich 0,12 mg B/kg/Tag.

Bor: Schlussbemerkung

Allein die wenigen hier angesprochenen Aspekte zur Bewertung der Borsäure – als Beispiel für SVHC-Substanzen, die den Schwerpunkt der geplanten stichprobenartigen Evaluierung der eingereichten Dossiers durch die Zulassungsbehörden bilden werden (s.u.)-illustrieren die hohen Anforderungen einer toxikologischen Bewertung nicht nur an die Daten, sondern auch an ausgebildete und erfahrene ToxikologInnen. Die Bereitstellung entsprechender universitärer Forschungs- und Ausbildungsstätten sollte ein dringendes gesellschaftspolitisches Anliegen sein, um die von REACH gesetzten Ziele zum Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit zu erreichen.

Beschränkungen können für alle oder nur für bestimmte Verwendungen eines Stoffes ausgesprochen werden, und es gibt keine Mengenschwelle

5% der eingereichten Dossiers werden stichprobenartig für eine detaillierte Bewertung ausgewählt

Alternative Testverfahren sind gefragt

Neue Verfahren benötigen eine Validierung

Beschränkungen bei nicht hinreichend sicheren Risikomanagementmaßnahmen

Bewertung

Aufgabe der ECHA und zuständigen Behörden in den EU-Mitgliedstaaten ist, die eingereichten Unterlagen zu prüfen. Die Prüfung kann in Bezug auf drei Fragestellungen erfolgen:

1. Dossierbewertung: Sind die Anforderungen erfüllt, die relevanten Informationen enthalten und in angemessener Weise dargestellt?
2. Sind vorgelegte Versuchsvorschläge angemessen?
3. Stoffbewertung: Liegen Hinweise darauf vor, dass ein Stoff eine Gefahr für die menschliche Gesundheit oder die Umwelt darstellen könnte?

Es ist geplant, ca. 5% der eingereichten Dossiers stichprobenartig für eine detailliertere Bewertung auszuwählen. Die Stoffe werden dabei nach einem risikoorientierten Konzept priorisiert. Berücksichtigt werden (a) besorgniserregende Eigenschaften wie CMR-, PBT-Eigenschaften, (b) die Exposition und (c) die registrierte Gesamtmenge (aus der Summe aller Registranten). Nach der Bewertung der Stoffe legen die zuständigen Behörden ihre Entscheidungsentwürfe vor. Diese können Folgemaßnahmen beinhalten wie harmonisierte Einstufung und Kennzeichnung, Nachforderung von Informationen, Zulassungs- oder Beschränkungsverfahren.

Zulassung

Ziel ist, besonders besorgniserregende Stoffe (SVHC) sicher zu beherrschen und schrittweise durch ungefährlichere Substanzen zu ersetzen. Als Alternative dürfen solche Stoffe nur dann verwendet werden, wenn der Gesellschaft ein allgemeiner Nutzen entsteht. Ein Beispiel für eine SVHC-Substanz ist die hier diskutierte Borsäure (ECHA 2010).

Beschränkung

REACH sieht Beschränkungen vor, wenn eine Substanz aus Sicht der Zulassungsbehörde ein unannehmbares Gefahrenpotential für Mensch und Umwelt darstellt, d.h. die Risikomanagementmaßnahmen als nicht hinreichend sicher bewertet werden. Hierzu muss die Zulassungsbehörde

ein sogenanntes Annex XV-Dossier erstellen, in dem die Bewertung der betreffenden Substanz dargelegt und die Beschränkung begründet wird. Darüber hinaus soll das Dossier die am besten geeigneten Maßnahmen zur Risikominderung aufzeigen. Beschränkungen können für alle oder nur für bestimmte Verwendungen eines Stoffes ausgesprochen werden und es gibt keine Mengenschwelle. Ein Annex-XV-Dossier hat ferner die Verfügbarkeit von Alternativen, die europaweite Machbarkeit der Durchsetzung, der Überprüfung der Einhaltung sowie die sozioökonomischen Folgen einer Beschränkung zu berücksichtigen.

Herausforderungen für die Toxikologie

Die große Zahl der zu bewertenden Substanzen sowie die „drei R“ (RRR; refine, reduce, replace) stellen hohe Anforderungen an die Toxikologie. Alternative Verfahren sind dringend erforderlich, um die anstehende Evaluierung von Chemikalien – nicht nur unter wissenschaftlichen, sondern auch zeitlichen Aspekten – zu erfüllen. So wird die Entwicklung von Zellkultur- und Phänotypisierungsverfahren („omics“) intensiv betrieben, ebenso die von *non-test-methods* wie quantitative Strukturwirkungsbeziehungen ([Q]SAR), mathematische Modellierung der Toxikokinetik von Substanzen sowie „read-across“⁶. Allerdings ist bislang keines dieser Verfahren validiert.

Für REACH-Evaluierungen sind Zellkulturdaten akzeptabel sofern diese mittels validierter Testverfahren erhoben wurden, z.B. solchen vom European Centre for the Validation of Alternative Methods

⁶ **Read across:** Stoffe, deren physikalisch-chemische, toxikologische und ökotoxikologische Eigenschaften infolge struktureller Ähnlichkeit voraussichtlich ähnlich sind oder einem bestimmten Muster folgen, können als Stoffgruppe betrachtet werden. Unter „read across“ versteht man eine solche Stoffgruppenbetrachtung, um intrinsische Stoffeigenschaften abzuleiten. Es ist dann nicht notwendig, jeden Stoff für jeden Endpunkt einzeln zu prüfen. Die Ähnlichkeiten können auf Folgendem beruhen:

1. einer gemeinsamen funktionellen Gruppe,
2. gemeinsamen Ausgangsstoffen und/oder strukturell ähnlichen Produkten des physikalischen oder biologischen Abbaus oder
3. einem festen Muster, nach dem sich die Wirkungsstärke der Eigenschaften über die Stoffgruppe hinweg ändert.

Mangelnde Übertragbarkeit von Zellkulturmodellen auf den Organismus

Große Hoffnungen in Genomics, Proteomics und Metabolomics

Lange Entwicklungs- und Validierungszeiten für Zellkulturmethoden

(ECVAM) befürworteten. Allerdings sind für Evaluierungen gemäß REACH-Anforderung bislang nur Tests auf Hautreizung und Verätzung anwendbar (Rat TER skin corrosivity test, OECD Guideline 430; EpiDermTM skin corrosivity test, OECD Guideline 431; ECVAM, 2007, 2008).

Zellkulturmodellen mangelt es an einer Reihe von biologischen Bedingungen, welche einen wesentlichen Einfluss auf die Manifestation einer Schadwirkung im intakten Organismus ausüben: Beispielsweise können Interaktionen auf Zell- bzw. Gewebeebene – wie die Einwanderung von Entzündungszellen in geschädigte Gewebe – nicht oder nur begrenzt imitiert werden. Hierzu sind komplexe Co-Kulturmodelle, die für jeden Gewebetyp entwickelt werden müssten, erforderlich (Lilienblum et al. 2008). Erfahrungen am Institut für Krebsforschung der MUW mit kultivierten primären Hepatocyten von Ratte oder Mensch zeigen, dass primäre Zellen leberspezifische Funktionen wie die Aktivität fremdstoff-metabolisierender Enzyme rasch verlieren. Primäre menschliche Zellen sind nur unregelmäßig verfügbar und weisen große interindividuelle Unterschiede auf. Verfügbare menschliche Hepatom-Zelllinien sind oft mangelhaft charakterisiert, deren metabolische Kompetenz kann ebenfalls eingeschränkt sein, darüber hinaus reagieren Tumorzelllinien oft anders als nichttransformierte Zellen auf extrinsische Signale (Literatur beim Verfasser). Auch wenn Zellkultursysteme zur Erfassung toxischer Wirkungen an wichtigen Zielorganen wie Leber, Niere, ZNS u.a.m. verbessert werden konnten, lassen sich dennoch nicht alle toxischen Wirkungen mit hinreichender Sicherheit einschätzen (Lilienblum et al. 2008). Zusammengefasst, die Verfügbarkeit von zuverlässigen und validierten Zellkultursystemen ist nach wie vor ein Engpass für die toxikologische Routinetestung zur Bewertung von Chemikalien.

Darüber hinaus lehrten die Erfahrungen, dass die Entwicklung und anschließende Validierung von Zellkulturmethoden mindestens sechs Jahre in Anspruch nehmen kann (Lilienblum et al. 2008). Ein signifikanter Anteil von alternativen Testmethoden für die Datenerhebung zur Erfüllung der kommenden Registrierungsfristen (Ende 2010, dann 2013) erscheint

deshalb nicht sehr wahrscheinlich. Darüber hinaus ist eine Reihe von ExpertInnen der Auffassung, dass mittelfristig die Verbesserung (refinement, reduction) von *In-vivo*-Methoden zur Charakterisierung der Toxizität nach wiederholter Verabreichung, des Allergisierungspotentials sowie kanzerogener und reproduktionstoxischer Wirkungen – insbes. im Hinblick auf die Ermittlung quantitativer Daten (z.B. NO[A]EL) für die DNEL-Ableitung und Risikobewertung – angestrebt werden sollte. Langfristig könnten die dabei gewonnenen Erfahrungen zur Entwicklung von alternativen Testmethoden genutzt werden (replacement; Lilienblum et al. 2008). Andere Fachleute hingegen befürworten ein pragmatisches Vorgehen mit Fokussierung auf „non-test methods“, um die unter REACH anstehenden Chemikalienbewertungen zu bewältigen (Schaafsma et al. 2009).

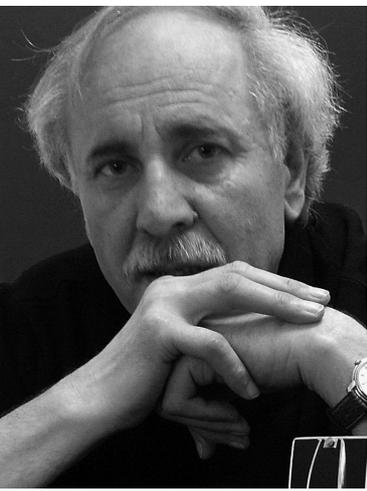
Vielversprechende Ansätze zur raschen und dabei umfassenden Charakterisierung des Toxizitätsprofils einer Substanz bieten neueste Phänotypisierungsverfahren wie Genomics, Proteomics und Metabolomics (Hengstler, ÖFAM 01/09). Es bedarf jedoch noch weiterer intensiver Forschung, um diese Techniken im Hinblick auf die Anforderungen an die Sicherheitsbewertung von Chemikalien zu standardisieren und etablieren. Insgesamt ist schwer einzuschätzen, wann diese Verfahren sowie die sogenannten „non-test methods“ (Quantitative-Struktur-Wirkungsbeziehungen [QSAR], read-across) validiert und global harmonisiert sein werden. Zusammengefasst, REACH stellt eine immense Herausforderung für die Toxikologie an Universität und in Industrie dar, sowohl hinsichtlich wissenschaftlicher Forschung, Erfüllung der Testprogramme als auch Ausbildung von ToxikologInnen.

Literatur

1. Ahlers J, Stock F, Werschkun B. (2008) Integrated testing and intelligent assessment – new challenges under REACH. *Environ Sci Pollut Res Int* 15(7):565–572.
2. Alarie Y (1973). Sensory irritation of the upper airways by airborne chemicals. *Toxicol Appl Pharmacol* 24(2):279–297.

3. Allanou R, Hansen BG and van der Bilt Y (1999). Public Availability of Data on EU High Production Volume Chemicals (Ispra, Italy, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Health and Consumer Protection, European Chemicals Bureau).
4. Bodar CW, Pronk ME and Sijm DT (2005). The European Union risk assessment on zinc and zinc compounds: The process and the facts. *Integrated Environ Assess Manage* 1:301–319.
5. Cain WS, Jalowayski AA, Kleinman M, Lee NS, Lee BR, Ahn BH, Magruder K, Schmidt R, Hillen BK, Warren C. and Culver BD (2004). Sensory and Associated Reactions to Mineral Dusts: Sodium Borate, Calcium Oxide, and Calcium Sulfate. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* 1: 222–236.
6. Cain WS, Jalowayski AA, Schmidt R, Kleinman M, Magruder K, Lee KC and Culver BD (2007). Chemesthetic responses to airborne mineral dusts: Boric acid compared to alkaline materials. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* p. 1–9.
7. Culver BD, Smith RG, Brotherton RJ, Strong PL and Gray TM (1994). Boron. In *Patty's Industrial Hygiene and Toxicology*, Volume 2F, Chapter 42, Clayton G.D. and Clayton F.E. (eds.), 4th Edition, John Wiley & Sons Inc., New York, NY, p 4411–4448.
8. EC 1996. Commission of the European Communities, Opinion of the Scientific Advisory Committee concerning toxicologically acceptable parametric value for boron in drinking water. CSTE/96/4/V, February 20, 1996. (EC drinking water directive (98/83/EC).
9. ECETOC 1995. Toxicology and reproductive toxicity of some inorganic borates and risk assessment for man., Technical Report No. 63. European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals, Brussels.
10. ECHA 2008. Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment, Part B: Hazard Assessment.
11. ECHA 2010. Member State Committee Draft Support Document For Identification of boric acid as a substance of very high concern because of its CMR-properties. Substance name: Boric acid. EC number: 233-139-2 (234-343-4), CAS number: 10043-35-3 (11113-50-1). Adopted on 9 June 2010.
12. ECVAM 2007. Statement on the Validity of In-Vitro Tests for Skin Irritation (European Centre for Validation of Alternative Methods, European Commission Joint Research Centre).
13. ECVAM 2008. Statement on the Scientific Validity of In-Vitro Tests for Skin Irritation Testing (European Commission Joint Research Centre, European Centre for the Validation of Alternative Methods).
14. EFSA 2004. European Food Standards Agency, Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Boron (Sodium Borate and Boric Acid), *The EFSA Journal* (2004) 80, 1-22 (Request N° EFSA-Q- 2003-018) (adopted on 9 July 2004).
15. Foth H (2008). Risikobewertung und Chemikaliensicherheit unter REACH. *Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz*, 51:1387–1397.
16. Foth H and Hayes A (2008). Background of REACH in EU regulations on evaluation of chemicals. *Human and Experimental Toxicology* 27: 443–461.
17. Garabrant DH, Bernstein L, Peters JM, Smith TJ (1984). Respiratory and eye irritation from boron oxide and boric acid dusts. *J Occup Med* 26(8):584–586.
18. Garabrant DH, Bernstein L, Peters JM, Smith TJ and Wright WE (1985). Respiratory effects of borax dusts. *Br J Ind Med* 42:831–837.
19. Hansson SO and Rudén C (2007). Towards a theory of tiered testing. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2007 Jun; 48(1):35–44.
20. Hartung T (2009) Toxicology for the twenty-first century. *Nature* 460(7252): 208–212.
21. Hartung T and Rovida C (2009). Chemical regulators have overreached. *Nature* 460(7259):1080–1081.
22. Hengstler JG (2009) OMICS-Techniken in der Toxikologie: Möglichkeiten und Grenzen. *ÖFAM* 01/09:11–18.

23. HERA (2005) Human and Environmental Risk Assessment on ingredients of household cleaning products. Boric acid (CAS # 10043-35-3), Edition 1.0, December 2005.
24. Hubbard SA (1998). Comparative Toxicology of Borates. *Biol. Trace Element Res.* 66:343–357.
25. IPCS 1998. International Programme on Chemical Safety, Environmental Health Criteria 204. Boron. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
26. Klimisch HJ, Andreae M and Tillmann U (1997). A systematic approach for evaluating the quality of experimental toxicological and ecotoxicological data. *Regul Toxicol Pharmacol* 25:1–5.
27. Krystofiak SP and Schaper MM (1996). Prediction of an occupational exposure limit for a mixture on the basis of its components: application to metalworking fluids. *Am Ind Hyg Assoc J* 57(3):239–244.
28. Lilienblum W, Dekant W, Foth H, Gebel T, Hengstler JG, Kahl R, Kramer PJ, Schweinfurth H, Wollin KM (2008). Alternative methods to safety studies in experimental animals: role in the risk assessment of chemicals under the new European Chemicals Legislation (REACH). *Arch Toxicol* (2008) 82:211–236.
29. Moore JA and an Expert Scientific Committee (1997). An assessment of boric acid and borax using the IEHR evaluative process for assessing human developmental and reproductive toxicity of agents. *Repro. Toxicol.* 11:123-160 and NTIS Technical Report PB96-156005, March, 1995.
30. Munn SJ and Hansen BG (2002). EU risk assessment: Science and policy. *Toxicology* 181-182:281–285.
31. Murray FJ (1995). A human health risk assessment of boron (boric acid and disodium tetraborate decahydrate) in drinking water. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 22(3):221–230.
32. OECD 2005. OECD Series on Testing and Assessment Number 34, Guidance document on the validation and international acceptance of new or updated test methods for hazard assessment. D. ENV, ed.
33. Rudén C and Hansson SO (2010). Registration, Evaluation, and Authorization of Chemicals (REACH) is but the first step-how far will it take us? Six further steps to improve the European chemicals legislation. *Environ Health Perspect.* 118(1):6–10.
34. Schaafsma G, Kroese E, Tielemans E, van de Sandt J and van Leeuwen C (2009). REACH, non-testing approaches and the urgent need for a change in mind set. *Regul Toxicol Pharmacol* 53:70–80.
35. UK EVM 2003. Expert Group on Vitamins and Minerals, Safe Upper Limits for Vitamins and Minerals, May 2003 www.foodstandards.gov.uk.
36. Umweltbundesamt 2008. TRANSITIONAL ANNEX XV DOSSIER SUBMITTED BY: Austria DATE: 01 December 2008 SUBSTANCE NAME: Boric acid (Boric acid crude natural) IUPAC NAME: Boric acid (Boric acid crude natural) EC NUMBER: 234-343-4 (233-139-2) CAS NUMBER: 11113-50-1 (10043-35-3).
37. US EPA 2004. Toxicological review of boron and compounds (CAS No. 7440-42-8) In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS) June 2004 U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC June 2004, EPA 635/04/052.
38. Wandall B, Hansson SO, Rudén C (2007). Bias in toxicology. *Arch. Toxicol.* 81(9):605–617.
39. Wegman DH, Eisen EA and Smith RG (1991). Acute and Chronic Respiratory Effects of Sodium Borate Particulate Exposures. Unpublished report to US Borax Research Corporation.
40. Wegman DH, Eisen EA, Hu X, Woskie S, Smith RG and Garaband DH (1994). Acute and chronic respiratory effects of sodium borate particulate exposures. *Environ. Health Perspect.* 102: 119–128.
41. Woskie SR, Eisen EE, Wegman DH, Hu X and Kriebel D (1998). Worker sensitivity and reactivity: Indicators of worker susceptibility to nasal irritation. *American Journal of Industrial Medicine*, 34:614–622.
42. Woskie SR, Shen P, Eisen EA, Finkel MH, Smith TJ, Smith R and Wegman DH (1994). The real-time dust exposures of sodium borate workers: Examination of exposure variability. *American Industrial Hygiene Association Journal* 55:207–216.



ZUR REPRODUZIERBARKEIT VON COMPUTERGESTÜTZTEN PSYCHOLOGISCHEN LEISTUNGSTESTS

Strukturierte Kurzfassung

Die Reproduzierbarkeit von Ergebnissen, die mit psychologischen Leistungstests erzielt werden, sind Voraussetzung dafür, dass nach Interventionen kognitive und psychomotorische Veränderungen verlässlich quantifiziert werden können. Allerdings bestehen Hinweise dafür, dass durch wiederholtes Bearbeiten Trainingseffekte auftreten. Die Quantifizierung solcher Trainingseffekte ist deshalb essentiell.

Methoden: Zehn Probanden (6 männliche und 4 weibliche, $42 \pm 12,5$ Jahre) wurden gebeten, jeweils fünf mal zwei spezielle Leistungstests aus der computergestützten Serie psychologischer Diagnostik des Wiener Testsystems (WTS), den Determinationstest (DT) und die Arbeitsleistungsserie (ALS) zu bearbeiten. Die Übungseffekte und Kontraste wurden mit einfaktorieller Varianzanalyse mit Messwiederholung berechnet.

Ergebnisse: Ein signifikanter Effekt ($p \leq 0,05\%$) des Faktors „Übung“ („baseline“ → erste Wiederholung) konnte für beide Tests festgestellt werden. Die Übungsgewinne waren sowohl für reaktive Belastbarkeit, Reaktionsgeschwindigkeit als auch für Aufmerksamkeit (DT Subtest 1 und Subtest 2) bis zur vierten Wiederholung steigerbar. Mit Ausnahme der Reaktionsgeschwindigkeit (Subtest 2) wurde eine signifikante Verbesserung bis zur fünften Bearbeitung festgestellt. Ebenso fand sich eine Steigerung der Konzentrationsleistung (ALS) bei der ersten und dritten Wiederholung. Eine Verringerung der Fehleranzahl (Leistungsgüte) war lediglich bei der dritten Wiederholung (vierten Bearbeitung) festzustellen, während bei der fünften Bearbeitung wieder mehr Fehler im Vergleich zur vorherigen Stufe gemacht wurden. Die größten prozentualen Übungsgewinne traten bei der ersten Wiederholung (7,8%–21,3%) auf, danach war eine Leistungszunahme von über 6% auch nach drei Durchgängen noch möglich.

Zusammenfassung: Bei computergestützt durchgeführten kognitiven und psychomotorischen Leistungstests treten bei wiederholten Bearbeitungen signifikante Leistungssteigerungen auf, welche am ehesten auf Übungseffekte und die zunehmende Vertrautheit mit dem Test zurückzuführen sind, als dass es sich um tatsächliche kognitive Verbesserungen handelt. Bei der Interpretation der Ergebnisse von Leistungstests, die z.B. vor und nach Interventionen erstellt werden, sollten diese Resultate berücksichtigt werden.

Schlüsselwörter: Leistungstest, computergestützt, Übungseffekt, DT, ALS

Einleitung

Computergestützte Leistungstests zur Erfassung der Konzentrationsleistung und der reaktiven Belastbarkeit, d.h. Reagieren auf multiple, multimodale Reize unter hoher psychophysischer Belastung, werden in der neuropsychologischen Diagnostik und in zunehmendem Maße auch in der Arbeitsmedizin und in der Arbeitspsychologie verwendet [1,3–7,14,24,25]. Insbesondere eignen sich Konzentrations- und Belastbarkeitstests, um nach Interventionen wie z.B. Medikation, nach Schlafdeprivation, Schlafentzug etc. eventuelle kognitive und/oder emotionale Veränderungen zu quantifizieren [3,4,5,6,7]. Da solche Testsysteme die Probanden gleichförmig und vom Testleiter unabhängig instruieren, nimmt man an, dass eine weitgehende Testobjektivität gegeben ist und somit optimale Voraussetzungen bestehen hinsichtlich der Interpretation der Ergebnisse [2]. Jedoch gibt es Hinweise dafür, dass Übungseffekte beim wiederholten Bearbeiten von Leistungstests auftreten [11,17], sodass bei der Durchführung eines Wiederholungstests sowohl der eventuelle Einfluss der Interventionen als auch der Übungseffekt gemessen werden. Steigerungen der psychophysischen

WOLF OSTERODE
UND SANDRA SCHRANZ
MEDIZINISCHE
UNIVERSITÄT WIEN
UNIV.-KLINIK FÜR
INNERE MEDIZIN II
INSTITUT FÜR
ARBEITSMEDIZIN
WÄHRINGER GÜRTEL
18–20
A-1090 WIEN
TEL.: 40400 4701
E-MAIL:
WOLF.OSTERODE@
MEDUNIWIEN.AC.AT

Trainingseffekte bei
Testwiederholungen

Belastbarkeit (Daueraufmerksamkeit), aber auch Leistungsverbesserungen hinsichtlich Konzentration, Aufmerksamkeit und Psychomotorik ließen sich nach mehreren Wiederholungen feststellen [8,9,10, 11,12]. Da die Messungen meist in einem geringen zeitlichen Abstand stattfinden, fallen Leistungssteigerungen durch Lern- und Übungseffekte besonders deutlich aus. So fand sich bei der Evaluierung der Aufmerksamkeitsveränderung von Notärzten im Verlaufe eines Bereitschaftsdienstes eine signifikante Verbesserung der Aufmerksamkeit, die auf verschiedene, den Test extern beeinflussende Faktoren zurückgeführt wurde [13]. Es lässt sich aber annehmen, dass diese Zunahme der Konzentration und der Aufmerksamkeit am ehesten auf Übungs- bzw. Trainingseffekte hinweisen, zumal subjektiv eine signifikante Beeinträchtigung der Stimmung etc. festgestellt wurde [3,4,14].

Da häufig zur Durchführung von Leistungstests einerseits der Determinationstest (DT) und andererseits die Arbeitsleistungsreihe (ALS) aus dem Wiener Testsystem (WTS) für psychologische Diagnostik verwendet werden, wurde folgenden Fragen nachgegangen: Besteht bei diesen computergestützten psychologischen Tests a. ein Trainingseffekt, b. wie groß ist dieser eventuelle Effekt, c. gibt es eine Art Sättigung und d. nach wie vielen Bearbeitungen ist diese eventuell zu erreichen?

Methoden

Probanden

Zehn zufällig ausgewählte Mitarbeiter aus verschiedenen Arbeitsgebieten der Inneren Medizin, (4 männliche und 6 weibliche) nahmen an der Untersuchung teil. Das durchschnittliche Alter lag bei 42,13 Jahren (23–62 Jahre). Drei Probanden hatten eine abgeschlossene akademische Ausbildung, drei einen Schulabschluss mit Matura und vier eine abgeschlossene Berufsausbildung.

Messinstrumente

Aus dem Wiener Testsystem (WTS) für computergestützte psychologische Diagnostik wurden zwei spezielle Leistungstests zur Überprüfung der oben ge-

nannten Fragestellung ausgewählt: die Arbeitsleistungsreihe (ALS) und der Determinationstest (DT).

Der DT dient der Messung der reaktiven Belastbarkeit, Aufmerksamkeit und Reaktionsgeschwindigkeit bei fortlaufend geforderten schnellen und unterschiedlichen Reaktionen auf rasch wechselnde optische und akustische Reize. Für die Untersuchung wurde die Hannoversche Form S4 vorgelegt.

Testbeschreibung

a. Arbeitsleistungsreihe (ALS)

Bei der Arbeitsleistungsreihe handelt es sich um einen allgemeinen Leistungstest, welcher die Konzentrationsleistung, psychische Sättigung und Ermüdbarkeit der Probanden bei geistiger Tempoarbeit erfasst. Um den Verlauf der Arbeitsleistung der Probanden zu erfassen, wird die Methode fortlaufenden Addierens bzw. Subtrahierens über einen definierten Zeitraum verwendet. In der vorgegebenen Version hat der Proband die Aufgabe, über einen längeren Zeitraum möglichst viele Additionen bzw. Subtraktionen, wie z.B. 4+1, 6+3, 7-4 usw. rasch und fehlerfrei zu bearbeiten. Der Zahlenraum der Lösungen reicht von 1 bis 17, die Ergebnisse werden über die Probandentastatur eingegeben und Fehler können korrigiert werden. Der Test ist in verschiedene Zeitabschnitte unterteilt (10 Teilzeiten zu je einer Minute), sodass ein Leistungsverlauf ermittelt werden kann.

Es stehen drei Testformen zu Verfügung, die Durchführungsdauer liegt je nach Testform mit Instruktions- und Übungsphase zwischen 15 und 25 Minuten. Für die Untersuchung wurde die Testform S7 (Luxemburger Form) ausgewählt, diese Version beansprucht ca. 10 Minuten.

b. Determinationstest (DT)

Der Determinationstest gilt als ein besonders messgenaues diagnostisches Instrument zur Messung der reaktiven Belastbarkeit. Das Belastende liegt im fortlaufenden, möglichst anhaltend schnellen und unterschiedlichen Reagieren auf schnell wechselnde Reize, worunter die reaktive Belastbarkeit verstanden wird. Das Verfahren erfordert als kognitive Teilleistungen die Unterscheidung verschiedener Farben (rot, grün, blau, gelb und weiß) und zweier Töne (hoch und tief),

Tasten und Fußpedale für die Erfassung der motorischen Leistung

Fünf Testzeitpunkte im Abstand von mind. 2 und max. 14 Tagen

Aktion, Instruktion, Reaktion

Standardisierte Übungsphase vor dem Test

das Erlernen von Zuordnungsregeln (bei Ergebnissen über 10 darf nur die letzte Ziffer eingegeben werden) und das Auswählen relevanter Reaktionen nach den per Instruktion vereinbarten oder im Testverlauf erlernten Zuordnungsregeln. An motorischen Leistungen werden das Betätigen von Tasten und zwei Fußpedalen gefordert. Dem Probanden werden am Bildschirm alternierend fünf Farbreize, akustische Signale und zwei weitere optische Reize in Form von weißen, rechteckigen Feldern vorgegeben. Diese werden rechts und links unten am Bildschirm dargeboten und der Proband muss bei Aufleuchten durch Betätigung des entsprechenden rechten oder linken Pedals darauf reagieren. Die schwarze bzw. graue rechteckige „Ton-Taste“ befindet sich in der Mitte der Tastatur, in der ausgewählten Version kommt nur der tiefe Ton (schwarz) zum Einsatz. Die Reaktion erfolgt durch Betätigung der korrespondierenden Tasten auf der Probandentastatur. Zudem werden zwei weitere optische Reize, in Form weißer, rechteckiger, optisch abgehobener Felder links und rechts unten am Bildschirm präsentiert, auf die mit der Betätigung des entsprechenden Fußpedals zu reagieren ist. Die Reizdarbietung der Version S7 erfolgt in zwei verschiedenen Subtests:

Im **Modus Aktion** (Subtest 1) wird die Geschwindigkeit der Reizabfolge durch den Probanden bestimmt. Hier erscheint der nächste Reiz erst, wenn auf den aktuellen reagiert wurde, d.h. freie Darbietungszeit pro Reiz und fixe Testdauer von fünf Minuten.

Direkt im Anschluss an den **Modus Aktion** folgt eine neuerliche Instruktionsphase, der Proband wird darauf hingewiesen, dass auf rote und grüne Farbreize nicht mehr reagiert werden darf, da dies als Fehler gewertet wird. Nach der Übungsphase erfolgt der Subtest 2.

Im **Modus Reaktion** (Subtest 2) wird jeder Reiz eine bestimmte Zeit lang dargeboten, danach folgt der nächste Reiz, unabhängig davon, ob reagiert wurde oder nicht, d.h. feste Darbietungszeit pro Reiz. Die Länge der Darbietungszeit ist somit ausschlaggebend für die Menge der adäquaten Reaktionen. Bis auf den hohen Ton werden alle Reizarten geboten, nach Vorgabe des 90. Reizes beginnt das Programm wieder mit Reiz 1.

Für die Untersuchung wurde die Hannoverische Form S4 vorgelegt, eine schwere Testform des DT, welche sich laut Manual für alle Fragestellungen eignet, bei denen sowohl Geschwindigkeit und Genauigkeit der selektiven Aufmerksamkeit und Reaktionsgeschwindigkeit als auch die reaktive Belastbarkeit des Aufmerksamkeits- und Reaktionsvermögens erfasst werden sollen.

Alle Systemvoraussetzungen zur Anwendung des WTS waren gegeben. Beide Tests sind ausreichend evaluiert und normiert und unter Berücksichtigung der entsprechenden Interpretationshinweise wird angenommen, dass Interpretationsobjektivität gegeben ist. Die Normen des DT liegen für die verwendete Form S4 nach Alter, Geschlecht und Bildungsgrad getrennt vor, für den ALS gibt es Gesamtnormen [2].

Untersuchungsplan

Der Untersuchung lag ein experimentelles Design mit fünf Testzeitpunkten zugrunde, die jeweils im Abstand von mindestens zwei und maximal 14 Tagen zwischen den einzelnen Durchgängen stattfanden. Zu jedem Zeitpunkt bearbeiteten die Probanden jeweils mit Instruktions- und Übungsphase zuerst den DT und gleich im Anschluss den ALS. Durch das Testen im Messwiederholungsdesign stellt jeder Proband seine eigene Kontrolle dar. Alle Probanden wurden vor Beginn der Testung mündlich bzgl. ihrer Motivation zur Testung befragt, bei allen war diese in ausreichendem Maße gegeben.

Testablauf

Der Testablauf unterteilt sich in eine standardisierte Instruktions- und Übungsphase sowie die direkt anschließende Testphase. Vor dem Test gibt es eine Übungsphase, in der jeder Proband jedes Mal dieselben Übungsbeispiele bearbeitet. Die Testphase erfolgt ohne Beeinflussung durch den Testleiter, wodurch laut Manual hohe Objektivität gewährleistet ist. Jeder Teilnehmer hat nach Beendigung der Tests die Möglichkeit, seine Ergebnisse einzusehen.

Leistungsmenge und Leistungsgüte

Reaktionszeit: Zeitspanne zwischen Beginn der Darbietung eines Reizes und der Betätigung einer Taste durch den Probanden

Übungsgewinne bis zu 21%

Auswertung

a. ALS (Arbeitsleistungsreihe)

Als Hauptvariablen – diese wurden auch zur Auswertung herangezogen – sind *Anzahl der Bearbeiteten* (Leistungsmenge) und *Fehlerprozent* (Leistungsgüte) definiert.

Die *Anzahl der Bearbeiteten* (ALSB) ermittelt die Arbeitsgeschwindigkeit, die *Fehlerprozent* und *Fehler* (ALSF) werden als Maß für die Arbeitsgenauigkeit der Probanden herangezogen.

Die *Anzahl der Bearbeiteten* entspricht der Gesamtzahl der ausgeführten Rechenoperationen während des Tests. Je höher die Werte, desto mehr bearbeitete Rechnungen.

Die *Fehlerprozent* ergeben den prozentualen Anteil fehlerhafter Lösungen an der Gesamtzahl der bearbeiteten Aufgaben. Der Leistungsverlauf kann über Teilzeitergebnisse erfasst werden, je höher die Werte (Angaben in Prozent), desto weniger Fehler.

b. DT (Determinationsstest)

Zur Auswertung des Subtest 1 (DT₁) werden der *Median der Reaktionszeit* (RZ) und *Richtige* (RG) als Variablen für die Interpretation herangezogen.

Für die Auswertung des Subtest 2 (DT₂) werden ebenfalls der *Median der Reaktionszeit* (RZ) und *Zeitgerechte* (ZG) für die Interpretation herangezogen.

Als Hauptvariable wird im Manual für beide Subtests der Median der *Reaktionszeit* definiert. Dieser wird als Zeitspanne zwischen Beginn der Darbietung eines Reizes und der Betätigung einer Taste des Panels definiert. Je geringer der Wert, desto schneller die Reaktion.

Die Nebenvariable *Richtige* (DT₁) entspricht der Anzahl der insgesamt reizadäquaten, d.h. der zeitgerechten und verspäteten Reaktionen. Pro Reiz wird auch bei mehrfachem Tastendruck nur eine richtige Reaktion gezählt. Je höher die Werte, desto mehr richtige Reaktionen.

Die Nebenvariable *Zeitgerechte* (DT₂) entspricht der Anzahl der adäquaten (richtigen) Reaktionen und gilt als zeitgerecht, wenn sie innerhalb der Darbietungszeit des Reizes erfolgt.

Statistik

Die Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS vers.15.0 (SPSS

Inc.; Chicago, IL, USA, 1989–1999). Für die Untersuchung von Übungseffekten der beiden Tests wurden einfaktorielle Varianzanalysen mit Messwiederholung durchgeführt. Die Normalverteilung wurde mit Kolmogorov-Smirnov überprüft, die Homogenität der Varianzen erfolgt im SPSS mittels Mauchly-Test auf Sphärizität, eine Korrektur der Freiheitsgrade nach Greenhouse-Geisser (GG) wurde jedoch für alle Ergebnisse verwendet. Für die Kumulierung des α -Niveaus im Fall des multiplen Testens (Anpassung für Mehrfachvergleiche) wurde nach Bonferroni korrigiert und die Kontraste wurden für „Wiederholt“ berechnet.

Die Innersubjekteffekte überprüfen, ob die Veränderungen in den verschiedenen Zeitpunkten zufällig sind, sie überprüfen damit den Hauptfaktor Messwiederholung. Die Innersubjektkontraste ermitteln, ob und zwischen welchen Stufen es Unterschiede gibt. Der paarweise Vergleich berechnet die Differenz der Mittelwerte der fünf Zeitpunkte. Für alle Berechnungen gilt $p \leq 0.05\%$ [26].

Ergebnisse

In Tabelle 1 (Determinationsstest) und Tabelle 2 (Arbeitsleistungsreihe) sind die Leistungskennwerte deskriptiv für die einzelnen Tests in den fünf Durchgängen dargestellt, während Tabelle 3 und 4 die Ergebnisse der Varianzanalyse zeigen. Zur Veranschaulichung sind Teile der Ergebnisse graphisch dargestellt (Abb. 1a und Abb. 1b).

Es ergeben sich jeweils auf die nächste Stufe berechnete Übungsgewinne von bis zu 21% (DT₂ ZG). Der größte Übungsgewinn ergibt sich mit Ausnahme des DT₁ RZ und ALSF immer von der ersten zur zweiten Stufe, die Mittelwerte steigen, mit Ausnahme des ALSF, kontinuierlich von Stufe eins zu fünf an. Die Standardabweichungen werden insgesamt gesehen, außer beim ALSB, geringer wobei innerhalb der Durchgänge individuell Zu- und Abnahmen feststellbar sind.

a. ALS (Arbeitsleistungsreihe)

Sowohl für Haupt- als auch für die Nebenvariable besteht ein signifikanter Effekt des Faktors Messwiederholung (Tab. 3).

Übungsgewinne, aber
mehr Fehler

Die Ermittlung der Kontraste zeigt, dass sich bei *Anzahl der Bearbeiteten* die Stufen eins auf zwei und drei auf vier signifikant voneinander unterscheiden. Bei der Fehleranzahl sind es die Stufen drei auf vier und vier auf fünf, wobei bei Letzterer wieder signifikant mehr Fehler gemacht wurden als bei der vorherigen Stufe (Tab. 4).

b. DT (Determinationsstest)

Es besteht in beiden Modi für Haupt- und Nebenvariable ein signifikanter Effekt des Hauptfaktors Messwiederholung (Tab. 3).

Die Kontraste zeigen, dass sich die Messwerte in den fünf Stufen signifikant unterscheiden, es ergeben sich Unterschiede für den Verlauf in den Mittelwertsdifferenzen (Tab. 4).

Diskussion

Unsere Untersuchungen über wiederholte Bearbeitungen von zwei standardmäßig durchgeführten Leistungstests – dem Determinationstest (DT) und der Arbeitsleistungsserie (ALS) – des „Wiener Testsystems“ (WTS) zeigten unerwartet hohe Steigerungen der Konzentrationsleistung, der reaktiven Belastbarkeit und der Reaktionsgeschwindigkeit im Vergleich zur ‚baseline‘ d.h. zur ersten Bearbeitung. Eine Leistungssteigerung von 21% im DT₁ (richtig gerechnete Aufgaben innerhalb der Darbietungszeit) und etwa 8% beim ALS bei der zweiten Bearbeitung sind damit noch größer als von Bühner et al. [11] für ein anderes Testsystem zur Aufmerksamkeitsprüfung [15,16] beschrieben. Die Kenntnis über wiederholungsbedingte Übungseffekte ist wesentlich zur Beurteilung von Testergebnissen und seit langem Gegenstand der Forschung. So fanden Bühner [17] bzw. Westhoff [18] bei vier- bzw. selbst zehnmaliger Wiederholung von zwei verschiedenen Konzentrationstests noch Leistungssteigerungen. Wie zu erwarten, traten die größten Übungsgewinne bei unseren Untersuchungen meist bei der ersten Wiederholung auf (Tab. 1, Tab. 2, Abb. 1a), während die geringsten zwischen der dritten und vierten Wiederholung lagen. Parallel zur Zunahme der richtigen und zeitgerechten

Reaktionen im DT₁ und DT₂ ergab sich auch eine Zunahme der bearbeiteten Aufgaben im ALS, die darüber hinaus auch noch schneller bearbeitet wurden. Im Gegensatz zu diesen deutlichen Übungsgewinnen steht die variierende Anzahl der Fehler im ALS. „Fehler“ messen die Leistungsgüte, in anderen Worten, wie sorgfältig die Aufgabe vom Probanden bearbeitet wird. Es wäre zu erwarten, dass die Anzahl der Fehler mit zunehmender Übung auch kontinuierlich abnimmt. Bühner [11] schlägt vor, Fehlerwerte als qualitatives Merkmal zu betrachten und somit eine gewisse Variabilität innerhalb zuzulassen. Damit würde erst ab einer festgelegten Anzahl an Fehlern von einer tatsächlich geringeren Aufmerksamkeitsleistung gesprochen werden. Die Probanden unserer Testreihe waren eher bemüht, die Anzahl der bearbeiteten Aufgaben zu steigern und verzichteten, auch wenn diese bemerkt wurden, aus Zeitgründen auf Korrekturen der fehlerhaften Lösungen. Einerseits kann man aus dem Bemühen, die Aufgaben möglichst schnell zu bearbeiten, auf eine entsprechende Motivation schließen, andererseits erscheint es auch plausibel, dass durch das schnellere Bearbeiten mehr Fehler entstehen.

Während beim DT₁ und DT₂ ein Plateau nach fünfmaliger Bearbeitung noch nicht sicher erreicht zu sein scheint, scheint dies der Fall für die Arbeitsleistungsserie zu sein (Tab. 2). Zwar wird im WTS vor jeder Bearbeitung jeweils noch eine kurze Übungsphase zur Einführung vor dem eigentlichen Test vorgegeben, doch ist dieser, wie es scheint, nicht ausreichend, so dass man unter diesen Bedingungen sogar „cum granum salis“ von 10 Wiederholungen bei unseren Untersuchungen ausgehen kann.

Eine Erklärung dieses Übungsphänomens – die zu bearbeitenden Aufgaben sind im ALS von Mal zu Mal unterschiedlich, wenn auch ähnlich – sind unseres Erachtens nach in der Erwartungshaltung zu sehen, die bei mehrmaliger Bearbeitung in ein sportliches, ehrgeiziges Leistungsprinzip münden. Die Probanden waren offensichtlich durchwegs motiviert, ihre eigenen Leistungen zu verbessern. Andererseits sind Leistungssteigerungen prognostisch nicht verwertbar, da die Verbesserungen im wiederholten Bearbeiten der Aufgaben individuell verlaufen

Ehrgeiz führt zu
höherer Leistung

Der größte
Übungsgewinn zeigt
sich bei der ersten
Wiederholung

**Leistungssteigerung
beruht nicht auf
verbesserten
Lösungsstrategien**

**Bessere Leistung im
Vergleich zur
Erstbearbeitung sogar
nach 6 Monaten**

**Individuelle Prognosen
zum Übungserfolg sind
nicht möglich**

**Übungseffekte sind
durch Vortests nicht
kompensierbar**

**Vorsicht bei der
Interpretation von
Ergebnissen**

(Abb. 2). Dass die Leistungssteigerungen in beiden Tests aufgrund verbesserter Strategien zustande kamen, ist speziell beim DT unwahrscheinlich. Die Aufgaben sind in technischer Hinsicht zwar einfach zu bearbeiten, aber durch die vorgegebene Reizkonstellation und deren Geschwindigkeit lassen sich Lösungsstrategien nicht festlegen. Insofern ist es nicht möglich, in dieser gezielten Überforderungssituation planvoll zu handeln. Es zeigte sich aber ein verbessertes Zurechtkommen mit der Auge-Hand-Fuß-Koordination pro Durchgang. Die nachgewiesenen Leistungsverbesserungen im WTS lassen sich somit als ein verbessertes Zurechtkommen mit der bekannten Aufgabenstellung und den technischen Anforderungen interpretieren, als dass es sich um eine Verbesserung der kognitiven Funktionen handelt, wie auch Kulke [1] feststellte. Selbst nach 6 Monaten waren im Vergleich zur Erstbearbeitung (baseline) bei der fünften Wiederholung im DT noch Leistungssteigerungen zwischen 7% und 21% feststellbar (Ergebnisse nicht gezeigt).

In verschiedenen Untersuchungen zu Prä-/Postvergleichen nach Interventionen wie Medikamenteneinfluss, kognitiven oder emotionalen Belastungen wurden computerunterstützte und nichtcomputerunterstützte Leistungs- und Konzentrationstests zur Erfassung kognitiver und psychomotorischer Veränderungen eingesetzt [3,5,12,14,19,20]. Dabei wurden entweder keine Beeinträchtigungen oder sogar Steigerungen der Konzentration, Aufmerksamkeit und Psychomotorik festgestellt. Diese standen allerdings im Widerspruch zur subjektiven, signifikanten Verschlechterung der Befindlichkeit, die mit validierten Fragebögen erhoben wurde [6,14,21,22]. Dass Pflegepersonal oder Ärzte nach einem Nachtdienst signifikante Verbesserungen hinsichtlich ihrer kognitiven und psychomotorischen Leistungen zeigten [12,13, 23], wird eher auf Trainings- oder Übungseffekten beruhen, als dass man annehmen kann, dass Schlafentzug sich positiv auf kognitive und psychomotorische Fähigkeiten auswirkt. Es ist deshalb noch einmal wichtig, darauf hinzuweisen, dass bei der Interpretation von solchen Ergebnissen äußerste Vorsicht geboten ist, zumal durch einfache Subtraktion von erwarteten Übungseffekten

der wahre Effekt nicht berechnet werden kann.

Die Limitationen dieser Testverfahren lassen sich nach unseren und früheren [1,9, 10,11] Ergebnissen so zusammenfassen:

a.) Sind geringe kognitive Veränderungen, d.h. im Mittel unter 20% bei Wiederholungsmessungen zu erwarten, scheinen individuell keine verlässlichen Aussagen hinsichtlich Verbesserung bzw. Verschlechterung nach Intervention möglich.

b.) Das Zurückgreifen auf eine kritische Differenz, d.h., ob der zweite Messwert in das Konfidenzintervall des ersten Messwertes fällt [11], sind artifizielle Konstruktionen, zumal Voraussetzung zur Berechnung einer kritischen Differenz die Kontrollierbarkeit der Messfehler ist.

c.) Das parallele Mituntersuchen von alters-, geschlecht- etc. ‚gematchten‘ Kontrollgruppen erscheint auch nicht zielführend zu sein, da, wie Abb. 2 zeigt, eine individuelle Prognose des Übungserfolges nicht möglich ist.

d.) Lediglich wenn ein größeres Kollektiv an Probanden bzw. Patienten untersucht wird, könnten statistisch zufällig die Testbearbeitungen vor- bzw. nach vorgesehener Intervention durchgeführt werden, da anzunehmen ist, dass ein Vorher- und Nachher-Effekt sich eventuell dann statistisch ergeben sollte.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass selbst bei computergestützt durchgeführten kognitiven und psychomotorischen Leistungstests beim wiederholten Bearbeiten signifikante Verbesserungen durch Übungseffekte feststellbar sind, die auch nicht durch eine entsprechende Anzahl von vorausgehenden Bearbeitungen weder kompensierbar noch zumutbar sind. Der Einsatz computerisierter Leistungstests nach Interventionen innerhalb relativ kurzer Zeitabstände scheint kein verlässliches Verfahren zu sein, um Belastungen objektiv zu quantifizieren.

Diese Untersuchung wurde in ähnlicher Form 2009 in der Wiener Klinischen Wochenschrift publiziert [27]. Sie wurde als Voruntersuchung durchgeführt für das sowohl von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften als auch von dem Bundeskanzleramt finanziell unterstützte Projekt ‚Auswirkungen von Nachtdiensten auf die kognitive Belastbarkeit von Spitalsärzten im Vergleich zur Veränderung der Steroidhormonkonzentration im Harn‘.

Danksagung

Wir danken für die finanziellen Unterstützungen durch das Österreichische Bundeskanzleramt und durch die Dr. Anton Oelzelt-Stiftung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.

Literatur

1. Kulke H (2007) Therapie der Aufmerksamkeit. In: Therapiemanuale für die neuropsychologische Rehabilitation. Springer, Wien New York, pp 7–17
2. Schuhfried G (2007) Manuale des Wiener Testsystems 6.5
3. Little Elk S (2006) Der Einfluss von Schlafentzug auf die psychomotorische Leistungsfähigkeit von Chirurgen – Evaluation mit einem virtuellen Operationssimulator und psychometrischen Tests. Dissertation Universität Berlin. www.diss.-fu-berlin.de
4. Deary IJ, Tait R (1987) Effects of sleep disruption on cognitive performance and mood in medical house officers. *Br Med J*; 295:1513–1516
5. Rubin R, Orris P, Lau SL, Hryhorczuk D.O, Furner S, Letz R (1991) Neurobehavioral effects of the on-call experience in housestaff physicians. *J Occup Med* 33 (1):13–18
6. Dinges DF, Pack F, Williams K, Gillen KA, Powell JW, Ott, GE et al. (1997) Cumulative sleepiness, mood disturbance, and psychomotor vigilance performance decrements during a week of sleep restricted to 4–5 hours per night. *Sleep* 20: 267–277
7. Denisco RA, Drummond JN, Gravenstein JS (1987) The effect of fatigue on the performance of a simulated anesthetic monitoring task. *J Clin Monit* 3:22–24
8. Westhoff K (1989) Übungsabhängigkeit von Leistungen in Konzentrations-test. *Diagnostika* 35:122–130
9. Westhoff K, Dewald D (1990) Effekte der Übung in der Bearbeitung von Konzentrationstests. *Diagnostica* 1: 1–15
10. Hagemeister C, Scholz A, Westhoff K (2002) Wie kann man Geübtheit in Konzentrationstests erkennbar machen? *Zeitschrift für Personalpsychologie* 2:94–102
11. Bühner M, Ziegler M, Bohnes B, Lauterbach K (2006a) Übungseffekte in den TAP Untertests Go/Nogo und Geteilte Aufmerksamkeit sowie dem Aufmerksamkeits-Belastungstest (d2). *Zeitschrift für Neuropsychologie* 17 (3):191–199
12. Samkoff J, Jacques CHM (1991) A review of studies concerning effects of sleep deprivation and fatigue on residents' performance. *Academic Medicine* 66(11):687–693
13. König E (2007) Aufmerksamkeit und Belastung von Notärzten während des Dienstes. Medizinische Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Dissertation. <http://sundoc.bibliothek.uni-halle.de/diss-online>
14. Bartle EJ, Sun JH, Thompson L, Light AI, McCool C, Heaton S (1988) The effects of acute sleep deprivation during residency training. *Surgery* 104 (2):311–316
15. Bühner M (2006b) Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion, 2. Auflage. Pearson:München
16. Zimmermann P & Fimm B (2002) Ergänzungsmaterial zur Testbatterie der Aufmerksamkeitsprüfung (TAP) Version 1.7. Teil 1. Herzogenrath: Psytest
17. Bühner M (2001) Die Bedeutung von mentaler Operation und Material bei der Erfassung von Konzentrations-tests-Leistung: ein Beitrag zur Validität von Durchstreichtests. Hamburg: Kovac.
18. Westhoff K (1993) Zur Übarkeit konzentrierten Arbeitens. In: KJ Klauer (Hrsg.) *Kognitives Training*; Göttingen: Hogrefe. pp 247–256
19. Deaconson TF, O'Hair DP, Levy MF, Lee MB-F, Schueneman AL, Condon RE (1988) Sleep deprivation and resident performance. *J. American Medical Association* 260 (12): 1721–1727
20. Lederer W, Kopp M, Hahn O, Kurzthaler I, Traweger C, Kinzl J, Benzer A (2006) Post-duty psychomotor performance in young and senior anaesthetists. *Eur J Anaesthesiol* 23: 251–256
21. Franzen P.L, Siegle G.J, Buysse D.J. (2008) Relationship between affect, vigilance and sleepiness following sleep deprivation. *J Sleep Research* 17(1): 34–41
22. Pilcher JJ, Huffcutt AI (1996) Effects of sleep deprivation on performance: A meta-analysis. *Sleep* 19; 318–326
23. Petru R, Wittmann M, Nowak D, Birkholz B, Angerer P (2005) Effects of

working permanent night shifts and two shifts on cognitive and psychomotor performance. *Int Arch Occup Environ Health* 78: 109–16

24. Jank R (2005) Neuropsychologische Befunderhebung und Befunderstellung. In: *Klinische Neuropsychologie*. Springer Wien New York, pp 43–53
25. Winker R, Barth A, Ponocny-Seliger E, Pilger A, Osterode W, Rüdiger H

(2005) No cognitive deficits in men formerly exposed to lead. *Wien Klin Wochenschr* 117:755–760

26. Bortz J (2004) *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*, 6. Auflage. Berlin: Springer-Verlag
27. Schranz S, Osterode W (2009) Übungseffekte bei computergestützten psychologischen Leistungstests. *Wien Klin Wochenschr* 212:405–412

Abbildung 1a:
Mittelwerte \pm SD der zeitgerechten Reaktionen im Determinationstest DT in Abhängigkeit von den Testwiederholungen 1–4.
Anmerkungen: DT2: Modus Reaktion; o: „baseline“-Test; N = 10.

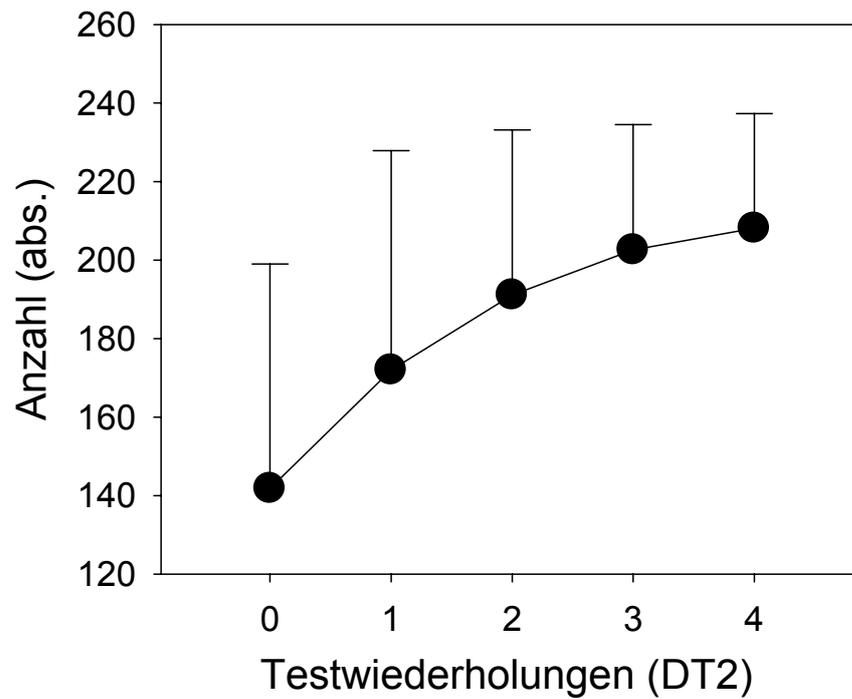


Abbildung 1b:
Mittelwerte der Mediane \pm SD der Reaktionszeiten im Determinationstest DT1 und DT2 in Abhängigkeit von den Testwiederholungen 1–4.
Anmerkungen: DT1: Modus Aktion (schwarzgefüllte Kreise); DT2: Modus Reaktion (offene Kreise).
o: „baseline“-Test; N = 10.

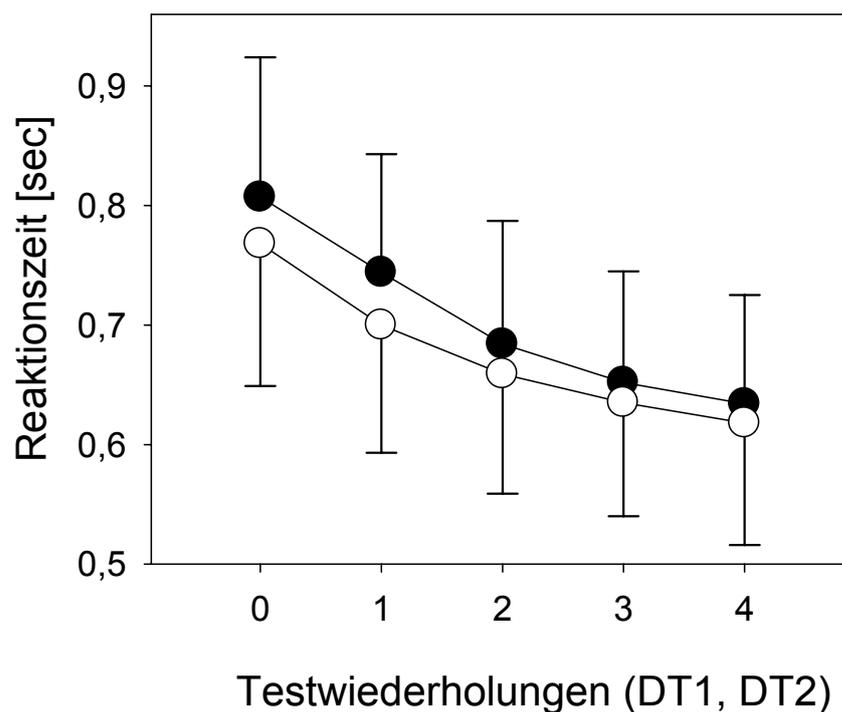


Abbildung 2: Individueller Verlauf der Anzahl der Bearbeiteten der Arbeitsleistungsserie ALS bei Testwiederholung aller 10 Probanden.

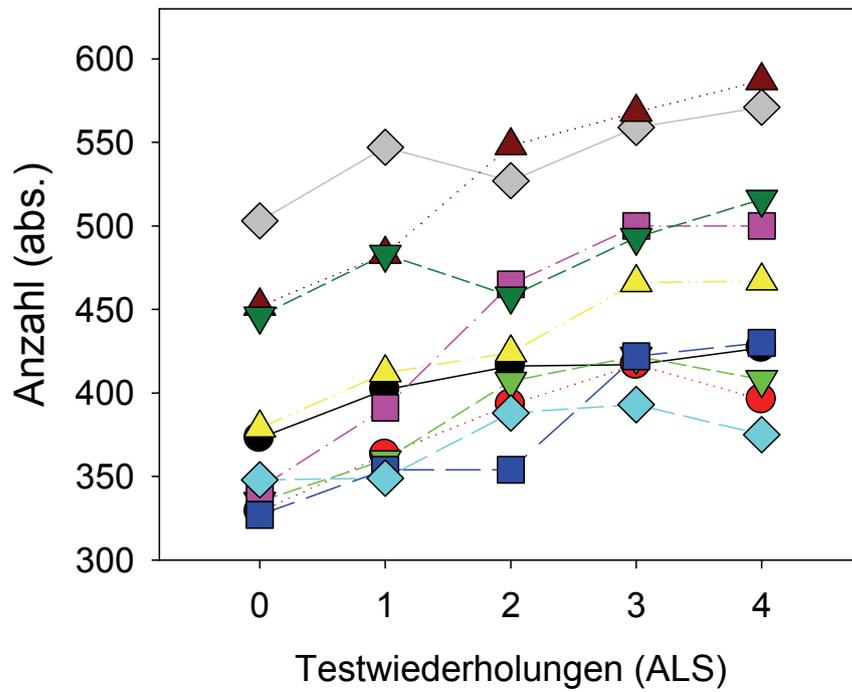


Tabelle 1: Testkennwerte Determinationstest DT1 und DT2 in den einzelnen Durchgängen. Anmerkungen: ZP: Zeitpunkt; DT1: Modus Aktion; DT2: Modus Reaktion; RZ: Reaktionszeit; M: Mittelwert der Mediane; SD: Standardabweichung; RG: Anzahl der richtigen Reaktionen; ZG: Anzahl der zeitgerechten Reaktionen. %: prozentualer Übungsgewinn pro Stufe.

ZP	DT 1 RZ	M	SD	%	DT 1 RG	M	SD	%	
1		0,807	0,11	-	360,3	46,54			
2		0,744	0,09	+7,80%	392,8	44,29		+9,02%	
3		0,684	0,10	+8,10%	408,2	47,11		+3,92%	
4		0,652	0,09	+4,67%	421,8	41,04		+3,33%	
5		0,634	0,09	+2,76%	424,4	38,99		+0,61%	
		DT 2 RZ			DT 2 ZG				
		0,768	0,11	-	141,8	57,21			-
		0,700	0,10	+8,94%	172,0	55,94			+21,29%
		0,659	0,10	+5,85%	191,1	42,12			+11,10%
		0,635	0,09	+3,64%	202,6	31,99			+6,01%
		0,618	0,10	+2,67%	208,1	29,29			+2,71%

Tabelle 2: Testkennwerte Arbeitsleistungsserie ALS in den einzelnen Durchgängen. Anmerkungen: ZP: Zeitpunkt; ALSB: Anzahl der Bearbeiteten; ALSF: Fehler (Prozenträge), M: Mittelwert; SD: Standardabweichung; %: prozentualer Übungsgewinn pro Stufe.

ZP	ALSB	M	SD	%	ALSF	M	SD	%
1		383,50	61,846	-	69,70	24,617		-
2		414,40	67,683	+8,05%	69,60	19,535		-0,1%
3		438,00	61,799	+5,69%	79,10	18,169		+13,4%
4		465,70	62,308	+6,32%	93,10	8,634		+17,6%
5		467,70	73,527	+0,42%	87,90	11,426		-5,5%

Tabelle 3:
 Tests der Innersubjekteffekte
 Determinationstest DT1 und
 DT2 und Arbeitsleistungsserie
 ALS korrigiert nach Greenhouse
 Geisser (GG). Anmerkungen:
 DT1: Modus Aktion; RZ:
 Reaktionszeit; RG: Anzahl der
 richtigen Reaktionen; DT2:
 Modus Reaktion; ZG: Anzahl
 der zeitgerechten Reaktionen;
 ALSB: Anzahl der Bearbeiteten;
 ALSF: prozentualer Anteil der
 fehlerhaften Lösungen an der
 Gesamtzahl der bearbeiteten
 Aufgaben; df: Anzahl der
 Freiheitsgrade; η^2 :
 partielles eta²; F:
 empirischer F-Wert; * p≤0.05.

	N=10	df	η^2	F	p
DT1 RZ		1,634 (GG)	0,864	57,293	0,000*
DT1 RG		1,502 (GG)	0,802	36,416	0,000*
DT2 RZ		1,637 (GG)	0,829	43,675	0,000*
DT2 ZG		1,543 (GG)	0,748	26,683	0,000*
ALSB		1,859 (GG)	0,763	29,041	0,000*
ALSF		2,055 (GG)	0,521	6,487	0,007*

Tabelle 4:
 Tests der Innersubjektkontraste
 Determinationstest DT1 und
 DT2 und Arbeitsleistungsserie
 ALS. Anmerkungen: DT1:
 Modus Aktion; RZ:
 Reaktionszeit; RG: Anzahl der
 richtigen Reaktionen; DT2:
 Modus Reaktion; ZG: Anzahl
 der zeitgerechten Reaktionen;
 ALSB: Anzahl der Bearbeiteten;
 ALSF: prozentualer Anteil der
 fehlerhaften Lösungen an der
 Gesamtzahl der bearbeiteten
 Aufgaben; df: Anzahl der
 Freiheitsgrade; Stufe:
 Testbearbeitung; * p≤0.05.

	df=1 N=10	Stufe 1→2	Stufe 2→3	Stufe 3→4	Stufe 4→5
DT1 RZ		0,000*	0,000*	0,018*	0,032*
DT1 RG		0,000*	0,019*	0,013*	0,040*
DT2 RZ		0,000*	0,001*	0,042*	0,090
DT2 ZG		0,000*	0,006*	0,039*	0,044*
ALSB		0,000*	0,053	0,001*	0,690
ALSF		0,174	0,843	0,003*	0,006*

Arbeits- und Organisationspsychologie

Was ist Arbeits- und Organisationspsychologie?

Arbeits- und OrganisationspsychologInnen werden an drei psychologischen Universitätsinstituten in Österreich ausgebildet, von den beiden Berufsverbänden (BÖP, GkPP) nach gemeinsamen Qualifikationskriterien zertifiziert und sind in Fachgremien, wie z.B. im Österreichischen Normungsinstitut, vertreten.

Ein Teil der Aufgaben der Arbeits- und Organisationspsychologie ist präventionszeitfähig nach dem ArbeitnehmerInnen-schutzgesetz.

Das ASchG sieht vor:

„... zumindest im Ausmaß der restlichen 25% der jährlichen Präventionszeit hat der AG je nach der in der Arbeitsstätte gegebenen Gefährdungs- und Bela-

stungssituation gemäß § 76 Abs. 3 bzw. 81 Abs. 3 beizuziehende sonstige geeignete Fachleute, wie Chemiker, Toxikologen, Ergonomen, insbesondere jedoch Arbeitspsychologen, oder die SFK und/oder die Arbeitsmediziner zu beschäftigen (§ 82a (5) Präventionszeit)“.

Das hat dreierlei Konsequenzen:

1. Aufgrund der zunehmenden Bedeutung von psychomentalen und sozioemotionalen Belastungen werden ArbeitspsychologInnen ausdrücklich genannt und damit als geeignete ExpertInnen ausgewiesen.
2. Ihr Tätigkeitsfeld im Sinne des ASchG ist ein präventives, nicht kuratives.
3. Ihr Einsatz ist je nach Gefährdungs- und Belastungssituation vorgesehen, also nicht obligatorisch, sondern fakultativ.

**SYLVIA
ROTHMEIER-KUBINECZ**
ARBEITS- UND
ORGANISATIONS-
PSYCHOLOGIN
AUVA, HAUPTSTELLE;
ABTEILUNG HUB
ADALBERT-STIFTER-
STRASSE 65
A-1201 WIEN
TEL.: +43 1 33 111/453
E-MAIL: SYLVIA.ROTH-
MEIER@AUVA.AT

Der abgebildete Holzschnitt verbildlicht eine „kreative Grenzerfahrung“ und ist eine seit vielen Jahren sehr beliebte Illustration. Dieses Bild ist wie geschaffen für die Versinnbildlichung menschlichen Erkenntnistrebens: Der Mensch ist durch sein kreatives Vermögen dazu fähig, Erfahrungs- und Erkenntnisgrenzen zu überwinden. Er dringt in eine für ihn „neue“ Welt vor. Der dargestellte Wanderer hat das Ende seines Erfahrungsraumes erreicht und ihn im selben Augenblick mit dem Risiko eines Absturzes erweitert.



Arbeitsintensität und Depression

Psychosoziale Belastungsfaktoren als berufliche Noxen

Die psychologische Arbeitsanalyse

Welche Aufgaben hat die Arbeits- und Organisationspsychologie?

Ziel der Arbeits- und Organisationspsychologie ist das Verändern und Einwirken.

Mit Präventionsmaßnahmen (Interventionen, „Therapie“) wird der Soll-Zustand hergestellt, was das Feststellen und Erfassen durch die Analyse („Diagnose“) des Ist-Zustandes voraussetzt. Dabei können der Aspekt der Organisation, der Gruppe, der Aufgabe oder jener des Individuums im Vordergrund stehen.

Die wichtigsten, in sich relativ geschlossenen Forschungs- und Praxisfelder sind nach Rosenstiel (2003:53):

- Die Aufgabe, in der es um die psychologische Arbeitsanalyse und um psychologische Arbeitsgestaltung geht.
- Das Individuum in der Organisation; hier geht es spezifisch um Fragen der Personalauswahl, z.B. mittels Eignungsdiagnostik, der Personalbeurteilung und der Personalentwicklung, z.B. durch Selektion oder Ausbildung.
- Die Arbeitsgruppe, innerhalb derer Führung und Interaktion in Organisationen thematisiert werden, z.B. durch Bildung einer „teilautonomen“ Arbeitsgruppe.
- Der organisatorische Rahmen; hier geht es um die Wahrnehmung und Bewertung der Gesamtorganisation durch ihre Mitglieder, z.B. mittels Messung des Organisationsklimas, sowie um psychologisch orientierte Veränderungen von Aufbau- und Ablauforganisation, z.B. durch Organisationsentwicklung.

Arbeit erhält gesund oder macht krank

Arbeit erhält gesund oder macht krank, je nachdem ob wir gesundheitsförderlichen oder krankmachenden Arbeitsbedingungen ausgesetzt sind. Das hat die Forschung beginnend mit den Whitehall-Studien I und II (Sir Michael Marmot; 1967, 1985) und den nachfolgenden epidemiologischen Langzeitstudien eindrucksvoll nachgewiesen. Für zahlreiche Merkmale der Arbeitssituation (Arbeitstätigkeiten, Arbeitsaufgaben, die Arbeitsorganisation ...) konnte dieser Zusammenhang nachgewiesen werden. Die Auswirkungen krankmachender Merkmale der Arbeitssituation reichen von Befindlichkeitsstörungen

körperlicher und/oder psychischer Art und einem erhöhten Unfallrisiko durch einen Anstieg der Fehlerhäufigkeit bis zu schweren psychischen, psychosomatischen oder körperlichen Erkrankungen.

Um ein aktuelles Beispiel zu nennen: Je höher die objektiv bewertete Arbeitsintensität ist, desto häufiger tritt Depression und Depressivität auf (Rau, Gebele, Morling und Rösler, 2010).

Oft ist der Zeitfaktor ausschlaggebend, wie lange wir den belastenden Arbeitsbedingungen schon ausgesetzt sind, ob lediglich unsere Befindlichkeit gestört ist oder es zu auch körperlich messbaren Auswirkungen kommt. Ein Faktor, der aufgrund der sich verlängernden Lebensarbeitszeit eine nicht unerhebliche Rolle spielt. Welche der Auswirkungen dann erfassbar sind, hängt vom Zeitpunkt der Erhebung/Messung z.B. im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ab. Psychosoziale Belastungsfaktoren sind „Noxen“ wie chemisch-physikalische, die nicht nur das subjektive Wohlbefinden beeinträchtigen, sondern langfristig verschiedene Organsysteme des menschlichen Körpers schädigen (allostatic load) wie beispielsweise Bruce McEwen, ein amerikanischer Neurobiologe von der Rockefeller-Universität in New York, nachweisen konnte.

Im Zusammenhang mit arbeitsbedingten Erkrankungen ist es daher für die Prävention von entscheidender Bedeutung, genau jene Arbeitsmerkmale und Arbeitsbedingungen sowie deren Wechselwirkungen zu identifizieren, die daran maßgeblich Einfluss haben. So können sowohl kurz- als auch langfristige Auswirkungen vorhergesagt werden. Je früher die Gefährdungsbeurteilung erfolgt, desto eher können Fehlbeanspruchungsfolgen und/oder psychische, psychosomatische oder körperliche Erkrankungen verhindert werden.

Zu den Methoden der Arbeits- und Organisationspsychologie gehört u.a. die psychologische Arbeitsanalyse.

Arbeits- und OrganisationspsychologInnen sind ausgebildet, entsprechende Arbeitsanalyseverfahren auszuwählen, die valide Vorhersagen für Fehlbeanspruchungsfolgen aufgrund einer objektiven Belastungssituation ermöglichen oder valide Vorhersagen von psychosomatischen Beschwerden ermöglichen.

Verhalten in bestimmten Zusammenhängen

Die Ergebnisse sind entweder unabhängig davon zu interpretieren wer den Arbeitsplatz innehat (oder haben wird), oder können auch abhängig von den Personen sein, was bei bestimmten Fragestellungen explizit erwünscht ist, bei anderen nicht. Für die Gefährdungsbeurteilung kommt meist eine Kombination der Verfahren zum Einsatz.

Arbeits- und OrganisationspsychologInnen können die (oft komplexen) Ergebnisse fachgerecht interpretieren, Gestaltungsempfehlungen abgeben und die Umsetzung der Verbesserungsvorschläge in Form von arbeitspsychologischen Interventionen begleitend durchführen.

Um zusätzlich festzustellen, ob Auswirkungen in Form von Fehlbeanspruchungsfolgen und/oder psychischen, psychosomatischen oder körperlichen Erkrankungen bereits eingetreten sind, ist eine Kooperation mit Arbeitsmedizinerinnen und Arbeitsmedizinern von großer Bedeutung. Im präventiven Ansatz geht es aus arbeits- und organisationspsychologischer Sicht darum, festzustellen, ob ihre Verursachung durch die Arbeitsbedingungen nachzuweisen ist. Dazu können zu den oben erwähnten Verfahren zusätzlich entsprechende subjektive Daten zu einer möglichen Fehlbeanspruchung erhoben und zur Interpretation herangezogen werden. Diese Daten können durch physiologische Kennzahlen (z.B. Herzfrequenzvariabilität, Blutdruck) objektiviert werden.

In der Regel geht man in der arbeits- und organisationspsychologischen Praxis von Gruppenmittelwerten als Kennwerte bzw. Normwerte aus. Ist eine arbeitsbedingte Verursachung nicht nachzuweisen, weil der entsprechende Kennwert nicht erreicht wird, bedeutet das keineswegs, dass nicht einzelne Personen trotzdem von psychischen oder psychosomatischen Problemen betroffen sind. Dafür kommen sowohl private Ursachen in Frage als auch andere Problemstellungen der Arbeits- und Organisationspsychologie, die später zur Sprache kommen werden.

Für Betroffene ist ein kuratives Vorgehen mit einem individuellen Ansatz und einer fundierten Diagnose notwendig, was eine Betreuung durch eine klinische Psychologin oder einen klinischen Psychologen notwendig macht.

Zu den Auswirkungen arbeitsbedingter Belastungen zählt auch ein erhöhtes Un-

fallrisiko durch einen Anstieg der Fehlerhäufigkeit.

Die Fehlerforschung konzentriert sich heute auf das Erforschen von Verhalten in bestimmten Zusammenhängen. Verhaltensbeeinflussende Faktoren können aus der gesamten Arbeitssituation kommen. Komponenten des Arbeitssystems sind z.B. die Aufgabe, das System, Information, Kommunikation etc.

Um ein Beispiel zu nennen: Vermehrte Belastungen, die aus der Arbeitsaufgabe resultieren, erhöhen das Unfallrisiko (Nolting HD et al. 2002). Belastungen aus der Arbeitssituation können z.B. die Informationsdichte, Aufmerksamkeitsteilung oder mangelnder Handlungsspielraum bei hoher geforderter Anstrengung, sogenannte „high strain jobs“ sein.

Zu den Methoden der Arbeits- und Organisationspsychologie gehört u.a. die Ereignis- und Unfallursachenanalyse.

Alle Aspekte des Erlebens (Aufmerksamkeit, Konzentration, Wahrnehmung, Denken, Gefühle, Gedächtnis ...) führen schlussendlich zum erwünschten oder auch unerwünschten Verhalten. Der Mensch verarbeitet Informationen nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten, Fehler folgen daher denselben psychologischen Gesetzen wie „richtiges“ Verhalten. Dabei können uns andere Personen, Orte, Situationen oder Gegenstände entsprechende Informationen liefern, die unser Verhalten beeinflussen (siehe Überblick Rothmeier-Kubinecz; 2010).

Arbeitsbedingungen müssen also, so will es das ASchG, (mindestens) schädigungslos und beeinträchtigungsfrei sein.

Da der Einsatz von Arbeits- und OrganisationspsychologInnen je nach Gefährdungs- und Belastungssituation vorgesehen ist (ASchG § 82a (5) Präventionszeit), gibt es zahlreiche Checklisten und Screeningverfahren, die geeignet sind, den Handlungsbedarf anzuzeigen. Die Gefährdungsbeurteilung selbst sollte nur durch Arbeits- und OrganisationspsychologInnen erfolgen, da Checklisten und die meisten Screeningverfahren nicht geeignet sind, eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen.

Kooperation mit ArbeitsmedizinerInnen von großer Bedeutung

Die Gefährdungsbeurteilung sollte nur durch Arbeits- und OrganisationspsychologInnen erfolgen

Persönlichkeitsförderung im Vordergrund

Arbeit fördert unsere Persönlichkeit oder mindert unsere Fähigkeiten oder Fertigkeiten

Stand zu Beginn der arbeits- und organisationspsychologischen Gestaltungskonzepte der Arbeit noch das Kriterium der Wirtschaftlichkeit im Vordergrund und begnügte man sich in der Tayloristischen Rationalisierung („Scientific Management“ von F.W. Taylor; 1856–1915) noch mit dem Kriterium der Schädigungsfreiheit, so war das Kriterium in den Gestaltungskonzepten der Human Relations und der Aufgabenerweiterung Zufriedenheit und Wohlbefinden. Heute steht in modernen Individualisierungskonzepten die Persönlichkeitsförderlichkeit als Kriterium im Vordergrund (Ulich 2001:61).

Die Arbeit wirkt sich auf unsere Motivation, Zufriedenheit, Selbstwirksamkeit und Leistungsfähigkeit positiv oder negativ aus. Aufgabenspezifische und aufgabenunspezifische Belastungen in der Arbeit beanspruchen den Menschen aufgrund seiner individuell unterschiedlichen Leistungsfähigkeit unterschiedlich stark. Fähigkeiten und Fertigkeiten, berufsbezogene Lernfähigkeiten und Qualifikationen, die in der beruflichen Tätigkeit nicht oder weniger beansprucht werden, „verkümmern“.

Damit die Beanspruchung durch die Belastung bei der Arbeit nicht zu groß wird, müssen die Leistungsvoraussetzungen der Person den Anforderungen im Wesentlichen entsprechen.

Zu den Methoden der Arbeits- und Organisationspsychologie gehören u.a. die Berufseignungsdiagnostik und die Leistungsbeurteilung.

Die geeignete Personalauswahl und Ausbildung des Personals sind nicht nur persönlichkeitsförderliche Maßnahmen, sondern können auch präventive Maßnahmen sein, wenn sie geeignet sind Fehlbeanspruchungsfolgen zu vermeiden, die aus einer Über- oder auch Unterforderung resultieren.

Oftmals sind es ähnliche oder die gleichen Arbeitsmerkmale für die sich ein Zusammenhang mit Motivation, Zufriedenheit und Leistungsfähigkeit oder mit psychischer und körperlicher Gesundheit nachweisen lässt. Gesundheit und Persönlichkeitsförderlichkeit stehen daher nicht im Widerspruch und die systematische

Berücksichtigung solcher Erkenntnisse beinhaltet bedeutende Einsparungsmöglichkeiten, ohne das Kriterium Wirtschaftlichkeit in den Vordergrund zu stellen.

„Innerhalb der Arbeitspsychologie besteht auch weitgehend Übereinstimmung dahingehend, dass die Konzepte, die ursprünglich vor allem mit der Intention Arbeit persönlichkeitsförderlich zu gestalten, formuliert worden waren, zugleich entscheidende Elemente betrieblicher Gesundheitsförderung und gesundheitsförderlicher Arbeitsgestaltung sind. (Schuler 2004:238)

Eine entscheidende Frage im ArbeitnehmerInnenschutz ist nicht nur, was, sondern auch wie viel davon schädigt bzw. beeinträchtigt uns?

Der Mensch zeichnet sich durch hochgradige Individualität, Komplexität und ein Bewusstsein aus, dennoch gibt es allgemeine psychologische Gesetzmäßigkeiten, die unsere Leistungsgrenzen anzeigen. Eine dem Menschen angepasste Arbeitsgestaltung gewährleistet, dass wir unsere Leistungsgrenzen anerkennen.

Erhebungsinstrumente und Techniken der Arbeits- und Organisationspsychologie sind beispielsweise Arbeitsplatzbeobachtung und Beobachtungsinterviews oder schriftliche und mündliche Befragung in Form von Fragebögen oder Tests.

Die Anwendung einiger dieser Verfahren ist einfach, ihre korrekte Beurteilung jedoch äußerst komplex. Vor allem der unreflektierte Einsatz der Instrumente zur psychologischen Arbeitsanalyse und begriffliche Unschärfen schaffen Probleme. Die Eignung der Instrumente ist eng mit deren Einsatzzweck verbunden.

Werden entsprechend geeignete Instrumente zum Zweck der Analyse arbeitsbedingter psychischer Gesundheitsgefahren eingesetzt, geht es um eine Anpassung der Arbeit an den Menschen nach psychologischen Kriterien (neben den physiologischen oder anatomischen Kriterien) an die für den Menschen typischen Gesetzmäßigkeiten. Die meisten zur Arbeitsanalyse geeigneten Verfahren haben Normen oder Grenzwerte, die Kennwerte für das festgelegte Kriterium liefern, so wie sie aus der Allgemeinen Psychologie bekannt

Individuelle Leistungsvoraussetzungen müssen den Anforderungen entsprechen

Anpassung der Arbeit an den Menschen

Zu viel, aber auch zu wenig ist schlecht

sind. Das sind z.B. Gesetze der Informationsverarbeitung, der Wahrnehmung oder der Merkfähigkeit. Dabei zeigt sich in vielen Bereichen des Erlebens ein kurvilinearer Zusammenhang mit den Tätigkeitsmerkmalen (z.B. „Vitaminmodell“ von Warr; 1994).

Zu viel davon, aber auch zu wenig davon ist mit negativen Beanspruchungsfolgen verbunden (nach Nedess und Meyer, 2001).

Arbeits- und OrganisationspsychologInnen kennen die den Kennwerten zugrunde gelegten wissenschaftlichen Konzepte.

Kriterien, nach denen Arbeitstätigkeiten bewertet werden, sind u.a. die Beeinträchtigungsfreiheit oder die Verhinderung des Persönlichkeitsabbaus. Dafür müssen die Kriterien eindeutig definiert sein und der Forschungsgegenstand einer Messung zugänglich sein – mit allen damit behafteten Problemen.

Bisher haben wir uns mit jenen Kriterien befasst, die den Mindeststandard im ASchG darstellen.

Ein erweitertes Verständnis von ArbeitnehmerInnenschutz und Gesundheitsförderung betrachtet Bedingungen für Gesundheit auf einem Kontinuum und schließt die gesundheitsförderliche und persönlichkeitsförderliche Ausprägung in ihre Bewertungskriterien mit ein.

Für die fachgerechte Interpretation ist es von Bedeutung, das Kriterium und ihren messtheoretischen und/oder methodischen Hintergrund zu kennen.

Arbeits- und OrganisationspsychologInnen wählen passende Instrumente und Verfahren aufgrund von fachlichen Kriterien, der erforderlichen Präzisionsstufe nach ÖNORM-EN-ISO 10073-3, den beabsichtigten Interventionen bzw. deren Gestaltungsziel und ihrem wissenschaftstheoretischen Hintergrund aus.

Mehrwert Psychologie

Psychologinnen und Psychologen bringen ihre Kenntnisse in viele Anwendungsgebiete ein. Klinische PsychologInnen z.B. beschäftigen sich mit der psychologischen Diagnostik, der Beratung und der klinisch-psychologischen Behandlung von psychischen Erkrankungen bzw. dem psychischen Aspekt von körperlichen Erkrankungen. Arbeits- und OrganisationspsychologInnen befassen sich mit Personalauswahl und der Organisations- und Personalentwicklung sowie der Analyse, Bewertung und Gestaltung von Arbeitsbedingungen und ihren Merkmalen und der Wechselwirkung von Individuen und Organisation.



Entwurf: Rothmeier-Kubinecz
Grafik: Friederike Böhm

Arbeits- und Organisationspsychologische Interventionstechniken sind z.B. der theoretische Input, Gestaltungsworkshops, Trainings, Coachings, Supervision, Seminare, Moderation und die Beratung vor allem der Führungskräfte in Hinblick auf gesundheitsförderliches Vorgesetztenverhalten oder eine persönlichkeitsförderliche Organisation und die Begleitung von Veränderungsprozessen.

Die Arbeits- und Organisationspsychologie greift wie jede andere Anwendungswissenschaft auf allgemeine und spezielle Grundlagen und Methoden der Psychologie zurück.

Gemeinsames Ziel aller Anwendungsgebiete (Klinische Psychologie, Gesundheitspsychologie und Arbeits- und Organisationspsychologie) ist es, die Lebensqualität der Menschen aufgrund dieser Erkenntnisse zu verbessern.

Literatur

ArbeitnehmerInnenschutzgesetz – ASchG mit Anmerkungen (2006). Merkblatt Mo30. 9. aktualisierte Auflage. Wien. Allgemeine Unfallversicherungsanstalt AUVA.

Marmot, M. (2005). Status Syndrome. How your social standing directly affects your health. London. Bloomsbury Publishing.

McEwen, B.S., Lasley E.L (2003). The End of Stress as we know it. Washington D.C. (National Academic Press).

McEwen, B.S. (1998a). Protective and damaging effects of stress mediators. N Eng. J Med 338 (3), 171–179.

Nedess und Meyer (2001). In: Zeitschrift „angewandte Arbeitswissenschaft“ Ausgabe Nr.167 von 03/2001. 1–15.

Nolting, HD et al. (2002). Psychischer Stress ... Gesundheitswesen, 64; 25–32.

ÖNORM-EN-ISO 10075-3. (2004). Grundsätze und Anforderungen an Verfahren zur Messung und Erfassung psychischer Arbeitsbelastung.

Rau, R., Gebele, N., Morling, K., Rösler, U.(2010). Untersuchung arbeitsbedingter Ursachen für das Auftreten von depressiven Störungen. 1. Auflage. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

Rosenstiel, Lutz v.. (2003). Grundlagen der Organisationspsychologie. 5. Auflage. Stuttgart. Schäffer-Poeschel Verlag.

Rosenstiel, Lutz v., Molt, W., Rüttinger, B. (2005). Organisationspsychologie. 9., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart. W.Kohlhammer Verlag.

Rothmeier-Kubinecz, S. (2010). AUVA (Hrsg.) Der Faktor Mensch im Unfallgeschehen. Sichere Arbeit. Bohmann Druck und Verlag Gesellschaft m.b.H&Co.KG; 28–33.

Schuler, H. (Hrsg.)(2004). Lehrbuch Organisationspsychologie. 3.,vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Bern. Hans Huber.

Ulich, E. (2001). Arbeitspsychologie. 5., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Zürich:vdf, Hochschulverlag an der ETH Zürich, Stuttgart. Schäfer-Pöschel Verlag.



bmask

BUNDESMINISTERIUM FÜR
ARBEIT, SOZIALES UND
KONSUMENTENSCHUTZ

DIE ZENTRAL-ARBEITSINSPEKTION INFORMIERT



Gefährliche Arbeitsstoffe – bewusst, sicher!

Eine Kampagne der europäischen Arbeitsinspektionen

ELSBETH HUBER
ABT. ARBEITSMEDIZIN &
ARBEITSHYGIENE
SEKTION VII – ARBEITS-
RECHT UND ZENTRAL-
ARBEITSINSPEKTORAT
BUNDESMINISTERIUM
FÜR ARBEIT, SOZIALES
UND KONSUMENTEN-
SCHUTZ, FEDERAL
MINISTRY OF LABOUR,
SOCIAL AFFAIRS AND
CONSUMER
PROTECTION,
A-1040 WIEN,
FAVORITENSTRASSE 7
TEL.: +43 (01)
71100-6381
FAX: +43 (01)
7110093-6381
E-MAIL: ELSBETH.
HUBER@BMASK.GV.AT
HTTP://WWW.ARBEITS
INSPEKTION.GV.AT
HTTP://WWW.BMASK.
GV.AT
HTTP://OSHA.EU.INT

Von 15. September bis 31. Dezember 2010 führt die Arbeitsinspektion eine Schwerpunktaktion zu gefährlichen Arbeitsstoffen durch. Dabei handelt es sich um eine Informations- und Inspektionskampagne, die vom Ausschuss hoher Arbeitsaufsichtsbeamter (SLIC – Senior Labour Inspectors Committee) EU-weit organisiert wird.

Gemeinsam ist in allen Mitgliedstaaten der Europäischen Union, dass man sich im Rahmen dieser Kampagne auf die Gefährdungsbeurteilung von Arbeitsstoffen (die so genannte Arbeitsstoffevaluierung) konzentriert. Unterschiede gibt es jedoch bei den Branchen, die beleuchtet werden. Während Arbeitsinspektionen in anderen EU-Ländern auf das Bäckereigewerbe, die Reinigungsbranche oder die Möbelerzeugung setzen, stehen in Österreich die Kfz-Werkstätten im Mittelpunkt.

In diesen Betrieben ist das Niveau des Arbeitnehmer/innenschutzes sehr unterschiedlich, aber auch Zahl und Art der verwendeten Arbeitsstoffe gehen weit auseinander. Bei der Inspektionskampagne stehen Isocyanate, Lösemittel, Schweißrauch, Motorenabgase und Öle im Mittelpunkt. Die Zielgruppe sind kleine und mittlere Werkstätten.

Beginnend mit September werden also in ganz Österreich speziell geschulte Arbeitsinspektorinnen und Arbeitsinspektoren mehr als 200 Kfz-Betriebe aufsuchen und dort Beschäftigte und Arbeitgeber/innen im richtigen Umgang mit gefährlichen Arbeitsstoffen beraten. Eine aussagekräftige Arbeitsstoffevaluierung unterstützt die Betriebe beim Risikomanagement!

Informationen über die Kampagne sowie zu den gesetzlichen Grundlagen und eine Anleitung zur Arbeitsstoffevaluierung finden sie hier:

<http://www.arbeitsinspektion.gv.at/AI/Arbeitsstoffe/Arbeitsstoffevaluierung/default.htm>

„Gesunde Arbeitsplätze – sichere Instandhaltung“

Dies ist eine weitere europaweite Kampagne, deren Ziel in den nächsten zwei Jahren darin bestehen wird, durch die Förderung eines integrierten und strukturierten Konzepts für die Instandhaltung auf gesunde und sichere Arbeitsplätze hinzuwirken.

Instandhaltung wird nicht ausschließlich von Monteur/innen und Mechaniker/innen durchgeführt. Sie fällt in den Zuständigkeitsbereich fast aller Arbeitnehmer/innen in jedem Sektor und wird in fast jedem Arbeitsumfeld ausgeführt. Weiter stellt sie oft eine gefährliche Tätigkeit dar.

Jede/r Arbeitnehmer/in, der/die Instandhaltungsarbeiten ausführt, könnte größeren Gefährdungen ausgesetzt sein als der/die durchschnittliche Arbeitnehmer/in. Zu diesen Gefahren gehören unter anderem:

physikalische Gefahren – Lärm, Vibrationen, extreme Temperaturen, Strahlung, starke körperliche Arbeitsbelastung, Kontakt mit herabfallenden Teilen oder beweglichen Maschinenteilen, Arbeit in großer Höhe oder in engen Räumen;

**Richtiger Umgang
mit gefährlichen
Arbeitsstoffen**

Hohes Infektionsrisiko

chemische Gefahren – Arbeit mit Asbest, Exposition gegenüber anderen Gefahrstoffen, insbesondere bei der Arbeit in geschlossenen Räumen;

biologische Gefahren – Exposition gegenüber Bakterien wie Legionella pneumophila und Hepatitis-A- und Hepatitis-B-Viren;

psychosoziale Gefahren – nachteilige Auswirkungen schlechter Arbeitsorganisation, langer oder gesellschafts- und familienfeindlicher Arbeitszeiten.

Am 14. Oktober 2010 findet dazu die **Fachveranstaltung „sichere Instandhaltung“** in Wien statt.

In Arbeitsgruppen werden u.a. die Themen „Prävention“, „Einbindung von Fremdfirmen“ und „Instandhaltung – von ungeplant bis geplant“ näher erörtert.

Zielgruppe sind Sicherheitsfachkräfte, Arbeitsmediziner/innen, Sicherheitsvertrauenspersonen und Personen, die im Arbeitsschutz oder in der Instandhaltung tätig sind oder daran interessiert sind.

Den Folder zur Europäischen Kampagne zur sicheren Instandhaltung finden Sie auf der Webseite der Arbeitsinspektion.

http://www.arbeitsinspektion.gv.at/AI/Arbeitsstoffe/Arbeitsstoffevaluierung/eval_010.htm

Eine EU-Richtlinie zur Vermeidung von Nadelstichverletzungen

Im März 2010 hat der Rat der Europäischen Union die **Richtlinie 2010/32/EU** zur Vermeidung von Verletzungen durch scharfe/spitze Instrumente im Krankenhaus- und Gesundheitssektor beschlossen. Diese ist mit Juni 2010 in Kraft getreten. Die Umsetzungsfrist muss bis Mai 2013 erfolgen.

Nadelstichverletzungen sind gefährlich, häufig, teuer und vermeidbar!

Stich- und Schnittverletzungen stellen eine der größten Gefahren für Beschäftigte im Gesundheitswesen dar. Nadelstichverletzungen bzw. Verletzungen durch spitze/scharfe Instrumente bringen für die Betroffenen das Risiko einer Übertragung

von Infektionskrankheiten wie Hepatitis B, Hepatitis C, HIV mit sich.

Die Richtlinie gilt für alle Arbeitgeber/innen im Krankenhaus- und Gesundheitsbereich (inkl. Zahnärzt/innen und Pflegeberufe) und regelt u. a. folgende Pflichten:

1. Festlegung und Umsetzung sicherer Verfahren für den Umgang mit scharfen/spitzen medizinischen Instrumenten und kontaminierten Abfällen und für deren Entsorgung und Einführung sachgerechter Entsorgungsverfahren sowie deutlich gekennzeichnete und technisch sicherer Behälter für die Entsorgung scharfer/spitzer medizinischer Instrumente und Injektionsgeräte.
2. Vermeidung unnötiger Verwendungen scharfer/spitzer Instrumente durch Änderung der Verfahren auf der Grundlage der Ergebnisse der Risikobewertung sowie Bereitstellung medizinischer Instrumente mit integrierten Sicherheits- und Schutzmechanismen.
3. Verbot des Wiederaufsetzens der Schutzkappe auf die gebrauchte Nadel (Verbot des RECAPPING).
4. Bei der Risikobewertung und bei der Festlegung eines umfassenden Präventionskonzeptes sind Technologie, Arbeitsorganisation, Arbeitsbedingungen, Qualifikationsniveau, arbeitsbezogene psychosoziale Faktoren sowie der Einfluss von Faktoren der Arbeitsumgebung zu berücksichtigen.

Ziel ist also die Sicherheit und den Gesundheitsschutz für Beschäftigte im Gesundheitswesen durch eine integrierte Herangehensweise zur Bewertung und Vermeidung von Risiken zu verbessern und die Zahl an Stich- und Schnittverletzungen (insbesondere die Zahl der Nadelstichverletzungen) durch den Einsatz sicherer Instrumente zu reduzieren.

Die Richtlinie sowie ein Leitfaden der Europäischen Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung hinsichtlich Nadelstichverletzungen finden Sie hier: http://www.arbeitsinspektion.gv.at/AI/Arbeitsstoffe/biologische/nadelstich_010.htm.

Verfahrensänderungen auf Basis der Ergebnisse der Risikobewertung

Umsetzungsfrist bis Mai 2013

Stich- und Schnittverletzungen stellen eine der größten Gefahren für Beschäftigte im Gesundheitswesen dar

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:

Institut für Arbeitsmedizin der Medizinischen Universität Wien
Währinger Gürtel 18–20, A-1090 Wien
Österr. Gesellschaft für Arbeitsmedizin, AMD Linz
Kaplanhofstraße 1, A-4020 Linz

Redaktion:

Dipl.-Ing. Alexander Pilger (Chefredakteur)
Doz. Dr. Robert Winker (Stv. Chefredakteur)

Abteilung Arbeitsmedizin der Med. Universität Wien
Währinger Gürtel 18–20, A-1090 Wien
Tel.: 01 40 400-4718 • e-mail: alexander.pilger@meduniwien.ac.at

Druck:

Facultas Verlags- und Buchhandels AG
Berggasse 5, A-1090 Wien
Tel.: 01 310 53 56 • Fax: 01 310 53 56-45 • www.facultas.at

Offenlegung nach § 25 Mediengesetz

