

- <sup>1</sup> Lehrstuhl für Hygiene und Ökologie No. 2, Charkower Nationale Medizinische Universität  
- Lehrstuhl für Innere- und Berufskrankheiten, Charkower Nationale Medizinische Universität  
<sup>3</sup> Bereich Arbeitsmedizin, Medizinische Fakultät, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

## Beurteilung der Arbeitsbedingungen bei der Lederherstellung in der Ukraine

Igor Zavgorodnij<sup>1</sup>, Walerij Kapustnik<sup>2</sup>, Sabine Darius<sup>3</sup>, Irina Böckelmann<sup>3</sup>

*I. Zavgorodnij, W. Kapustnik, S. Darius, I. Böckelmann: Beurteilung der Arbeitsbedingungen bei der Lederherstellung in der Ukraine. Zbl Arbeitsmed 62 (2012) 76-85*

*Schlüsselwörter: Lederherstellung - Arbeitsbedingungen - Clustering*

*Zusammenfassung*

Die moderne Lederherstellung ist ein Komplex von technologischen Linien mit einer komplizierten mehrstufigen Verarbeitung natürlicher Rohstoffe und Halbfabrikate aus Leder. Diese Verarbeitung ist mit mechanischen, thermischen oder physikalisch-chemischen Prozessen verbunden. Die Besonderheit von vielen modernen Industrien, dazu gehört auch die Lederherstellung, besteht darin, dass hier ein multifaktorieller Einfluss von schädlichen Faktoren im Arbeitsprozess und ihrer kombinierten Wirkung auf den Menschen stattfindet. Technologische Besonderheiten bestimmter einzelner Stadien des Produktionsprozesses sind verantwortlich für Unterschiede in den Arbeitsbedingungen und für die Entstehung spezifischer, individueller Komplexe von ungünstigen Faktoren. Sehr relevant in Bezug auf die Beurteilung der Auswirkungen von komplexen Faktoren auf den menschlichen Körper ist der methodische Einsatz der Einschätzung des Einflusses des Gesamtkomplexes aller Faktoren, der Faktoren im Einzelnen und deren kombinierten Wirkungen auf den Organismus.

Die wissenschaftliche Ausarbeitung von Arbeitsschutz- und Präventionsmaßnahmen in der Produktion mit einem mehrstufigen technologischen Schema muss über Datensystematisierung der Arbeitsbedingungen im Betrieb als Ganzes und in einzelnen Etappen durchgeführt werden. Außerdem soll die Erforschung der Gesetzmäßigkeiten der Entstehung ungünstiger Faktorenkomplexe durchgeführt werden, dabei sollen die wichtigsten beruflichen Faktoren bestimmt und berücksichtigt werden.

Anliegen dieser Arbeit ist die Systematisierung der Eigenschaften des Produktionsprozesses in der Lederproduktion mittels gezielter Datenanalyse über die hygienischen Arbeitsbedingungen und Belastungsfaktoren an solchen Arbeitsplätzen.

Es wurde gezeigt, dass die Systematisierung der Arbeitsbedingungen in der modernen Produktion von natürlichem Chromleder mittels Clusteranalyse es erlaubt, die Arbeitsprozesse zu klassifizieren und homogene Gruppen von Arbeitsschritten herauszubilden. Die nachfolgende Aufteilung der wichtigsten Faktoren in der Produktion im Ganzen und für einzelne Prozessgruppen mittels Regressionsanalyse erlaubt Rückschlüsse auf die Arbeitsbedingungen. Es wurde festgestellt, dass im gesamten Produktionsprozess die wichtigsten Faktoren Oberkörpervorneigung (als ein Indikator der Körperhaltung, die die Belastung der Wirbelsäule beeinflusst bzw. als ein Indikator für die Arbeitsschwere) und die Dauer der Überwachungstätigkeit (ein Maß für die Intensität des Arbeitsprozesses) sind.

### Work environment complex of natural leather production in Ukraine

*I. Zavgorodnij, W. Kapustnik, S. Darius, I. Böckelmann: Work environment complex of natural leather production in Ukraine. Zbl Arbeitsmed 62 (2012) 76-85*

*Keywords: leather industry - work environment - clustering*

*Abstract*

Contemporary leather industry is a complex of technological lines with a complicated multi-level processing of natural raw leather and semi-processed materials associated with mechanical, thermal, or physico-chemical influence. Modern industries (including natural leather production) are characterized by multi-factor influence on the organism of the workers with

*Die Autoren:*

*Prof. Dr. med. Igor Zavgorodnij m Kharkiv National Medicals University m 4, Lenin Av. a Kharkiv, 61022 m Ukraine*

*Prof. Dr. med. Walerij Kapustnik a Kharkiv National Medicals University a 4, Lenin Av. a Kharkiv, 61022 a Ukraine*

*Dr. med. Sabine Darius a Bereich Arbeitsmedizin a Medizinische Fakultät a Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg a Leipziger Str. 44 a 39120 Magdeburg a Germany*

*PD Dr. med. Irina Böckelmann a Bereich Arbeitsmedizin a Medizinische Fakultät a Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg • Leipziger Str. 44 • 39120 Magdeburg • Germany*

formation of a complex of harmful factors of the manufacturing process and their combined influence on the humans. The technological peculiarities of separate stages of the manufacturing process are responsible for the differences in the working environment and formation of special individual totalities (complexes) of unfavorable factors. The problem of determining the contribution of the complex as a whole, as well as separate factors and their combinations, to formation of the respective organism reactions is important from the perspective of assessment of the influence of the complex of factors on the human organism. Therefore, preventive measures in industries with a multilevel technical plan should be developed based on systematization of the findings about the working environment both at the place of production as a whole and at its separate stages, determining the regularities of formation of the complex of unfavorable factors and main occupational factors. Thus, a special hygienic systematization of the production process characteristics with the use of the methods of systemic analysis of the findings of sanitary-hygienic work environment in natural leather production is meant.

It is shown that systematization of the results of investigation of work environment in modern natural leather industry using cluster analysis allowed to classify the manufacturing operations and to form uniform groups of operations. The latter are grouped by the criterion of similarity of sanitary-hygienic conditions of work at performing various operations, and consequently similarity of main unfavorable production factors. Determing main factors using regression analysis both in the industry as a whole and in the groups of technological operations allowed differential approach to the analysis of the findings about the work environment. It was established that main factors of the manufacturing process were the parameters of the number of the body bends during a shift (the parameter of the manufacturing process hardness) and duration of concentrated observation (the parameter of manufacturing process intensity).

## Einleitung

Die moderne Lederherstellung stellt einen Komplex von technologischen Linien mit einer komplizierten mehrstufigen Verarbeitung natürlicher Rohstoffe und Halbfabrikate aus Leder dar. Diese Verarbeitung ist mit mechanischen, thermischen oder physikalisch-chemischen Wirkungen auf die Rohstoffe oder das Halbfertigprodukt verbunden.

Auf den in einem einzigen technologischen Prozess vereinten und trotzdem voneinander getrennten technologischen Linien der Herstellung von Chromleder, Sohlenleder, Juchtenleder und anderen Lederarten realisiert man etliche Dutzend unterbrochener betrieblicher Operationen bzw. Arbeitsprozesse (insgesamt mehr als 30). Diese Operationen werden unterteilt in die, die als grundlegend betrachtet werden, und die, die nach Kriterien des fertigen Produkts (Chromleder, Sohlenleder und Juchtenleder) bzw. nach Art der Arbeit (z.B. Gerberei-, Trocknerei- und Abschlussarbeiten) klassifiziert werden, sowie in Operationen für die Verarbeitung der Nebenprodukte in der Primärproduktion (Lebedev & Tarasov 1974; Sinitsina 1977, 1982).

Die Besonderheit von vielen modernen Industrien, dazu gehört auch die Lederherstellung, ist der multifaktorielle Einfluss auf den Organismus durch die komplexe Bildung von schädlichen Faktoren im Arbeitsprozess und ihrer kombinierten Wirkung (Kundiev et al. 1997).

Technologische Besonderheiten bestimmter Stadien des Produktionsprozesses sind verantwortlich für Unterschiede in den Arbeitsbedingungen und die Entstehung spezifischer, individueller Komplexe von ungünstigen, schädlichen Faktoren. Sehr relevant in Bezug auf die Beurteilung der Auswirkungen von komplexen Faktoren auf den menschlichen Körper ist der methodische Einsatz der Einschätzung des Einflusses des Gesamtkomplexes aller Faktoren, der Faktoren im Einzelnen und deren kombinierter Wirkungen bei der Entstehung bestimmter Reaktionen des Organismus (Kundiev et al. 1993).

Deshalb muss die wissenschaftliche Ausarbeitung von Arbeitsschutz- und Präventionsmaßnahmen in der Produktion mit einem mehrstufigen technologischen Schema über die Datensystematisierung der Arbeitsbedingungen und Belastungen im Betrieb als Ganzem und in einzelnen Etappen durchgeführt werden. Außerdem sollen Gesetzmäßigkeiten der Entstehung ungünstiger Faktorenkomplexe erforscht werden, dabei sollen die wichtigsten beruflichen Faktoren bestimmt und berücksichtigt werden.

Anliegen dieser Arbeit ist die Systematisierung der Eigenschaften des Produktionsprozesses in der Lederherstellung mittels systematischer Datenanalyse der hygienischen Arbeitsbedingungen und Belastungen an solchen Arbeitsplätzen.

## Literaturstand

In der angewandten Forschung auf den Gebieten der Arbeitsmedizin und der Arbeitssicherheit wurden verschiedene Ansätze der mathematischen Modellierung zur Systematisierung bestimmter Phänomene oder erhobener Daten erfolgreich getestet (Sorokin 1999, Kaptsov et al. 1997).

Der Einsatz mathematischer Methoden der Systematisierung ist gut für die Objektivierung der Ergebnisse geeignet. Als Beispiel sei die Verarbeitung einer Reihe von Wasserqualitätsparametern mit Hilfe der Faktorenanalyse genannt, die zahlreiche Einzelkomponenten in komplexe Faktoren gruppiert (Krasovskij & Vorobiev 1998). In einer Reihe von Forschungsprojekten gibt es vereinzelte Versuche zur Systematisierung und Gruppierung von Objekten mit Hilfe von Clusteranalysen. In der Arbeit von Wetscherko et al. (1993) wurde die Clusteranalyse in Verbindung mit der Faktorenanalyse und der Hauptkomponentenanalyse als Methode zur Verwirklichung des Grundsatzes der Systematisierung der untersuchten Parameter verwendet. In anderen Studien werden auch Cluster mit anschließender Auswertung der Schwere der Erkrankung und Behandlung zur Vorhersage gebildet (Grebennikov et al. 1992; Bordyushkov & Maljutina 1983; Vasilenko et al. 1996; Psjadlo 2002; Berdnik et al. 1998). Bekannt sind außerdem Beispiele der Vor-

hersage zulässiger Einsatzstunden für Arbeitnehmer mit verschiedenen Ebenen der Hitzeempfindlichkeit in Abhängigkeit von arbeitshygienischen Parametern der Produktionsumgebung mit Hilfe der Regressionsanalyse (Zhuchenko 1993) sowie die Bewertung des Einflusses einzelner Faktoren des Arbeitsprozesses auf die Überlastung des neuromuskulären Systems mittels multipler Regressionsanalyse (Shardakova et al. 1998).

Angesichts obengenannter Fakten wurde von uns der Versuch unternommen, die Datenanalyse zu Arbeitsbedingungen bei der Produktion von natürlichem Chromleder mit multivariaten Mitteln der mathematischen Analyse im Vergleich zu Ergebnissen des klassischen deskriptiven Ansatzes für die arbeitshygienische Beurteilung der Arbeitsbedingungen und Belastungen zu systematisieren.

## Methodik

Die Entwicklung des integralen Index (wird später definiert) der 18 Arbeitsbedingungen und Belastungsfaktoren bei der Herstellung von Chromleder enthielt eine Beschreibung für jeden Vorgang des technologischen Prozesses, z.B. für die Arbeitsumgebung (Lufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Luftgeschwindigkeit, Industrie- und Gewerbelärm), die Arbeitsschwere (physische dynamische Belastung, Lastgewicht, statische Belastung, die Oberkörpervorneigung bis zu 30° und die Zeit in dieser Körperhaltung), die Beanspruchung (Dauer der Überwachungstätigkeit, Aufgabendichte, Anzahl der sich wiederholenden Elemente, Dauer der Prozessoperationen und der Arbeitsschicht) sowie das Vorhandensein von chemischen Faktoren und anderen Belastungsquellen wie z.B. Geräuschpegel (s. Tabelle 1). Unter dem Begriff Oberkörpervorneigung, der als ein Indikator der Körperhaltung, die die Belastung der Wirbelsäule beeinflusst bzw. als ein Indikator für die Arbeitsschwere betrachtet wird, versteht man das häufige Einnehmen von vorgeneigten Arbeitspositionen mit einem Rumpfneigungswinkel von 30° gegenüber der Senkrechten.

Als nächstes galt es, die erhaltenen absoluten Werte der Arbeitsumgebung mit

den zulässigen Werten der einzelnen Faktoren durch die Berechnung der relativen Abweichungen jeden Parameters von den zulässigen Werten zu vergleichen (s. Tabelle 2).

Die Berechnungen der relativen Abweichungen des äquivalenten Schallpegels, des äquivalenten Vibrationsniveaus, der Arbeitsschwere (Arbeitsleistung, Lastgewicht, Anzahl der Körperbeugungen, Körperbeugung bis 30°), der Belastungsindikatoren (Dauer der Überwachungstätigkeit und Dichte der Aufgaben) wurden mit Hilfe der Formel  $(F - D_{\max}) / F$  durchgeführt, wobei F der tatsächliche Wert ist und  $D_{\max}$  der maximale Wert.

Die Berechnung der relativen Abweichungen von Belastungs-/Beanspruchungsparametern (quantitative Leistung, Zeitdauer für die Bearbeitung der Arbeitsaufgaben) wurde unter Verwendung der Formel  $(D_{\min} - F) / F$  durchgeführt, wobei F der tatsächliche Wert ist und  $D_{\min}$  der minimale Wert des Index im akzeptablen Bereich.

Die relative Abweichung der Parameter Oberkörpervorneigung über 30° und Schichtarbeit (Arbeitsbedingungen bei Vorliegen eines Drei-Schicht-Systems oder bei unregelmäßiger Schichtarbeit mit Nachschicht) wurde als „1“ angenommen. Bei chemischen Faktoren (Vorhandensein einzelner chemischer Stoffe in Konzentrationen oberhalb des Grenzwertes im Arbeitsbereich) wurde die Abweichung als „1“ angenommen, bei mehreren chemischen Faktoren erfolgt deren Addition.

Mit diesen Verfahren wurden die Abweichungen von den zulässigen Werten für die einzelnen arbeitshygienischen Parameter (aus der Kategorie Arbeitsbedingungen, Belastungen oder Beanspruchungen) für jeden einzelnen Arbeitsprozess berechnet. Diese zahlreichen Berechnungen ergaben eine Datenbank, die die Werte der relativen Abweichungen der arbeitshygienischen Faktoren für jeden technologischen Arbeitsprozess umfasst.

Tabelle 1: Auflistung der Arbeitsbedingungen und Belastungsfaktoren

Parameter	Parameterbeschreibung
X <sub>1</sub>	Raumlufttemperatur
x <sub>2</sub>	relative Luftfeuchtigkeit
x <sub>3</sub>	Luftgeschwindigkeit
*4	Schallpegel dB
X <sub>5</sub>	äquivalenter Schallpegel dB(A)
x <sub>6</sub>	Arbeitsleistung
x <sub>7</sub>	Gewicht der transportierten Ladung
x <sub>8</sub>	statische Belastung
X <sub>9</sub>	die Anzahl der Körperbeugungen pro Arbeitsschicht
x <sub>10</sub>	Zeit in der Oberkörpervorneigung bis zu 30°
X <sub>u</sub>	Zeit in der Oberkörpervorneigung über 30°
X <sub>12</sub>	Dauer der Überwachungstätigkeit
X* <sub>13</sub>	Dichte der Aufgaben innerhalb einer Stunde
X <sub>14</sub>	Anzahl der sich wiederholenden Elemente
X <sub>15</sub>	Dauer der Arbeitsaufgaben
x <sub>16</sub>	Schichtarbeit
X <sub>17</sub>	Vorhandensein von chemischen Verbindungen
X <sub>18</sub>	Vibration

Tabelle 2: Methode zur Berechnung der relativen Abweichungen verschiedener Klimaparameter des Arbeitsumfeldes

Parameter	Berechnungsbedingungen	Berechnungsformel
Raumlufttemperatur	der tatsächliche Wert F übersteigt $D_{\max}$ oder ist in dem Bereich zwischen $D_{\max}$ und 0	$(F - O_{\max}) / (D_{\max} - O_{\max})$
	der tatsächliche Wert F liegt zwischen $O_{\min}$ und $D_{\min}$ oder erreicht nicht $D_{\min}$	$(O_{\min} - F) / (O_{\min} - D_{\min})$
	der tatsächliche Wert F ist im optimalen Bereich	die relative Abweichung ist gleich „0“
Relative Luftfeuchtigkeit	-	$(F - D_{\min}) / F$
Luftgeschwindigkeit	der tatsächliche Wert F übersteigt $D_{\max}$	$(F - D_{\min}) / F$
	der tatsächliche Wert F erreicht nicht $D_{\min}$	$(D_{\min} - F) / F$
	der tatsächliche Wert F liegt im Bereich des zulässigen Wertes	die relative Abweichung ist gleich „0“
Bemerkungen: F - gemessener Ist-Wert, $D_{\max}$ - die Obergrenze des zulässigen Bereichs; $D_{\min}$ - die Untergrenze des zulässigen Bereichs; $O_{\max}$ - die Obergrenze des optimalen Bereichs; $O_{\min}$ - die Untergrenze des optimalen Bereichs.		

Anschließend wurden die berechneten Werte der relativen Abweichungen mit der Formel

$(X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$  normiert, wobei X der absolute Wert der relativen Abweichung von einer bestimmten Prozessoperation,  $X_{\max}$  die maximale relative Abweichung und  $X_{\min}$  der minimale Wert der relativen Abweichung von allen Prozessoperationen bedeuten.

Danach wird die algebraische Summe aller normierten Abweichungen der technologischen Operationen im Allgemeinen, d.h. die abhängige Variable Y, als integraler Indikator bzw. integraler Index für die Arbeitsbedingungen in jeder einzelnen Stufe des Arbeitsprozesses berechnet. Dadurch wurde es möglich, ein Ranking der einzelnen Schritte des technologischen Prozesses vorzunehmen und die Schritte herauszusuchen, die sich als besonders ungünstig in Bezug auf hygienische Arbeitsbedingungen erweisen.

Die Analyse der Datenbank, die die relativen Abweichungen der absoluten, zulässigen Werte der Parameter der Arbeitsumgebung für jeden Arbeitsschritt der Lederproduktion erfasst, wurde mit

Hilfe der Regressionsanalyse primär durchgeführt. Die Anwendung dieser besonderen statistischen Methode ist ein angemessener Ansatz zur Ermittlung von Schlüsselfaktoren im industriellen Umfeld der gesamten Produktionskette, die den größten Einfluss auf die abhängige Variable Y (die algebraische Summe aller normierten Abweichungen der Indikatoren der Arbeitsbedingungen von den zulässigen Werten für jeden Fertigungsbetrieb) als integralen Indikator für die Arbeitsbedingungen in den einzelnen Produktionsstätten in warmen und kalten Perioden des Jahres haben.

Die Strukturierung der hygienischen Arbeitsbedingungen bei der Lederproduktion wurde mittels Clusteranalyse durchgeführt, dabei wurde eine Auswahl von homogenen, „ähnlichen“ (im Bezug auf die Arbeitsbedingungen) Gruppen von technologischen Prozessen vorgenommen. Es wurde auch eine Grafik (Dendrogramm) erstellt.

Diese Strukturierung verlangt die Angabe der wichtigsten Faktoren der Arbeitsumgebung, die die Besonderheiten des Arbeitsprozesses beschreiben und die in eine homogene Gruppe zusam-

mengefasst werden können. Diese Aufgabe wurde mit dem Einsatz der Regressionsanalyse gelöst, die den Lederherstellungsprozess als Ganzes betrachtet.

Die statistische Datenverarbeitung (Regressions- und Clusteranalyse) erfolgte mit dem Softwarepaket „Statistica 5.0“. Gleichzeitig mit der Clusteranalyse wurde die Erstellung einer hierarchischen Baumstruktur (Dendrogramm) vorgenommen. Als Abstand zwischen den Objekten wurde die Manhattan-Distanz mit der Berechnung des geradlinigen Abstands zwischen den Objekten (Linkage Distance) gewählt. Für die Clusterkombination wurde die Methode von Ward verwendet.

### Ergebnisse

Um einen integralen Index der Arbeitsbedingungen zu errechnen, wurde die arithmetische Summe aller normierten Abweichungen der Arbeitsbedingungen von den zulässigen Werten für jede der 45 Produktionsstätten gebildet. Diese sind in absteigender Reihenfolge in der Tabelle 3 dargestellt.

Ein Ranking der technologischen Verfahren mit diesen Kriterien zeigt, dass besonders ungünstigste Bedingungen (vom hygienischen Standpunkt) bei Appretur-Operationen (Vorschub), beim Stretching, in der Gerberei und bei Transaktionen vorkommen. Das wurde sowohl für die warme als auch für die kalte Jahreszeit festgestellt. Die niedrigsten Werte des integralen Index liegen bei den arbeitsprozessunterstützenden Operationen.

Die weitere Analyse der Parameter, die die relativen Abweichungen der absoluten Werte von den zulässigen Werten in jeder der 45 Fertigungsstätten bei der Herstellung von Chromleder sowohl in warmen als auch in kalten Jahreszeiten darstellen, wurde mit Hilfe der Regressionsanalyse durchgeführt. Die Anwendung dieser statistischen Methode stellt einen angemessenen Ansatz zur Ermittlung der Schlüsselfaktoren im industriellen Umfeld der gesamten Produktionskette dar. Diese Faktoren haben den größten Einfluss auf die abhängige Variable Y und gelten als ein integraler Indikator für die Arbeitsbedingungen in den einzelnen Produktionsstätten.

Tabelle 3: Ranking-Ergebnisse der technologischen Verfahren bei der Chromlederherstellung unter Verwendung integraler Kriterien der Arbeitsbedingungen

Rang	Prozess-Nr.	Arbeitsablauf, Arbeitsgang, Arbeitsplatz	integraler Index der Arbeitsbedingungen	
			warme Jahreszeit	kalte Jahreszeit
1	8	Appretur (Vorschub)	13,76	13,704
2	16	Lederstreckung	13,446	13,362
3	28	Beizung	13,15	13,853
4	21	primäre Lederstreckung	12,968	12,811
5	27	Verdünnung	12,856	13,756
6	35	Ausstreichen und Zuschneiden von Stiefelschaft	12,354	12,159
7	17	Pressung auf durchlaufender Presse	12,348	12,536
8	19	Trocknen	12,067	12,074
9	43	Sortierung von Rohstoffen (Hilfsarbeit)	11,901	12,328
10	30	Pressung auf Hohlpresse	11,876	12,38
11	11	Streicherei	11,736	12,485
12	15	Ausfleischung	11,725	12,661
13	31	Äscherung	11,677	12,717
14	6	Verpackung	11,602	10,563
15	23	Streckung auf Vakuumtrockenanlage	11,525	11,161
16	20	Befeuchtung	11,513	11,393
17	18	Ausweiden, Bearbeitung	11,452	12,321
18	42	Eigene Sortierung von Rohstoffen und Ausrüstungen	11,449	11,615
19	45	Belegung	11,252	12,12
20	25	Abpressen	11,024	11,376
21	26	Abschleifen auf „Hydroblitz“	11,016	11,348
22	22	Pressung von Chromfalzspänen	10,88	11,243
23	33	Sortierung von Rohstoffen (Erfassung)	10,691	11,968
24	39	Appretur (Annahme)	10,671	12,512
25	4	Lederabschneiden	10,456	9,408
26	12	Abschneiden und Sortierung von Halbfabrikaten	10,414	11,1
27	10	Lederabschneiden (handbetätigt)	10,321	9,956
28	40	Hydroschmieden	10,237	12,064
29	24	Lederabschneiden mit Pressluftschere	10,117	10,723
30	44	Desinfektion und die Bildung einer Produktionscharge	10,04	11,118
31	36	Lieferung von Rohstoffen, Halbfabrikaten und Materialien per Kran	10,019	12,31
32	29	Falzen	9,741	10,499
33	5	Ledersortierung	9,687	8,639
34	9	Herstellung von Farben (serieller Abschnitt)	9,571	9,070
35	3	Annahme - Abgabe von Leder	9,435	10,667
36	1	Ledermessen	9,406	8,147
37	41	Transport von Halbfabrikaten, Werkstoffen und Fertigprodukten	9,306	9,507
38	34	Annahme von Rohstoffen	9,047	9,915
39	7	Abschleifen	8,925	10,593
40	2	Herstellung von Farben (experimenteller Teil)	8,764	8,9
41	32	Spaltung	8,725	9,528
42	14	Vorbereitung von Kalkmilch	8,541	9,995
43	37	Herstellung von chemischen Lösungen	7,291	8,802
44	38	Fettvorbereitung	7,265	9,902
45	13	Vorschub von Rohstoffen, Halbfabrikaten und Chemikalien	7,154	9,045

Die Regressionsanalyse der relativen Abweichungen der Parameter des Arbeitsumfeldes in der warmen Jahreszeit ergab, dass die lineare Regressionsfunktion für die Herstellung im Ganzen lautet:

$$Y = 0,1183168 + 0,092944X_5 + 0,0930438X_6 + 0,0575515X_7 + 0,1615409X_9 + 0,1880827X_{12} + 0,0422905X_{14}$$

Wie in der Gleichung der Regressionsfunktion der 18 Einflussfaktoren zu sehen ist, sind letztendlich nur 6 Faktoren in die Regressionsgleichung aufgenommen worden. Es sollte angemerkt werden, dass die Multiplikatoren  $X_9$  (Anzahl der Oberkörpervorneigungen pro Arbeitsschicht) und  $X_{12}$  (Dauer der Überwachungstätigkeit) den Grad der Regressionsbeziehungen und die Auswirkungen auf die abhängige Variable  $Y$  am besten klären (s. Tabelle 4). Die anderen Produktionsfaktoren, die in die Regressionsgleichung eingingen ( $X_5$  - äquivalenter Schallpegel,  $X_6$  - Arbeitsleistung,  $X_7$  - Gewicht der transportierten Ladung,  $X_{14}$  - Anzahl der sich wiederholenden Elemente), beeinflussen viel weniger den integralen Index ( $Y$ ) und spielen damit eine untergeordnete Rolle im Gefüge der ungünstigen Arbeitsbedingungen.

Unter Berücksichtigung des mehrstufigen Prozesses der Chromlederherstellung wurde das wissenschaftliche Interesse auf die Bestimmung der Struktur der hygienischen Arbeitsbedingungen und Belastungsfaktoren bei der Lederproduktion gelegt. Diese Faktoren sind homogene Gruppen von technologischen Verfahren, also von den Arbeitsprozessschritten, die ähnliche Arbeitsbedingungen haben. Diese Strukturierung der hygienischen Arbeitsbedingungen und Belastungen in der Chromlederproduktion erfolgte zuerst in der warmen Jahreszeit. Durch Clusteranalyse wurde ein Dendrogramm erstellt. Vier homogene Arbeitsbedingungen der Produktionsstätten (Abb. 1) konnten auf diese Weise unterschieden werden.

Die Zusammensetzung der „ähnlichen“ Gruppen beinhaltet folgende Arbeitsprozesse:

Gruppe I - (No. 31 - No. 8; insgesamt 14 Operationen) - Äscherung, Beizung, Verdünnung, Pressen von Chromfalzspänen, Streckung auf Vakuumtrockenanlage, primäre Lederstreckung, Trocknen, Lederabschneiden mit Pressluftschere, Befeuchtung, erneute Lederstreckung, Pressen auf Hohlpresse, Pressen auf durchlaufender Presse, Streicherei und Appretur (Vorschub);

Gruppe II - (No. 44 - No. 2; insgesamt 13 Operationen) - Desinfektion und

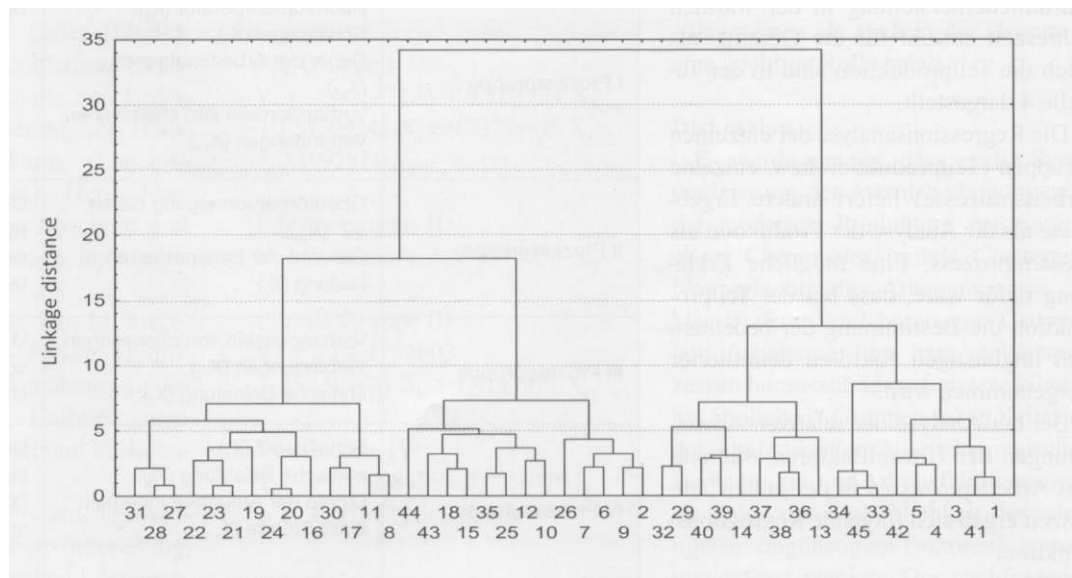
Bildung einer Produktionscharge, Sortierung von Rohstoffen (Handlangerarbeit), Ausfleischung, Ausstreichen und Zuschneiden, Abpressen, Abschneiden und Sortieren von Halbfabrikaten, Lederabschneiden (handbetätigt), Abschleifen auf „Hydroblitz“, Abschleifen, Verpackung, Herstellung von Farben (serielle Abschnitte) und Herstellung von Farben (experimenteller Teil);

Gruppe III - (No. 32 - No. 13; insgesamt 9 Operationen) - Spaltung, Falzen, Hydroschmieden, Appretur (Annahme), Vorbereitung von Kalkmilch, Herstellung von chemischen Lösungen, Fettvorbereitung sowie Lieferung von Rohstoffen, Halbfabrikaten und Materialien per Kran;

Gruppe IV - (No. 34 - No. 1; insgesamt 9 Operationen) - Annahme von Rohstoffen, Belegung, Sortierung von Rohstoffen (Erfassung), eigene Sortierung von Rohstoffen und Ausrüstungen, Leder-sortierung, Lederabschneiden, Annahme - Abgabe von Leder, Transport von Halbfabrikaten, Werkstoffen und Fertigprodukten sowie Ledermessen.

Die Erstellung der hygienischen Produktionsprozessstruktur, die auf den Ergebnissen der Clusteranalyse beruht, benötigt die weitere Festlegung grundlegender Faktoren aus dem Arbeitsumfeld. Die meisten dieser Faktoren werden durch die Eigenschaften der Arbeits-

Abb. 1: Ergebnisse der Clusteranalyse (Dendrogramm) von Herstellungsprozessen natürlicher Chromleder in der warmen Jahreszeit (hier und weiter im Dendrogramm: horizontal - technologische Operationen, vertikal - Linkage Distance).



bedingungen im Betrieb bestimmt, die dann zu einer homogenen Gruppe zusammengefasst werden. Diese Festlegung wurde mit dem Einsatz der Regressionsanalyse gelöst, die in dem obigen Beispiel anhand der Chromlederproduktion als Gesamtprozess getestet wurde.

Die Regressionsanalyse der relativen Abweichungen der Parameter der Arbeitsumgebung in der warmen Jahreszeit wurde separat für jede der vier Gruppen homogen im Hinblick auf die Produktionsstätten durchgeführt. In diesen Fällen lautet die Formel für die lineare Regressionsfunktion:

Für Gruppe I:

$$Y_1 = 9,0849445 + 0,6414680 X_1 + 3,0319849 X_4 + 1,4759771 X_{15} + 0,9985622 X_{17}$$

Für die Gruppe II:

$$Y_2 = 56,8634233 + 9,6554341 X_{10} + (-55,4249574) X_7$$

Für die Gruppe III:

$$Y_3 = 14,5520414 + 3,6785338 X_{17} + (-7,3650174) X_8$$

Für die Gruppe IV:

$$Y_4 = -0,8294135 + 0,8686643 X_4 + 3,5628536 X_8 + 8,2723068 X_{13}$$

Die Ergebnisse der Bestimmung der erheblich ungünstigen Faktoren bei der Chromlederherstellung in der warmen Jahreszeit sowohl für die Gesamt- als auch die Teilproduktion sind in der Tabelle 4 dargestellt.

Die Regressionsanalyse der einzelnen Gruppen (Teilproduktion bzw. einzelne Arbeitsprozesse) liefert andere Ergebnisse als die Analyse der Produktion als Gesamtprozess. Eine mögliche Erklärung dafür wäre, dass bei der Teilproduktion die Bestimmung der bedeutenden ungünstigen Faktoren detaillierter vorgenommen wird.

Bei der Analyse der relativen Abweichungen der Umweltfaktoren während des Arbeitsprozesses in der kalten Jahreszeit ergab sich folgende Regressionsfunktion:

$$Y = 0,2426011 + 0,0454054 X_1 + 0,0956137 X_3 + 0,0936827 X_j + 0,1435241 X_9 + 0,1618954 X_{17} + 0,0849019 X_{17}$$

Diese Analyse deutet daraufhin, dass  $X_9$  (die Anzahl der Oberkörpervorneigungen pro Arbeitsschicht) und  $X_p$  (die Dauer der Überwachungstätigkeit) auch in der warmen Jahreszeit die wichtigsten Faktoren darstellen (Tabelle 5).

Bei dieser Berechnung unterscheidet sich die Zusammensetzung der einzelnen Faktoren des Produktionsprozesses, die die abhängige Variable  $Y$  beeinflussen. Das kann möglicherweise durch die Besonderheiten der Arbeitsbedingungen in der kalten Jahreszeit erklärt werden. In diesem Zusammenhang sollen hier Fak-

toren wie relative Luftfeuchtigkeit ( $X_1$ ), Luftgeschwindigkeit ( $X_3$ ) und das Vorhandensein von chemischen Verbindungen im Arbeitsbereich ( $X_{17}$ ) in der Regressionsgleichung hervorgehoben werden. Sie haben Faktoren der Arbeits-schwere wie z.B. Arbeitsleistung ( $X_6$ ) und das Gewicht der zu transportierenden Ladung ( $X_7$ ) sowie die Anzahl der sich wiederholenden Elemente ( $X_{14}$ ) als Indikator der Intensität des Arbeitsprozesses in den Hintergrund gedrängt.

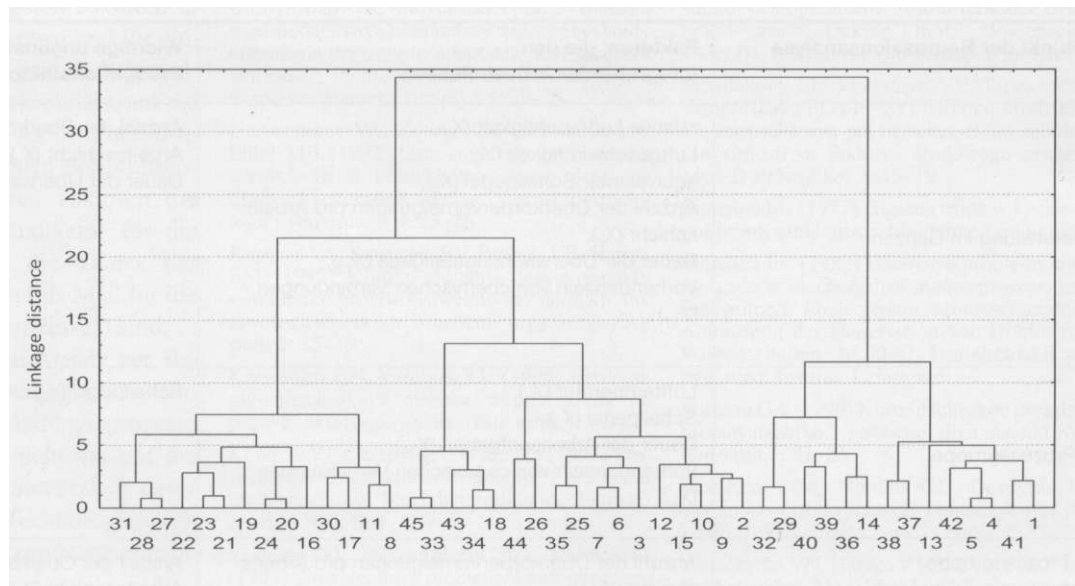
Bei der Bestimmung der Struktur der hygienischen Arbeitsbedingungen bei der Produktion in der kalten Jahreszeit konnten mittels Clusteranalyse ebenfalls 4 Gruppen von Prozessschritten (Abb. 2) unterschieden werden.

Die Zusammensetzung der „ähnlichen“ Gruppen von Arbeitsprozessen war:

Tabelle 4: Ergebnisse der Regressionsanalyse bei Festlegung der wichtigsten ungünstigen Faktoren bei der Chromlederherstellung in der warmen Jahreszeit

Objekt der Regressionsanalyse	Faktoren, die den Integral-Index $Y$ beeinflussen	Hauptsächliche ungünstige Faktoren aus dem Produktionsprozess
Herstellung im Ganzen	äquivalenter Schallpegel ( $X^A$ , Arbeitsleistung ( $X_g$ ), Gewicht der transportierten Ladung ( $X_7$ ), Anzahl der Oberkörpervorneigungen pro Arbeitsschicht ( $X_9$ ), Dauer der Überwachungstätigkeit ( $X_{12}$ ), Anzahl der sich wiederholenden Elemente ( $X_{14}$ )	Anzahl der Oberkörpervorneigungen pro Arbeitsschicht ( $X_g$ ), Dauer der Überwachungstätigkeit ( $X_{12}$ )
I Prozessgruppe	Raumlufttemperatur ( $X_1$ ), Schallpegel ( $X_j$ ), Dauer der Arbeitsaufgaben ( $X_{1e}$ ), Vorhandensein von chemischen Verbindungen ( $X_{17}$ )	Schallpegel ( $X_j$ )
II Prozessgruppe	Oberkörpervorneigung bis zu 30° ( $X_{10}$ ), Gewicht der transportierten Ladung ( $X_7$ )	Oberkörpervorneigung bis zu 30° ( $X_{10}$ ), Gewicht der transportierten Ladung ( $X_7$ )
III Prozessgruppe	Vorhandensein von chemischen Verbindungen ( $X_{17}$ ), statische Belastung ( $X_g$ )	Vorhandensein von chemischen Verbindungen ( $X_{17}$ ), statische Belastung ( $X_g$ )
IV Prozessgruppe	Schallpegel ( $X_4$ ), statische Belastung ( $X_g$ ), Dichte der Aufgaben innerhalb einer Stunde ( $X_{13}$ )	Dichte der Aufgaben innerhalb einer Stunde ( $X_{13}$ ), statische Belastung ( $X_g$ )

Abb. 2: Ergebnisse der Clusteranalyse (Dendrogramm) von Herstellungsprozessen natürlicher Chromleder in der kalten Jahreszeit.



Gruppe I - (No. 31 - No. 8; insgesamt 14 Operationen) - Äscherung, Beizung, Verdünnung, Pressung von Chromfalzspänen, Streckung, primäre Lederstreckung, Trocknen, Lederabschneiden mit Pressluftschere, Befeuchtung, erneute Lederstreckung, Pressung auf Hohlpresse, Pressung auf durchlaufender Presse, Streicherei und Appretur (Vorschub);

Gruppe II - (No. 45 - No. 2; insgesamt 17 Operationen) - Messen des Hauptproduktes (Belegung), Ledersortierung (Erfassung), Ledersortierung (Hilfsarbeit), Annahme von Rohstoffen, Ausweiden/Lederbearbeitung, Desinfektion und die Bildung einer Produktionscharge, Abschleifen auf „Hydroblitz“, Ausstreichen und Zuschneiden von Leder (Stiefelschaft), Abpressen, Abschleifen, Verpackung, Annahme - Abgabe von Leder, Abschneiden und Sortierung von Halbfabrikaten, Ausfleischung, Lederabschneiden (handbetätigt), Herstellung von Farben im seriellen Abschnitt und die Herstellung von Farben im experimentellen Teil;

Gruppe III - (No. 32 - No. 14; insgesamt 6 Operationen) - Falzen, Hydroschmieden, Appretur (Annahme), Lieferung von Rohstoffen, Halbfabrikaten und Materialien per Kran und Vorbereitung von Kalkmilch;

Gruppe IV - (No. 38 - No. 1; insgesamt 8 Operationen) - Fettvorbereitung, Herstellung von chemischen Lösungen,

Vorschub von Rohstoffen, Halbfabrikaten und Chemikalien, eigene Sortierung von Rohstoffen, Ledersortierung, Lederabschneiden, Transport von Halbfabrikaten, Werkstoffen und Fertigprodukten, Ledermessen.

Um die Besonderheiten des Arbeitsprozesses besser zu beschreiben, wurde die anschließende Identifizierung der Schlüsselfaktoren des industriellen Umfeldes (u.a. Arbeitsbedingungen) in der kalten Jahreszeit mittels Regressionsanalyse weiter durchgeführt. In diesen Fällen sah die lineare Regressionsfunktion so aus:

Für Gruppe I:

$$Y_1 = 4,54247225 + 0,320734 X_1 + 1,51599245 X_{4+} + 0,73798855 X_{15} + 0,4992811 X_{17}$$

Für die Gruppe II:

$$Y_2 = 8,4923206 + 5,6337754 X_9$$

Für die Gruppe III:

$$Y_3 = -14,4782603 + 25,1694631 X_6 + 1,9143979 X_{15}$$

Für Gruppe IV:

$$Y_4 = -12,3998475 + 3,9956470 X_4 + 21,1291577 X_7$$

Die Ergebnisse erheblicher negativer Faktoren bei der Herstellung von Chromleder in der kalten Jahreszeit sowohl im gesamten Produktionsprozess als auch separat für Gruppen einzelner Prozessschritte sind in der Tabelle 5 dargestellt.

Die Ergebnisse legen nahe, dass es einen Unterschied in der Struktur der ungünstigen Arbeitsumfeldfaktoren, die den integralen Index beeinflussen, sowohl für den Gesamtproduktionsprozess als auch für die einzelnen Arbeitsschritte gibt. Allerdings fanden wir heraus, dass die Anzahl der Oberkörpervorneigungen pro Arbeitsschicht ( $X_9$ ) sowohl bei der Herstellung von Chromleder im Allgemeinen als auch in der Gruppe II eine wichtige Rolle spielt.

#### Diskussion

Es wurde gezeigt, dass es die Systematisierung der Arbeitsbedingungen in der modernen Produktion von natürlichem Chromleder mittels Clusteranalyse erlaubt, die Arbeitsprozesse zu klassifizieren und homogene Gruppen von Arbeitsschritten bzw. Arbeitsprozessen herauszubilden. Letztere können in „ähnlichen“ Gruppen (nach Kriterien der Ähnlichkeit der arbeitshygienischen Bedingungen und Arbeitsfaktoren sowie als Folge der Einheitlichkeit der wichtigsten ungünstigen Faktoren) zusammengefasst werden. Die nachfolgende



Tabelle 5: Ergebnisse der Regressionsanalyse die Festlegung der wichtigsten negativen Faktoren bei der Chromlederherstellung in der kalten Jahreszeit

Objekt der Regressionsanalyse	Faktoren, die den Integral-Index Y beeinflussen	Wichtige ungünstige Produktionsfaktoren
Herstellung im Ganzen	relative Luftfeuchtigkeit ( $X_2$ ), Luftgeschwindigkeit ( $X_3$ ), äquivalenter Schallpegel ( $X_5$ ), Anzahl der Oberkörperverneigungen pro Arbeitsschicht ( $X_g$ ), Dauer der Überwachungstätigkeit ( $X_{12}$ ), Vorhandensein von chemischen Verbindungen (KIT)	Anzahl der Oberkörperverneigungen pro Arbeitsschicht ( $X_g$ ), Dauer der Überwachungstätigkeit ( $X_{12}$ )
I Prozessgruppe	Lufttemperatur ( $X_1$ ), Schallpegel ( $X_4$ ), Dauer der Arbeitsaufgaben ( $X_{15}$ ), Vorhandensein von chemischen Verbindungen ( $X_7$ )	Schallpegel ( $X_4$ )
II Prozessgruppe	Anzahl der Oberkörperverneigungen pro Arbeitsschicht ( $X_g$ )	Anzahl der Oberkörperverneigungen pro Arbeitsschicht ( $X_g$ )
III Prozessgruppe	Arbeitsleistung ( $X_g$ ), Dauer der Arbeitsaufgaben ( $X_{15}$ )	Arbeitsleistung ( $X_g$ )
IV Prozessgruppe	Schallpegel ( $X_4$ ), Gewicht der transportierten Ladung ( $X_7$ )	Gewicht der transportierten Ladung ( $X_7$ )

## Meldungen

### Veranstaltung

#### GESUNDHEIT IM BETRIEB

Am 1. März kamen rund 400 Teilnehmer bei der Fachtagung „Prävention im Wandel der Arbeitswelt: Mensch-Technik - Organisation“ in Darmstadt zusammen, um sich über innovative Möglichkeiten zum Erhalt der Arbeitskraft zu informieren. Die Veranstaltung wurde vom RKW Kompetenzzentrum zusammen mit dem Hessischen Sozialministerium, dem Institut für Arbeitswissenschaft (IAD) der Technischen Universität Darmstadt sowie dem Landesverband Mitte der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung organisiert. Hessens Sozialminister und Schirmherr der Veranstaltung, Stefan Grüttner begrüßte die Teilnehmer. In vierzehn Foren und Workshops mit Referenten aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft wurden Aspekte wie betriebliche Präventi-

onskultur, Arbeitsschutz- und Gesundheitsmanagement, aber auch Themen wie psychische Belastungen und die Eigenverantwortlichkeit der Beschäftigten aufgegriffen und diskutiert. Durch Beispiele aus der Praxis wurden mögliche Maßnahmen und Lösungsansätze anschaulich vermittelt. Ein weiteres Highlight war der Marktplatz. Auf 44 Ständen verteilt gab es Informationen und Anregungen u.a. zu alternsgerechter, ergonomischer Arbeit und betrieblichem Gesundheitsmanagement aus erster Hand. Der vom RKW organisierte Arbeitskreis, der als Forum der GDA - Gemeinsame Deutsche Arbeitsschutzstrategie in Hessen auftritt, präsentierte sich ebenfalls mit Informationsständen auf dem Marktplatz.

H [www.rkw-kompetenzzentrum.de](http://www.rkw-kompetenzzentrum.de)

### Jahresbericht

#### GESUNDHEITSREPORT 2011

Mit dem nun vorliegenden BKK Gesundheitsreport wird eine Tradition fortgesetzt, die in der Gesetzlichen Krankenversicherung einzigartig ist. Der BKK Gesundheitsreport basiert auf Datenauswertungen von 5,6 Millionen sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. Der Report bietet somit einen verlässlichen Überblick über das Krankheitsgeschehen in der Arbeitswelt, denn jeder fünfte sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Deutschland ist in einer Betriebskrankenkasse versichert. Hohe Anforderungen an die Mobilität, eine dichter werdende Arbeitstaktung und die wachsende Zahl diskontinuierlicher Arbeitsverhältnisse beschäftigen die Autoren der Spezialbeiträge des Reports.

5 [www.bkk.de](http://www.bkk.de)

Aufteilung der wichtigsten Faktoren in der Produktion als Ganzem und für einzelne Prozessgruppen mittels Regressionsanalyse erlaubt Rückschlüsse auf die Arbeitsbedingungen. Es wurde festgestellt, dass im gesamten Produktionsprozess die wichtigsten Faktoren die Körperbeugung (als Indikator für die Arbeitsschwere) und die Dauer der Überwachungstätigkeit (als Maß für die Intensität des Arbeitsprozesses) sind.

Dieser systematische Ansatz zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen kann auch auf weitere Technologieprozesse übertragen werden - nicht nur auf die Lederherstellung. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass diese Technologien sich aus mehrstufigen Prozessen zusammensetzen.

## Literatur

- Berdnik OV, Zaykovskaya VY, Gray LV (1998) Faktory okruzhajutschei sredy kak Faktory riska raswitiya patologii u detei. Dovyillya ta sdorov'ya 3(6): 20-23
- Bordyushkov JN, Malyutina LI (1983) Otsenka wsaimodeistwiya parametrov wnutrennei sredy organizma pri raswitii adaptatsionnoi „reaktsii aktivatsii“. Patologitscheskaya Physiologiya i eksperimentalnaya Terapiya 5: 69-73
- Grebennikov VA, Zotova VV, Anisimova LA, Entel MB (1992) Osnovnye typy immunnukh naruschenii u bolnykh psoriasom detei na osnove klasterного analiza. Vestnik dermatologii i venerologii 9: 23-26
- Kaptsow VA, Suworow SV, Pankov VB, Ratner EM (1997) Kliniko-gigienitscheskie aspekty sistematiki proizvodstwenno-sawisimyykh donosologitscheskikh ismenenii organizma. Gig sanit 3: 15-19
- Krasovskij GN, Vorobiev LV (1998) Ekologo-gigienitscheskaya otsenka wodnoi sredy na osnove faktornogo analiza. Gig sanit 4: 19-22
- Kundiev YI, Chernyuk V, Witte PN (1997) Professionalnyi risk kak sowremennaya problema meditsiny truda. Mezhdunarodnyi meditsinskii zhurnal 3(4): 6-8
- Kundiev YI, Navakatikyan AO, Kalnish V (1993) Sowremennye problemy kombinirowanogo deistwiya na organism proiswodstvennykh i sotsialno-bytovykh faktorov. Likarska sprava 5-6: 35-41
- Lebedew AF, Tarasow AV (1974) Gigiena truda rabotschego kozhevennogo sawoda. Medizina, Moscow
- Psjadlo EM (2002) Kompleksna sistema psikhofiziologitschnogo professiinogo widboru sudnovykh operatorov: Autoreferat der Dissertation zum Doktor biol. Wissenschaft: 14.02.01. Institut für Umweltmedizin. Kiev
- Shardakova EF, Matyuhyn VV, Tarasova LA, Yampolskaya EG (1998) Fiziologo-klinitscheskie naruscheniya pri myschetschnoi rabote w sawisimosti ot faktorov trudowogo prozessa. Med Tr Prom Ekol 3: 15-19
- Sinitsina EL (1977) Gigiena truda w kozhevennoi promyshlennosti. Medizina, Leningrad
- Sinitsina EL (1982) Osnovnye problemy gigieny truda w mechanisirovannom proizvodstwe (na primere kozhevennoi promyshlennosti): Autoreferat der Dissertation von Doktor med. Wissenschaften: 14.00.07. Leningradskij san.-hyg. med. Institut, Leningrad
- Sorokin GA (1999) Khronitscheskoe utomlenie rabotayatschikh pokasatel dlya otsenki riska. Gig sanit 1: 21-25
- Vasilenko NM, Nikulin GL, Deveykis DN, Yashin LN (1996) Krasitel Puntsovyi 4RT dlya kozhi. Toksikologitscheskii vestnik 2: 37-39
- Wetscherko VN, Hatsko VV, Kolkin YG, Zorina SV, Schatalow AD (1993) Metodika postroeniya prognostitscheskoi sistemy, regressionnykh modelei i shkaly riska w khirurgitscheskom letschenii zheltschnokamennoi bolesni. Klinichna Khirurgiya 5:9-12
- Zhuchenko IP (1993) Wliyanie mikroklimata, tyazesti truda i teplovoi ustitshiwosti organizma na dopustimuju dlitelnost raboty tscheloveka. MedTr Prom Ekol 3-4: 17-18