

classes de risque, selon une classification propre à la CNA (tabl. 2).

Comme pour toutes les collectes classiques des accidents, la CNA tente une classification de ceux-ci en termes d'activité au moment de l'accident (tabl. 3). Ces renseignements pourraient être intéressants si nous connaissions, d'autre part, de manière précise la tâche et le poste de travail. Quant à l'heure où s'est produit l'accident, elle n'est guère utile non plus puisque nous ne pouvons calculer la fréquence des accidents de nuit, faute de savoir quelle population travaille la nuit. Il ne nous sera donc possible que de comparer la gravité des accidents de nuit et de jour.

Il est de tradition d'utiliser comme indice de gravité soit le nombre de jours perdus par accident, soit son coût. Nous établirons les corrélations entre ces deux indices avec les caractéristiques professionnelles dont nous disposons.

Les résultats de notre analyse et leur discussion feront l'objet de la seconde partie de notre article. D'emblée, nous pouvons dire que les conclusions que nous en tirerons seront de la même nature que celles qui ont été tirées d'études semblables. Soit que l'analyse classique des accidents ne peut guère qu'orienter d'une manière très générale une politique de prévention. Si elle doit servir à valider des actions de prévention réalisées dans des secteurs précis ou dans des entreprises, encore faudra-t-il faire la preuve qu'entre les deux termes de la comparaison aucune modification de la population exposée, ni de la technologie n'a pu intervenir pour réduire les accidents.

Nos remerciements vont à M. R. Zufferey, de la Caisse nationale suisse en cas d'accidents à Lucerne, qui a bien voulu mettre à disposition la bande de données qui est étudiée dans nos deux articles.

Bibliographie

- [1] Schwartz, D., La recherche épidémiologique, in Pathologie industrielle, p. 167–171 (éd. Ph. Lazar, Flammarion Médecine-science, Paris 1979).
- [2] Szekely, J., Epidémiologie des accidents du travail, in Pathologie industrielle, p. 140–147 (éd. Ph. Lazar, Flammarion Médecine-science, Paris 1979).
- [3] Favergé, J.-M., Analyse de la sécurité du travail en termes de facteurs de risque, Revue Epid. et de Santé publique 25, p. 229–241 (1977).
- [4] Leplat, J., et Cuny, X., Les accidents du travail, 124 p. (PFU éd. Que sais-je? Paris 1974).
- [5] Juffe, M., L'accident du travail existe-t-il? (Seuil, 1980).

Résumé

Dans le cadre d'une étude sur le développement de la médecine du travail en Suisse, nous avons eu à disposition des données sur les accidents enregistrés par la Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents (CNA) pendant une année. Dans la première partie de notre étude qui fait l'objet de cet article, nous considérons les grandes hypothèses sur l'analyse statistique des accidents qui seront vérifiées dans un second temps (dans un article qu'il est prévu de publier dans la même revue).

Zusammenfassung

Verwendung von Unfalldaten der Sozialversicherung für epidemiologische Zwecke

Für eine Studie über die Entwicklung der Arbeitsmedizin in der Schweiz hat uns die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (Suva) Angaben über die Unfälle eines Jahres zur Verfügung gestellt. Wir stellen hier den ersten Teil unseres Projektes dar, der die Haupthypothesen über die statistische Erforschung der Unfälle enthält. Die empirische Verifizierung erfolgt in einem späteren Artikel, dessen Publikation in der gleichen Zeitschrift vorgesehen ist.

Summary

Use of data on work accidents for epidemiological purposes

In the general frame of an inquiry concerning the development of occupational health in Switzerland and its forthcoming place inside the Swiss health system, data on accidents were communicated to us by the Swiss National Accident Insurance Fund.

In this paper, the question is raised whether those data may be effectively submitted to the epidemiological analysis in order to quantify the accident risk and to validate preventive measures. Results will be presented in a subsequent article.

Struktur- und Zusammenhangsanalyse der Ursachen von Arbeitsunfällen

Peter Wüthrich¹, Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (SUVA), Luzern

1. Einleitung

In ihrer üblichen Form halten Unfallstatistiken die in einer näher bezeichneten Periode sich ereignenden Unfälle nach bestimmten Merkmalen fest. So werden etwa Verkehrsunfälle nach beteiligten Fahrzeugen, Tagesstunden, Wochentagen, fehlerhaften Verhal-

tensweisen der Lenker usw. klassiert. Dies vermittelt zweifelsohne wesentliche Einblicke in das Unfallgeschehen und hilft bei der Beantwortung von Fragen nach den Häufigkeiten der verschiedenen Unfalltypen. Für die Prävention sind in der Regel Kenntnisse über die Interaktionen verschiedener Faktoren des Unfallgeschehens ebenfalls sehr bedeutsam. Gegenüber dem eher statischen Aufzeichnen von Ereignissen nach dem ersten Ansatz, wird nach dem zweiten versucht, dyna-

¹ Dr. rer. pol., M.P.H., Mathematisch-statistische Abteilung der SUVA, Fluhmattstrasse 1, CH-6002 Luzern.

mische Ursache-Wirkungs-Beziehungen zu ermitteln. Die dynamische Betrachtung ist besonders auch auf dem Gebiete der Arbeitsunfälle wichtig. Schädigungen sind hier in der Regel mit Tätigkeiten von Menschen verbunden, die ihrerseits mit den beruflichen Aufgaben zusammenhängen. Spezielle, momentane Umstände vermögen einen Unfall auszulösen. Die Kombination der Tätigkeit unmittelbar vor dem Unfall mit dem Unfallhergang bestimmt das «Resultat» des Unfalles mit, so zum Beispiel die Unfallschwere oder die Kosten.

In der vorliegenden Arbeit werden die Struktur und der Zusammenhang ausgewählter und relevant erscheinender Faktoren bei den Arbeitsunfällen des Jahres 1979 von SUVA-Versicherten untersucht. Die Kürze der Darstellung erlaubt selbstverständlich nur das Aufzeigen der Grobstruktur. Es ist jedoch naheliegend und sinnvoll, für praktische Zwecke die Analyse zu verfeinern und zu differenzieren.

2. Spezielle Fragestellung

Aus den verfügbaren Angaben über die SUVA-versicherten Arbeitsunfälle des Jahres 1979 fallen drei Gruppen mit einer oder mehreren Variablen in Betracht:

- Strukturvariablen (Geschlecht, Heimat, Wirtschaftszweig der Verunfallten)
- Verhaltensvariablen (Tätigkeit unmittelbar vor dem Unfall, Unfallhergang)
- Response-Variable (Unfallschwere)

Von den Strukturvariablen ist zu erwarten, dass sie die Verhaltensvariablen – insbesondere die Tätigkeit unmittelbar vor dem Unfall – beeinflussen. Der Unfallhergang dürfte einerseits von der vorangehenden Tätigkeit abhängen und andererseits die Unfallschwere stark mitbestimmen. Ein Ziel der Untersuchung wird sein, ein Modell zu finden, das die Zusammenhänge zwischen den aufgezählten Variablen möglichst genau beschreibt.

3. Methode

Die SUVA versicherte im Jahre 1979 insgesamt schätzungsweise 1635000 Personen gegen die Folgen von Unfällen. Das sind rund 62 % der Unselbständigerwerbenden der Schweiz oder gut 25 % der Wohnbevölkerung. Der Versicherungsbestand umfasst vor allem die Arbeitnehmer aus dem sekundären Wirtschaftssektor (Tab. 1). Nicht unter das Obligatorium gemäss Kranken- und Unfallversicherungsgesetz (KUVG) fielen 1979 die Arbeitnehmer der Landwirtschaft, des Hotel- und Gastgewerbes, der Banken, der Versicherungen, der Verwaltungen, von Teilen des Kleinhandels und des Kleingewerbes, der Hochseeschifffahrt, des Gesundheitswesens und vereinzelter weiterer Erwerbszweige. Im Jahre 1979 ereigneten sich im Versicherungsbestand der SUVA insgesamt 225275 Arbeitsunfälle, aus denen eine repräsentative Zufallsstichprobe von 11 162 Fällen gezogen wurde.

Die untersuchten Variablen Geschlecht, Heimat, Wirtschaftszweig, Tätigkeit vor dem Unfall, Unfall-

Wirtschaftszweige	Tätigkeit vor dem Unfall										Relatives Unfallrisiko	
	Durchführung des eigentlichen Produktionsvorganges				Arbeitsvorbereitung, Störungsbeseitigung, Instandhaltungsarbeiten	Verpacken, Auf- und Abblenden von Hand	Transportieren mit Förderanlagen, Rangieren	Stehen, Gehen, Ausrufen (ohne gleichzeitige anderweitige Tätigkeit)	Verkehrsunfälle	Übrige		Total
	von Hand (ohne Werkzeuge)	mit Handwerkzeugen	mit Maschinen	nicht näher bezeichnet								
Steine und Erden	1,4	13,2	8,3	9,7	15,3	27,1	11,1	11,1	0,7	2,1	100,0	1,4
Metallindustrie (mit Uhrenindustrie)	1,3	14,6	25,7	9,7	10,0	15,7	5,1	13,4	1,5	3,0	100,0	1,0
Holzindustrie	0,4	9,7	31,0	8,1	8,3	20,1	6,2	13,1	1,2	1,9	100,0	1,6
Leder, Kork, Kunststoffe	1,9	12,7	27,2	7,6	13,9	11,4	6,3	15,2	0,6	3,2	100,0	0,8
Papier, graphisches Gewerbe	0,4	4,4	20,0	3,3	21,9	18,9	7,0	19,6	2,6	1,9	100,0	0,6
Textilindustrie	0,4	9,4	29,2	3,4	14,2	10,5	6,4	20,2	3,7	2,6	100,0	0,5
Chemische Industrie	0,4	7,7	8,5	8,9	16,2	22,4	6,6	18,1	1,5	9,7	100,0	0,7
Nahrungs- und Genussmittel	0,5	28,3	7,7	3,8	12,6	20,8	6,6	15,0	0,5	4,2	100,0	1,3
Bauwesen	0,7	24,0	11,1	9,8	4,4	20,6	7,7	18,0	1,9	1,8	100,0	2,3
Forstwirtschaft	-	21,9	18,7	11,6	4,5	19,4	14,2	7,8	-	1,9	100,0	2,6
Bahnen	-	4,4	2,5	2,2	13,2	16,8	23,4	31,0	1,6	4,9	100,0	0,9
Transporte (ohne Bahnen), Handelsbetriebe	0,8	10,6	7,4	2,3	8,1	34,3	10,1	21,3	2,6	2,5	100,0	1,2
Büros, Verwaltungen	0,7	3,0	3,3	2,0	2,6	18,1	10,5	41,8	13,1	4,9	100,0	0,2
Übrige	0,7	16,8	8,8	9,5	8,8	15,3	8,0	26,3	1,4	4,4	100,0	0,9
Total	0,8	16,7	15,7	7,8	8,3	20,0	7,9	17,9	2,1	2,8	100,0	1,0

Tab. 1. Arbeitsunfälle nach Wirtschaftszweigen und Tätigkeiten vor dem Unfall, 1979, in Prozenten

hergang und Unfallschwere sind nicht quantitativer, sondern qualitativer Natur. Dementsprechend können nicht die auf linearer Regression beruhenden Verfahren zur Analyse der Zusammenhänge benutzt werden. Dem Messniveau der Daten angemessen sind dagegen verschiedene non-parametrische Assoziationsmasse sowie die sogenannten Log-linearen Modelle (Fienberg [1], Küchler und Schwedler [3], Upton [4]). Ausgangspunkt der Log-linearen Modelle ist die gemeinsame Häufigkeitsverteilung aller betrachteten Merkmale. Anstelle des alle Informationen enthaltenden, vollständigen Modelles wird aufgrund von Randverteilungen, die nicht alle Dimensionen berücksichtigen, ein vereinfachtes Modell gesucht. Darauf basierend erfolgt unter Benutzung des Maximum-Likelihood-Prinzips eine Schätzung der Gesamttabelle. Die Güte der Anpassung der durch das vereinfachte Modell reproduzierten Erwartungswerte an die Beobachtungswerte wird durch das Likelihood-Ratio G^2 (Tab. 4) geprüft, das der Chi-Quadrat-Verteilung folgt.

4. Resultate

4.1 Die Arbeitsunfälle nach Wirtschaftszweigen und die Betätigung vor dem Unfall

Die Arbeitsunfälle sind in der *Tabelle 1* nach Wirtschaftszweigen und nach der Betätigung vor dem Unfall gegliedert. Ebenso finden sich in der Aufstellung die relativen Unfallrisiken. Es erweist sich, dass 1979 das Unfallrisiko in der Forstwirtschaft 2,6mal «überhöht» war, gefolgt vom Bauwesen mit einem ebenfalls stark überdurchschnittlichen Wert von 2,3. Unter den besonders gefährdeten Gruppen sind ferner die Arbeitnehmer in der Holzindustrie mit 1,6, im Wirtschaftszweig Steine und Erden mit 1,4 sowie in der Nahrungs- und Genussmittelindustrie mit 1,3. Auffallend tief ist das relative Risiko in der Textilindustrie (0,5) und erwartungsgemäss beim Büro- und Verwaltungspersonal (0,2).

Bezogen auf die Betätigung unmittelbar vor dem Unfallereignis ist der grosse Anteil von Unfällen zu erwähnen, die direkt mit dem eigentlichen Produktionsvorgang zusammenhängen (insgesamt 41,0% aller Unfälle), wobei oft Handwerkzeuge und Maschinen beteiligt sind. Beim Verpacken, Auspacken, Abfüllen, Entleeren, Auf- und Abladen von Hand usw. verunfallten 20,0% aller Betroffenen, und beim Stehen, Gehen, Ausruhen, Kontrollieren waren es 17,9%. Die Strassenverkehrsunfälle sind als Arbeitsunfälle mit 2,1% relativ selten.

Vom Gesamtbild weichen verschiedene Wirtschaftszweige deutlich ab:

- Metallindustrie; Holzindustrie; Gruppe Leder, Kork, Kunststoffe; Textilindustrie: hoher Anteil von Unfällen an Produktionsmaschinen.
- Steine und Erden; Papier, graphisches Gewerbe; chemische Industrie: Die Unfälle ereignen sich überdurchschnittlich häufig bei der Arbeitsvorbereitung, bei der Störungsbehebung und bei Instandhal-

tungsarbeiten. In der chemischen Industrie fallen auch die Unfälle bei Versuchsarbeiten ins Gewicht (unter «Übrige»).

- Nahrungs- und Genussmittelindustrie; Bauwesen; Forstwirtschaft: Diese Wirtschaftszweige weisen hohe Anteile von Unfällen bei Produktionsarbeiten von Hand unter Verwendung manueller Werkzeuge auf. Speziell zu erwähnen ist die grosse Zahl von Schnittunfällen in Metzgereien und Schlachthöfen.
- Bahnen: Da die Bahnen vorwiegend Dienstleistungen erbringen, sind Unfälle während des Produktionsvorgangs selten. Hingegen sind Rangierunfälle und solche beim Auf- und Absteigen bzw. -springen häufig.
- Transporte (ohne Bahnen), Handelsbetriebe: Rund ein Drittel aller Unfälle wurde bei der Tätigkeit Auf- und Abladen, Heben, Bewegen, Tragen, Stapeln, Lagern von Lasten mit Hilfe von Handgeräten verzeichnet.
- Büros und Verwaltungen: Unfälle während des Produktionsvorganges sind naheliegenderweise selten. Ins Gewicht fallen indessen die Verkehrsunfälle und die Verletzungen beim Fortbewegen, bei Kontrollgängen usw.

Die Unterschiede in den Anteilen der verschiedenen Tätigkeiten nach Wirtschaftszweigen im Vergleich zum Gesamttotal sind – wie bei einer Stichprobe dieses Umfanges zu erwarten – statistisch stark signifikant (Chi-Quadrat = 1908,82; 117 FG). Dies darf aber nicht dazu verleiten, dass der Zusammenhang zwischen den beiden Variablen Wirtschaftszweig und Tätigkeit vor dem Unfall gesamthaft überschätzt würde. Für das Assoziationsmass λ_b lautet der Wert lediglich 0,056 mit einem Vertrauensintervall von $\pm 0,013$. Dies bedeutet statistisch, dass die Schätzung der Tätigkeit des Verunfallten vor dem Unfall um 5,6% besser wird, wenn der Wirtschaftszweig bekannt ist (Vertrauensintervall $\pm 1,3\%$).

4.2 Unfallhergänge

Die Statistik über den Unfallhergang beschreibt den Vorgang, der unmittelbar zur Verletzung führte, und ergänzt damit die Ausführungen über die Betätigung vor dem Unfall. Es ist zu beachten, dass je Unfall mehrere «Hergänge» möglich sind. Am häufigsten waren Unfälle, bei denen die Opfer durch irgendwelche Gegenstände getroffen oder verschüttet wurden; ihr Anteil an allen Unfällen betrug 37%. Am zweit- und dritthäufigsten waren Fälle, bei denen sich die Verunfallten gestochen, geschnitten, gekratzt oder geschürft hatten und bei denen sie ausglitten oder sonstwie zu Fall kamen. Die entsprechenden Prozentsätze betragen 20 und 18 (Tab. 2).

Die je Unfall ermittelten Kosten in Form von Versicherungsleistungen waren mit 12936 Franken für die Elektrounfälle am höchsten, was auf die Schwere der Verletzungen hinweist. Wie ernsthaft die Schädigungen sein können, kommt auch in der Zahl von 10 Todesopfern zum Ausdruck: Bei 3% aller gemeldeten

Elektrounfälle wurden Menschen getötet. Die Unfallkosten der durch Herunterfallen oder Abstürzen verletzten Personen sind mit 7990 Franken je Fall sehr hoch. Hervorzuheben sind ferner die Kosten von 6882 Franken, die im Mittel auf einen Geschädigten eines Explosionsunfalles entfielen. Die Durchschnittskosten für den häufigsten Unfallhergang, bei dem eine Person durch einen Gegenstand getroffen oder verschüttet wurde, sind mit 1104 Franken vergleichsweise tief, obwohl auch hier insgesamt 49 Todesopfer gezählt wurden. Am meisten tödliche Unfälle, nämlich 69, waren Folgen von Abstürzen.

Bei 52% aller Arbeitsunfälle war eine Kombination von Hergängen festzustellen. Mit einem Anteil von 8% aller Unfälle erwies sich die Verbindung der Merkmalsgruppe «Abrutschen, Entgleiten, Herabfallen, Umkippen von Gegenständen» mit der Gruppe «Getroffen oder verschüttet werden» als die häufigste.

Unfallhergang	Häufigkeit je 1000 Unfälle	Kosten je Unfall (Franken) ²	Anzahl Todesfälle
Ausgleiten, Ausrutschen, zu Fall kommen von Personen	183	2 743	10
Herunterfallen, Abstürzen von Personen	55	7 990	69
Abrutschen, Entgleiten, Herabfallen, Umkippen von Gegenständen	135	2 478	41
Auf oder in etwas treten	19	2 417	4
Erfasst werden, unter etwas geraten, Hängenbleiben	52	4 732	12
Eingeklemmt, gequetscht werden	89	2 611	18
Getroffen oder verschüttet werden	371	1 104	49
Anstossen an etwas, Anschlagen, Anfassen	87	1 323	1
Von Beförderungs- oder Fördermitteln angestossen oder überfahren werden	20	5 524	32
Sich stechen, schneiden, kratzen, schürfen	196	1 156	1
Sich überlasten (Gewichte, Lärm, Erschütterungen)	42	1 909	1
Gebissen, geschlagen, gestochen werden durch Tiere	7	266	1
In Kontakt kommen mit abträglichen Stoffen	38	2 461	35
Reissen, Zusammenbrechen von Bauten, Einrichtungen	19	5 893	18
Zerplatzen, sich entzünden, explodieren	4	6 882	10
Elektrisiert werden	2	12 936	10
Verkehrsunfälle	14	6 442	38

¹ Je Unfall sind mehrere Unfallhergänge möglich, daher ist jede Tabellenzeile für sich zu betrachten.

² Durchschnittskosten je Arbeitsunfall: 2164 Franken.

Tab. 2. Häufigkeit, Durchschnittskosten und Todesfälle der Arbeitsunfälle nach Unfallhergang¹, 1979

4.3 Zusammenhangsanalyse

Wie einleitend erwähnt, soll jetzt die deskriptive Ebene verlassen und versucht werden, kausale Zusammenhänge zwischen einigen als relevant betrachteten Variablen näher zu analysieren. Zwischen der Heimat des Verunfallten, seinem Geschlecht, der Tätigkeit vor dem Unfall, dem Unfallhergang und dem «Resultat» des Unfalles (Unfallsschwere) bestehen die folgenden, bivariaten Assoziationen:

	Heimat	Geschlecht	Tätigkeit	Unfallhergang	Unfallsschwere
Heimat	1,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Geschlecht		1,00	0,00	0,02*	0,00
Tätigkeit			1,00	0,15*	0,11*
Unfallhergang				1,00	0,25*
Unfallsschwere					1,00

* signifikant verschieden von 0,00 bei $p < 0,01$.

Tab. 3. Matrix des Assoziationsmasses λ_b für die Untersuchungsvariablen

Das in der Matrix verwendete Assoziationsmass λ_b von Goodman und Kruskal [2] gibt an, um wieviel sich die Irrtumswahrscheinlichkeit bei der Schätzung der abhängigen Variable verringert, wenn die Werte der unabhängigen bekannt sind. Die Masszahl 0,15 für die Variablen «Tätigkeit» und «Unfallhergang» bedeutet also, dass die Voraussagegenauigkeit für den Unfallhergang um 15% zunimmt, wenn die Tätigkeit vor dem Unfall bekannt ist. Aus der Matrix ist ferner abzulesen, dass als direkte oder indirekte Bestimmungsfaktoren der Unfallsschwere praktisch nur die Variablen «Tätigkeit» und «Unfallhergang» von Bedeutung sind. Das Geschlecht und die Heimat des Verunfallten könnten demnach vernachlässigt werden. Dieser Befund ist aber noch genauer zu untersuchen, da die Beziehung zwischen zwei Variablen durch die Einführung weiterer Variablen sich auflösen, abschwächen, verändern oder überhaupt erst sichtbar werden kann.

Für die weitere Analyse wird ein Log-lineares Modell gesucht, das es erlaubt, die Zusammenhänge bei multivariater Betrachtung zu erkennen. Auf die Darlegung des theoretischen und technischen Hintergrundes muss aus Platzgründen hier verzichtet werden (vgl. aber Fienberg [1], Upton [4] u. a.). Die Variablen Heimat (H), Geschlecht (G), Tätigkeit vor dem Unfall (T), Unfallhergang (U) und Unfallsschwere (S) bilden weiterhin den Ausgangspunkt der Analyse. Die komplexe Variable Unfallhergang wird in zwei Dummy-Variablen aufgeteilt: Fallen, Stolpern, Ausgleiten, Anstossen (F) einerseits und Kratzen, Schneiden, Stechen (K) andererseits. F und K geben zwar die ursprüngliche Variable Unfallhergang (U) nur vergrößert wieder, doch reicht dies aus, um allfällige Zusammenhänge mit den übrigen Variablen aufzuzeigen.

In der Tabelle 4 sind verschiedene Modelle beschrieben, die sich durch das postulierte Muster der Beziehungen zwischen den Variablen unterscheiden.

Modell	Beziehungsmuster	Freiheitsgrade	Likelihood-Ratio ¹ G ²	Resultat des Tests (Vergleich der Erwartungswerte mit den Beobachtungswerten)
1	H, G, T, F, K, S	10	21 217,34	Unterschied signifikant auf dem 0,1%-Niveau
2	HG, HT, HF, HK, HS, GT, GF, GK, GS, TF, TK, TS, FK, FS, KS	35	3 810,28	Unterschied signifikant auf dem 0,1%-Niveau
3	HGT, HTK, GTK, TFS, FKS, HS	128	177,13	Gut angepasstes Modell

$$^1 G^2 = 2 \sum (\text{Beobachtet}) \log \frac{\text{Beobachtet}}{\text{Erwartet}}$$

Tab. 4. Gesamtanpassung verschiedener Modelle in der Log-linearen Analyse

Im Modell 1 wird unterstellt, dass keine Beziehung zwischen den sechs Variablen bestehe. Die auf dieser Annahme basierenden Erwartungswerte weichen sehr stark von den Beobachtungswerten ab, weshalb dieses Modell als unbrauchbar abzulehnen ist.

Zwischen jeder der sechs Variablen bestehe ein direkter und nur ein direkter Zusammenhang, postuliert das Modell 2. Aufgrund des hohen Wertes für das Likelihood-Ratio G², das der Chi-Quadrat-Verteilung folgt, ist auch dieses Modell zurückzuweisen. Durch einen schrittweisen Suchprozess, der hier nicht besprochen werden kann, resultierte schliesslich Modell 3. Die Schätzwerte weichen nicht signifikant von den Beobachtungswerten ab (vgl. G²). Dieses angepasste Modell berücksichtigt namentlich, dass zwischen verschiedenen Variablen sogenannte «Second-Order Interactions» bestehen, das heisst Gruppen von drei Variablen sind so miteinander verbunden, dass die Interaktion zwischen zwei Variablen zusätzlich von einer dritten abhängt. HGT zum Beispiel bedeutet, dass die Assoziation zwischen Geschlecht (G) und Tätigkeit vor dem Unfall (T) auch von der Heimat des Verunfallten abhängt. Die Spezifikation des Modells 3 mit den Ausdrücken zweiter Ordnung, wie HGT, berücksichtigt auch die Beziehungen HG, das heisst zwischen Heimat und Geschlecht, HT und GT. Die multivariate Beziehungsstruktur zwischen den Variablen lässt sich – vereinfachend – wie in *Abbildung 1* darstellen. Die Beziehungen zweiter Ordnung kommen in diesem Schema allerdings nicht zum Ausdruck.

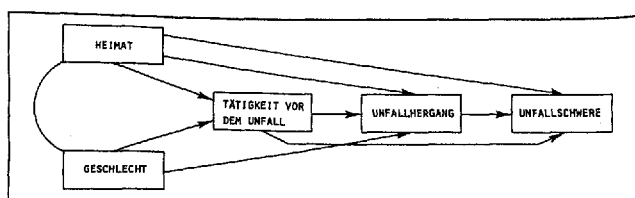


Abb. 1. Schema der Beziehungen zwischen den untersuchten Variablen

Gegenüber der λ_b-Matrix fällt auf, dass die Tätigkeit vor dem Unfall signifikant vom Geschlecht und von der Heimat des Verunfallten abhängt. Der Unfallhergang wird unter anderem von der Heimat des Verunfallten mitbestimmt, was durch das λ_b ebenfalls nicht zum Ausdruck kam. Die Unfallschwere ist teilweise von der Heimat des Verunfallten abhängig. Die Beziehungen zwischen Tätigkeit, Unfallhergang und Unfallschwere sind durch λ_b-Werte bereits hervorgetreten. Die multivariate Analyse hat also gegenüber der bivariaten eine Reihe neuer Erkenntnisse gebracht.

5. Diskussion der Ergebnisse

Die statistischen Befunde der Zusammenhanganalyse sollen inhaltlich noch näher abgeklärt werden. Die Heimat, gegliedert nach Schweizer/Ausländer, beeinflusst die Tätigkeit der Verunfallten. Gemäss den Ergebnissen der Feinanalyse ist dieser Zusammenhang auf das erhöhte Risiko der Ausländer bei Arbeiten zurückzuführen, die zum eigentlichen Produktionsvorgang gehören. Bei den übrigen Tätigkeiten ergeben sich keine wesentlichen Unterschiede nach dem Merkmal Heimat.

Der Zusammenhang zwischen der Tätigkeit vor dem Unfall und dem Unfallhergang ist naheliegend: Unfälle mit Stich-, Schnitt-, Kratz- oder Schürfwunden treten beispielsweise insbesondere bei der Durchführung des Produktionsvorganges, bei der Arbeitsvorbereitung, Störungsbehebung oder bei Instandhaltungsarbeiten auf, während sich Unfälle beim Stehen, Gehen, Ein-, Aussteigen usw. häufig mit Fallen, Stolpern, Ausgleiten und Anstossen kombinieren.

Interessante Interaktionen bestehen zwischen den Variablen *Geschlecht*, *Tätigkeit* und *Unfallhergang*. Festzustellen ist zunächst, dass bei Frauen relativ wenig Unfälle während des Produktionsvorganges und beim Verladen von Gegenständen von Hand zu verzeichnen sind, weil sie diese Tätigkeiten auch seltener verrichten als die Männer. Demgegenüber verunfallen Frauen überdurchschnittlich oft bei der Raumreinigung und bei Laborarbeiten. Gestützt auf diesen Sachverhalt könnte vermutet werden, dass die Häufigkeit der Verrichtung bestimmter Tätigkeiten allein ausschlaggebend für die Wahrscheinlichkeit eines Unfalles sei. Dies ist nicht zutreffend, weil nämlich eine direkte Beziehung zwischen dem Geschlecht und dem Unfallhergang gefunden wurde. Aus den vorliegenden Daten lässt sich, unabhängig von der Verteilung der Verunfallten auf die verschiedenen Tätigkeiten, eine grössere Gefährdung der Frauen durch bestimmte Unfalltypen (z. B. Unfälle mit Schnitt- oder Stichwunden) herauslesen.

Die *Unfallschwere* wird beeinflusst durch den Unfallhergang, die Tätigkeit vor dem Unfall, aber auch durch die Variable Heimat. Der direkte Einfluss der Heimatzugehörigkeit überrascht, da bisher angenommen wurde, der grössere Anteil an Bagatellfällen für die Schweizer (1979: 54 %) gegenüber jenem für die Ausländer (1979: 45 %) sei allein auf die risikoträchtigeren Arbeitsbedingungen zurückzuführen, was nach

den vorliegenden Ergebnissen als unrichtig erscheint. Die Zahl der ausgefallenen Arbeitstage je Berufsunfall war 1979 für die Ausländer mit durchschnittlich 14,3 Tagen länger als für die Schweizer mit 12,5 Tagen. Weshalb die Ausländer nach einem Unfall länger der Arbeit fernbleiben, kann gestützt auf die hier präsentierten Daten nur teilweise beantwortet werden. Es könnte sein, dass sie mehr als ihre Schweizer Kollegen Arbeiten mit hohem Unfallrisiko verrichten müssen, die mit der hier verwendeten Klassifikation der Tätigkeiten vor dem Unfall nicht genügend spezifiziert werden. Es könnten aber auch sozialpsychologische Ursachen vorliegen, die im Verhalten während des Heilungsprozesses eine Rolle spielen.

Zusammenfassung

Zur Prüfung von strukturellen Charakteristiken der Berufsunfälle in der Schweiz und von Zusammenhängen zwischen verschiedenen Variablen wurde eine Zufallsstichprobe von 11162 Fällen aus den 225275 von der SUVA 1979 anerkannten Berufsunfällen gezogen. Die Merkmale Heimat, Geschlecht und Wirtschaftszweig der Verunfallten, Tätigkeit vor dem Unfall, der Unfallhergang und die Unfallschwere bilden die Untersuchungsvariablen. Mit hohen relativen Risiken von 2,6 bzw. 2,3 treten die Forstwirtschaft und das Bauwesen in Erscheinung. Die besonderen Gefahren in den einzelnen Wirtschaftszweigen werden spezifiziert. Mittels Log-linearen Modellen werden die komplexen Zusammenhänge auf multivariater Basis näher untersucht. Es erweist sich, dass Strukturvariablen wie die Heimat und das Geschlecht im Modell nicht bloss die Art der Tätigkeit des Verunfallten bestimmen, sondern auch Einfluss auf den Unfallhergang und die Unfallschwere, das heisst auf die Dauer der Arbeitsunfähigkeit, nehmen.

Résumé

Analyse des structures et des rapports entre les facteurs causals des accidents professionnels

Pour analyser les caractéristiques structurelles des accidents professionnels en Suisse et les relations entre diverses variables, on a pris un échantillon aléatoire de 11162 cas sur les 225275 accidents

professionnels acceptés par la CNA en 1979. Les caractéristiques pays d'origine, sexe et secteur économique des accidentés, activité exercée avant l'accident, le déroulement et la gravité de l'accident constituent les variables examinées. L'économie forestière et la construction accusent respectivement les risques relatifs élevés de 2,6 et 2,3. On spécifie les risques particuliers au sein des divers secteurs économiques. Au moyen de "Log Linear Models", on examine les relations complexes sur une base multivariée. Il apparaît que, dans le modèle, non seulement les variables structurelles telles que le pays d'origine et le sexe déterminent le genre d'activité de l'accidenté, mais qu'elles influent en outre sur le déroulement et la gravité de l'accident, c'est-à-dire sur la durée de l'incapacité de travail.

Summary

A random sample of 11,162 events was drawn from 225,275 accidents which were certified by the Swiss National Accident Insurance Fund, in order to assess the structural characteristics of accidents during work and their relation to a number of variables. Domicile, sex and occupation of the accident victim, activity prior to the accident, the course of the accident and its severity were studied. Forestry and the building trade exhibit high relative risks of 2.6 and 2.3, respectively. The dangers specific to separate occupations are identified. The complex relationships are examined more closely by means of log-linear models in multivariate analyses. It is found that structural variables in this model like domicile and sex do not only determine the type of occupation of the accident victim but influence the course and severity of the accident, i.e. the duration of work incapacity.

Literatur

- [1] *Fienberg, S. E.*, The Analysis of Cross-Classified Categorical Data, The MIT Press, Cambridge, Mass., and London, 1977.
- [2] *Goodman, L. A.*, and *Kruskal, E. H.*, Measures of Association for Cross-classifications, I. J. Amer. Statist. Assoc. 49, 732 (1954).
- [3] *Küchler, M.*, und *Schwedler, E.*, Die Analyse von kreuztabellierten Massendaten. Eine Diskussion neuerer Verfahren, Allg. Statist. Archiv 4 64, 360 (1980).
- [4] *Upton, G. J. G.*, The Analysis of Cross-tabulated Data. Wiley, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, 1978.
- [5] *Schweizerische Unfallversicherungsanstalt*, Ergebnisse der Unfallstatistik der zwölften fünfjährigen Beobachtungsperiode 1973–1977. SUVA, Luzern, 1979.

Les accidents liés à l'éducation physique scolaire: approche épidémiologique et préventive¹

O. Jeanneret², Rita Berner³ et A. Schlaepfer⁴

1. Introduction

La place que prend actuellement, dans les pays industrialisés, l'ensemble des accidents survenant chez les enfants préoccupe toujours plus de personnes:

- les médecins en général (et les pédiatres en particulier) vu le poids de ces accidents dans la mortalité, la morbidité et l'invalidité résiduelle qui menacent ces enfants¹;
- les enseignants, vu l'absentéisme scolaire qui en résulte;
- les victimes, de par leurs souffrances et leurs soucis;
- les parents, qui en subissent le contrecoup;
- la société en général, qui en supporte le coût.

¹ D'après un rapport présenté au XIII^e Congrès du Groupement latin de médecine des sports, Grenoble, 28–31 mai 1981.

² Prof., D^r méd.; directeur de l'Institut de médecine sociale et préventive, Université de Genève, quai Charles-Page 27, CH-1211 Genève.

³ Ecole d'éducation physique et de sports, Université de Genève.

⁴ D^r méd.; Service de santé de la jeunesse, Département de l'instruction publique, Genève.

¹ Voir bibliographies du CIE-OMS, 1979–1980 [6].