

Gesundheitliche Folgen nach Fahren auf einer Vierfach-Looping-Achterbahn

T 2514/2

T 2514/2

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

Belastung des Menschen durch die Benutzung **Fliegender Bauten**

- insbesondere Looping-Achterbahnen - im Hinblick auf die medizinische Verträglichkeit

Teil 2: Gesundheitliche Folgen nach Fahren auf einer
Vierfach-Looping-Achterbahn

H.J. Boschek

A. Molsberger

P. Wehling

Gesundheitsamt Düsseldorf

Forschungsgruppe Neuroorthopädie
an der Orthopädischen Klinik der
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

1. Einleitung:

Die Marktentwicklung im Unterhaltungs- und Jahrmarktbereich war in den letzten Jahren Anreiz zu immer größeren Steigerungen der Angebote für die Besucher. Die Konkurrenz der Betreiber und das Streben nach großen Publikumsattraktionen hat zur technischen Entwicklung von Großgeräten geführt. Dabei soll der Reiz üblicher Betriebe durch größere Geschwindigkeiten, höhere Beschleunigungen und Looping-Effekte gesteigert werden.

Damit wachsen die körperlichen Belastungen für das Publikum bis zum Auftreten gesundheitlicher Risiken an. Besonders beim Betrieb sogenannter Loopings treten Beschleunigungen auf, die Werte von $5\text{ g}^{1)}$ übersteigen können.

Bei der Begutachtung und der Zulassung solcher Bauten sind zunächst vor allem die Kreislaufwirkungen berücksichtigt worden. Aus der Flugforschung liegen große Erfahrungen bei der Abschätzung der medizinischen Folgen von Beschleunigungsphänomenen auf die Kreislaufsituation vor. Sie führen zu einer Verschiebung des Blutes in die untere Körperhälfte und damit zu einer Mangeldurchblutung mit anschließender Sauerstoffunterversorgung im Gehirn. Folgen sind typischerweise Schwindel und Bewußtseinsstörungen (10).

Fliegende Bauten müssen so konzipiert werden, daß solche Extremsituationen nur für wenige Sekunden andauern. Die technischen Gutachten berücksichtigen diese medizinischen Vorgaben. Sie vernachlässigen aber bisher die Belastungen der Wirbelsäule. Das Auftreten von Querschleunigungen (zur Fahrtrichtung) und von Ruckphänomenen führt zu einer hohen Belastung des Skelettsystems, speziell der Halswirbelsäule. Die typische Folge ist die Entstehung eines sogenannten Halswirbelsäulen-Schleudertraumas. Dieses Phänomen ist eigentlich von Auffahrunfällen im Kraftfahrzeugverkehr bekannt und kann die Ursache langwieriger Beschwerdeprozesse sein. In der Presse ist über solche Verletzungsfolgen nach Kirmesunfällen mit Loopingbahnen immer wieder berichtet worden. Eine systematische Untersuchung der Häufigkeit, des Verletzungstyps und des Schweregrades sowie der Langzeitfolgen steht noch aus. Auch der Verletzungsmechanismus ist noch nicht so gut untersucht, daß zuverlässige Aussagen über Bauvorschriften gemacht werden können, die eine hinreichende Sicherheit der Besucher solcher Looping-Achterbahnen gewährleisten.

1986 kam es beim Betrieb eines Vierfach-Loopings auf der Rheinkirmes in Düsseldorf zu einem schwerwiegenden Unfall. Es handelte sich um eine Subluxation der Halswirbelsäule, die einen langwierigen Krankenhausaufenthalt der Patientin zur Folge hatte. Die Ermittlung der Aufsichtsbehörden (Gewerbeaufsicht, Gesundheits- und Ordnungsamt) führten zu dem Resultat, daß zahlreiche weitere Zwischenfälle mit leichteren Verletzungen aufgetreten waren, die amtlicherseits unbekannt geblieben waren. Nach Rücksprache mit dem TÜV-Gutachter wurde die Stilllegung des Betriebes erreicht, bis weitere Untersuchungen und zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen durchgeführt wurden. Dieses Ereignis veranlaßte Überlegungen im Arbeitskreis "Sonderbauten der Fachkonferenz Bauaufsicht".

¹⁾ $[g = 9,81\text{ ms}^{-2} = \text{Wert der Erdbeschleunigung}]$

Sie führten letztlich zur Konzeption eines Untersuchungsprogrammes, in dem dem Gesundheitsamt Düsseldorf die Aufgabe übertragen wurde, die gesundheitlichen Beeinträchtigungen nach Nutzung des Vierfach-Loopings zu erfassen und medizinisch zu bewerten. Die Konzeption der Studie und die Auswertung der Befunde erfolgte in Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe Neuroorthopädie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.

2. Methodik:

2.1 Studienaufbau:

Der Studienauftrag ließ nur die retrospektive Erhebung und Analysen von Daten zu. In einer ersten Phase wurden Ordnungs- und Gesundheitsämter sämtlicher bekannter Standorte des sogenannten Thrillers im Jahre 1986 angeschrieben. Rückmeldungen liegen aus den Städten Bonn, Bremen und Stuttgart vor, die seinerzeit Unfallmeldungen listenmäßig erfaßt hatten. In Düsseldorf waren insgesamt 35 Meldungen, allerdings anonym beim Gesundheitsamt eingegangen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Unfallstatistik nach Städten

	Gesamtzahl gemeldeter Unfälle	Ausgewertete Fragebögen
Bonn	24	3
Bremen	15	2
Düsseldorf	35	1 *
Stuttgart	40	14

*) Zusätzlich ein Fall nach Aktenlage

2.2. Fragebogen-Design

1. Ärzte-Fragebogen

Neben den Personen-Grunddaten, wie Alter und Geschlecht werden im Ärztebogen Daten zum Unfallhergang und der Beschwerdesymptomatik bei der Erstuntersuchung erhoben. Ein Schwerpunkt ist die Dokumentation des medizinischen Befundes. Hier werden die Beweglichkeit (angegeben als dreidimensional erfaßte Bewegungseinschränkung in Grad) und muskuläre Reaktionen auf das Unfalltrauma erfaßt. Der neurologische Befund umfaßt die Fragen nach Kopf- und Armschmerzen und ihre Lokalisationen. Sensibilitätsstörungen und der Reflexstatus zur Erfassung von Schäden des Plexus brachialis werden protokolliert. Als wichtigste diagnostische Maßnahme werden Röntgenaufnahmen der Halswirbelsäule abgefragt, dazu gehören insbesondere Zeichen von degenerativen oder traumatisch bedingten Vorschädigungen. Die durchgeführten Therapiemaßnahmen werden erfaßt. Zur Erhebung der finanziellen Folgeschäden werden Umfang und Dauer der Behandlungsmaßnahmen, Dauer einer Arbeitsunfähigkeit und Folgeschäden erfragt.

2. Patientenfragebogen

Der Patientenfragebogen schließt an den Arztfragebogen an und enthält entsprechend Fragen zur durchgeführten Therapie, den Arbeitsausfallzeiten und vor allem den Spätschäden.

Ausführlich wird auch auf die Unfallumstände eingegangen, dazu gehört auch die Frage nach der Latenzzeit, das heißt der Dauer zwischen Looping-Fahrt und dem Auftreten erster Beschwerden (s. Anhang).

3. Ergebnisse:

Aus den Städten Bonn, Bremen, Düsseldorf und Stuttgart wurden insgesamt 114 Unfälle aus dem Zeitraum vom Sommer 1986 bis zum Sommer 1987 bekannt. Nur 20 Fragebogen (= 17,5 %) konnten einer genaueren Analyse unterzogen werden.

- I. Der Alters-Median der Patienten betrug 27 Jahre zum Zeitpunkt des Unfalles (Reichweite 19 - 42 Jahre), ca 2/3 der Fragebögen (65%) stammten von Frauen (Abb. 1).

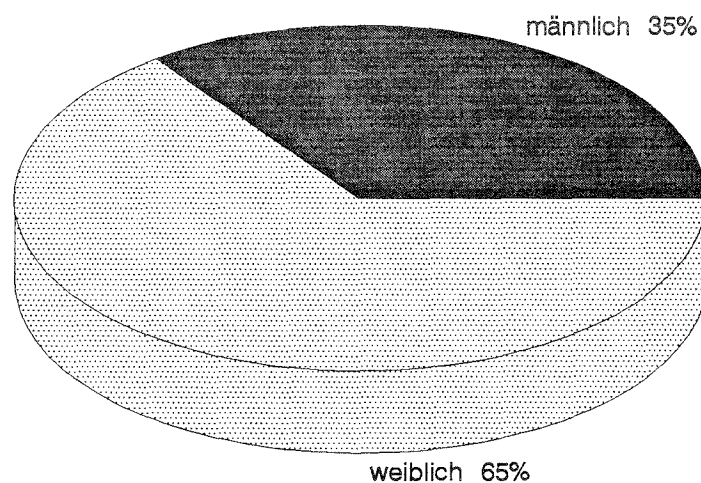


Abb. 1: Verhältnis w/m

Detailliert wurde nach den Umständen des Unfalles, d.h. nach der Sitzposition (erster, mittleres oder hinteres Drittel des Zuges) und dem Unfallhergang (Kopfbewegung von vorne nach hinten, bzw. umgekehrt oder seitlicher Ruck) gefragt. In der Mehrzahl der Fälle konnten keine Angaben gemacht werden, insgesamt ergaben sich keine Hinweise auf einen konkreten Schädigungsmechanismus.

Von einem Patienten wurde eine Schmerzensgeldforderung erhoben, der seitens des Betreibers mit der Begründung widersprochen wurde, das Fahrgeschäft sei vom Technischen Überwachungs-Verein begutachtet und zugelassen worden.

- II. Eine sichere Auskunft über die Gesamtzahl der Nutzer des Vierfachloopings im Erhebungszeitraum konnte vom Betreiber nicht erhalten werden. Es wird eine Zahl von rund 50.000 Besuchern pro Kirmes-Groß-Veranstaltung geschätzt.

- III. Die lange Latenzzeit zwischen Unfallereignis und Beginn der Fragebogenaktion und datenschutzrechtliche Gründe sind hauptverantwortlich für die geringe Rücklaufquote. Dies trifft insbesondere für den Standort Düsseldorf zu, da hier keine personenbezogenen Daten von Unfallopfern gespeichert wurden. Die quartalsbezogene Dokumentation der niedergelassenen Ärzte erlaubte in der Regel keine Identifikation der Patientennamen mehr. Die Aufteilung der Unfallmeldungen bei der Ersterfassung zeigt die Tabelle 2.

Tabelle 2: Unfallmeldungen in Düsseldorf

N = 35

8 Männer, 15 Frauen, 1 Kind (10 Jahre), 11 keine Angaben

Diagnosen:

HWS-Syndrom / HWS-Schleudertrauma	23
schweres HWS-Syndrom mit Schluckbeschwerden	1
akuter Schiefhals	2
reflektorische Verspannung	
- Halswirbelsäule	5
- Brustwirbelsäule	1
- Lendenwirbelsäule	2
Schulter- und Thoraxprellung	2

- IV. Wegen der beschriebenen Schwierigkeiten konnte nur einer dieser Patienten erreicht werden. Ein weiterer Fall wurde weitgehend aus den Akten rekonstruiert, ging aber nicht in die weitere Darstellung ein.

Es betrifft eine 32-jährige Patientin, die sich bei einer Fahrt mit dem Thriller eine Subluxation im Bereich des 4. und 5. Halswirbels zuzog und für 6 Wochen stationär behandelt werden mußte. Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit betrug mindestens 12 Wochen. Zwei weitere Fälle mit erheblichen Komplikationen (Pneumothorax und Halswirbel-Fraktur) wurden erfaßt.

Die wesentlichen Daten aus Arzt- und Patientenbögen sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Ergebnisse Fragebogen - Auswertung

ALTER/ GESCHLECHT	LATENZZEIT	DIAGNOST. MAßNAHMEN	BEFUND/ DIAGNOSEN	THERAPIE	BEHANDLUNGS- DAUER/ARZTTERMINE	ARBEITSUN- FÄHIGKEIT	LANGZEIT- FOLGEN
<u>Bonn</u> 23 J; w. A.B. P.B.	k.A. ¹ keine	1. KL ² 2. N ³ 3. RÖ ⁴	1. NS ⁵ 2. HH ⁶ 3. Abriß Dornfort- satz C 5	1. SCH ⁷ 2. MED ⁸ 3. CHIR ⁹ 4. Elektro ¹⁰ 5. MA ¹¹	51 Wochen 60 Termine	4 Wochen	nein
28 J; m. A.B.	keine	1. KL 2. RÖ	1. NS 2. HH 3. Übelkeit und Erbrechen	1. SCH 2. MED 3. Elektro	25 Tage 9 Termine	24 Tage	ja
27 J; m. A.B.	keine	1. KL 2. RÖ	1. NS 2. HH	1. SCH 2. MED 3. Elektro 4. KG ¹²	2 1/2 Monate 8 Termine	5 Wochen	nein

Tabelle 3: (Fortsetzung)

ALTER/ GESCHLECHT	LATENZZEIT	DIAGNOST. MAßNAHMEN	BEFUND/ DIAGNOSEN	THERAPIE	BEHANDLUNGS- DAUER/ARZTTERMI NE	ARBEITSUN- FÄHIGKEIT	LANGZEIT- FOLGEN
<u>Bremen:</u> 24 J; w. A.B. P.B.	1 Tag 15 h	1. KL	1. NS	1. LA 2. Elektro 3. MED	4 Tage 2 Termine	0	nein
20 J; m. A.B. P.B.	1 Tag	1. KL 2. RÖ	1. NS 2. HH	1. SCH 2. MED	1 Tag 1 Termin	7 Tage	nein
<u>Düsseldorf</u> 29 J; w. A.B. P.B.	keine 5 - 6 Std.	1. KL 2. RÖ	1. NS	1. LA 2. MED	13 Tage 6 Termine	0	NS
<u>Stuttgart</u> 35 J; w. A.B. P.B.	keine k.A.	1. KL 2. RÖ	1. HH 2. Atemnot 3. Thoraxschmerz 4. Pneumothorax rechts	1. stationäre Behandlung 2. Büllau- Drainage	10 Tage stationär	2 Wochen	nein Schwindel

Tabelle 3: (Fortsetzung)

ALTER/ GESCHLECHT	LATENZZEIT	DIAGNOST. MAßNAHMEN	BEFUND/ DIAGNOSEN	THERAPIE	BEHANDLUNGS- DAUER/ARZTTTERMINE	ARBEITSUN- FÄHIGKEIT	LANGZEIT- FOLGEN
19 J; m. A.B.	k.A.	1. KL 2. RÖ	1. NS 2. Schulter- schmerzen	1. SCH 2. MED 3. KG	1 Tag 1 Termin	0	nein
42 J; m. A.B. P.B.	keine	1. KL 2. RÖ	1. NS 2. HH	1. CHIR	3 Wochen 8 Termine	0	k.A.
29 J; w. A.B. P.B.	keine	1. KL 2. RÖ	1. NS	1. SCH 2. MED	3 Wochen 5 Termine	4 Wochen	1. Steifigkeit im Nacken 2. Schlaf- störungen
26 J; m. P.B.	keine		1. NS 2. Schwindel	1. SCH	2 Wochen	0	nein
27 J; w. P.B.	sofort		1. NS	1. SCH 2. MA 3. KG	k.A.	2 Wochen	Steifigkeit im Nacken

Tabelle 3: (Fortsetzung)

ALTER/ GESCHLECHT	LATENZZEIT	DIAGNOST. MAßNAHMEN	BEFUND/ DIAGNOSEN	THERAPIE	BEHANDLUNGS- DAUER/ARZTTERMIN	ARBEITSUN- FÄHIGKEIT	LANGZEIT- FOLGEN
22 J; w. A.B. P.B.	1 Tag	1. KL	1. NS 2. HH 3. Schwindel und Übelkeit	1. LA 2. MED	3 Tage 2 Termine	0	k.A.
25 J; w. A.B.	keine	1. KL 2. RÖ	1. NS	1. SCH 2. Elektro	16 Tage 5 Termine	0	nein
26 J; w. A.B. P.B.	keine	1. KL 2. RÖ	1. NS 2. HH	1. LA 2. MED	11 Tage 3 Termine	14 Tage	k.A.
42 J; m. A.B.	keine	1. KL 2. RÖ	1. NS	1. Elektro 2. KG	5 Wochen 8 Termine	0	k.A.
37. J; w. A.B.	k.A.	1. KL 2. RÖ	1. NS	1. SCH 2. CHIR	10 Tage 4 Termin	9 Tage	nein

Tabelle 3: (Fortsetzung)

ALTER/ GESCHLECHT	LATENZZEIT	DIAGNOST. MAßNAHMEN	BEFUND/ DIAGNOSEN	THERAPIE	BEHANDLUNGS- DAUER/ARZTTERMINE	ARBEITSUN- FÄHIGKEIT	LANGZEIT- FOLGEN
20 J; w. A.B.	keine	1. KL 2. RÖ	1. NS 2. HH	1. SCH 2. Elektro	4 Tage 3 Termine	3 Tage	nein
27 J; w. A.B.	1 Tag	1. KL 2. RÖ	1. NS 2. HH	1. SCH 2. Elektro 3. MED 4. MA	24 Tage 9 Termine	11 Tage	nein
27 J; w. A.B.	k.A.	1. KL 2. RÖ	1. NS	1. SCH	1 Tag 1 Termin	0	k.A.

Legende:

A.B. = Arztbogen
P.B. = Patientenbogen

1 k.A. = keine Angaben
2 NS = Nackenschmerzen
3 HH = Hinterhauptkopfschmerzen
4 KL = Klinische Untersuchung
5 N = Neurologische Untersuchung
6 RÖ = Röntgen HWS
7 MED = Medikamente

8 LA = Lokalanästhesie
9 SCH = Schanz'sche Krawatte
10 CHIR = Chirotherapie
11 ELEKTRO = Elektrotherapie
12 MA = Massage
13 KG = Krankengymnastik

In den ausgewerteten 20 Fällen klagten 19 Patienten (95 %) über Beschwerden im Nackenbereich, die sich typischerweise als Schmerzen mit Bewegungseinschränkungen und muskulärem Hartspann im Schulter-Nackenbereich (M.trapezius, M. splenius capitis) manifestierten. 10 Patienten (50 %) klagten zudem über Kopfschmerzen, die ausnahmslos im Hinterkopfbereich lokalisiert waren. Bei jeweils 2 Patienten (10 %) kam es auch zu Übelkeit und Erbrechen und anhaltendem Schwindel (Abb. 2).

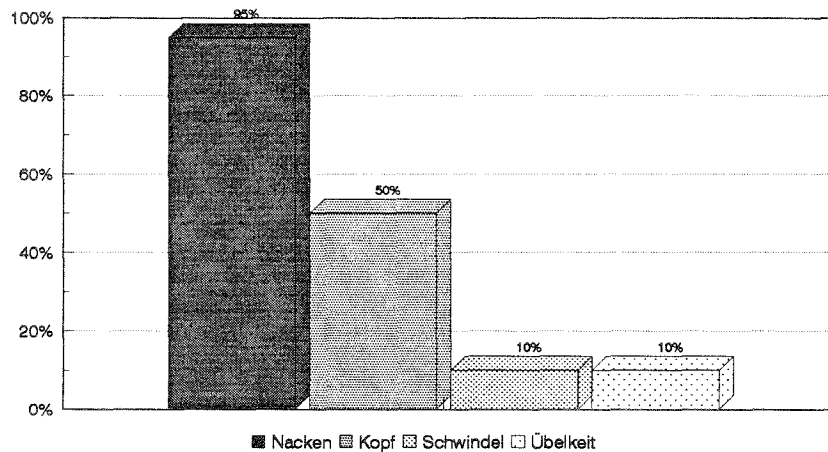


Abb. 2: Häufigkeit der Beschwerden

13 Patienten (65 %) gaben ein sofortiges Auftreten von Beschwerden an. Bei 4 Patienten (20 %) traten die Beschwerden in einem Zeitraum von 12 bis zu 24 Std. auf. 3 Patienten (15 %) konnten über den Zeitpunkt des Auftretens der ersten Beschwerden keine Angaben machen (Abb. 3).

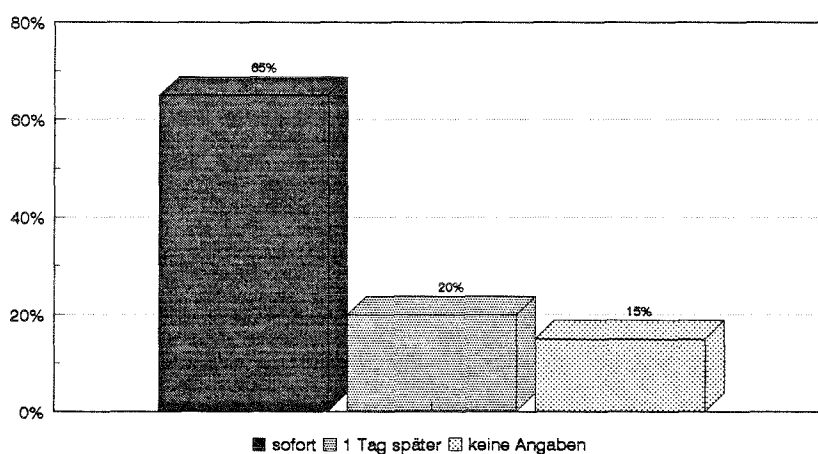


Abb. 3: Latenzzeit bis zum Beschwerdebeginn

Bei 6 Patienten (30 %) dauerten die Beschwerden weniger als eine Woche (3 - 7 Tage) an, bei 10 (50 %) hielten die Schmerzen 2 - 4 Wochen an und jeweils 2 Patienten gaben die Dauer der Unfallfolgen mit 8 Wochen bzw. einem Jahr an (Abb. 4).

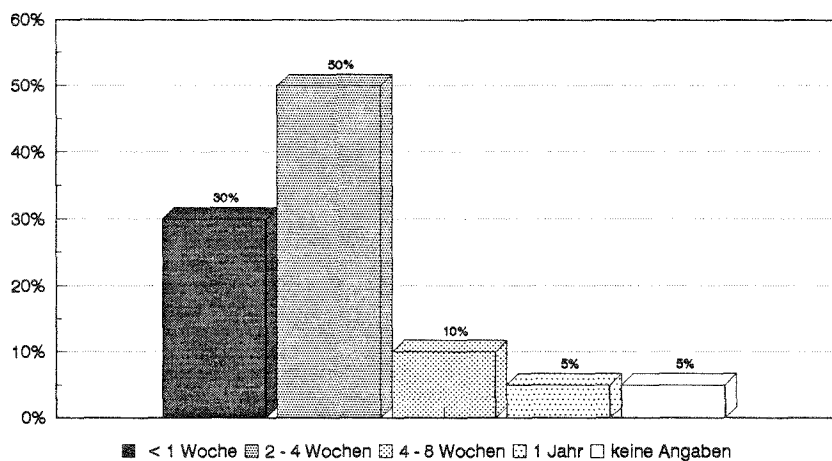


Abb. 4: Beschwerdedauer

4 Patienten (20%) gaben an, noch immer an den Folgen der Looping-Fahrt zu leiden. Dies äußerte sich nach mehr als 4 Jahren in Schlafstörungen (1 Fall) und vor allem in andauernden Nackenschmerzen (3 Fällen).

Die Verletzungen erforderten im Mittel eine Behandlungsdauer von 13 Tagen (Median, Reichweite 1 Tag bis 51 Wochen), dabei fielen 4,5 Arztbesuche pro Patient an (Abb. 5).

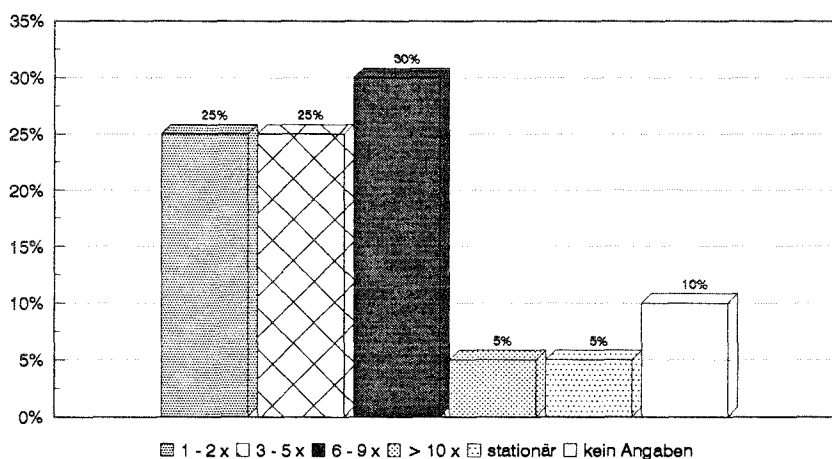


Abb. 5: Häufigkeit der Arztbesuche

Nur 9 Patienten blieben trotzdem arbeitsfähig. Die restlichen 11 Patienten waren im Mittel 11 Tage arbeitsunfähig (Median, Reichweite 3 Tage bis 5 Wochen), das gibt eine mittlere Dauer der Arbeitsunfähigkeit pro Verletzten von 35 Tagen (Abb. 6).

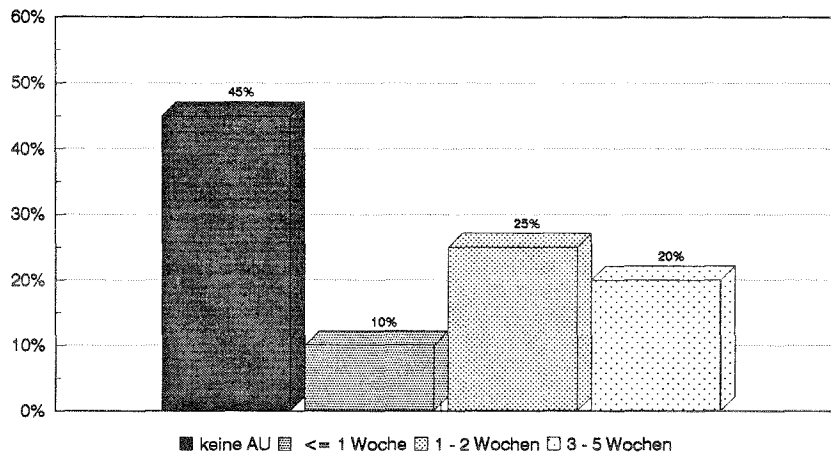


Abb. 6: Dauer der Arbeitsunfähigkeit

Die Diagnostik beschränkt sich im wesentlichen auf eine körperliche Untersuchung mit der Erhebung orthopädischer bzw. neurologischer Befunde. In 90% der Fälle wurden Röntgenaufnahmen der Halswirbelsäule in 2 oder mehr Ebenen angefertigt. Dabei zeigte sich in einem Fall ein Abriß des Dornfortsatzes des 5. Halswirbels. In 15% der Fälle wurde eine Vorschädigung im Sinne einer Osteochondrose, in 25% der Fälle eine Steilstellung der Halswirbelsäule beschrieben. Eine Spondylose wurde bei 20% der Patienten diagnostiziert. Lediglich 30% der Röntgenaufnahmen wurden als normal befundet (Abb. 7).

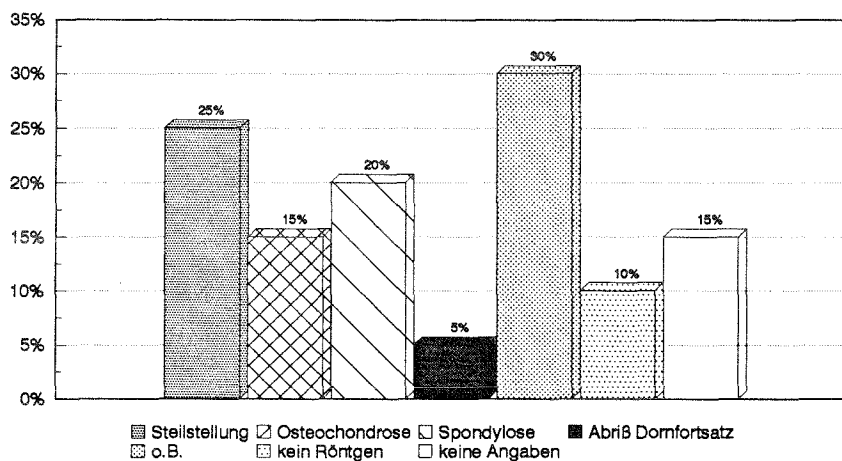


Abb. 7: Röntgendiagnosen

Als Therapie wandten die behandelnden Ärzte eine Vielzahl von Verfahren an: 13 Patienten (65%) erhielten eine Schanz'sche Krawatte zur Ruhigstellung der Halswirbelsäule, 11 (55%) wurden schmerzstillende Medikamente (vorwiegend nichtsteroidale Antiphlogistika) verordnet. 4 (20%) erhielten Krankengymnastik und Massagen und in 9 Fällen (45%) wurden elektrophysikalische Maßnahmen angewendet. 4 (20%) erhielten Lokalanästhetika-Injektionen, 3 (15%) Chirotherapie und eine lokale Wärmeanwendung (Abb. 8).

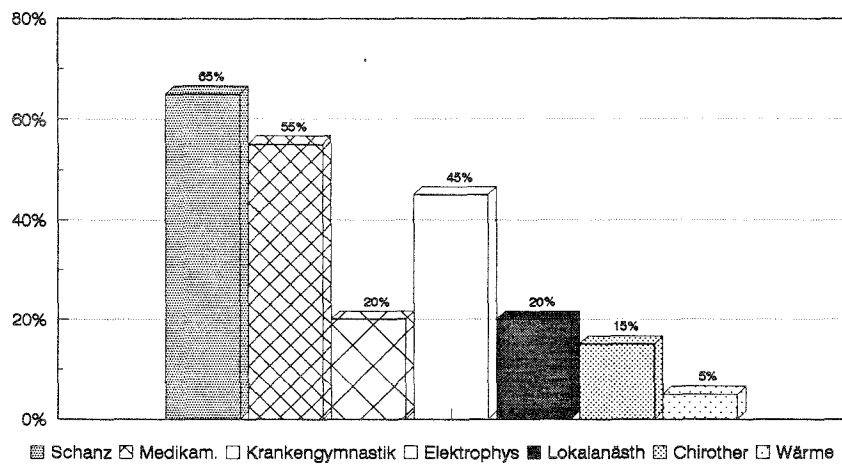


Abb. 8: Therapieformen

4. Diskussion

Die Durchführung der Untersuchung als retrospektive Studie führt zu mehreren methodischen Einschränkungen. Bisher sind allerdings nur retrospektive Auswertungen von Halswirbelsäulen-Verletzungen durchgeführt worden (1, 4, 11, 16). Dvorak (4) untersuchte 1.100 Dokumentationsbögen von 11.000 zwischen 1978 und 1981 bei der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt registrierten Halswirbelsäulen-Verletzungen. 320 Fälle wurden detailliert mittels Fragebogen (Rücklaufquote 62,5 %) ausgewertet. Björnstig (1) und Maimaris (11) untersuchten 139 bzw. 102 Patienten zweier Kliniken in Schweden bzw. Großbritannien. Zenner (16) wertete 100 Fälle von Heckauffahrunfällen mit reinen Weichteilverletzungen, d.h. ohne röntgenologisch nachweisbare knöcherne Schäden aus.

Die retrospektiven Untersuchungen lassen keine sicheren Aussagen über die Gesamtsituation zu. Schon Dvorak forderte deshalb eine interdisziplinäre prospektive Analyse des komplexen und teilweise immer noch ungeklärten Krankheitsbildes der Halswirbelsäulen-Weichteilverletzung.

In der vorliegenden Untersuchung erwies sich die mehr als vierjährige Verzögerung zwischen den Unfallereignissen und dem Studienbeginn als zu lang. Diese Tatsache und der Datenschutz erklären den niedrigen Prozentsatz (17,5 %) der Rückantworten, da nur wenige Patienten namentlich bekannt waren und die übrigen Patienten somit nicht erreicht werden konnten. Patientenfragebögen, deren Auswertung gewisse Rückschlüsse auf Langzeitfolgen erlauben, liegen kaum vor. Die Datenerfassung erfolgte in den Untersuchungsorten nach unterschiedlichen Kriterien, damit ist die Vergleichbarkeit bei der Erfassung der Unfallopfer eingeschränkt. Verallgemeinerungen der Resultate sind nur mit äußerster Vorsicht möglich.

Mit einer gewissen Sicherheit kann jedoch angenommen werden, daß die schweren Unfälle, Frakturen und Luxationen, vollständig erfaßt wurden. Basierend auf der Selbstauskunft des Unternehmers und verschiedenen Presseangaben, ergibt sich eine Häufigkeit solcher Unfälle von 1 - 2 Fällen auf 100.000 Fahrten. Angaben zum Unfallmechanismus liegen kaum vor, bzw. sie sind nicht zu verwerten. Es ist daher nicht möglich, konkrete Empfehlungen zur Betriebssicherheit abzuleiten.

Basierend auf den vorliegenden Zahlen ergibt sich eine Mindestwahrscheinlichkeit von 0,5-1 ‰ für die Benutzer des Vierfach-Loopings, während der Fahrt einen Körperschaden zu erleiden. Mit dieser Zahl ist sicher nur ein Bruchteil der Schäden erfaßt. Geringfügige Schäden, die nicht zu einem Arztbesuch führten, wurden nirgendwo registriert. Die zahlreichen Besucher einer Kirmesgroßveranstaltung, die aus dem Umland stammen, konnten von den Gesundheitsämtern praktisch nicht erreicht werden. Die Latenzzeit beim Halswirbelschleudertrauma trägt ebenfalls zur Dunkelziffer bei, da später auftretende Beschwerden nicht immer mit der Loopingfahrt in Zusammenhang gebracht werden. Nach den Untersuchungen von Zenner treten nur bei knapp der Hälfte der Verletzten die typischen Beschwerden sofort nach dem Trauma auf. Bei den übrigen werden Latenzzeiten von 30 Minuten bis zu drei Tagen beobachtet. Dies entspricht etwa den Angaben aus dieser Untersuchung.

In der Gesamtstatistik der Unfälle mit Halswirbelsäulen-Weichteilschäden spielen die Fliegenden Bauten

bisher keine wesentliche Rolle, bzw. sie wurden bei den bisherigen Untersuchungen nicht erfaßt. Die epidemiologische Arbeit von Dvorak gibt für die Schweiz eine jährliche Inzidenz von 40 : 100.000 für HWS-Schleudertraumen an. Der Autor bezieht sich dabei auf die Unterlagen der Schweizerischen Versicherungsanstalt, bei der rund zwei Drittel aller Schweizer versichert sind. Insgesamt schätzt er eine Inzidenz von ca. 1 : 1.000 für die Schweiz. Diese Schätzung entspricht etwa den Angaben von Björnstig. In dieser Gesamtzahl stellen Verkehrsunfälle, vor allem Auffahrkollisionen, mit 45 % die häufigste Unfallursache dar (4). Die zweithäufigste Ursache sind Stürze mit rund 39 %, vor Sportunfällen und Schlägereien. Die Untersuchung von Björnstig ergab den Anteil von Verkehrsunfällen einschließlich Zweiradunfällen mit 69 %.

Das mittlere Alter der Patienten in den vier Studien war 25 (Björnstig, Medianwert), 40,5 (Dvorak, Mittelwert), 37 (Maimaris, Mittelwert) und 40,5 Jahre (Zenner, Median). Mit 27 Jahren ist in dieser Untersuchung das mittlere Alter relativ niedrig und entspricht damit der Vermutung, daß vor allem Jüngere zu den Benutzern Fliegender Bauten auf Kirmesveranstaltungen gehören.

Die Geschlechtsverteilung der Unfallopfer in den Studien ist unterschiedlich. In der Schweizer Untersuchung überwiegen mit 72 % die Männer stark, dies entspricht allerdings der Gesamtstruktur der erfaßten Gruppe. Bei Björnstig ist der Männeranteil 52 %, in der von Maimaris untersuchten Gruppe überwiegen die Frauen mit 57 %. Demgegenüber sind rund zwei Drittel der Unfallopfer beim Looping Frauen, obwohl bei den Fahrgästen eher die Männer überwiegen. Über mögliche Ursachen kann bei der geringen Probandenzahl nur spekuliert werden. So vermutete Langwieder (9), daß aus anatomischen Gründen Frauen empfindlicher auf Schleudertraumen reagieren, auch scheinen sie eine längere Rekonvaleszenzphase zu benötigen (1).

In 40 % der Fälle traten die Beschwerden sofort nach der Loopingfahrt auf. Dies entspricht den Angaben von Maimaris und Zenner, die bei 37 % bzw. 46 % eine Sofortsymptomatik fanden. Bei den Untersuchungen von Maimaris ergab sich für 50 % eine Symptomatik innerhalb eines Tages, bei 13 % dauerte es mehr als einen Tag, bis Beschwerden auftraten.

Ähnliche Angaben macht Dvorak, der zusätzlich einen signifikanten Unterschied zwischen einem frühen Auftreten von Beschwerden und einer nachfolgenden Berentung fand.

Als häufigstes Symptom fanden sich Nackenschmerzen mit Bewegungseinschränkungen im Hals- und Schulterbereich. Dies gilt für mehr als 90 % aller Patienten und entspricht den Befunden von Dvorak, Maimaris und Zenner. Kopfschmerzen, typischerweise im Hinterhauptbereich, traten bei 40 % auf. Dies entspricht den Ergebnissen von Maimaris, der ebenfalls fand, daß dieses Symptom häufiger auf Spätschäden deutet. 63 % seiner Patienten mit Kopfschmerzen hatten nach mehr als zwei Jahren noch Beschwerden gegenüber 40% in der Gruppe ohne Spätfolgen.

Dvorak fand Schwindel bei 60 % der Patienten, die später berentet wurden, gegenüber 20 % bei Patienten ohne schwerwiegende Spätfolgen. In dieser Untersuchung war Schwindel nur bei 10 % der Probanden aufgetreten. Dies könnte als Hinweis dafür gewertet werden, daß die Looping-Unfälle weniger gravierende Spätfolgen als Kfz-Verkehrsunfälle haben.

Allerdings sind die Einschätzungen von Versicherungsgutachten von Halswirbelsäulentraumen nur bedingt verlässlich (15, 16).

Die Mehrzahl der Patienten wurde primär ambulant von niedergelassenen Ärzten, in der Regel Orthopäden, betreut. Dies entspricht den Erfahrungen von Dvorak, daß nur schwerere Verletzungen in Krankenhäusern erstversorgt werden.

Die bei der Erstuntersuchung angewandten diagnostischen Verfahren beschränken sich vorwiegend auf eine allgemeine klinische Untersuchung, eine differenzierte neurologische und/oder manualtherapeutische Befunderhebung findet nur selten statt. Die Dokumentation erfolgt nicht standardisiert und ist deshalb für Vergleiche nur bedingt geeignet. Zu derselben Bewertung kam auch Zenner bei seinen Fällen. Obwohl Schwindel, Ohrgeräusche und Nystagmus häufige Begleitsymptome eines Schleudertraumas sind, werden solche Befunde nur ausnahmsweise dokumentiert und wahrscheinlich auch häufig nicht genügend beachtet.

Die Untersuchung konzentriert sich auf die röntgenologische Darstellung der Halswirbelsäule in zwei oder mehr Ebenen. Sie wird routinemäßig durchgeführt. In dieser Untersuchung standen die Originalröntgenbilder nicht für eine Zweitbegutachtung zur Verfügung.

Nur 10 % der Patienten wurden nicht geröntgt, dies ist mit den Erfahrungen anderer Autoren vergleichbar (1). Nur bei 30 % der Patienten fand sich ein röntgenologischer Normalbefund. In 25 % ergab sich eine Steilstellung als Zeichen des Halswirbelsäulentraumas.

In 35 % wurde eine degenerative Vorschädigung der Halswirbelsäule diagnostiziert. In 20 % handelte es sich um eine Spondylose und in 15 % um eine Osteochondrose.

Die Spondylose ist eine Arthrose der Wirbelbogengelenke. Ursache ist eine Zerstörung der Gelenksknorpel, die durch funktionell minderwertiges Bindegewebe ersetzt werden. Die Folge ist eine Einschränkung der Beweglichkeit und eine Einengung der Zwischenwirbellöcher mit Kompression der Nervenwurzeln. Dieses verbreitete Krankheitsbild betrifft vor allem die untere Halswirbelsäule und den lumbosakralen Übergangsbereich.

Die Osteochondrose entwickelt sich aus einem Bandscheibenschaden. Der Krankheitsprozeß verstärkt die Reibung benachbarter Wirbelkörper. Die chronische Reizung führt zur Ausbildung neuen Knochengewebes, das als spondylotische Randzacken im Röntgenbild nachgewiesen wird. Die Folge ist ebenfalls eine Bewegungseinschränkung der geschädigten Wirbelsäulenabschnitte mit Muskelverspannungen und Schmerzen (2).

Degenerative und traumatische Ursachen bewirken ähnliche pathologische Reaktionsweisen, die alle zum sogenannten Zervikalsyndrom führen (s. Tabelle 4).

Tabelle 4: Symptomatik des Zervikalsyndroms (3)

* Nackenschmerz	oberes Zervikal-Syndrom
* Hinterkopfschmerz	
* Übelkeit, Ohrgeräusche	
* Muskelverspannungen, Schiefhals	
* Schulter-Arm-Schmerzen	unteres Zervikal-Syndrom

Eine schnelle Beschwerdefreiheit trat bei 30 % der Patienten auf. 90 % waren nach Angaben der behandelnden Ärzte spätestens nach zwei Monaten weitgehend ohne Unfallfolgen. Dies kontrastiert mit den Ergebnissen von Maimaris (11), daß sich nur bei 65,7 % die Symptomatik während der Therapie deutlich besserte. In der Untersuchung von Dvorak waren nach vier Jahren ebenfalls nur 76,5 % der Unfallopfer beschwerdefrei, gaben aber immerhin noch gelegentliche mäßige Schmerzen an.

Der Vergleich mit diesen Studien stützt die Annahme, daß Looping-Unfälle in der Regel weniger schwere Folgen als Kfz-Unfälle haben. Allerdings schätzen die Ärzte den Behandlungserfolg offenbar besser als ihre Patienten ein. Dafür spricht die Tatsache, daß praktisch alle Ärzte die Beschwerden als geheilt bzw. als weitgehend gebessert angeben, bei den wenigen Patientenbogen aber immerhin 4 Patienten über Langzeitschäden klagten.

Hinweise über die Unfallschwere geben auch die Daten über die Dauer der ärztlichen Behandlung bzw. der Arbeitsunfähigkeit. 55 % der Patienten waren im Mittel 11 Tage arbeitsunfähig.

Vergleichbare Angaben liegen nur von Björnstig und Maimaris vor. Bei Björnstig waren 29 % der Patienten zeitweilig arbeitsunfähig. Dabei unterschieden sich die Frauen mit einem Median von 25 Tagen von den Männern, die im Mittel 16 Tage arbeitsunfähig waren. Die Gesamtkosten der Behandlung für alle untersuchten Patienten waren mit 906.000 schwedischen Kronen angegeben.

Bei Maimaris betrugen die Behandlungszeiten 3 Wochen für die Gruppe ohne bleibende Beschwerden, im Vergleich zu 10 Wochen bei den Patienten mit persistierenden Beschwerden. Auch diese Daten sprechen für eine geringere Schädigung durch den Looping als durch andere typische Schleudertraumen. Während der Behandlung werden üblicherweise eine Vielzahl unterschiedlicher Therapieformen eingesetzt. In sämtlichen Arbeiten wird deutlich, daß es kein einheitliches Therapiekonzept des Halswirbelsäulentraumas gibt.

In dieser Studie wurde am häufigsten die Schanzsche Krawatte zur Stabilisierung der Wirbelsäule angewandt. Am zweithäufigsten wurden Schmerzmittel verschrieben. Dies entspricht etwa den Ergebnissen von Maimaris, daß in über 90 % Halskrawatten und / oder Analgetika verordnet wurden. Dvorak fand, daß in der ersten Phase am häufigsten Medikamente verschrieben wurden, vor Massagen und Wärmeanwendungen. Nur in 20 % der Fälle wurde eine Halskrawatte eingesetzt.

Die entscheidende Frage bei der Bewertung der gesundheitlichen Folgen eines Looping-Unfalles ist die Einschätzung der Langzeitschäden.

Das einheitliche klinische Erscheinungsbild erschwert die gutachterliche Abgrenzung der Unfallfolgen von degenerativen Vorschäden. Außerdem gibt es Hinweise, daß eine vorgeschädigte Halswirbelsäule nach einem Trauma mit einer höheren Wahrscheinlichkeit zu Langzeitbeschwerden führt.

Bei der von Maimaris (11) untersuchten Gruppe erholte sich nur ca. ein Drittel der Patienten vollständig von dem Unfall. Dies kontrastiert deutlich mit den Ergebnissen dieser Studie, in der nur 20 % nach vier Jahren noch Beschwerden angaben. Dies spricht für eine geringere Schädigung beim Looping-Unfall als bei der Gruppe von Verkehrsunfallverletzten. Keine deutlichen Zusammenhänge bestanden zwischen Dauer der Arbeitsunfähigkeit als Indikator der Unfallschwere und dem Auftreten von Langzeitfolgen. Dagegen fand Maimaris, daß ein höheres Alter, ein geringerer Grad degenerativer Vorschäden und eine kürzere Behandlungsdauer eine günstigere Prognose für eine vollständige spätere Beschwerdefreiheit bedeuten.

Ein ähnliches Ergebnis konnte nicht bestätigt werden, da nur ein Patient mit einer Arbeitsunfähigkeitsdauer von vier Wochen einen Dauerschaden angab. Umgekehrt waren die übrigen drei Patienten mit persistierenden Beschwerden weniger als vier Wochen krank.

Die Langzeitfolgen korrelieren erfahrungsgemäß mit dem Schweregrad des Traumas. Sie haben zu einer Klassifikation des posttraumatischen Zervikalsyndroms geführt (s. Tabelle 5).

Tabelle 5:

**Gutachterliche Einschätzung der Schweregrade bei Schleuderverletzungen der Halswirbelsäule
(= HWS) (nach (8) und (13))**

Schweregrad I:

Leichte bis mittelschwere Distorsion
"Zerrung der Halsweichteile"

Dauer der Arbeitsunfähigkeit:

bis zu drei Wochen

Minderung der Erwerbs-
fähigkeit:

20 % bis zu vier Wochen

Schweregrad II:

Mittlere bis schwere Distorsion, zusätzlich:
Zerrung der HWS-Bänder und Gelenk-Kapseln
bis zu Mikrorupturen ohne makroskopisch
bedeutsame Verletzungen

Dauer der Arbeitsunfähigkeit:

2 - 4 Wochen

Minderungs der Erwerbs-
fähigkeit:

20 % bis zum Ende des ersten Halbjahres
10 % bis zum Ende des Unfalljahres

Schweregrad III:

Makroskopisch nachweisbarer Schaden
Wirbelkörper-Fraktur, Luxation usw.

Dauer der Arbeitsunfähigkeit:

6 Wochen und mehr

Minderung der Erwerbs-
fähigkeit:

30 % bis zum Ende des ersten Halbjahres,
20 % bis zum Ende des Unfalljahres,
10 - 20 % Dauerrente

Nimmt man die Dauer der Krankschreibung als Kriterium für den Schweregrad des Traumas, so erlitten 75 % der Unfallopfer der HWS-Trauma ersten Grades und 15 % eine Verletzung zweiten Grades und zwei ein Trauma dritten Grades, das erfahrungsgemäß bei Unfallopfern zu einer Teildauerberentung führt. Wesentlich ist die Erkenntnis, daß in keinem Fall Schmerzensgelder oder Ausgleichszahlungen für eine MdE gezahlt wurden.

Nur in einem besonders gravierenden Fall (Subluxation) wurde überhaupt eine Schmerzensgeldforderung geltend gemacht. Man muß feststellen, daß offenbar in keinem Fall eine ausreichende Diagnostik und Beratung der Patienten erfolgte, so daß in keinem Fall eine entsprechende Entschädigung erreicht werden konnte.

Diese Ergebnisse entsprechen der langjährigen Gutachtenpraxis in Deutschland, die sich auf die Untersuchungen von Erdmann (5) stützen. Erdmann beschäftigte sich mit dem klassischen Schleudertrauma, das beim reinen Heckauffahrunfall entsteht.

Er kam zu einer Reihe von Schlußfolgerungen, die von der Mehrzahl der Fachleute übernommen wurden.

1. Ein erheblicher Körperschaden durch einen Auffahrunfall entsteht nur bei unzureichendem Nackenschutz.
2. Die Schädigung entsteht durch einen Schermechanismus, das sogenannte Peitschen-schlagphänomen (s. Abb. 9)

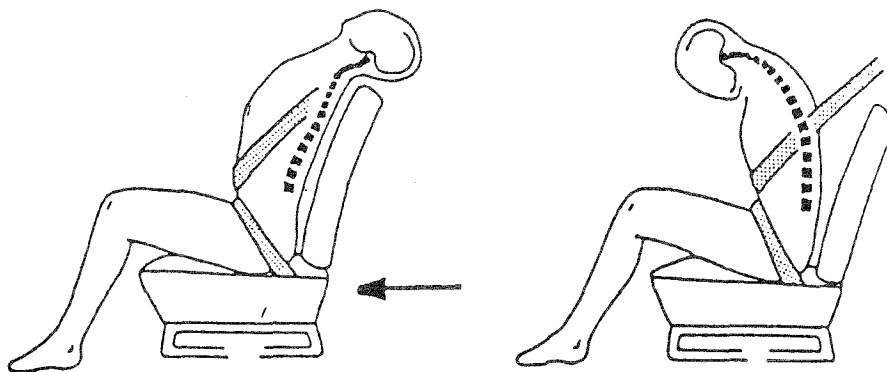


Abb. 9: Schleudertrauma der Halswirbelsäule (aus (8))

- a) Retroflexion mit Überstreckung der HWS und Überdehnung der Halsweichteile
- b) Anteflexion mit Kompression des Bewegungssegments und der Halsweichteile

3. Das Überraschungsmoment verhindert die muskuläre Abwehr.
4. Vorbestehende degenerative Halswirbelsäulenschäden, vor allem der Bandscheiben bilden Prädilektionsstellen für Rupturen.

Dieses Modell, das durch Versuche von Hinz (6) gestützt wurde, besitzt auch heute noch einen gewissen Erklärungswert. Es begründet die Forderung bei den Fahrgästen des Loopings, Oberkörper und die Kopf-Hals-Partie sicher zu fixieren. Der Konsum von Alkohol führt zu einer Muskelrelaxation und zu verminderter Aufmerksamkeit. Kunden unter erkennbarem Alkoholeinfluß sollten von einer Benutzung des Thrillers ausgeschlossen werden. Selbstverständlich ist bei bestehenden Beschwerden im Halswirbelsäulenbereich von einer Benutzung des Gerätes dringend abzuraten. Bei der weiten Verbreitung entsprechender Schäden schon in relativ frühem Alter sind solche Großgeräte für einen großen Teil der Bevölkerung nicht empfehlenswert.

Das Erdmannsche Konzept erklärt eine Reihe von empirischen Befunden nach Halswirbelsäulen-

Distorsionen nicht. Es ist daher nicht mehr unumstritten.

Zu den offenen Problemen gehören (16):

1. Eine große Zahl von Patienten leidet unter erheblichen und langwierigen Beschwerden, obwohl sie nur "leicht verletzt" wurden und objektive Befunde, z.B. im Röntgenbild, nicht nachweisbar waren.
2. Dies gilt besonders für neurologische und "psychosomatische" Befunde, wie Depressionen und Schlafstörungen.
3. Die charakteristischen Unfallfolgen treten auch dann auf, wenn es nicht zum typischen Unfallgeschehen gekommen ist oder wenn ein ausreichender Schutz durch Gurt und adäquate Kopfstütze gewährleistet sein sollte.

So fand unter anderem Maimaris keine Korrelation von Schäden zum Unfallablauf (11).

Dies gilt auch für die anderen Autoren (4, 14, 16) die außerdem feststellen, daß die Protokollierung der Unfallumstände erhebliche Mängel aufzeigt.

Nach einer zusammenfassenden Wertung einer Vielzahl experimenteller und neurophysiologischer Untersuchungsbefunde postulierte Zenner (16) eine funktionelle Störung der Kopfgelenke als Ursache für das posttraumatische (obere) Zervikalsyndrom.

Anatomisch besteht die Halswirbelsäule aus zwei Abschnitten (s. Abb 10.) - Dem Kopfgelenkabschnitt und der eigentlichen HWS, die mit dem dritten Halswirbelkörper (C3) beginnt.

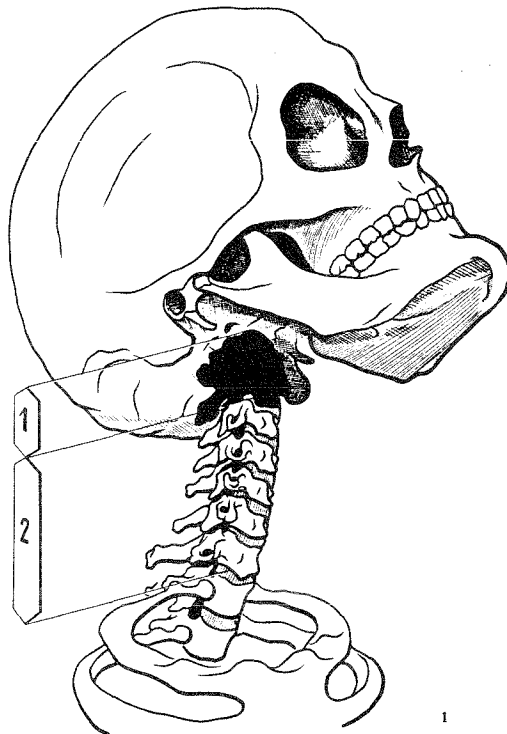


Abb. 10: Kopfgelenkabschnitt und Halswirbelsäule (nach 7).

Der Kopfgelenkabschnitt besteht aus Atlas (C1), Axis (C2) und Okziput (O). O/C1 bildet das obere, C1/C2 das untere Kopfgelenk. Neben der tragenden Funktion für den Kopf dienen die oberen Kopfgelenke der Steuerung, Haltung und Bewegung des Schädels in Relation zum Körper und zur Umgebung. Diese Funktion wird durch zahlreiche Sinnesrezeptoren - für Bewegung und Muskelspannung - im Nackenbereich vermittelt. Das Konzept des Rezeptorenfeldes im Nacken erklärt die chronischen Schmerzzustände nach einem Schleudertrauma als Fehlregulation der Muskelspannung nach Störung der Neurorezeptorenfunktion. Auch für die sonst unerklärten Beobachtungen eines Nystagmus nach Schleudertrauma konnte so eine Deutung gegeben werden.

Die Analyse der Gelenkmechanik ergibt daher folgenden Phasenablauf eines Schleudertraumas.

1. Der Körper wird ruckartig gegenüber der Halswirbelsäule beschleunigt, dabei baut sich ein reklinierendes Kopfdrehmoment auf.
2. In der Folge kommt es zur Stauchung der dorsalen Nackengewebe mit Aufhebelung der oberen Kopfgelenke.
3. Nach der Abbremsung des Körpers wird der Kopf wieder nach vorne geschleudert.

Dieser Schädigungsmechanismus gilt mit Modifikationen für sämtliche Stoßprozesse, die zum Halswirbelsäulentrauma führen. Der wesentliche Schädigungsort ist damit der Bereich der oberen Kopfgelenke, die üblicherweise weder klinisch noch röntgenologisch besonders untersucht werden. Damit bleiben zahlreiche Unfälle ohne objektive klinische Befunde, da keine knöcherne oder Bandscheibenläsionen nachgewiesen werden können. So bleiben viele Patienten nach HWS-Schleudertrauma und alle Geschädigten einer Looping-Fahrt ohne gutachterliche Anerkennung eines Gesundheitsschadens und damit ohne Entschädigung.

Trotz der geringen Rücklaufquote ergeben die ausgewerteten Fragebögen einen aufschlußreichen Querschnitt von der Problematik des Looping-Unfalls.

Die Ergebnisse dieser und aller ähnlichen Untersuchungen zeigen, daß die primäre Untersuchung nach eines Halswirbelsäulentraumas in der Regel nicht so detailliert durchgeführt wird, um später eine präzise Wertung der Verletzungsfolgen zu ermöglichen. Nur durch eine standardisierte Begutachtung sind solche Aussagen mit entsprechender Sicherheit möglich.

Deutlich wird aber, daß nach der Fahrt mit einem Großgerät wie dem Vierfach-Looping schwere und teilweise lebensbedrohliche Verletzungen auftreten können. Nach der Verbesserung der Sicherheitsmaßnahmen sind solche Komplikationen zumindest in Düsseldorf nicht mehr bekannt geworden. Die Meldungen über Halswirbelsäulentraumen gehen aber weiter jährlich beim

Gesundheitsamt ein. Die Distorsionsverletzung der Halswirbelsäule ist kein Bagatellunfall. Sie bedeutet nicht selten die Entwicklung von Dauerschäden mit schwerwiegenden persistierenden Beschwerden. Neuere Studien bestätigten diese Erkenntnisse. Miles (12) fand bei der Untersuchung von 73 HWS-Traumen vom Schweregrad I nach zwei Jahren in 65,8 % pathologische Röntgenbefunde, die von fortbestehenden Weichteilschwellungen bis zu beginnenden knöchernen degenerativen Veränderungen reichten. Mittlerweile ist es auch trotz weiter anhaltender Diskussion (13) recht klar, daß nach einem Schleudertrauma auch ohne objektivierbare körperliche Befunde anhaltende Beschwerden und neurologische und psychische Störungen bestehen bleiben können (14, 16).

Die Zusammenhänge solcher Halswirbelsäulenschäden mit Looping-Fahrten sind deutlich. Wegen des geringen Durchschnittsalters der Patienten ist die Langzeitprognose offenbar günstiger als bei der Mehrzahl der Verkehrsoffer. Frauen erscheinen aus unbekannten Ursachen als gefährdeter als Männer. Sie erholen sich auch erst über längere Zeiträume. Genauere Aussagen zum Unfallmechanismus lassen sich wegen der geringen Zahl der Antworten und der abweichenden Auskünfte nach einem vierjährigen Intervall nicht mehr machen. Es bestehen auch Zweifel, ob nach den neueren Erkenntnissen über die pathologischen Mechanismen beim HWS-Trauma überhaupt detaillierte Zusammenhänge zwischen der geometrischen Konfiguration einer Anlage und bestimmten Verletzungsfolgen erarbeitet werden können. Solche kausalen Beziehungen konnten bei retrospektiven Studien bisher jedenfalls nicht abgeleitet werden (15, 16). Wünschenswert zur weiteren Klärung der Fragen wären jedenfalls prospektiv angelegte Untersuchungen auch an unterschiedlich dimensionierten Anlagen, ggf. auch Belastungsmessungen an Freiwilligen. Die Ergebnisse der Modellberechnungen sollten mit den neuesten Erkenntnissen über die Dynamik der Halswirbelsäule analysiert werden, um praktikable Richtwerte für die mechanische Belastung zu erhalten. Wichtig erscheint es bereits jetzt, auf eine konsequente Durchsetzung des richtigen Sitzes bei der Looping-Fahrt zu achten. Im Schadensfall muß der Anfangsbefund und der Krankheitsverlauf sorgfältig dokumentiert und ausgewertet werden, um eventuelle Haftungsansprüche durchsetzen zu können. So werden üblicherweise Unfallopfer mit einem HWS-Trauma mit einem Schmerzensgeld von durchschnittlich 2.000 DM entschädigt (13). Vor dieser Einschätzung der Sachlage erscheint es wichtig, speziell die behandelnden Ärzte über die möglichen gesundheitlichen Folgen nach Benutzung von "Fliegenden Bauten" zu informieren.

5. Zusammenfassung

Bei der Nutzung sog. "Fliegender Bauten", wie Achterbahnen und Loopings, können durch auftretende Kräfte Verletzungen bei den Fahrgästen auftreten. Mit der Weiterentwicklung der Großgeräte ist auch das Gesundheitsrisiko gestiegen. Zur Einschätzung der gesundheitlichen Schäden wurden 114 Unfälle auf einem Vierfach-Looping retrospektiv in einer Fragebogenaktion untersucht. 21 Fälle konnten näher analysiert und ausgewertet werden.

Die Patienten hatten mit einem Median von 27 Jahren ein niedriges Durchschnittsalter, 65 % der Unfallopfer sind Frauen. Bei 100.000 Fahrten muß ein- bis zweimal mit ernsthaften akuten Körperschäden (Halswirbel-Fraktur bzw. Subluxation, Pneumothorax) gerechnet werden.

Typisch ist das Auftreten einer Hals-Distorsion, eines sog. Schleudertraumas, das mit einer Mindestwahrscheinlichkeit von 0,5-1,0 ‰ auftritt. 95 % der Patienten klagen über Schmerzen und Bewegungseinschränkungen im Nackenbereich, die mit größter Wahrscheinlichkeit auf die Benutzung des Vierfach-Loopings zurückgeführt werden müssen. Die Dunkelziffer solcher HWS-Schäden und anderer Bagatellschäden, wie Prellungen, ist vermutlich hoch.

Die Behandlung wird überwiegend durch niedergelassene Orthopäden durchgeführt. Die Diagnostik beschränkt sich auf die routinemäßige klinische und röntgenologische Untersuchung. In 35 % wurden Vorschäden der Halswirbelsäule wie Osteochondrose und Spondylose beschrieben.

55 % aller Patienten waren im Mittel 11 Tage arbeitsunfähig. Die Behandlung dauerte 13 Tage und erforderte 4,5 Arztbesuche. Zwei Patientinnen mußten stationär behandelt werden. Die Therapie folgt keinem festgelegten Schema. Die häufigsten Verfahren sind die HWS-Stabilisierung mit Schanzscher Krawatte (65 %), die Verordnung von Medikamenten (55 %), vorwiegend nicht-steroidale Antiphlogistika und Elektrotherapie (45 %).

Die Unfälle wurden nach ihrem Schweregrad bewertet (Grad I: 75 %, Grad II 15 %, Grad III: 10 %). 4 Patienten (= 20 %) gaben nach vier Jahren fortbestehende Beschwerden an. Nur in einem Fall wurden Schadenersatzforderungen geltend gemacht. Entschädigungen wurden nicht gezahlt. Eine sorgfältigere Diagnostik und Dokumentation muß künftig bei allen Unfällen mit "Fliegenden Bauten" vorgenommen werden. Die Patienten sollten über mögliche Spätfolgen und Schadenersatzansprüche beraten werden.

Weder die Patientenangaben noch die Analyse der Anatomie der Halswirbelsäule erlauben zur Zeit konkrete Aussagen über Schädigungsmechanismen bei Loopingbenutzung und über die Grenzen der Belastbarkeit der Halswirbelsäule. Nur allgemeine Empfehlungen zur Sicherung der Fahrgäste sind möglich. Eine prospektive Studie, experimentelle Untersuchungen und Simulationsrechnungen über die tatsächlich auftretenden Beschleunigungskräfte sind notwendig, um Sicherheitsgrenzen für die Dimensionen "Fliegender Bauten" festzulegen.

Anhang

- 1. Arzt-Fragebogen**
- 2. Patienten-Fragebogen**
- 3. Literaturverzeichnis**



Gesundheitsamt
Kölner Straße 180

Datum und Zeichen Ihres Schreibens

Mein Zeichen

**Medizinische Belastungen bei der Benutzung
fliegender Bauten - Untersuchung des
Gesundheitsamtes Düsseldorf
in Zusammenarbeit mit der
Forschungsgruppe Neuroorthopädie
Dr. med. A. Molsberger, Dr. med. P. Wehling
Bei Rückfragen:
Dr. Boschek Tel. 0211-899-2681**

Medizinische Belastung des Menschen bei der Benutzung fliegender Bauten

Untersuchungsbogen vom Arzt auszufüllen

Fragebogen - Kennzeichnung

Pat.-Initialien _____

geb.: _____

Alle Fragen beziehen sich auf den Erstbefund

1. Bitte schildern Sie nach Ihren Aufzeichnungen den Unfallhergang!

2. Welche Beschwerden gab der Patient bei der Erstuntersuchung an?

3. Wie groß war bei der Erstuntersuchung die Beweglichkeit der HWS (angegeben sind die Normalwerte)

HWS in Mittelstellung

Rechts- / Linksdrehung (80 / 0 / 80) ☐

Vorbeugung / Streckung (45 / 0 / 45) ☐

Rechts- / Linksneigung (45 / 0 / 45) ☐

bei maximaler Vorwärtsbeugung

Rechts- / Linksdrehung (45 / 0 / 45) ☐

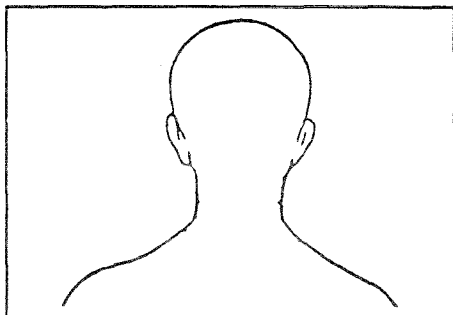
bei maximaler Rückwärtsbeugung

Rechts- / Linksdrehung (60 / 0 / 60) ☐

4. Wo bestand ggfs. ein muskulärer Hartspann ?

	re	li
M. trapezius	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M. sternocleidomastoideus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M. splenius capitis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kein Hartspann	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bitte zeichnen Sie die besonders Druckschmerzhaften Areale in nebenstehende Skizze ein.



Gesundheitsamt Düsseldorf

Tel. Rückfragen: Dr. Boschek Tel. 0211-899-268

5. Falls Kopfschmerzen angegeben wurden, wo waren diese lokalisiert?

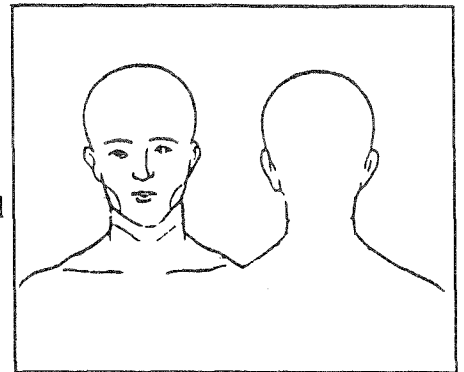
Hinterhaupt ☐

Schläfe ☐

Stirn ☐

andere Lokalisation ☐

Falls Armschmerzen angegeben wurden, zeichnen (Hyp-, Parästhesien) Sie bitte das Areal in nebenstehender Skizze ein.



6. Falls Sie die Reflexe geprüft haben, welche Auffälligkeiten haben bestanden? (schwach = 1, mittel = 2, lebhaft = 3)

	re	li
BSR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TSR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RPR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Röntgenbefund

HWS in 2 Ebenen ☐

HWS in 4 Ebenen ☐

Funktionsaufnahmen angefertigt ☐

Steilstellung der HWS ☐

Keine Fraktur sichtbar ☐

Fraktur in Höhe HWK ☐

8. Bitte beschreiben Sie Auffälligkeiten des Röntgenbefundes (z.B. degenerative Veränderungen, Spondylophyten Hypermobilität, Blockierung, Instabilitäten, etc.).

bitte wenden

Medizinische Belastung des Menschen bei der Benutzung fliegender Bauten

Gesundheitsamt Düsseldorf
in Zusammenarbeit mit der
Forschungsgruppe Neuroorthopädie
Dr. med. A. Molsberger, Dr. med. P. Wehling
Bei Rückfragen:
Dr. Boschek Tel. 0211-899-2681

Fragen zum Unfallereignis

Datum des Unfalls: ☐☐☐☐☐☐

Uhrzeit: ☐☐

Ort: _____

1. Auf welchem Abschnitt der Achterbahnstrecke passierte nach Ihrer Ansicht der Unfall?

Im Looping, beim Überschlag ☐

Gefälle ☐

Steigung ☐

Berg- und Talstrecke ☐

weiß ich nicht mehr ☐

2. In welcher Richtung hielten Sie zum Zeitpunkt des Unfalls Ihren Kopf?

Gesicht nach vorne: ☐

zur linken Seite gedreht ☐

zur rechten Seite gedreht ☐

Gesicht nach hinten ☐

weiß ich nicht mehr ☐

Wurde Ihr Kopf zuerst nach hinten und dann nach vorne geschleudert? ☐

Wurde Ihr Kopf zuerst nach vorne und dann nach hinten geschleudert? ☐

Wurde Ihr Kopf zur Seite geschleudert? ☐

weiß ich nicht mehr ☐

3. Wann setzten die ersten Beschwerden ein?

Sofort nach dem Unfall ☐

Wenn nicht sofort, wieviel Stunden oder Tage nach dem Unfall?

Anzahl der Stunden ☐☐☐☐

Anzahl der Tage ☐☐☐☐

weiß ich nicht mehr ☐

4. Welcher Art waren die Beschwerden, als sie zuerst auftraten? (Mehrfachangaben möglich)

Kopfschmerzen ☐

Schmerzen im Nacken ☐

Steifigkeit des Nacken ☐

Schwindel ☐

Übelkeit ☐

Erbrechen ☐

Benommenheit/Bewußtseinsstörungen ☐

eigene Angaben ☐

5. Wie lange haben diese Beschwerden angehalten?

Tage ☐

Wochen ☐

Monate ☐

Jahre ☐

6. Falls Sie heute immer noch Beschwerden haben, die Sie selbst auf das Unfallereignis zurückführen, an welchen Beschwerden leiden Sie zur Zeit? (Mehrfachangaben möglich)

zur Zeit beschwerdefrei ☐

Kopfschmerzen ☐

Schmerzen im Nacken ☐

Steifigkeit des Nacken ☐

Schwindel ☐

Übelkeit ☐

Erbrechen ☐

Benommenheit/Bewußtseinsstörungen ☐

eigene Angaben ☐

Schlafstörungen ☐

Gedächtnisstörungen ☐

Depressive Verstimmungen ☐

eigene Angaben ☐

bitte wenden

- 1) Björnstig, U., C. Hildingsson, G. Toolaannen:
Soft-Tissue injury of the neck in a hospital based material
Scand J Soc Med 18, 263 - 267 (1990)
- 2) Cotta, H.:
Orthopädie
Stuttgart 1981
- 3) Delank, H.-W.:
Neurologie
Stuttgart 1988
- 4) Dvorak, J., L. Valach, S. Schmid:
Verletzungen der Halswirbelsäule in der Schweiz
Orthopäde 16, 2 - 12 (1987)
- 5) Erdmann, H.:
Die Schleuderverletzung der Halswirbelsäule
Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis Bd. 56
Stuttgart 1973
- 6) Hinz, P.:
Die Verletzung der Halswirbelsäule durch Schleuderung und durch Abknickung
Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis Bd. 47
Stuttgart 1970
- 7) Kapandji, I.A.:
Funktionelle Anatomie der Gelenke:
schematische und kommentierte Zeichnungen zur menschlichen Bio-
mechanik.
Bd.3. Rumpf und Wirbelsäule
Stuttgart 1985
- 8) Krämer, J.:
Das posttraumatische Cervicalsyndrom
Praktische Orthopädie 19, 229-245 (1987)
- 9) Langwieder, K., S.H. Backaitis, W. Fan, S. Partyka, A. Ommaya:
Comparative Studies of neck injuries of car occupants in frontal collisions in the United States and
in the Federal Republic of Germany
in: Proceedings Stapp Car Crash Conference 25, 71-127
San Francisco 1981
- 10) Lauscher, E.A.:
Zumutbarkeit und Belastungsfähigkeit eines Menschen in einer achterbahnähnlichen Einrichtung
mit Loopingsteuerung.
Fürstenfeldbruck 1977
- 11) Maimaris, C., M.R. Barnes, M.J. Allen:
'Whiplash injuries' of the neck: a retrospective study
Injury 19, 393 - 396 (1988)

- 12) Miles, K.A., Maimaris, C., Finlay, D., Barnes, M.R.:
The incidence and prognostic significance of radiological abnormalities in soft tissue injuries to the cervical spine
Skeletal Radiol 17, 493-496 (1988)
- 13) Schröter, F.:
Ausheilungsergebnisse nach posttraumatischem Cervicalsyndrom
Praktische Orthopädie 19, 255-266 (1987)
- 14) Van Wijngaarden, G.K.:
Het late "whiplash-syndroom"; realiteit of fictie?
Ned Tijdschr Geneeskd, 135, 279-283 (1991)
- 15) Walz, F.:
Das Schleudertrauma der Halswirbelsäule im Straßenverkehr:
Biomechanische und gutachterliche Aspekte
Schweiz. med. Wschr. 117, 619 - 623 (1987)
- 16) Zenner, P.:
Die Schleuderverletzung der Halswirbelsäule und ihre Begutachtung
Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokio (1991)

"Effects on health resulting from rides on a quadruple looping roller coaster"

H.J. Boschek, A. Molsberger, P. Wehling

T 25 M/2

When riding on so-called "flying constructions", such as roller coasters and looping structures, injuries can occur to passengers as a result of the emerging forces. The health risk has also risen with the further development of large-scale structures. To assess the damage to health, 114 accidents on a quadruple looping structure were examined retrospectively in a questionnaire campaign. 21 cases were able to be analyzed and evaluated more closely.

With a median of 27 years of age, the patients were of a low average age, 65 % of the casualties are women. In the case of 100,000 rides, serious acute physical damage (fracture of the cervical vertebra, or subluxation, pneumothorax) must be reckoned with on one to two occasions. Typical is the occurrence of a neck distortion, a so-called hurl-trauma, which occurs with a minimum probability of 0.5-1.0 %. 95 % of the patients complain about pain and movement limitations in the neck area, which must most probably be due to the ride on the quadruple looping structure. The number of unreported cases of such damage to the cervical vertebral column and other minor injury, such as bruises, is presumably high.

The treatment is mainly carried out by established orthopaedists. The diagnostics are limited to the routine clinical and roentenological examination. In 35 % of the cases, preliminary damage to the cervical vertebral column, as well as osteochondrosis and spondylolysis are described.

55 % of all patients were on average unable to work for 11 days. The treatment lasted 13 days and required 4.5 visits to the doctor. Two patients had to be given in-patient treatment. The therapy follows no set scheme. The most frequent treatments are the stabilization of the cervical vertebral column by means of a Schanzscher collar (65 %), the prescription of medicines (55 %), mainly non-steriod antiphlogistics and electrotherapy (45 %).

The accidents were evaluated in accordance with their degree of seriousness (degree I: 75 %, degree II: 15 %, degree III: 10 %). 4 patients stated that they have continuing complaints after four years. Only in one case were compensation claims asserted. Compensation was not paid. More meticulous diagnostics and documentation must be carried out in future in the case of all accidents with "flying constructions". The patients should be advised about possible late after-effects and about compensation claims.

Neither the particulars given by patients nor the analysis of the anatomy of the cervical vertebral column enable at present definite statements to be made on injury mechanisms during rides on looping structures, and on the limits of maximum stress which the cervical vertebral column can endure. Only general recommendations for the safety of the passengers are possible. A prospective study, experimental examinations and simulation calculations on the actual accelerative forces resulting are necessary in order to lay down safety limits for the dimensions of "flying constructions".

T 2544/2

Dangers de lésions à la suite
de l'utilisation du looping à quatre boucles

H.J. Boschek, A. Molsberger, P. Wehling

En montant sur ce que l'on appelle des "constructions volantes", telles les montagnes russes et les loopings, les passagers s'exposent à des lésions qui peuvent être occasionnées par le jeu de certains principes d'action physique. Le perfectionnement de ces installations sur le plan technique a eu pour conséquence une nette augmentation des facteurs nuisibles à la santé. Pour parvenir à évaluer l'ampleur des dommages corporels effectifs, 114 accidents intervenus après utilisation d'un looping à quatre boucles ont été analysés rétrospectivement à l'aide de questionnaires.

La moyenne d'âge étant de 27 ans, les malades étaient relativement jeunes, avec 65 % de femmes. Pour 100.000 tours de looping, on compta un ou deux cas de lésions corporelles graves (fracture des vertèbres cervicales, subluxation, pneumothorax).

Symptôme typique: une distorsion de la nuque, appelée communément le "trauma du catapultage", qui apparaît avec une probabilité minimale de 0,5 à 1 %. 95 % des malades se plaignent d'une cervicalgie et d'une restriction dans leurs mouvements au niveau de la nuque, très vraisemblablement une conséquence de l'utilisation du looping à quatre boucles. Le chiffre non connu de lésions cervicales similaires et autres maux moins graves, telles les contusions, par exemple, est certainement très élevé, lui aussi. Ces lésions sont principalement traitées par des orthopédistes. Le diagnostic se limite à des examens cliniques et radiologiques de routine. Dans 35 % des cas, on assiste à des signes précurseurs de lésions

des vertèbres cervicales, telles l'ostéochondrose et la spondylose.

Dans la plupart des cas, l'incapacité de travail des patients fut en moyenne de 11 jours. Le traitement se prolongea pendant 13 jours, à concurrence de 4,5 visites médicales. Deux malades durent être hospitalisées.

Le traitement ne suit aucun schéma déterminé. Les traitements les plus courants sont l'immobilisation des vertèbres cervicales avec la "cravatte de Schanze" (65 %), la prescription de médicaments (55 %), pour la plupart antiphlogistiques, sans hormones stéroïdes, et enfin, l'électrothérapie (45 %).

Les accidents furent classés selon leur gravité (premier degré: 75 %, second degré: 15 %, troisième degré: 10 %). 4 personnes (= 20 %) se plaignirent de douleurs continues au bout de quatre ans. Dans un cas seulement, la victime intenta une action en dommages-intérêts. Aucune réparation ne fut versée.

Il est indispensable de veiller à effectuer des diagnostics plus précis et de mieux les documenter, pour tout cas d'accident survenu après utilisation des "constructions volantes". Et il convient également de mieux conseiller et informer les patients sur d'éventuelles conséquences tardives et sur leurs droits en matière de dommages-intérêts.

Ni les indications des patients, ni les analyses de l'anatomie de la colonne vertébrale au niveau cervical ne permettent de faire d'affirmations concrètes à l'heure actuelle, en ce qui concerne les mécanismes menant aux lésions et le seuil de tolérance des vertèbres cervicales, suite à l'utilisation du looping. Seules des recommandations d'ordre général aux passagers de ces attractions foraines sont possibles. Une étude en perspective, des analyses expérimentales et des calculs de

stimulation concernant les forces accélératrices
faisant réellement apparition sont nécessaires, pour
arriver à fixer le seuil de sécurité de ces
"constructions volantes".