

## **Stauungszeichen im Kopfbereich und Veränderungen am Gehirn beim suicidalen Erhängungstod**

R. Schröder<sup>1</sup> und K.-S. Saternus<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pathologisches Institut der Universität Köln Joseph-Stelzmann-Str. 9, D-5000 Köln 41,  
Bundesrepublik Deutschland

<sup>2</sup> Institut für Rechtsmedizin der Universität Köln, Melatengürtel 60-62, D-5000 Köln 30,  
Bundesrepublik Deutschland

### **Congestion Bleedings in the Head Region and Alterations of the Brain Caused by Suicidal Hanging**

**Summary.** In a prospective study of 204 unselected cases of suicidal hanging congestion bleedings of different degrees were found in 51%. In typical symmetrical hanging ( $n=38$ ) they occurred in 42% of cases, in atypical suspension ( $n=152$ ) in 53%. The difference had no statistical significance. Statistically, no connection could be secured between the outer congestion bleedings including those within the neck soft tissue on the one hand, and the form of hanging, the kind of loop or the breadth of the strangulation tool on the other. Only a slight dependence on the blood alcohol content was established. The brain weight of the hanged cases was higher in all age groups than in a clinical autopsy collective. Likewise, it showed statistically no relation to the degree of the outer congestion signs.

In 36 cases the brain was histologically investigated. In 78% of cases hyperemia was found, concerning predominantly the supply tract of venules, but also the capillary part. It existed both in typical and in atypical hanging. Independent of outer congestion signs and of cerebral hyperemia, small bleedings into the cerebral perivascular space could be observed in 50% of cases.

The increase in brain weight in association with histological signs of edema in hanging was put down to a definite terminal-postmortem brain swelling, as it is known in all forms of peracute death. There is no connection with the type of suspension and the existence or non-existence of congestion signs. Also in atypical forms of hanging no reference to a cerebral residual perfusion is given.

**Key words:** Suicide, hanging – Congestion bleedings, hanging

**Zusammenfassung.** In einer prospektiven Untersuchung fanden sich bei 204 unausgewählten Fällen suicidalen Erhängens in 51% Stauungsblutungen verschiedener Schweregrade. Sie bestanden beim typischen symmetrischen

*Sonderdruckanfragen an:* Dr. R. Schröder (Adresse siehe oben)

Erhängen ( $n=38$ ) in 42%, beim atypischen ( $n=152$ ) in 53%. Der Unterschied war nicht signifikant. Zwischen den äußeren Stauungsblutungen einschließlich denen in den Halsweichteilen einerseits und der Hangform, der Schlingenführung sowie der Breite des Strangwerkzeuges konnten statistisch keine Zusammenhänge gesichert werden. Eine nur geringe Abhängigkeit ergab sich lediglich vom Alkoholgehalt des Blutes. Das Hirngewicht der Erhängten lag in allen Altersklassen über dem eines klinischen Vergleichskollektivs. Es zeigte ebenfalls keinen Zusammenhang mit der Ausprägung der äußeren Stauungszeichen.

Bei 36 histologisch untersuchten Gehirnen lag in 78% eine Hyperämie vor. Sie betraf vorwiegend das Stromgebiet der Venolen, aber auch der Kapillaren, und war sowohl beim typischen als auch beim atypischen Erhängen festzustellen. Unabhängig von äußeren Stauungsblutungen und der cerebralen Hyperämie war es in 50% der Fälle zu Blutungen in die Gefäßscheiden cerebraler Gefäße gekommen.

Die Hirngewichtszunahme wird entsprechend den histologischen Zeichen des Ödems beim Erhängen auf eine terminal-postmortale Hirnschwellung zurückgeführt, wie sie bei allen Formen perakuten Todes bekannt ist. Sie steht nicht mit der Strangulationsart und dem Vorliegen oder Fehlen von Stauungszeichen in Zusammenhang. Auch bei atypischen Formen des Erhängens ergibt sich kein Hinweis auf eine cerebrale Restdurchblutung.

**Schlüsselwörter:** Suicid, Erhängen – Stauungsblutungen, Erhängen

## Einleitung

Da beim Erhängen im allgemeinen nicht unmittelbar der Herzstillstand eintritt (u. a. Kalle 1933; Dobson 1951), können im ischämisierten Kopfbereich vitale Reaktionen beobachtet werden. Für ihr Zustandekommen ist die Strangulationsart offenbar von entscheidender Bedeutung. So entstehen Haut- und Schleimhautblutungen am Kopf bei unterstütztem Hängen häufiger als bei freier Suspension (Laiho et al. 1968), bei asymmetrischer Stranglage häufiger als bei symmetrischer (Jacob 1957). Die Häufigkeitsunterschiede sind aber offensichtlich nicht sehr groß und bedürfen weiterer Klärung. Der neuropathologische Befund erscheint demgegenüber spärlich, wie aus den wenigen Mitteilungen zu erkennen ist. Hier ist vor allem die Beobachtung von Ganglienzellnekrosen in Einzelfällen zu erwähnen (Jacob und Pyrkosch 1951), deren Entstehung in diesem Zusammenhang auch allgemein-pathologische Fragen aufwirft. Besonders dieser Befund gab Anlaß, an einem nicht zu kleinen Sektionsgut die Beziehungen von Hangform, Staseerscheinungen im Kopfbereich und eventuellen Hirnveränderungen zu untersuchen.

## Material and Methode

Bei 204 Fällen, die durch Erhängen zu Tode gekommen waren, wurde eine Klassifizierung nach folgenden Arten der Suspension vorgenommen:

1. Typisches Erhängen (Knoten nuchal und freihängend)
2. Atypisches Erhängen
- 2.1 freies Hängen des Körpers bei nicht-nuchaler Knotenlage
- 2.2 Fußspitzenkontakt zum Boden oder breites Abstützen bei jedweder Knotenlage (nuchal, lateral oder submental).

Weiterhin wurden die Schlingensführung (offen, geschlossen, Mehrfachumschlingung) und die Breite des Strangwerkzeuges berücksichtigt.

Stauungszeichen wurden entsprechend dem Ausprägungsgrad wie folgt bewertet:

- 0 = keine Stauungszeichen
- + = diskrete Konjunktivalblutungen
- ++ = Stauungsblutungen in Konjunktiven stark und/oder diskret in Schläfen-, Augenmuskeln oder Rachen
- +++ = starke Blutungen in Konjunktiven und Gesichtshaut und/oder in Schläfen-, Augenmuskeln oder Rachen
- ++++ = konfluierende massive Blutungen in Konjunktiven, Gesichtshaut und/oder Schläfen-, Augenmuskeln oder Rachen

Stets wurden Körpergröße, -gewicht und Hirngewicht gemessen. Ferner wurde der Alkoholgehalt des aus der V. femoralis entnommenen Blutes gaschromatographisch bestimmt.

Zusätzlich ging das Verletzungsmuster der Halsweichteile in die Auswertung ein. Außerdem wurden noch weitere Parameter, insgesamt 32 Variable berücksichtigt, wie z. B. Zeichen des Hirnödems, durchgeführte Reanimationsversuche oder histologische Veränderungen am Gehirn. Das Kollektiv setzte sich aus 147 männlichen und 57 weiblichen Personen im Alter von 8-82 Jahren zusammen.

Das Gehirn wurde nach der Flechsig'schen Methode entnommen, in frischem Zustand gewogen und zerlegt. Von 36 Fällen wurde Gewebe aus der Parietalregion und einer Kleinhirnhemisphäre für die histologische Untersuchung in 10% Formalin fixiert, in Paraffin eingebettet und HE- bzw. Luxol-Kernechtrot-farbte Präparate angefertigt. Die histologische Befundung erfolgte ohne Kenntnis der Hangform.

Zum besseren Vergleich mit Hirngewichts-Angaben aus Pathologischen Instituten, wo die Entnahme des unzerschnittenen Gehirns üblich ist, wurden zusätzlich an zehn Gehirnen aus dem Obduktionsgut des Pathologischen Instituts Wägungen sofort nach der Entnahme zusammen mit dem aufgefangenen Liquor und — nach Ablaufenlassen des Liquors — 0,25 h, 0,5 h, 1 h, 2 h, und 3 h später vorgenommen. Die Gehirne stammten von Personen, die an nicht-neurologischen Krankheiten gelitten hatten, und stellten unveränderte Organe dar.

Die Regressions- und Korrelationsrechnungen (linearer Korrelationskoeffizient  $r$ , Spearman-Rangkorrelationskoeffizient  $r_s$ , Regressionskoeffizient  $b$ ) sowie die Signifikanzrechnungen nach dem  $\chi^2$ - und dem  $t$ -Test wurden im Rechenzentrum der Universität Köln durchgeführt. Das Signifikanzniveau wurde auf 5% festgelegt.

## Ergebnisse

### Zusammensetzung des Untersuchungsgutes

Die Alters- und Geschlechtszusammensetzung des Untersuchungsgutes ist in Tabelle 1 wiedergegeben. Typisches Erhängen hatte in 38 Fällen vorgelegen, atypisches in 152 Fällen. Bei 14 Fällen waren keine verlässlichen Angaben verfügbar. Über weitere Umstände der Suspension orientiert Tabelle 2. Reanimationsversuche waren bei zwei Fällen erfolglos vorgenommen worden.

Die mittlere Körpergröße der männlichen Personen war 175,5 cm, die der weiblichen 164,8 cm.

Alkohol im Blut ließ sich bei 33% der Erhängten feststellen, bei Männern mit 38% signifikant häufiger als bei Frauen mit 22%.

Altersgruppe	Männlich	Weiblich	Gesamt
≤20	14	3	17
21–30	22	4	26
31–40	24	7	31
41–50	27	10	37
51–60	27	11	38
61–70	22	13	35
71–80	5	8	13
>80	6	1	7
Insgesamt	147	57	204

**Tabelle 1.** Alters- und Geschlechtszusammensetzung des Untersuchungsgutes ( $n=204$ )

**Tabelle 2.** Arten des Erhängens bei 204 Fällen

Hangform	<i>n</i>	Schlingenführung	<i>n</i>	Strangwerkzeug		<i>n</i>
				Schmal ( $\leq 1$ cm)	Breit ( $> 1$ cm)	
Freihängend	67	Offen	28	92		
Fußspitzenberührung	63	Geschlossen	141		95	
Breite Abstützung	60	Mehrfach	26	10		
Keine Angabe	14	Keine Angabe	9	7		
Knotenlage		Knotenlage und Stauungsblutungen				
		Keine	+	++	+++	++++
Vorn	28	13	8	3	2	2
Seitlich	56	23	16	8	6	3
Hinten	114	60	32	12	4	6
Keine Angabe	6	—	—	—	—	—

### *Stauungsblutungen und Verletzungen*

Stauungsblutungen im Kopfbereich unterschiedlichen Grades fanden sich in 51% der Fälle, bei typischem Erhängen in 42%, bei atypischem in 53% der Fälle. Über die traumatischen Auswirkungen an den Halsorganen orientiert Tabelle 3. Sie bestanden einzeln oder in Kombination bei 67% der Fälle, wobei auch Umblutungen von Zungenbein oder Kehlkopf mitgezählt wurden. Setzt man die äußeren Stauungszeichen zu verschiedenen Parametern in Beziehung, so lässt das Untersuchungsgut folgende statistische Feststellungen zu: Zur Hangform (Tabelle 4) besteht keine signifikante Korrelation ( $r_s=0,07, P=0,16$ ). Es lässt sich auch keine gesicherte Beziehung zu Knotenlage (Tabelle 2), Schlingenführung ( $P=0,10$ ) und Breite des Strangwerkzeuges nachweisen. Ferner sind Alter und Geschlecht sowie Reanimationsversuche ohne nachweisbaren Einfluss auf die

**Tabelle 3.** Traumatische Veränderungen an den Halsorganen ( $n=204$ )

Unterblutungen der Mm. sternocleidomastoidei	107
Zungenbeinfrakturen	48
Kehlkopffrakturen	77
Carotis communis, Intimariß	15
Carotis, nur perivaskuläre Blutung	5

**Tabelle 4.** Kontingenz der verschiedenen Hangformen und unterschiedlichen Grade der Stauungsblutungen im Kopfbereich ( $n=190$ )

Hangform	Stauungsgrad					Gesamt
	0	+	++	+++	++++	
Typisch symmetrisch	22 (57,9%)	11 (28,9%)	1 (2,6%)	3 (7,8%)	1 (2,6%)	38
Atypisch frei-hängend	14 (48,3%)	7 (24,1%)	2 (6,9%)	2 (6,9%)	4 (13,8%)	29
Fußspitzenkontakt	31 (49,2%)	18 (28,6%)	10 (15,9%)	3 (4,8%)	1 (1,6%)	63
Breit abgestützt	26 (43,3%)	18 (30,0%)	8 (13,3%)	4 (6,7%)	4 (6,7%)	60
Gesamt	93	54	21	12	10	190

Ausbildung von Stauungsblutungen. Gleiches gilt für Körpergröße und -gewicht. Die Stauungerscheinungen zeigen eine signifikante Beziehung lediglich zum Alkoholgehalt, nämlich eine Abnahme mit zunehmender Blutkonzentration ( $r_s=0,114$ ;  $P=0,05$ ).

#### *Hirngewicht*

Am Gehirn ließen sich Zeichen der Volumenzunahme bei 10% der Fälle feststellen. Die Lamellierung ergab keinen frischen pathologischen Befund.

Das mittlere Hirngewicht betrug nach Ausscheidung von Fällen mit alten malazischen Herden für das männliche Geschlecht 1467,4 g ( $n=131$ ) und für das weibliche Geschlecht 1315,1 g ( $n=52$ ). Erwartungsgemäß zeigten die Hirngewichte neben dem signifikanten Geschlechtsunterschied eine Abnahme mit dem Lebensalter ( $P<0,001$ ,  $b=-2,19859$  g/10 Jahre). Weiterhin ließ sich bei den Männern eine Zunahme mit der Körpergröße ( $P=0,001$ ,  $b=3,37$  g/cm) nachweisen. Die Beziehung zur Körpergröße erreichte bei den Frauen wegen der geringeren Fallzahl nur Grenzwerte ( $P=0,07$ ,  $b=3,99$  g/cm).

Das Hirngewicht zeigt keine Korrelation zu Hangform und Knotenlage. Es nimmt jedoch mit engerer Schlingensführung ( $r_s=-0,136$ ,  $P=0,03$  im Gesamtkollektiv;  $P=0,03$  bei Männern,  $P=0,3$  bei Frauen) und zunehmender Breite des

**Tabelle 5.** Mittleres Hirngewicht bei Erhängungstod und Vergleichsfällen (nach Daten von Weikamp 1979) bei Männern und Frauen im Alter von 21–80 Jahren

Alter	Strangtod			Kontrollserie		
	$\bar{x}$	$s_x$	$n$	$\bar{x}$	$s_x$	$n$
<b>Männer</b>						
21–30	1515,0	152,0	18	1433,1	120,3	18
31–40	1495,2	90,0	24	1420,6	103,4	24
41–50	1461,6	116,1	24	1407,1	149,9	24
51–60	1438,0	117,8	27	1398,5	122,1	27
61–70	1450,0	107,9	19	1369,2	114,9	19
71–80	1430,0	129,8	5	1318,9	113,2	5
<b>Gesamt</b>	<b>1468,0</b>	<b>114,8</b>	<b>117</b>	<b>1401,9<sup>a</sup></b>	<b>120,5<sup>a</sup></b>	<b>117<sup>a</sup></b>
<b>Frauen</b>						
21–30	1313,3	118,4	3	1319,6	113,6	3
31–40	1316,0	129,3	5	1298,6	82,0	5
41–50	1399,5	130,9	10	1270,8	132,6	10
51–60	1286,8	162,5	11	1257,2	89,5	11
61–70	1286,5	96,4	13	1226,6	146,3	13
71–80	1300,8	63,5	6	1198,3	173,6	6
<b>Gesamt</b>	<b>1316,6</b>	<b>117,1</b>	<b>48</b>	<b>1252,5<sup>a</sup></b>	<b>121,9<sup>a</sup></b>	<b>48<sup>a</sup></b>

<sup>a</sup> Nach Standardisierung

Strangwerkzeuges ab ( $r_s = -0,113$ ,  $P = 0,05$  im Gesamtkollektiv;  $r_s = 0,018$  bei Männern,  $r_s = -0,329$  bei Frauen). Ferner besteht keine Beziehung zwischen Hirngewicht und äußeren Stauungszeichen, auch wenn die Untersuchung auf das in sich einheitlichere Subkollektiv der Männer begrenzt wird, sowie zum Blutalkoholgehalt, wenn der Geschlechtsunterschied berücksichtigt wird. Bei Männern ( $P=0,05$ ) und bei Frauen ( $P=0,07$ ) findet sich eine entgegengesetzte Korrelation des Hirngewichts mit dem Schweregrad der Halsverletzungen.

Der Vergleich der Hirngewichte mit einem Normalkollektiv, bei dem Ödemzeichen ausdrücklich ausgeschlossen worden sind (Weikamp 1979), ergibt einen deutlichen Unterschied in den Altersklassen zwischen 21 und 80 Jahren bei beiden Geschlechtern (Tabelle 5). Nach Standardisierung der Vergleichszahlen auf die Alterszusammensetzung des eigenen Materials resultieren Mittelwerte, die bei Männern um 66 g und bei Frauen um 64 g niedriger sind als beim Erhängungstod. Die Unterschiede erweisen sich im *t*-Test als signifikant.

Die Wägungen von Vergleichsgehirnen (Abb. 1) zeigten eine Abhängigkeit des Hirngewichtes vom Zeitpunkt der Messung nach der Organentnahme. Dabei stellten sich eine frühe Phase mit einer raschen Gewichtsabnahme und eine spätere mit nur geringer Verminderung des Gewichtes dar. Der ersten Periode entspricht offenbar das Abfließen des Liquors aus den großen Cisternen und den Ventrikeln, der zweiten die allmähliche Entleerung des engmaschigen Sub-

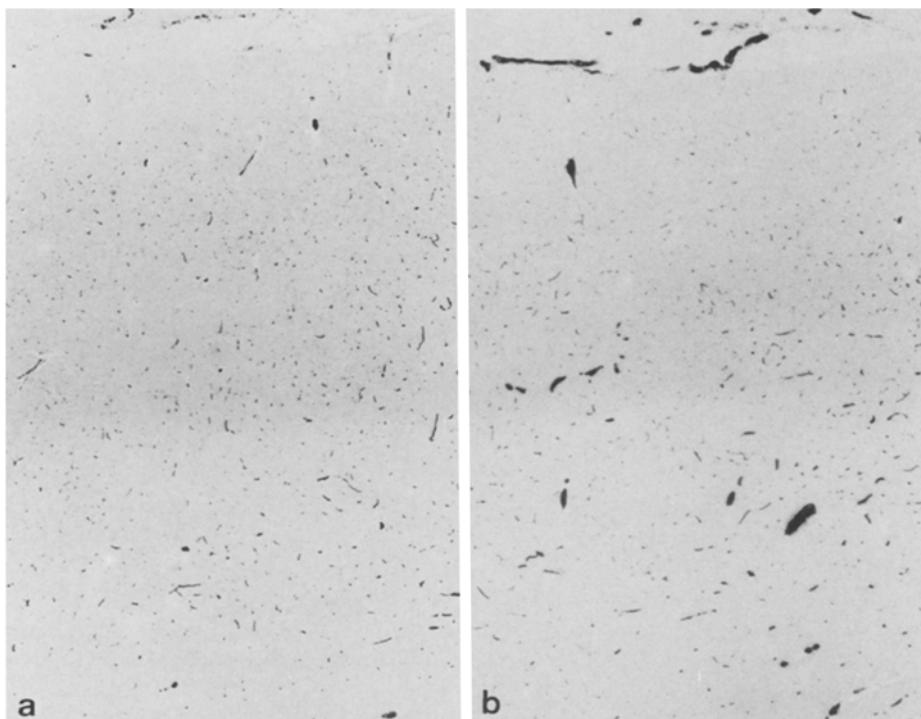
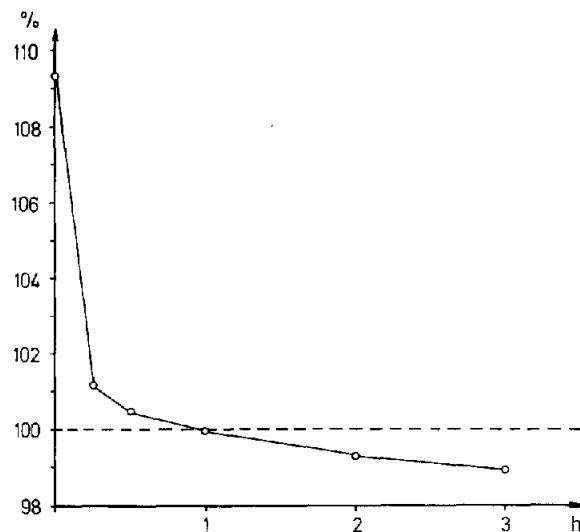
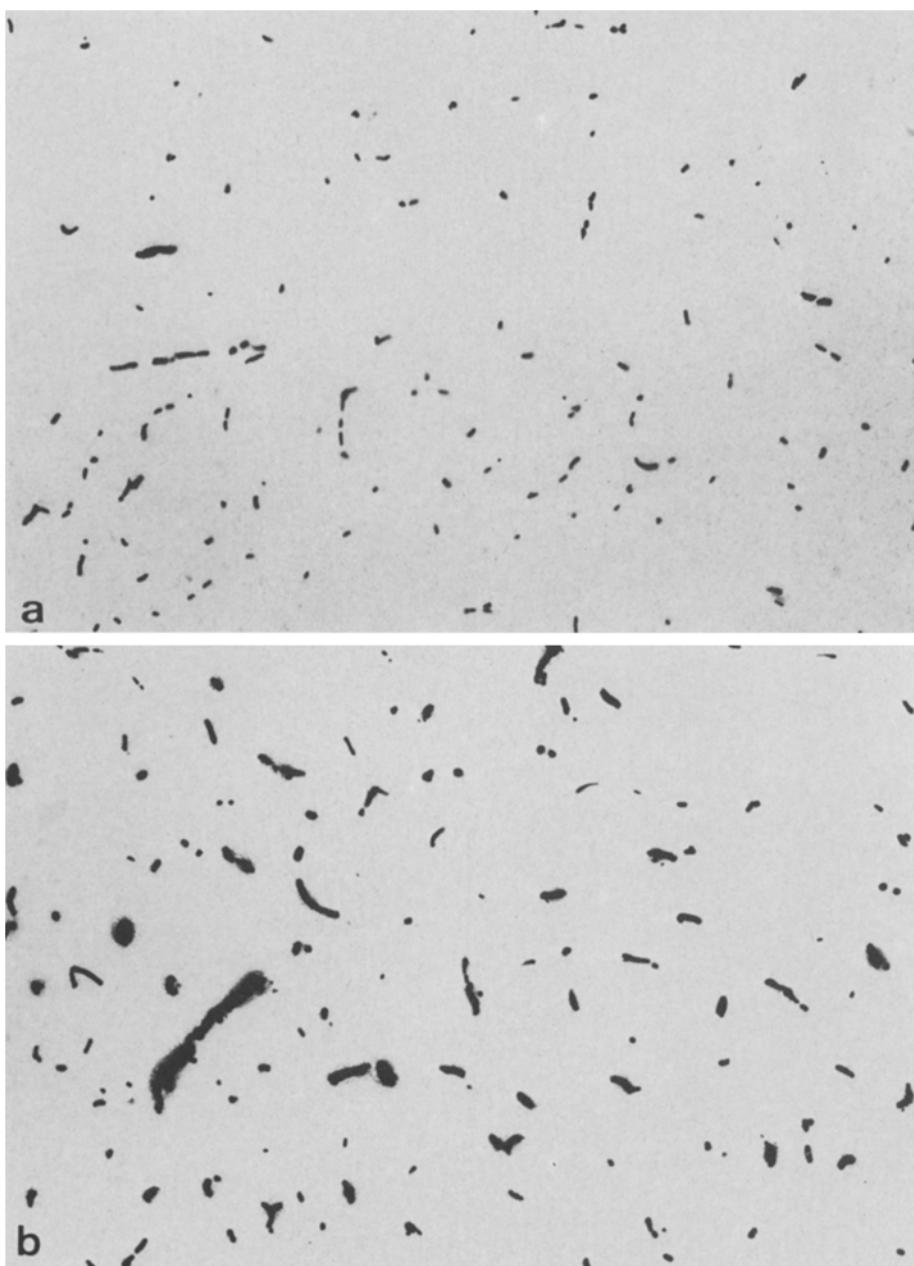


Abb. 2a, b. Parietalrinde bei Erhängten. a Mit unverändertem Blutgehalt, b mit vermehrter Blutfülle in pialen und corticalen Venolen. Paraffinschnitte, Erythrocyten-Pseudoperoxidasereaktion mit Benzidin, 27×



**Abb. 3a, b.** Parietalrinde, Schicht V, der gleichen Fälle wie in Abb. 2. **a** Mit unverändertem Blutgehalt im Vergleich zu **b** mit vermehrter Blutfülle auch in den Kapillaren. Bei **a** und **b** gleiche Zahl von Gefäßanschnitten. Benzidin, 135×

**Tabelle 6.** Stauungszeichen im Kopfbereich und im Gehirn in Beziehung zur Hangform bei 36 neurohistologisch untersuchten Fällen. Exakter Test von Fisher

	Äußere Stauungszeichen	Hyperämie des Gehirns	Blutungen im Gehirn
Typisches Erhängen	2/11 = 18%	6/11 = 55%	6/11 = 55%
Atypisches Erhängen	21/25 = 84%	22/25 = 88%	12/25 = 48%
<i>P</i>	0,0006	0,08	n.s.

n.s. = nicht signifikant

arachnoidalraumes und eine gewisse Verdunstung: Die *in toto* entnommenen Gehirne zeigen also nach  $\geq 1$  h nur noch sehr geringe Veränderungen des Gewichtes. Da dieser Zeitpunkt bei klinischen Sektionen, die den Daten von Weikamp 1979 zugrundeliegen, im allgemeinen zutreffen dürfte, sind diese Angaben den Werten ohne weiteres vergleichbar, die bei der Flechsig'schen Methode mit der breiten Eröffnung der ventrikulären und subarachnoidalnen Liquorräume gewonnen werden. Der Liquorabfluß ist wahrscheinlich bei diesem Vorgehen sogar noch vollständiger, während bei intaktem Gehirn Liquorreste im Ventrikelraum übrigbleiben können. Es müßten also eher niedrigere Gewichte resultieren.

#### *Histologische Befunde am Gehirn*

Die Gehirne zeigten histologisch eine wechselnde Blutfülle, wobei eine Grenzziehung zwischen normal und vermehrt außerordentlich schwierig erschien. Sie orientierte sich an den Erfahrungen, die die Untersuchung von im allgemeinen nicht perakut Verstorbenen eines klinischen Obduktionsgutes gibt. Danach schien eine vermehrte Gefäßfüllung (Abb. 2 und 3) bei 28 der 36 untersuchten Fälle (78%) vorgelegen zu haben. Die Gefäßerweiterung betraf vor allem das Stromgebiet der Venolen, z. T. auch der Kapillaren, seltener die Arteriolen innerhalb der Hirnsubstanz. Eine Quantifizierung des Befundes ließ sich jedoch nicht durchführen. Die Korrelationsrechnung zeigte keine signifikante Beziehung zu den Stauungsblutungen im Gesichtsbereich und zum Hirngewicht. Die cerebrale Hyperämie war zwar bei typischem Erhängen nicht so häufig anzutreffen wie bei atypischem (Tabelle 6). Dabei muß allerdings hinzugefügt werden, daß es sich bei dem histologisch ausgewerteten Material um eine Selektion von besonders charakteristisch erscheinenden Fällen handelt, was in dem hochsignifikanten Unterschied in der Häufigkeit der äußeren Staseerscheinungen im Gegensatz zum Gesamtkollektiv zum Ausdruck kommt. Der Unterschied in der Hyperämiehäufigkeit der Gehirne ist jedoch auch nicht ausreichend statistisch gesichert.

Ferner waren Blutungen in die Gefäßscheiden der intracerebralen Gefäße (Abb. 4) bei 18 Fällen (50%) festzustellen. Sie lagen zweimal bei Fällen vor, die keine vermehrte Gefäßfüllung aufwiesen. Blutungen kamen bei typischer und atypischer Hangform in fast gleicher Häufigkeit vor (Tabelle 6).

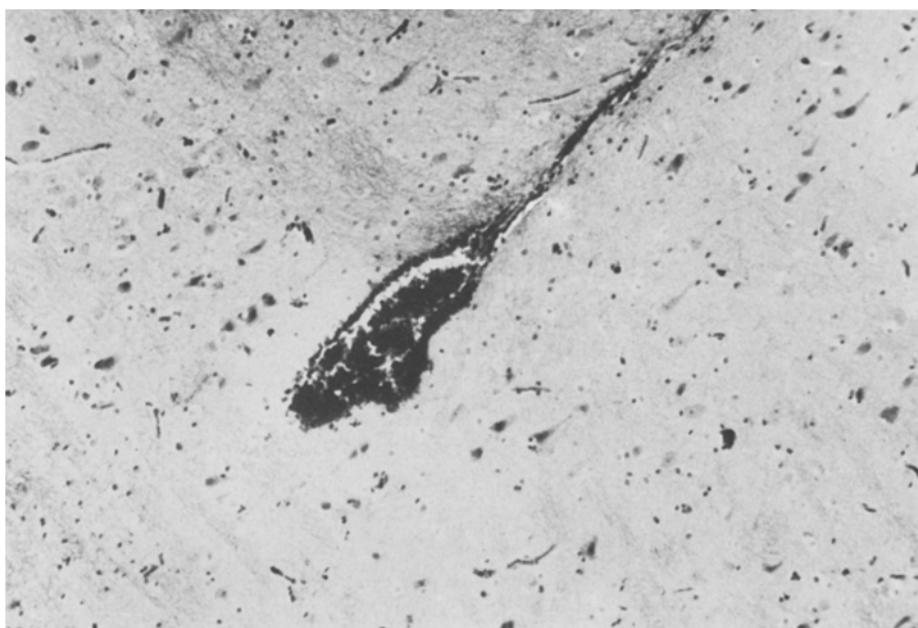
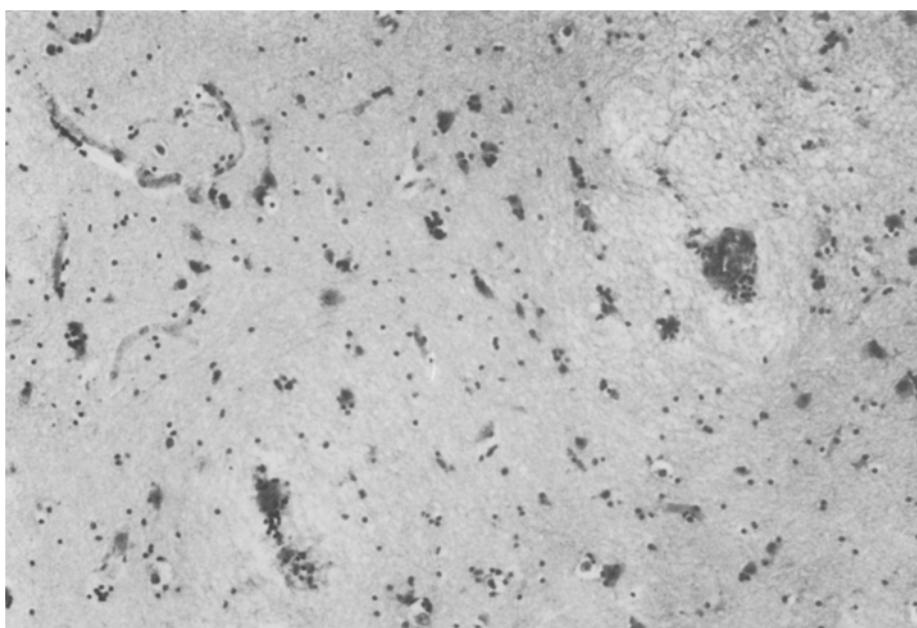


Abb. 4. Stauungsbloeding, offenbar einer Venole. Typisches Erhängen. Luxol Fast Blue-Kernechtrot, 135 $\times$

Auffällig weite Spalträume zwischen Kapillaren und Neuropil sowie zwischen neuronalen Perikaryen und Neuropil als Zeichen des Ödems fanden sich bei 22 der 36 Fälle (61 %), bei typischem Erhängen nicht ganz so häufig (5/11 = 42%) wie bei atypischem (17/25 = 68%). Der Unterschied ist jedoch nicht signifikant. Bei vier dieser Fälle war außerdem eine perikapilläre Neuropilauflockerung zu beobachten (Abb. 5), die als Hinweis auf eine lokale, von den Gefäßen ausgehende Flüssigkeitsaufnahme gewertet werden kann. Das Bild lag bei zwei Fällen ohne andere Zeichen des Ödems vor. Auch hier ergab sich keine Beziehung zur Hangform oder zum Offenbleiben der Schlinge.

Die Nervenzellen waren im allgemeinen wohl erhalten, besonders die größeren. Ein Teil, vorwiegend die kleineren Zellen, zeigte dagegen deutliche Schrumpfung mit stärkerer Anfärbung. Bei vier Fällen, bei denen die Ödemzeichen fehlten, lag überwiegend eine Schrumpfung mit Teilverlust der Nissl-Substanz und Kernhyperchromasie vor. Von dieser Veränderung waren die großen Pyramidenzellen ausgenommen. Bei sechs Fällen ohne bestimmte Zuordnung zur Ödemgruppe fielen große Ganglienzellen auf, die keine Schrumpfräume zum Neuropil aufwiesen und deren Kern normalstrukturiert erschien. Das Bild entsprach der akuten Zellschwellung Spielmeiers. Einzelne Ganglienzellen mit hyperchromatisch-homogenem Kern besaßen in der Zellperipherie Vakuolen.

Bei drei Fällen fanden sich ganz vereinzelt Ganglienzellen, deren Bild besonders zu besprechen ist. Es handelte sich um kleine bis mittelgroße Pyramidenzellen, die geschrumpft waren und ein dichtes, fast homogenes Cytoplasma aufwiesen, in dem Nissl-Substanz nicht auszumachen war. Auch die Zellkerne waren



**Abb. 5.** Perivaskuläre (perivenoläre) ödematöse Neuropilauflockerung im Cortex cerebri. Typisches Erhängen. HE, 135×

geschrumpft und hyperchromatisch. Das Zytoplasma fiel besonders durch eine schwache, aber deutlich erkennbare Eosinophilie auf. Obwohl große Ähnlichkeit mit der „ischämischen Zellveränderung“ Spielmeiers vorlag, war doch das Bild nicht typisch genug, um es als Zellnekrose zu deuten. Bei fluoreszenzmikroskopischer Untersuchung der HE-Präparate zeigte das Zytoplasma zudem eine gleiche oder allenfalls nur geringfügig gesteigerte Intensität im Vergleich mit dem Neuropil, während neuronale Nekrosen – wie Kontrolluntersuchungen ergaben – eine sehr viel stärkere Fluoreszenz aufweisen, die der der Erythrozyten nahekommt. Die Luxol Fast Blue-Färbung half hier nicht weiter. Damit färbten sich ganz unspezifisch die meisten geschrumpften Ganglienzellen an, oder an den verdächtigen Stellen stellten sich keine auffälligen Zellen dar. Die größeren Nervenzellen zeigten dagegen in denselben HE-Präparaten das Normalbild mit gut erhaltener Nissl-Substanz. Bei allen drei Fällen lagen die Zeichen des Ödems vor. Wegen der Bedeutung dieser Befunde seien die Fälle kurz besprochen:

*Fall 1.* SN 123/77: 29jähriger Arbeiter, hatte sich nach einer familiären Auseinandersetzung (Abschicdsbrief) mit einer Nylonschnur am Querbalken eines Fußballtores erhängt. Knoten der Schlinge hinten, Körper hing ohne Bodenberührungen. Im Gesicht keine Stauungszeichen. Äthanol-Gehalt im Blut 0,34‰, Schlaf- und Beruhigungsmittel sowie Psychopharmaka negativ. Keine primär krankhaften Organveränderungen.

*Fall 2.* SN 125/77: 48jährige Hausfrau, die in den letzten Monaten vor ihrem Tode nach der Meinung ihres Ehemannes „depressiv“ geworden sein soll,

erhängte sich mit einem Fernsehkabel an einem Dachbalken. Es lag typisches Erhängen vor, wobei allerdings die Schlinge offen war. Keine Blutungen oberhalb der Strangulationsfurche. Reanimationsversuch durch den Notarzt verlief negativ. Blutalkoholgehalt 0,66‰, Schlaf- und Beruhigungsmittel sowie Psychopharmaka negativ. Keine faßbaren Organerkrankungen.

*Fall 3.* SN 142/77: 46jähriger Arbeiter (Alkoholiker) in schwieriger sozialer Situation (Kündigung des Arbeitsverhältnisses) hatte in den letzten beiden Jahren vor seinem Tode zwei Selbstmordversuche unternommen. Er wurde erhängt in seinem Keller gefunden. Hockende Position; das Strangwerkzeug, eine Schnur, war um ein Heizungsrohr geschlungen; Knoten der Schlinge seitlich; Strangmarke 1,2 cm breit; Staseerscheinungen im Gesicht. Blutalkohol 1,04‰, bromhaltige Medikamente. Bis auf eine mäßiggradige Fettleber keine weiteren chronischen Erkrankungen.

Zu ergänzen ist, daß bei allen drei Fällen keine Leichenfäulnis erkennbar gewesen war und auch keine Fäulnisalkohole nachzuweisen waren.

Bei keinem der untersuchten 36 Fälle fand sich im Kleinhirn eine Auflösung der Körnerzellen, eine Veränderung, die im klinischen Sektionsgut bei etwa einem Drittel der Fälle zu sehen ist (Martin 1980). Auch die Purkinje-Zellen waren unauffällig.

## Diskussion

### *Stauungsblutungen*

Die Häufigkeit von Stauungsblutungen oberhalb der Strangfurche, bei denen es sich, wie man weiß (Henn et al. 1973), um diapedetische Blutungen handelt, wird verschieden beurteilt. Ältere Autoren gaben im allgemeinen niedrigere Werte an: 10% (Martineck 1898), 17% (Hallermann und Illchmann-Christ 1943), 22% (Lesser 1881) und 22% (Reuter 1901). Auch Jonaš und Greifová (1959) fanden eine Zahl von nur 13% bei 1000 Fällen. Schmidt (1901) dagegen fand in 39% seiner 344 Fälle Stauungsblutungen. Aus neueren Zusammenstellungen errechnen sich Häufigkeiten von 53% (Jacob 1957, 421 Fälle) und 52% (Laiho et al. 1968, 124 Fälle), denen der eigene Wert von 51% gleichkommt, sowie 66% (Bschor 1969). Allerdings kommen Prokop und Wabnitz (1970) nur auf eine 34%ige Beteiligung bei ihren 177 Fällen. Da sich an der Art des suicidalen Erhängens nichts geändert hat, müßte man unterschiedliche Bewertungsmaßstäbe erwägen oder erhebliche Inhomogenitäten der untersuchten Kollektive.

Vor diesem Hintergrund müssen eventuell auch die immer wieder herausgestellten diesbezüglichen Unterschiede bei den verschiedenen Erhängungsarten gesehen werden, die bei einer mathematischen Auswertung oft auf nur mäßige quantitative Differenzen zusammenschrumpfen. Wie auch schon Reuter (1901), so fand Jacob (1957) häufiger Stauungsekchymosen bei asymmetrischem Sitz des Knotens, nämlich 71% bei asymmetrischem und 50% bei symmetrischem Erhängen. Die Unterschiede sind statistisch gesichert. Ähnlich äußern sich Berg (1976), Patscheider und Hartmann (1981) sowie Kleiber et al. (1981). So knüpft Ponsold (1967) weitreichende differentialdiagnostische Schlüsse an das Vorlie-

gen von Stauungsblutungen, wenn er erläutert, „bei typischem (freiem) Hängen der Leiche, wobei Leichenblässe des Gesichts zu erwarten ist, weil der Zufluß von Blut wie der Abfluß unterbrochen ist, wird das Vorliegen von Stauungsscheinungen im Gesicht und an den Augenbindehäuten Verdacht auf vorangegangenes Würgen oder Drosseln mit nachträglichem Aufhängen erregen“. Demgegenüber ließ sich im eigenen, prospektiv untersuchten Material, das gleichbleibend von ein und demselben Untersucher befundet worden war, keine sichere Beziehung der Staseerscheinungen zur Knotenlage nachweisen. Laiho et al. (1968) stellten bei freiem Hängen mit 35% eine geringere Zahl von Blutungen im Kopfbereich fest als bei Abstützung des Körpers mit 62%. Auch dieser Unterschied erweist sich als signifikant. Er findet allerdings ebenfalls im eigenen Untersuchungsgut keine Entsprechung, obwohl die Gesamtzahl der Fälle größer ist. Eine Korrelation zur Hangform ließ sich statistisch nicht bestätigen. Selbst wenn man Gruppen vergleicht, die hinsichtlich der zu erwartenden Stauungszeichen die größten Unterschiede aufweisen müßten, läßt sich zwar ein entsprechender Zahlentrend erkennen, statistisch bleibt er jedoch unbedeutend ( $P>0,20$ ). So ergab sich bei typischem Erhängen ein Wert von 42%, bei atypischem Erhängen mit breiter Abstützung ein Wert von 57%. Das Ergebnis bleibt das gleiche, wenn lediglich Blutungen der Grade ++ bis ++++ (s. Material und Methode) gezählt werden. Die Art des Erhängens, ob es typisch oder atypisch erfolgt war, welche Hangform benutzt worden war, ob der Knoten hinten, vorn oder seitlich gelegen hatte, ob die Schlinge offen oder geschlossen gewesen war, hatte somit keinen nachweisbaren Einfluß auf die Ausbildung von Stauungsblutungen im Kopfbereich.

Schon Haberda und Reiner (1894) zeigten an ihren bekannten Leichenversuchen, daß bei typischer wie atypischer Hangform mit verschiedener Knotenlage der Kompressionswiderstand in den großen Halsgefäßen nur durch sehr hohe intravasale Drucke überwunden werden kann, die der physiologische Blutdruck selbst bei adrenerger Stimulierung nicht aufzubringen vermag. Ausnahmen sind danach lediglich an der Arteria vertebralis denkbar, obwohl auch hier bei den meisten Hangformen sehr hohe Drucke erforderlich sind. Allerdings vertreten Brinkmann et al. (1981) aufgrund tierexperimenteller Untersuchungen die Auffassung, daß in der Strangulationsagonie arterielle Drucksteigerungen von über 300 mm Hg erreicht werden können. Speziell bei atypischer Hangform mit breiter Unterstützung des Rumpfes dürfte es bei so hohem intravasalem Druck nicht zu einem kompletten Verschluß beider Aa. vertebrales kommen können. Andererseits kommt der charakteristische Anstieg der Phospholipidkonzentration im Blut des Herzens im Gegensatz zum intrakraniellen Sinusblut als Folge der schlagartigen Entspeicherung der Depots sowohl bei typischem als auch bei atypischem Erhängen vor (Berg 1952; Saternus et al. 1980).

Unsere Vorstellungen über den Entstehungsmechanismus der Blutungen durch eine unvollständige oder zweizeitige arterielle Kompression bei primärer Verlegung des venösen Abflusses, wie er besonders bei breit abgestützter atypischer Suspension wirksam sein müßte, erscheinen danach erweiterungsbedürftig. So erklärt dieser Modus nicht, warum bei allen Hangformen gleichermaßen nur in der Hälfte der Fälle Stauungsblutungen aufgetreten sind.

Scheidet die Hangform als bestimmender Faktor aus, so müßte der Phase vor dem Belasten der Schlinge die größere Bedeutung zukommen. Zu denken wäre dabei besonders an das vorsichtige Zuziehen der Schlinge. Damit ließe sich zwar u. U. die Häufigkeitsverteilung im Auftreten von Stauungsblutungen erklären, doch dürften auch bei diesem Ablauf zumindest zwischen den extremen Hangformen bedeutsame Unterschiede zu erwarten sein. Es sei denn, man postulierte, daß die Stauungsblutungen bei möglichen Probebelastungen des Strangwerkzeugs entstanden.

Auch der Strangulationsvorgang selbst könnte von wesentlicher Bedeutung sein, so etwa die Zeitpunkte, bezogen auf die Pulswellen, zu welchen sich die Kompression auf die einzelnen Gefäße auswirkt. Die reflektorischen und konvulsiven Kontraktionen der übersteckten Halsmuskulatur könnten eine Rolle spielen. Auch dürfte das Hochschieben des gesamten cervicalen Muskel-Gefäß-Mantels im von außen komprimierten Zustand und damit die Austreibung von Blut aus Arterien und Venen in das oberhalb der Strangfurche eingeschlossene Kapillarbett im Moment der Suspension zu Stauungsblutungen führen können.

In diesem Zusammenhang ist vielleicht die zwar geringe, aber statistisch bedeutsame negative Korrelation zwischen dem Ausprägungsgrad der Stauungsblutungen und dem Blutalkoholgehalt im eigenen Material zu sehen. Es wäre denkbar, daß bei starker Alkoholisierung die natürlichen Schutzreflexe gehemmt sind und daher der Ablauf des Erhängungsvorganges rascher und gewaltsamer vollzogen wird als in nüchternem Zustand. Eine ähnliche Deutung drängte sich bereits bei der Interpretation der Halswirbelsäulenverletzungen beim suicidalen Erhängen auf (Saternus 1978) und wird von vielen Autoren auch für andere Suicidarten erwogen (Übersicht bei Bonk 1973). Als Folge eines besonders verhementen Vorgehens beim Erhängen sind zumindest teilweise die Verletzungen der Halsorgane unterhalb der Strangfurche zu betrachten. In vier verschiedene Schweregrade eingeteilt, zeigten diese Weichteilläsionen im vorliegenden Material aber weder zum Alkoholgehalt ( $P = 0,10$ ) noch zu den Stauungsblutungen im Kopfbereich ( $P = 0,14$ ) signifikante Beziehungen. Es ergeben sich lediglich Grenzwerte, die an größerem Material zu überprüfen sind. Auch ist hierbei zu berücksichtigen, daß für die Ausbildung der cervicalen Verletzungen sicher mehrere Faktoren entscheidend sind, u. a. das Gewicht des abwärts ziehenden Körpers, das wiederum von der Hangform abhängt (Schwarzacher 1927). Andererseits entstehen bei der Exekution mit Sturz des Delinquenten in die Schlinge über mehrere Dezimeter, wobei schwere Halsverletzungen sogar mit Halswirbelfrakturen vorkommen, ebenfalls Stauungsblutungen (Kalle 1933).

#### *Hirngewicht*

Wie generell bei allen akuten Todesfällen (Matiegka 1902; Appel und Appel 1942; Spann und Dustmann 1965; Rüter 1970; Lindenberg 1971; Harvey 1980) wird beim Erhängungstod eine Zunahme des Hirngewichtes beschrieben (Spann 1956; Spann und Dustmann 1965; Pakkenberg und Voigt 1964; Rüter 1970). Dabei handelte es sich um nur kleine Kollektive, so daß statistisch relevante Aussagen bislang nicht möglich waren. Der Gewichtsunterschied betrug

bei männlichen Leichen 72-98 g und bei weiblichen 54-71 g (Pakkenberg und Voigt 1964; Rüter 1970). Das erhöhte Hirngewicht beim suicidalen Erhängen im Vergleich mit einem klinischen Obduktionsgut ohne Zeichen der Hirnvolumenzunahme wird durch die vorliegende Untersuchung vollauf bestätigt und an einem vergleichsweise großen Material gesichert. Die Zunahme macht 4-5% aus. Der Gewichtsunterschied besteht außerdem sicher unabhängig von dem Zeitpunkt der Sektion (s. Rüter 1970) und von der unterschiedlichen Technik der Organentnahme. Die Ursache dürfte in der postmortalen Hirnschwellung liegen, deren größeres Ausmaß bei akutem Todeseintritt schon 1927 Brandes an vergleichenden Hirngewichts- und Liquormessungen festgestellt hat. Bei plötzlichem Aussetzen der cerebralen Durchblutung werden offenbar durch terminale anaerobe Glykolyse sehr viel mehr osmotisch wirksame Substanzen erzeugt als bei einem Tod nach längerer Krankheit. Das Hirnödem durch terminal-postmortales Aufsaugen von Liquor entsteht dabei offenbar hauptsächlich in der ersten halben Stunde nach dem Kreislaufzusammenbruch und verändert sich danach nicht mehr wesentlich (Häussler 1937; Camerer 1943; Edstrom und Essex 1955).

Manche Autoren fanden bei atypischem Erhängen höhere Hirngewichte als bei typischem Erhängen (Im Obersteg 1952; Spann 1956). Diese nur an wenigen Wägungen gefundene Differenz läßt sich aus dem eigenen Untersuchungsgut nicht bestätigen. Auch läßt sich keine Korrelation zu den Stauungszeichen an Haut und Schleimhäuten, zum Alkoholgehalt des Blutes und zu dem verschiedenen Schweregrad der Halsverletzungen nachweisen. Ferner besteht bei den histologisch untersuchten Gehirnen keine gesicherte Beziehung zur cerebralen Hyperämie. Die Zunahme des Hirnvolumens betrifft demnach alle Fälle in gleicher Weise, ohne daß irgendein zusätzlicher Faktor von wesentlicher Bedeutung scheint.

#### *Histologische Befunde am Gehirn*

Nur bei vereinzelten Fällen wurde im Schrifttum über eine cerebrale Hyperämie (Haberda und Reiner 1894; Reuter 1902; Straßmann 1923; Kalle 1933; Jacob und Pyrkosch 1951; Jacob 1957; Mueller 1975; Akhunzhanov 1978; Cervós-Navarro und Schneider 1980) und Stauungsblutungen berichtet (Reuter 1902; Kalle 1933; Jacob und Pyrkosch 1951; Laiho et al. 1968; Cervós-Navarro und Schneider 1980; Voigt 1981). Andere Autoren hoben das Fehlen cerebraler Blutaustritte trotz ausgeprägter Stauung an Haut und Schleimhäuten oberhalb der Strangfurche hervor (Gerhartz 1932). Auch bei Spättodesfällen nach Erhängen fehlten Blutungen im Gehirn meist (Übersicht bei Jacob 1957; weitere Fälle ohne Blutungen: Környey 1955; Wünscher und Möbius 1960; zwei eigene Beobachtungen; Fälle mit Blutungen: Jacob et al. 1962; Desyatov und Suzdalsky 1973). Offensichtlich sind durch die Rigidität des Schädels die intracranialen Volumenkompartimente, speziell das Gehirn vor plötzlich auftretenden Stauungen besser geschützt als der äußere Kopfbereich. Immerhin treten nach den eigenen histologischen Untersuchungen doch bei einem großen Teil der Fälle eine Hyperämie und sogar kleine Stauungsblutungen auf. Sie zeigen aber an dem begrenzten Material von 36 Fällen keine Beziehung zu anderen Parametern, insbesondere nicht

zu den Blutungen an Haut und Schleimhäuten oder zur Art der Strangulation, auch nicht zum Hirngewicht. In diesem Zusammenhang sind die histometrischen Untersuchungen von Akhunzhanov (1978) anzuführen. Er fand beim Erhängungstod (offenbar überwiegend atypisches Erhängen) eine Zunahme der Kapillarfläche im Gehirn, nicht dagegen im Rückenmark. Die Werte für Arteriolen und Venolen waren dabei nicht wesentlich verändert. Im eigenen Material imponierte dagegen mehr die Venolenerweiterung neben der Kapillarektasie. Doch haben wir Messungen bisher nicht durchgeführt.

Weitere feingewebliche Veränderungen betreffen die Zeichen des Ödems, die wegen der Hirngewichtszunahme zu erwarten sind. Sie lassen sich bei einem großen Teil der Fälle feststellen. Auffällig sind dabei jene Fälle, bei denen es offensichtlich zu einer Flüssigkeitsaufnahme aus den Gefäßen gekommen war, ohne daß sich hierbei Beziehungen zu Stauungserscheinungen oder zur Art des Erhängens erkennen lassen. Hier müssen beim akuten Eintritt der Ischämie besonders starke osmotische Differenzen zwischen Gefäßinhalt und Parenchym aufgetreten sein. Auch experimentell läßt sich bei globaler Ischämie des Gehirns eine perivaskulär lokalisierte Flüssigkeitsaufnahme beobachten (Garcia et al. 1978), wobei es sogar zum Übertritt von Plasmaalbumin kommt (Broman et al. 1965; Oehmichen und Gencic 1980).

Im engen Zusammenhang mit der akuten cerebralen Ischämie und der sich daraus ergebenden terminalen und postmortalen Flüssigkeitsaufnahme des Hirngewebes aus Liquor und Gefäßinhalt stehen die zu beobachtenden Ganglienzellveränderungen, wie Zellschrumpfung, Zellschwellung, Auflösung der Nissl-Substanz, Vakuolisierung des Zytosplasmas und sogar Übergänge zur „ischämischen Zellveränderung“ Spielmeiers (Lindenberg 1970, 1971). Letztere tritt in Übereinstimmung mit der Mitteilung von Jacob und Pyrkosch (1951) nur in Einzel'exemplaren auf, und auch dies nur bei wenigen Fällen. Nach ihrem färberischen Verhalten zeigen die Zellen jedoch nicht das typische Bild der Nekrose, so daß wir zu einer anderen Interpretation als Jacob und Pyrkosch kommen. Auch tritt die Zellveränderung, die ausschließlich bei kleineren Pyramidenzellen vorkommt, nicht nur bei atypischem Erhängen auf, bei dem die Autoren eine Restdurchblutung des Gehirns annahmen, sondern auch bei typischem Erhängen. Camerer (1943) beschrieb sie ferner u. a. bei Hinrichtung durch das Fallbeil. Im eigenen laufenden Untersuchungsgut konnten sie auch beim Sekundenherztod gefunden werden. So spricht vieles dafür, daß diese Veränderung mit der Akuität des Todeseintrittes und der terminalen Flüssigkeitsaufnahme zusammenhängt und nicht als Ergebnis einer minimalen cerebralen Durchblutung mit Ausbildung von Zellnekrosen zu werten ist. Auch die von Orsós (1935) bei der Mallory-Färbung beschriebenen Ganglienzellveränderungen umfassen alle die genannten unspezifischen Bilder, die bei sämtlichen Arten akuter Todesfälle gehäuft vorkommen.

Zusammenfassend ergibt sich, daß Stauungserscheinungen im Kopfbereich und akute Ischämie des Gehirns durch Verschluß der großen Gefäße weitgehend unabhängig von der Art des Erhängens auftreten. Für die Aufrechterhaltung einer Restdurchblutung des Gehirns bei erhaltener Herzaktivität besteht auch bei atypischen Formen der Suspension kein ausreichender Anhalt. Die

Hirnparenchymveränderungen sind vielmehr die gleichen wie bei anderen akuten Todesfällen.

## Literatur

- Akhunzhanov R (1978) Histometrie intracerebraler Gefäße beim Erhängungstod (in Russisch). *Sud Med Ekspert* 21:22-25
- Appel FW, Appel EM (1942) Intracranial variation in the weight of the human brain. *Hum Biol* 14: 48-68 und 235-250
- Berg S (1952) Eine für das Erhängen charakteristische vitale Reaktion. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 41:158-163
- Berg S (1976) Grundriß der Rechtsmedizin, 11. Aufl. Müller & Steinicke, München
- Bonk K (1973) Selbstmord und Alkohol unter besonderer Berücksichtigung der alkoholischen Beeinflussung zur Tatzeit. *Inaugural-Dissertation*, Universität Köln
- Brandes K (1927) Liquorverhältnisse an der Leiche und Hirnschwellung. *Frankf Z Pathol* 35:274-301
- Brinkmann B, Koops E, Wischhusen F, Kleiber M (1981) Halskompression und arterielle Obstruktion. *Z Rechtsmed* 87:59-73
- Broman T, Grøntoft O, Steinwall O (1965) Comparative intravital and postmortem studies on chemically induced blood-brain barrier damage tested with trypan blue. *Acta Neurol Scand* 41: 527-538
- Bschor F (1969) Beurteilung von Stauungsblutaustreten im Kopfbereich bei Strangulation und anderen Todesursachen. *Beitr Gerichtl Med* 25: 146-152
- Camerer J (1943) Untersuchungen über die postmortalen Veränderungen am Zentralnervensystem, insbesondere an den Ganglienzellen. *Z Gesamte Neurol Psychiatr* 176: 596-635
- Cervós-Navarro J, Schneider H (1980) Pathologie des Nervensystems. I. Durchblutungsstörungen und Gefäßerkrankungen des Zentralnervensystems. In: Doerr W, Seifert G (Hrsg) Spezielle pathologische Anatomie, Bd 13/I. Springer, Berlin Heidelberg New York
- Desyatov VP, Suzdalsky OK (1973) Hirnveränderungen nach Erhängen (in Russisch). *Sud Med Ekspert* 16: 53-54
- Dobson J (1951) Cardiac action after "death" by hanging. *Lancet* 261: 1222-1224
- Edstrom RFS, Essex HE (1955) Swelling of damaged brain tissue. *Neurology (Minneapolis)* 5: 490-493
- Garcia JH, Lossinsky AS, Kauffman FC, Conger KA (1978) Neuronal ischemic injury: light microscopy, ultrastructure and biochemistry. *Acta Neuropathol (Berl)* 43: 85-95
- Gerhardt H (1932) Gehirnschädigung beim Erhängen. *Dtsch Z Nervenheilkd* 128: 109-117
- Haberda A, Reiner M (1894) Experimentelle und kritische Beiträge zur Lehre vom Tode durch Erhängen. *Vierteljahrsschr Gerichtl Med*, 3. Folge [Suppl] VIII: 124-147
- Häussler G (1937) Hirndruck. Hirnödem – Hirnschwellung. *Zentralbl Neurochir* 2: 247-261 und 328-339
- Hallermann W, Ilchmann-Christ (1943) Über eigenartige Strangulationsbefunde. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 38: 97-128
- Harvey FH (1980) The significance of the amount of fluid surrounding the brain to the recognition of brain swelling (or atrophy) at autopsy: a new and routinely applicable method of diagnosing abnormal brain size. *J Forensic Sci* 25: 287-296
- Henn RHE, Liebhardt E, Haug W (1973) Serienschnittuntersuchungen an Stauungsblutungen. *Beitr Gerichtl Med* 30: 146-147
- Im Obersteg J (1952) Über Beziehungen des Körperbautypus zu Gewicht und Maß innerer Organe. *Acta Genet (Basel)* 3: 193-249
- Jacob H (1957) Strangulation. In: Scholz W (Hrsg) Nervensystem. Erkrankungen des zentralen Nervensystems I. Springer, Berlin Heidelberg New York (Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie und Histologie, Bd XIII/1B, S 1712-1731)
- Jacob H, Pyrkosch W (1951) Frühe Hirnschäden bei Strangtod und in der Agonie. *Arch Psychiatr Nervenkr* 187: 177-186

- Jacob H, Mumme C, Solcher H (1962) Entmarkung bei cerebralen Ödemschäden (Strangulationsmyelopathie). *Arch Psychiat Nervenkr* 203:311-320
- Jonaš M, Greifová V (1959) Sekundäre Sezierungsergebnisse bei Selbstmordfällen durch Erhängen. *Soudv Lék* 4:104-105
- Kallc E (1933) Beobachtungen über den Tod bei Hinrichtungen mit dem Strang. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 22:192-203
- Kleiber M, Brinkmann B, Koops E, Püschel K (1981) Zur Pathologie des Erhängens unter besonderer Berücksichtigung vitaler Reaktionen. 60. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin, 15.-19.9. 1981, Kiel
- Környey S (1955) Histopathologie und klinische Symptomatologie der anoxisch-vasalen Hirnschädigungen. *Akadémiai Kiadó*, Budapest
- Laiho K, Isokoski M, Hirvonen J, Ojala K, Marttila A, Tenhu M (1968) Über die Obduktionsbefunde bei Selbstmord durch Erhängen. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 63:63-69
- Lesser A (1881) Ueber die localen Befunde beim Selbstmord durch Erhängen. *Vierteljahrsschr Gerichtl Med*, 3. Folge 35:201-248
- Lindenberg R (1970) The neuropathology of acute shock in man. *C R VIe Congr Intern Neuro-pathol*. Masson, Paris, pp 193-197
- Lindenberg R (1971) Systemic oxygen deficiencies. In: Minckler J (ed) *Pathology of the nervous system*. McGraw-Hill, New York, pp 1583-1617
- Martin KP (1980) Über die Auflösung der Körnerzellschicht der Kleinhirnrinde bei verschiedenen Grundkrankheiten. Inaugural-Dissertation, Universität Köln
- Martineck O (1898) Ueber die Unterscheidung des Todes durch Erhängen oder durch Erdrosseln. Inaugural-Dissertation, Universität Bonn
- Matiegka II (1902) Über das Hirngewicht, die Schädelkapazität und die Kopfform, sowie deren Beziehungen zur psychischen Tätigkeit des Menschen. *Sitzungsber K Böhm Ges Wiss Prag Math-Naturwiss Cl XX*:1-75
- Mueller B (1975) *Gerichtliche Medizin*, 2. Aufl, Bd 1. Springer, Berlin Heidelberg New York
- Oehmichen M, Gencic M (1980) Postmortale diffusion of plasma albumin in rat brain. *Z Rechtsmed* 84:113-123
- Orsós F (1935) Die vitale Reaktion des Nervensystems und deren gerichtsmedizinische Bedeutung. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 25:177-196
- Pakkenberg H, Voigt J (1964) Brain weight of the danes. A forensic material. *Acta Anat (Basel)* 56:297-307
- Patscheider H, Hartmann H (1981) *Leitfaden der Gerichtsmedizin*. Huber, Bern Stuttgart Wien
- Ponsold A (1967) *Lehrbuch der Gerichtlichen Medizin*, 3. Aufl. Thieme, Stuttgart
- Prokop O, Wabnitz R (1970) Vorkommen von Bindegaußblutungen bei Lebenden und Toten, dargestellt in 10 Tabellen. *Z Rechtsmed* 67:249-257
- Reuter F (1901) Ueber die anatomischen Befunde beim Tode durch Erdrosseln und durch Erhängen. *Z Heilkd [Pathol Anat] NF* 2:145-172
- Reuter F (1902) Gehirnblutung bei einem Erhängten. *Vierteljahrsschr Gerichtl Med* 24:3 P 300-307
- Rüter G (1970) Das Hirngewicht des Menschen und seine Abhängigkeit von Alter, Geschlecht, Körpergröße, Krankheit und postmortalen Veränderungen, sowie stammesgeschichtliche Vergleiche der Hirngewichte. Inaugural-Dissertation, Universität Kiel
- Saternus KS (1978) Verletzungen der Halswirbelsäule beim Suicid durch Erhängen. *Z Rechtsmed* 81:299-308
- Saternus KS, Langenberg K, Ifsland R, Berghaus G, Sticht G, Dotzauer G (1980) Zur Aussagekraft der Phospholipid-Konzentration in Sinus- und Herzblut Erhängter. *Z Rechtsmed* 85:29-39
- Schmidt W (1901) Ein Beitrag zur Statistik des Erhängungstodes. Inaugural-Dissertation, Universität Berlin
- Schwarzacher W (1927) Beiträge zum Mechanismus des Erhängungstodes. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 11:145-153
- Spann W (1956) Das Hirngewicht in Beziehung zur Todesursache und anderen Faktoren. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 44:733-741

- Spann W, Dustmann HO (1965) Das menschliche Hirngewicht und seine Abhängigkeit von Lebensalter, Körperlänge, Todesursache und Beruf. Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med 56: 299-317
- Straßmann G (1923) Grundriß der gerichtlichen und versicherungsrechtlichen Medizin. Seemann, Berlin
- Voigt GE (1981) Small hemorrhages in the brain stem. A sign of injury? Am J Forensic Med Pathol 2:115-120
- Weikamp E (1979) Untersuchungen zum Hirngewicht des Menschen unter besonderer Berücksichtigung des Ödemzustandes. Inaugural-Dissertation, Universität Köln
- Wünscher W, Möbius G (1960) Über Gehirnveränderungen beim Spättod nach Strangulation. Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med 50:235-243

Eingegangen am 2. August 1982