

6. Diskussion

6.1. Häufigkeit von Unterkühlungstodesfällen

6.1.1. Epidemiologie in Berlin

Unter den Hypothermiefällen, die im Berlin-Dahlemer Rechtsmedizinischen Institut obduziert wurden, kam selten eine finale Unterkühlung bei jüngeren Erwachsenen und bei Kindern (n=2, 1% waren jünger als 20 Jahre; bei DRESE, 1984, 1 Neugeborenes unter 52 Unterkühlungsfällen) vor; dagegen ereignete sich eine Hypothermie häufiger bei kranken und älteren Menschen (n=63, 38% waren älter als 61 Jahre).

Die wenigsten Unterkühlten wurden 1978, 1982, 1997 und 2000 obduziert (je n=3, 2%), die meisten Todesfälle infolge Hypothermie ereigneten sich 1993 (n=14, 9%). Die größten Fallzahlen wurden von September bis April festgestellt, nach WESSEL & SCHNEIDER (1987) waren plötzliche Kälteperioden/Kälteeinbrüche die Ursache für das Ansteigen der Fälle, die an Unterkühlung starben. In Gebäuden oder Wohnungen und nicht - wie vermutet - im Freien wurde die überwiegende Zahl der Unterkühlungstodesfälle in den kalten Wintermonaten (November, Januar, Februar) aufgefunden.

Im Kapitel 9. *Anhang* befindet sich eine aus der Berliner Todesursachenstatistik entnommene Zusammenfassung der Sterbefälle durch niedrige Temperaturen seit 1978 unterteilt nach Berlin- insgesamt, Berlin-West und Berlin-Ost sowie nach dem Geschlecht.

6.1.2. Epidemiologie weltweit

Die Unterkühlung ist eine Todesursache, die nach DRESE (1984) und STAEMMLER (1944) in unseren geographischen Breiten bzw. in unserem europäischen Klima selten und laut CLASSEN et al (1993) meist im Umfeld von Unglücksfällen auftritt. In den retrospektiv betrachteten 25 Jahren waren 1,1% des Gesamtoberdunkungsgutes Unterkühlungstodesfälle. In der Literatur wurde das Vorkommen von Unterkühlungsopfern in anderen Regionen der Welt beschrieben: nach KRAJEWSKY (1861) kamen jährlich 500-700 Todesfälle in Russland, nach KRJUKOFF (1914) 2,23% in Moskau in einem Zeitraum von 16 Jahren, nach BLOSFELD (1860) und DIEBERG (1883) 9% in Riga und VON UNTERDORFER (1977) 1% innerhalb von 10 Jahren vor.

6.2. Allgemeine Gesichtspunkte

6.2.1. Diagnostik

Zu einer Krankenhauseinlieferung zu Lebzeiten kam es in 26 Fällen, bei 19 von ihnen gab es Angaben über makroskopische Befunde und wurde die Körpertemperatur rektal gemessen (Min.: 23°C bei einer geschätzten UKZ von 2,2h, Max.: 35°C bei einer geschätzten UKZ von 14,5h). Eine Messung der Körperkerntemperatur sollte routinemäßig erfolgen, um rechtzeitig eine Reanimation und Wiedererwärmung, aktiv oder passiv, bei noch lebenden Kälteopfern einleiten zu können.

Die Richtigkeit der Temperaturmessung mit den in einer Klinik verwendeten Thermometern muss angezweifelt werden, da sie nur Temperaturen bis 32,2°C (90°F) sicher messen können. Realistische Körperkerntemperaturmessungen (DAY & MORGAN, 1974; DANZL & POZOS, 1994; MADEA, 2003) müssen mit flexiblen Thermometern, die die Temperatur im Rektum oder Ösophagus ermitteln, durchgeführt werden, wie sie auch Rechtsmedizinern zur Verfügung stehen.

Die vorliegenden Angaben hinsichtlich der Auffindungssituation und die äußeren Umstände am Tatort (inkl. Umgebungstemperaturen) wurden ermittelt und ausführlich beschrieben durch die Polizei.

Trotzdem zeigten sich große Schwierigkeiten bei der Schätzung der Dauer der Unterkühlung, da oft keine verlässlichen Angaben über: „Wann war die Person zuletzt lebend gesehen worden?“, „Wie lange hatte die Person am Fundort gelegen?“ von Angehörigen bzw. Zeugen gemacht werden konnten, bzw. die Leichen stark fäulnisverändert waren.

Immersionshypothermiefälle (Immersionshypothermie droht bei Unfällen wie Schiffbruch, Fallen ins kalte Wasser, z.B. vom Schiff oder Boot und bei Eiseinbruch im Winter.) kamen in unserem Unterkühlungskollektiv nicht vor; bemerkenswert ist, dass dabei die Wärmeableitung um zwanzig- bis fünfundzwanzigfach höher ist als an Land (DI MAIO & DI MAIO, 1993; MADEA, 2003).

Hilfreich waren die mittleren Außentemperaturen – archiviert durch das Meteorologische Institut der Freien Universität Berlin –, sodass in der vorgelegten Untersuchung eine Außentemperatur, bei den im Freien aufgefundenen Fällen, verarbeitet werden konnte.

6.2.2. Bekleidungszustand

Es wurden der Allgemeinzustand, die Bekleidung (Art, Sitz, Feuchtigkeit), das Auffinden von Kleidungsstücken neben der Leiche, die auf ein paradoxes Entkleiden hinweisen, und die Bedeckung des Verstorbenen ausgewertet. Nach KRJUKOFF (1914) wirkt sich ein mangelhafter Bekleidungszustand besonders bei im Freien aufgefundenen Verstorbenen ungünstig auf die Widerstandsfähigkeit des Organismus aus und gelegentlich kann ein Sexualdelikt angenommen werden. Bei der Untersuchung dieses Aspektes in unserem Kollektiv zeigte sich, dass 13% der in einem Gebäude verstorbenen Fälle (n=22) voll bekleidet, 14% (n=23) teilbekleidet und 7% (n=12) unbekleidet waren und dass 30% der außen Verstorbenen (n=49) voll bekleidet, 10% (n=16) teilbekleidet und 1% (n=2) unbekleidet waren. Durchnässte Kleidung verdreifacht die Wärmeableitung im Vergleich zu trockener (BURIS et al, 1987; CLASSEN et al, 1993; MÜLLER, 1955); in 28 Unterkühlungstodesfällen (17%) und 10 Vergleichsfällen (20%) wurden die Sachen feucht vorgefunden.

6.2.3. „Kälteidiotie“

In 21% (n=34) waren Bekleidungsstücke in der Umgebung des Leichnams zu finden oder bot sich das Bild des „in Entkleidung Begriffenseins“, dieser Zustand fand sich häufiger bei den im Freien Aufgefundenen. DANZL & POZOS (1994) erklären das Phänomen des „Paradoxen Entkleidens“ durch terminale Halluzinationen und ein paradoxes Wärmegefühl in fortgeschrittenen Stadien der Unterkühlung. PROKOP und GÖHLER (1976) führten solche paradoxen Reaktionen auf die Oxidationsprodukte des Adrenalins – nämlich Adrenochrom und Adrenolutin – zurück, welche halluzinogen wirken und schizophrene Reaktionen auslösen können. In 6 Vergleichstodesfällen (12%) wurde Kleidung neben dem Leichnam festgestellt.

6.2.4. Risikofaktoren: Chronische Erkrankungen, Alkoholkonsum, Alter

Die häufigsten Umstände, die in der vorliegenden Untersuchung zur Unterkühlung führten, waren Erkrankungen der inneren Organe (44%, n=73) und die Beeinflussung durch Alkohol (31%, n=51); gleiche Beobachtungen wurden von CAMPS et al (1976) und CORNELI (1992) gemacht. Eine dilatierende Wirkung auf periphere Hautgefäße ist für Alkohol bekannt. Daraus resultiert ein Wärmegefühl und die Betroffenen entledigen sich ihrer Kleidung im bewusstseinsgetrübten Zustand, sodass es zum Wärmeverlust vom Körperkern zur Peripherie hin

kommt und der Alkoholkonsum so zum tödlichen Ausgang einer Unterkühlung beiträgt (CLASSEN et al, 1993; DAY & MORGAN, 1974).

Die ca. vierfach höhere Anzahl im Freien aufgefundener Fälle mit einer Alkoholisierung über 1,5‰ steht im Gegensatz zu wenigen in einer Wohnung bzw. im Gebäude entdeckten mit dem gleichen Grad der Blut- und Harnalkoholkonzentration. Ältere Menschen (n=63, 38% waren älter als 61 Jahre) leiden häufiger als junge Menschen an Erkrankungen der inneren Organe und sind z.T. multimorbide betroffen. Daraus könnte der Schluss gezogen werden, dass das herausragende Vorkommen der internen Erkrankungen als Ursache der Auskühlung durch den hohen Prozentsatz der über 61-Jährigen mit bedingt wurde. Bei den älteren Menschen liegt außerdem nach CAMPS et al (1976) eine höhere Gefährdung für eine Unterkühlung vor, da sie häufiger an psychischen Erkrankungen (z.B. Demenz verbunden mit hilflosem Umherirren, Vergessen zu Heizen) sowie an Unterernährung leiden, und die Wahrscheinlichkeit eines Sturzes höher ist.

Andere Ursachen waren psychische Alterationen, Intoxikationen (vor allem mit Pharmaka wie Insulin oder Sedativa) und Traumatisierungen (die Ursachen für die Verletzungen zu eruieren, bereitete uns retrospektiv Schwierigkeiten). Zu einer Überdosierung von Arzneimitteln kam es in 6% (n=9), wobei die Mehreinnahme z.T. versehentlich, z.T. in suizidaler Absicht erfolgte. HIRVONEN (1976) fand 4, die Drogen, 2, die Barbiturate und 2 Fälle, die Phenothiazine konsumiert hatten (insgesamt 22 Hypothermiefälle). SCHNEIDER & KLUG führten ebenfalls an, dass es sich in der Mehrzahl der Fälle wohl um Kombinationstodesfälle handelt (krankhafte Veränderungen und Unterkühlung, reduzierter Ernährungszustand und Unterkühlung, Alkoholisierung und Unterkühlung, Beeinflussung durch stark wirkende Medikamente und Unterkühlung). LINTON & LEDINGHAM (1966) sahen bedrohliche Hypothermien bei Barbituratvergiftungen. Auch MANT & PATH (1969) berichteten von Drogen und Arzneimitteln, einschließlich Antidepressiva und Alkohol als prädisponierende Faktoren einer akzidentellen Hypothermie. Weitere Untersucher – BURIS et al (1987), CORNELI (1992), DANZL & POZOS (1994), DAY & MORGAN (1974) und DUGUID et al (1961) – machten Angaben zur Beeinflussung durch Arzneimittel.

6.2.5. Hypothermie des Neugeborenen

Neugeborene, Säuglinge und Kinder sind nach CAMPS et al (1976) mehr gefährdet durch eine Auskühlung, da ihr Thermoregulationszentrum im Hypothalamus insuffizient und ihr

Vasomotorenreflex unterentwickelt ist (DI MAIO & DI MAIO, 1993). In Fällen, in die Kinder involviert waren, spielten Vernachlässigung oder Verletzung der Aufsichtspflicht eine große Rolle, wie berichtet im Fall des 5 Tage alten Neugeborenen (siehe *Kapitel 5.3.*). Nach MUELLER (1975) ist eine vorsätzlich herbeigeführte Unterkühlung in seltenen Fällen bei Neugeborenen und Kleinkindern vorgekommen.

6.2.6. Todesart

Akzidentell verstorbene Sportler (Camper, Bootsfahrer, Wintersportbegeisterte) waren nicht Gegenstand unserer Analyse. Nach BRINKMANN & MADEA (2003) handelt es sich bei Tod durch Hypothermie gewöhnlich um einen Unfall; für die Durchführung eines Suizides auf diese Weise wird eine außerordentliche Entschlussfähigkeit vorausgesetzt. Tötungen bzw. Morde oder Suizide in Verbindung mit einer Unterkühlung wurden in der Literatur selten berichtet (MÜLLER et al, 1943) und kamen in unserem Untersuchungskollektiv nur vereinzelt vor (siehe *Kapitel 5.1.*). Ein Selbstmord durch Erfrieren ist VON HOFMANN-HABERDA (1923) unter den konstatierten Fällen nicht bekannt.

Die 50 Vergleichsfälle waren chronische Alkoholiker ohne eindeutig fassbare Todesursache.

6.3. Obduktionsgut

6.3.1. Untersuchungsgut

In einer retrospektiven Studie des Zeitraumes 1978-2002 kamen 165 Todesfälle (davon $\frac{2}{3}$ männlich und $\frac{1}{3}$ weiblich) mit einem Altersdurchschnitt von 58 Jahren zur Auswertung, bei denen die „allgemeine Unterkühlung“ für todesursächlich oder wesentlich mittodesursächlich unter Einbeziehung aller Umstände am Fundort und Sektionsbefunde gehalten wurde. Die Einstufung der Hypothermiefälle wurde von Seiten der Rechtsmediziner des Instituts bereits festgelegt und wurde als verbindlich angesehen.

6.3.2. Vergleichsfälle

Als Vergleich wurde eine Personengruppe, hier 50 chronische Alkoholiker mit einem Altersdurchschnitt von 51 Jahren (davon 31 männliche und 19 weibliche Fälle) herangezogen, um häufige Befunde beim Unterkühlungstod (z.B. hellrote Totenflecken, sog. „Frostflecken“,

Magenschleimhaut-Läsionen, Blutungen in den Musculus iliopsoas, basale feintropfige Verfettung der Nierentubulusepithelien, Acetonkonzentrationen im Blut) in beiden Gruppen vergleichen zu können.

In anderen Publikationen (HIRVONEN 1976, KNOCKER 1955) zum Kältetod wurde ein Vergleichskollektiv selten anhand bestimmter Gesichtspunkte hin untersucht. Außerdem standen viele Unterkühlungstodesfälle bei Ihrer Auffindung unter Alkoholeinfluss.

Überblickt man die umfassende Literatur über Hypothermie und die Untersuchung dieser Unterkühlungsfälle, so bleibt festzustellen, dass die Interpretation der Obduktionsergebnisse schwierig ist, insbesondere die Beurteilung der Befunde der Vergleichsgruppe.

6.3.3. Fundort

Besonderes Augenmerk wurde auf die getrennte Analyse der unterkühlungstypischen Befunde nach dem Auffindungsort – „im Freien“ oder „in einer Wohnung bzw. einem Gebäude“ – gelegt. Die Unterschiede an beiden Fundorten wurden anhand der einzelnen Obduktionsbefunde herausgearbeitet.

6.4. Makroskopische Befunde

Obwohl die Sektionsbefunde der Unterkühlungstodesfälle nicht spezifisch sind, werden einige bekannte postmortale Befunde als diagnostische Kriterien des Kältetodes verwendet. In Übereinstimmung mit anderen Veröffentlichungen und Lehrbüchern über Hypothermie (DI MAIO & DI MAIO, 1993) in klimatisch gemäßigten Regionen wurden die Befunde auch in der vorliegenden Untersuchung häufig angetroffen. Eine getrennte Analyse der einzelnen Befunde nach dem Fundort („im Freien“ oder „in der Wohnung/Gebäude“) erschien sinnvoll.

6.4.1. Äußere Leichenschau

Als ein charakteristisches Kältezeichen gelten *hellrote Livores*. Bei im Freien aufgefundenen Fällen zeigte sich ein höherer Anteil (8%, n=14) an hellroten Totenflecken als bei innen Verstorbenen (6%, n=10). Die chronisch Alkoholkranken innerhalb der Hypothermiegruppe wiesen kein signifikant höheres Vorkommen von hellroten Livores auf. Nach BURIS et al

(1987) sind hellrote Totenflecken ebenfalls bei einer Kohlenmonoxid- und Zyanid-Intoxikation zu finden. In der Vergleichsgruppe hatte ein Fall (2%) diesen Befund.

Das Vorkommen von sog. „Frostflecken“ im totenfleckenfreien Bereich war bei im Freien Verstorbenen häufiger als bei innen Verstorbenen, nach BOCKHOLDT et al (2004) war ein klarer Einfluss der Außentemperatur nicht erkennbar. Am häufigsten (74%, n=77) waren die lokalen Erfrierungen an den Knien lokalisiert. Die chronisch Alkoholkranken innerhalb der Hypothermiegruppe wiesen kein signifikant höheres Vorkommen von lokalen Erfrierungen auf. MÜLLER (1971) beschrieb bei chronisch unterkühlten Säuglingen ein Akro-Erythem in kälteren Hautbezirken als Ausdruck des hier nicht reduzierten Hämoglobins in den Gefäßen. Der Anteil mit sog. „Frostflecken“ war bei den Untergewichtigen höher als bei Normal- oder Übergewichtigen. Die Dauer der Unterkühlung hatte keinen Einfluss auf die Ausbildung der lokalen Erfrierungen. Eine augenscheinliche Unterscheidung einer fäulnisbedingten trockenen Gangrän bzw. Nekrosen an den Akren von den lokalen Erfrierungen III. Grades wurde als schwierig eingeschätzt. Hier waren histologische Untersuchungen hilfreich. Nach SCHONING (1992) beruht die Unterscheidung von zu Lebzeiten und nach dem Tode entstandener Erfrierungsschäden an Verstorbenen auf der Tatsache, dass nach dem Tode an der erfrorenen Haut keine Ödemisation oder Hyperämie festgestellt werden kann. Kein Vergleichsfall wies lokale Erfrierungen I. bis III. Grades auf.

6.4.2. Innere Leichenschau

In einigen Arbeiten (BÜCHNER, 1943; CORNELI, 1992; DÜRCK, 1904; STAEMMLER, 1930) wurden die unteren Atemwege und die Lungen auf entzündliche Veränderungen hin untersucht; eventuell sind *Bronchitis*, *Bronchopneumonie* und *Pneumonie* als weitere Unterkühlungsmerkmale von Bedeutung.

21 Verstorbene (13%) wurden in der Wohnung und 14 Fälle (9%) im Freien angetroffen, bei diesen 35 Leichen (21%) wurde in der Obduktion eine Bronchitis gefunden. Bei den Vergleichsfällen kamen häufiger Entzündungen der Bronchien (34%, n=17) vor.

Für die Bronchopneumonien ergaben die Leichenuntersuchungen, dass pathologische Befunde häufiger bei Toten vorkamen, die in einem Gebäude bzw. einer Wohnung aufgefunden, als bei denen, die im Freien entdeckt wurden. Insgesamt hatten 9% der untersuchten Unterkühlungsfälle (n=15) eine Bronchopneumonie vorzuweisen; bei den Vergleichsfällen fand sich häufiger

(12%, n=6) eine Bronchopneumonie. BÜCHNER (1943) fand vielfach bei Tieren Lungenalterationen bis hin zu Bronchopneumonien, bei unterkühlten Menschen traten sie dagegen in den Hintergrund.

Ein geringer Teil (11%, n=18) der Leichen hatte eine Lungenentzündung, sie wurden überwiegend in einem geschlossenen Gebäude aufgefunden. MÜLLER (1971) fand bei seinen Untersuchungen an 5 chronisch unterkühlten Säuglingen, dass die Pneumonie ganz im Vordergrund der Unterkühlungskrankheit gestanden hatte. Bei den chronischen Alkoholikern (Vergleichsfälle) zeigte sich in 18% der Fälle (n=9) eine Pneumonie.

Zusammenfassend stellte sich heraus, dass die Entzündungen der unteren Atemwege und der Lungen häufiger bei den Vergleichsfällen vorkamen, als charakteristisches Unterkühlungsmerkmal sind die Bronchitis, Bronchopneumonie und Pneumonie wahrscheinlich nicht geeignet.

Blut von hellroter Farbe wurde in 32% der Unterkühlungsfälle (n=53) und häufiger in 38% der Vergleichsfälle (n=19) gesehen.

Magenschleimhaut-Erosionen sind allgemeine Veränderungen des Magens beim Kältetod (GILLNER & WALTZ, 1971; KRJUKOFF, 1914; MANT, 1964; MANT & PATH, 1969; MÜLLER et al, 1943; WISCHNEWSKI, 1895). Andere Faktoren können ebenfalls ursächlich sein (z.B. hämorrhagische Gastritis, Gastrinom, Stress, hochprozentiger Alkohol), insbesondere wenn die Opfer Alkoholiker waren (siehe Vergleichskollektiv; BURIS et al, 1987). MÜLLER (1955) beschrieb die Magenschleimhaut-Erosionen als „einen anatomischen Hinweis für kreislaufdynamische Schwankungen und vasomotorische Störungen, welche spastisch-bedingte ischämische Zustände, vielleicht im Wechsel mit Gefäßerschaffung, hervorrufen können“. In der Literatur zum Erfrierungstod wurden die sog. WISCHNEWSKI-Flecken als ein wesentlicher Sektionsbefund bei Unterkühlten hervorgehoben.

Magenschleimhaut-Erosionen traten im Unterkühlungskollektiv in 40% der Fälle (n=66) auf, sie waren bei den innen Verstorbenen (23%, n=38) häufiger als bei den im Freien (17%, n=28) Aufgefundenen. Die chronisch Alkoholkranken innerhalb der Hypothermiegruppe wiesen kein signifikant höheres Vorkommen von Magenschleimhaut-Erosionen auf. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Vorkommen der Magenschleimhaut-Erosionen und der akuten Alkoholisierung, dem Body-Mass-Index und der geschätzten Unterkühlungsdauer wurde

ebenfalls nicht gefunden. Die Magenschleimhaut-Erosionen traten bei den 54 Frauen (43%) häufiger als bei den 111 Männern (39%) auf. Im Vergleichskollektiv zeigte sich eine geringere Häufigkeit (14%, n=7) der Magenschleimhaut-Erosionen.

Magenschleimhaut-Erosionen wurden auch als *punktförmige Magenschleimhaut-Blutaustritte*, z.B. nach CAMPS et al (1976) sowie nach DI MAIO & DI MAIO (1993) bezeichnet. Wir analysierten beide Begriffe getrennt, da oberflächliche Erosionen nicht in jedem Fall mit Blut belegt sein müssen. Magenschleimhaut-Blutaustritte waren in 39% der Unterkühlungstodesfälle (n=65) vorhanden. Unter den Unterkühlungstodesfällen mit Sektionsbefunden, die auf einen langjährigen Alkoholmissbrauch deuteten, wurden sie bei 41% (n=42; nicht signifikant unterschiedlich) an der Magenschleimhaut gefunden. Eine Beziehung dieser Magenbefunde zur Unterkühlungsdauer und dem Body-Mass-Index zeigte sich nicht, ebenso kein Zusammenhang mit einer akuten Alkoholisierung. Bei den im Freien Aufgefundenen und bei Unterkühlungsfällen männlichen Geschlechts wurden die Blutaustritte häufiger gesehen. Bei den Vergleichsfällen wurden in 14% (n=7) Magenschleimhaut-Blutaustritte nachgewiesen.

Als *Magenschleimhaut-Läsion* wurde das Vorhandensein von Erosionen und/oder Blutaustritte des Magens zusammengefasst. Nach MADEA & OEHMICHEN (1989) führt bereits KRJUKOFF (1914) unterschiedliche Angaben zur Inzidenz von WISCHNEWSKI-Flecken bzw. zur Validität von WISCHNEWSKI-Flecken als Unterkühlungsbefund auf variierende Befundzuordnungen zum gleichen Terminus zurück. Im Unterkühlungskollektiv fanden sich in 73% (n=120) diese Veränderungen der Magenschleimhaut. Die chronisch Alkoholkranken innerhalb der Hypothermiegruppe wiesen kein signifikant höheres Vorkommen von Magenschleimhaut-Läsionen auf. WISCHNEWSKI (1895) fand von ihm erstmalig beschriebene Magenschleimhaut-Flecken in einer Häufigkeit von 91% vor. Bei KRJUKOFF (1914) kamen sie in 72% vor, auch von MANT & PATH (1969) wurden sie gesehen (BURIS et al, 1987). ALTMANN & SCHUBOTHE (1942) sowie MÜLLER et al (1943) bezeichneten sie als einen auffallend häufigen Befund nach Unterkühlung. Dagegen konnte sie DYRENFURTH (1916) experimentell nicht bestätigen. FÖRSTER (1949) lehnte eine intravitale Entstehung der Erosionen ab. Demgegenüber hatten 26% der Vergleichsfälle (n=13) Magenschleimhaut-Läsionen.

In überwiegender Anzahl waren es Frauen und in einer Wohnung aufgefundene Personen, die *Duodenalschleimhaut-Erosionen* aufwiesen, insgesamt waren sie in 4% (n=6) vorhanden.

Die Erosionen der Duodenalschleimhaut wurden bisher in wenigen Arbeiten zum Erfrierungstod untersucht.

Von MÜLLER (1971) wurden *Erosionen in der Rektumschleimhaut* von chronisch unterkühlten Säuglingen gesehen. Derartige Beobachtungen wurden von uns nicht gemacht.

Die Beurteilung der *Körperkernmuskulatur*, insbesondere pathologische Veränderungen (z.B. Blutungen) in den Musculus iliopsoas, die nach DIRNHOFER & SIGRIST (1978) durch einen hypoxischen Gefäßschaden entstehen, war von großem Interesse. Eine Untersuchung des Musculus iliopsoas wurde nicht routinemäßig durchgeführt, sollte zukünftig aber bei der Verdachtsdiagnose „Allgemeine Unterkühlung“ miteinbezogen werden. Im Unterkühlungskollektiv wurden insgesamt 11 Fälle (7%) mit Blutungen in die Körperkernmuskulatur gefunden. Die chronisch Alkoholkranken innerhalb der Hypothermiegruppe wiesen kein signifikant höheres Vorkommen von Blutungen in den Musculus iliopsoas auf. Die in einem Gebäude oder Wohnung aufgefundenen und die männlichen Fälle wiesen häufiger Musculus-iliopsoas-Veränderungen auf. DIRNHOFER und SIGRIST (1979) fanden ebenfalls Iliopsoasblutungen, BODE et al (1979) konnten diese weder im Tierexperiment noch an Sektionsfällen nachweisen.

Bei den Untersuchungen des Zwölffingerdarms und des Musculus iliopsoas des Vergleichskollektivs wurden keine Schleimhaut-Läsionen des Duodenums im Sinne von Erosionen und keine Blutungen in die Körperkernmuskulatur entdeckt.

Eine *Blutfülle der inneren Organe*, wie von CAMPS et al (1976) und VON UNTERDORFER (1977) beobachtet, zeigte sich in 15% der Unterkühlungstodesfälle (n=25) und in 34% der Vergleichsfälle (n=17).

6.5. Mikroskopische Befunde

6.5.1. Lokale Erfrierungen

Zur besseren Differenzierung zwischen einer lokalen Erfrierung und einer Unterblutung sind histologische Untersuchungen – in unserem Rechtsmedizinischen Institut durchgeführt – sehr hilfreich, weil für die sog. „Frostflecken“ ein Ödem, eine Hyperämie und gelegentliche Ansammlungen von Granulozyten im Gewebe charakteristisch sind, während nach

PSCHYREMBEL (1994) ein Hämatom, eine durch Trauma entstandene Blutansammlung im Weichteilgewebe ist.

6.5.2. Histologie der Niere

In 40 Fällen konnten histologische Untersuchungen der Niere zur Frage der basalen feintropfigen Tubulusverfettung als Unterkühlungszeichen durchgeführt werden. Die fein- bis mittelgroße, basale Verfettung der Nierentubulusepithelien – zurückzuführen auf eine Gewebehypoxie (BÜCHNER, 1943; COTTIER, 1980) oder als Zeichen einer allgemeinen intrazellulären Fermentinaktivität bei zunehmender Zellauskühlung (MÜLLER, 1955) – wurde häufig (70%) bei unseren Unterkühlungstodesfällen gefunden, jedoch nicht so zahlreich (27%) bei den Vergleichsfällen. Diese Feststellung sollte routinemäßig überprüft werden, um spezifische kälteassoziierte Befunde eruieren zu können. Die chronisch Alkoholkranken innerhalb der Hypothermiegruppe wiesen kein signifikant höheres Vorkommen von basalen feintropfigen Verfettungen der Nierentubulusepithelien auf. Bei MÜLLER (1955) wurden die Verfettungen frühestens nach erheblicher, 1-2 Tage sich hinziehender Auskühlung gefunden, und sie nahmen bei länger andauernder Unterkühlung an Ausprägung zu.

Bei Verstorbenen, bei denen eine akute Alkoholisierung als Unterkühlungsumstand angenommen werden konnte, war eine basale Nierentubulusverfettung häufiger als bei Personen, die offensichtlich aus innerer Ursache unterkühlt waren.

6.6. Laborchemische Befunde

6.6.1. Acetonkonzentrationen in Blut und Urin

Des Weiteren ist bekannt, dass der Unterkühlungstod gewöhnlich verbunden ist mit einer Ketonämie und Ketonurie. Eine metabolische Azidose ist nicht nur zu finden bei Erfrierungsfällen, sondern auch bei Diabetes mellitus, diabetischem Koma, Hungerzuständen, Hypoxie und chronischem Alkoholkonsum (BRINKMANN et al, 1998; DILLON et al, 1940; KERNBACH et al, 1983). Als sicher pathologische Laborbefunde wurden Blut- und Harnacetonkonzentrationen >10mg/l gewertet.

Bei 33% der Unterkühlungstodesfälle (n=54) wurde ein erhöhter Acetonwert im Blut und bei 30% (n=50) ein pathologischer Harnacetonwert bestimmt. Die durchschnittliche

Acetonkonzentration im Blut der Unterkühlungsfälle ohne anamnestischen Alkoholabusus (21mg/l) war deutlich geringer als bei Unterkühlungsfällen mit chronischem Alkoholabusus (88mg/l; signifikant unterschiedlich).

Insgesamt kamen deutlich höhere mittlere Acetonkonzentrationen im Vergleichskollektiv – wahrscheinlich zurückzuführen auf die Stoffwechsellage beim chronischen Alkoholismus – als in der Unterkühlungsgruppe vor (34% der VF mit erhöhten Blutacetonwerten und 26% der VF mit erhöhten Harnacetonwerten). Nach GIEBE & DEMME (1984) sowie SCHNEIDER & KLUG (1980) sollten die Acetonspiegel im Blut und Harn in solchen Fällen regelmäßig analysiert werden.

6.6.2. Alkoholkonzentrationen in Blut und Urin

Die am höchsten gemessene Blutalkoholkonzentration lag bei 4,6‰. In 64% (n=106) der in einer Wohnung bzw. einem Gebäude Aufgefundenen wurden niedrige Blutalkoholspiegel (bis 0,5‰) bestimmt. 17% (n=28) waren stärker (>1,5‰) alkoholisiert, davon hatten 21 Fälle im Freien den Tod gefunden. Im Harn lag die höchste Alkoholmenge bei 6,3‰.

Zusammenfassend wurde bei den außerhalb einer Wohnung/Gebäude Aufgefundenen eine höhere Alkoholisierung im Blut und Urin festgestellt.

Bei den Vergleichsfällen lagen die maximale Blutalkoholkonzentration bei 2,96‰ und die maximale Harnalkoholkonzentration bei 1,97‰.

6.7. Kombinationen von unterkühlungstypischen Merkmalen

Die wichtigsten Unterkühlungsmerkmale wurden nach ihren absteigenden Häufigkeiten sortiert: Magenschleimhaut-Läsionen (n=120, 73%), sog. „Frostflecken“ (n=104, 63%), Magenschleimhaut-Erosionen (n=66, 40%), Blutacetonkonzentration (>10mg/l; n=54, 33%) und Harnacetonkonzentration (>10mg/l; n=50, 30%).

Sog. „Frostflecken“ und Magenschleimhaut-Läsionen kamen am häufigsten in einer Zweierkombination (46%) vor. Magenschleimhaut-Erosionen in Kombination mit sog. „Frostflecken“ wurden in 27% der Unterkühlungsfälle festgestellt. Ein gemeinsames Vorkommen der Blutacetonkonzentration (>10mg/l) und der Magenschleimhaut-Läsionen wurde

in 26%, und der Harnacetonkonzentration (>10mg/l) und der Magenschleimhaut-Läsionen in 24% ermittelt.

In 26 Unterkühlungstodesfällen (16%) kamen 3 Unterkühlungsmerkmale (sog. „Frostflecken“ + Magenschleimhaut-Läsionen + Blutaceton [$>10\text{mg/l}$]) gleichzeitig vor. Eine Dreierkombination aus sog. „Frostflecken“ + Magenschleimhaut-Erosionen + Blutaceton ($>10\text{ mg/l}$) fand sich bei 15 Unterkühlungstodesfällen (9%).

Beim Vergleichskollektiv wurden die kälteassoziierten Obduktionsbefunde nach ihren absteigenden Häufigkeiten sortiert: Blutacetonkonzentration ($>10\text{mg/l}$; $n=17$, 34%), Magenschleimhaut-Läsionen ($n=13$, 26%) und Harnacetonkonzentration ($>10\text{mg/l}$; $n=13$, 26%), Magenschleimhaut-Erosionen ($n=7$, 14%) und sog. „Frostflecken“ ($n=1$, 2%).

Die sog. „Frostflecken“ dieses einen Falles sind kritisch zu betrachten, da es makroskopisch schwierig ist zu unterscheiden, ob lokale Erfrierungen III. Grades oder trockene Nekrosen infolge einer fortgeschrittenen Fäulnis vorliegen.

Magenschleimhaut-Läsionen und Blutacetonwerte ($>10\text{mg/l}$) kamen am häufigsten in einer Zweierkombination ($n=8$, 16%) vor. Ein gemeinsames Vorkommen von Magenschleimhaut-Erosionen und Blutacetonwerten ($>10\text{mg/l}$) und von Magenschleimhaut-Läsionen und Harnacetonwerten ($>10\text{mg/l}$) wurde in je 10% ($n=5$) ermittelt.

Dreierkombinationen kamen bei den Vergleichsfällen nicht vor.

Abschließend wurde deutlich, dass die Unterkühlungstypischen Merkmale wie Magenschleimhaut-Läsionen, sog. „Frostflecken“ und Magenschleimhaut-Erosionen häufiger bei den Unterkühlungstodesfällen als bei den Vergleichsfällen vorkamen.

Das Vorkommen verlässlicher morphologischer Veränderungen (einzeln und in Kombination) für den Tod durch Hypothermie schwankt in der Literatur beträchtlich. Als wertvolle und richtungsweisende Befunde bleiben nach unserer Untersuchung für die Diagnose des Todes durch „allgemeine Unterkühlung“ die Magenschleimhaut-Läsionen und die lokalen Erfrierungen im totenfleckenfreien Bereich, einzeln oder in Kombination. Wegen ihrer fehlenden Spezifität für diese Todesursache dürfen die Befunde nur unter Berücksichtigung der Situation und der Umstände am Fundort (DIRNHOFER & SIGRIST, 1978; GILLNER & WALTZ, 1971; MÜLLER, 1955; PROKOP & GÖHLER, 1976; STAEMMLER, 1944; TRUBE-BECKER, 1967;

UNTERDORFER, 1977) bewertet werden, letztendlich bleibt die Hypothermie eine Ausschluss- oder Verdachtsdiagnose. Auch BRINKMANN & MADEA (2003) teilen die Ansicht, dass die Hypothermie als Todesursache anzusehen ist, wenn die Anamnese, die Untersuchungen der lokalen Begebenheiten und die Obduktionsbefunde deutlich darauf hinweisen.

Die Bewertung einzelner ermittelter Obduktionsbefunde erwies sich als schwierig, kamen sie in Kombination vor, gaben sie wertvolle Hinweise auf einen Kältetod. Nach BURIS et al (1987) ist keiner der Befunde für sich alleine pathognomonisch.

Bei zukünftig auftretenden kälteassoziierten Opfern sollte das Untersuchungsprogramm der Obduktion durch umfassendere bzw. spezifische Methoden verbessert werden.