

Skript zum Thema:

Anamnese und Diagnostik bei Patienten

(von Andreas Fangmann, Stand 03/2013)

1 ANAMNESE

- 1.1 Eigenanamnese
- 1.2 Fremdanamnese
- 1.3 Durchführung der Anamnese

2 KLINISCHE DIAGNOSTIK

- 2.1 Inspektion
 - 2.1.1 Kolorit (Hautfarbe)
 - 2.1.2 Kopfspektion
 - 2.1.3 Thoraxinspektion
 - 2.1.4 Bauchinspektion
 - 2.1.5 Extremitäteninspektion
- 2.2 Fötör (Geruch)
- 2.3 Perkussion
- 2.4 Palpation
 - 2.4.1 Palpation des Skeletts
 - 2.4.2 Untersuchung des Gefäßsystems der Extremitäten
 - 2.4.3 Abdomenpalpation
- 2.5 Auskultation
 - 2.5.1 Auskultation der Lunge
 - 2.5.2 Auskultation des Herzens
 - 2.5.3 Auskultation des Abdomen
- 2.6 Neurologische Untersuchung
 - 2.6.1 Bewusstseinslage
 - 2.6.2 Pupillen
 - 2.6.3 Motorik
- 2.7 Ganzkörperuntersuchung (Bodycheck)
- 2.8 Traumacode

3 APPARATIVE DIAGNOSTIK UND MONITORING

- 3.1 Blutdruckmessung
- 3.2 Blutzuckerbestimmung
- 3.3 Blutgasmessung
- 3.4 Pulsoxymetrie
- 3.5 Kapnometrie
(EKG)
- 3.6 Temperatur
- 3.7 Weitere innerklinische Diagnoseverfahren

1 ANAMNESE

Das Wort „Anamnese“ kommt aus dem Griechischen und bedeutet „Erinnerung bis auf den heutigen Tag“. In der Medizin wird hiermit die Erhebung der medizinischen Vorgeschichte beschrieben. In der Anamnese gibt es eine im Notfall gültige Abstufung:

1. aktuelle Vorgeschichte
2. allgemeine Anamnese mit Medikamentenanamnese
3. Familienanamnese (im Notfall i.d.R. nicht relevant)

1.1 Eigenanamnese

Unter Eigenanamnese versteht man die Ermittlung der medizinischen Vorgeschichte durch Befragung des Patienten selber. Dies ist i.d.R. die gehaltvollste Informationsquelle, die man im Notfall hat, sofern der Patient voll zurechnungsfähig ist. Unter Umständen kann dies nicht der Fall sein.

1.2 Fremdanamnese

Unter Fremdanamnese versteht man die Ermittlung der medizinischen Vorgeschichte durch Befragung einer dritten Person. Sie ist immer dann durchzuführen, wenn der Patient selber nicht antworten kann oder will, oder der Inhalt seiner Aussage angezweifelt werden muss.

Die Fremdanamnese wird durchgeführt bei:

- bewusstlosen Patienten
- Kindern (hier ggf. nur ergänzend)
- älteren Menschen, die nicht orientiert sind
- Personen, bei denen keine Möglichkeit der direkten Kommunikation besteht (Behinderung, ausländische Mitbürger, die der deutschen Sprache nicht mächtig sind u.a.)

MERKE: - Die Eigenanamnese ist grundsätzlich der Fremdanamnese vorzuziehen
 - Der zeitliche Rahmen der Anamnese ist begrenzt

1.3 Durchführung der Anamnese

Grundsätzlich gilt als Grundstruktur einer jeden Anamnese:

- Benutzen sie einen ruhigen Umgangston
- Stellen sie gezielte Fragen
- Fragen sie ohne Provokation, Suggestion oder subjektiver Interpretation
- Stellen sie dem Patienten verständliche Fragen, kein „Fachchinesisch“
- Stellen sie Frage für Frage, nicht alle Fragen auf einmal
- Nur eine Person führt die Befragung durch

- begeben sie sich auf die Höhe des Patienten.

Wichtig ist es, im Zuge der Anamnese gleichzeitig die Gesamtsituation einzuschätzen. Dies ist wichtig,

- um die Eigen- bzw. Fremdgefährdung zu beurteilen
- um das einsatztaktische Vorgehen zu bestimmen (Art und Anzahl der Rettungsmittel)
- um evtl. auf äußerlich nicht zu erkennende Verletzungen aufmerksam zu werden
- um die Diagnose zu erleichtern (Medikamente, Fön in der Badewanne, usw.)

Erfragt werden sollte:

- Notfallart (Was ist passiert?)
- Notfallhergang (Wie ist es passiert?)
- Dauer der Beschwerden (Seit wann haben Sie diese akuten Beschwerden?)
- Vorgeschichte der Beschwerden (Haben Sie diese od. ähnliche Beschwerden schon vorher gehabt? Was wurde dagegen unternommen?)
- Begleitumstände (körperliche Belastung, Beschwerden nur bei bestimmten Bewegungen, allgemeine Risikofaktoren wie: Stress, Rauchen, Alkohol, Diätfehler, Schwangerschaft, lange Immobilität...)
- Schmerzcharakter (Perforationsschmerz, kolikartige Schmerzen, Entzündungsschmerz, dumpf visceraler Schmerz vs. stechendem Schmerz)
- Stärke der Beschwerden (CAVE: da das subjektive Empfinden sehr unterschiedlich ausgeprägt sein kann, sollte man immer die Gesamtsituation im Auge behalten)
- Medikamente (Nehmen Sie regelmäßig Medikamente ein?)
- Allgemeine Vorgeschichte (Haben Sie schwerwiegende Erkrankungen ? (Herz, Lunge, Allergien, Krebs usw.))
- ...

2 KLINISCHE UNTERSUCHUNG

Die klinische Untersuchung ist eine Befunderhebung des geistigen und körperlichen Zustandes des Patienten, die Ermittlung seines „Status praesens“. Sie wird durchgeführt mit den körpereigenen Sinnen:

- SEHEN
- HÖREN
- FÜHLEN
- RIECHEN

Ziel ist es, über die Symptomerkennung und der vorherigen Anamnese die Ursache zu ergründen, somit eine (Arbeits-)Diagnose (gr.: „durch und durch erkennen“) zu stellen. Der allgemeine Ablauf ist:

- 1) Überprüfung der Vitalfunktionen
- 2) Eigen- oder Fremdanamnese

3) Körperliche Untersuchung

- a) zuerst das Organ, die Körperstelle, die offensichtlich eingeschränkt oder verändert ist
- b) dann einen Ganzkörpercheck von Kopf bis Fuß

Um einen Patienten adäquat untersuchen zu können, sollten folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- ruhiges und sicheres Auftreten (aller Beteiligten !)
- gezielte Methodik und korrekte Technik
- fundierte Grundkenntnisse des Untersuchenden in den Bereichen: Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie, damit die Untersuchungsergebnisse interpretiert und auf ein Krankheitsbild umgesetzt werden können
- Takt und Einfühlungsvermögen (gerade der Bodycheck stellt einen massiven Eingriff in die Intimsphäre des Patienten dar)
- Optimale Lagerung des Patienten (falls dies möglich ist)

2.1 Inspektion

Die Inspektion ist die Beurteilung durch einfaches Hinsehen. Schon allein hierdurch können viele Krankheitssymptome erkannt werden, die wegweisend für eine spätere Diagnose sein können. Es gilt krankhafte Prozesse oder Verletzungen zu erkennen und das Ausmaß von Einschränkungen des Bewusstseins, der Atmung und des Kreislaufs zu beurteilen.

2.1.1 Kolorit (Hautfarbe)

Das Kolorit kann uns Hinweise über die körperliche Verfassung des Patienten geben. Allgemein ist die Hautfarbe abhängig von verschiedenen Faktoren, als da wären:

- Durchblutung
- Hämoglobingehalt des Blutes
- Anderen Blutfarbstoffen (z.B. Bilirubin)
- O₂-Gehalt des Blutes
- Zusätzliche Blutsubstanzen (z.B. CO)

a) Rötung

Eine Rötung ist allgemein ein Zeichen einer vermehrten Durchblutung. Diese kann lokal begrenzt oder aber am ganzen Körper auftreten. Ursachen für Hautrötungen können sein:



- Hypertensive Krise (Rötung besonders im Gesicht)
- Allergische Reaktion / Vergiftung
- Venenthrombose (Rötung im distalen Bereich der Thrombose)
- Fieber oder Entzündungen (bei Fieber global, bei Entzündung lokal)
- Verbrennung 1.°

b) Weiße / blasse Farbe

Eine weiße, blasse Farbe deutet i.d.R. auf eine Mangel durchblutung hin. Bei unklarer Situation gibt eine „Fingernagelprobe“ zusätzliche Hinweise. Hierbei wird auf den Fingernagel Druck ausgeübt, wodurch sich dieser weiß färbt. Nach ca. 1 Sekunde sollte der Fingernagel seine ursprüngliche Farbe wiederhaben. Anderenfalls deutet es auf eine Mikrozirkulationsstörung hin.

Ursachen für eine weiß-blasse Farbe sind:

- Anämie (verminderte Erythrozyten, Hämoglobin, Hämatokrit)
- Schock (zu wenig Blut führt zur weiß-blassen Farbe, eine Zentralisation verstärkt diese in der Peripherie zusätzlich)
- Arterieller Gefäßverschluss der Extremitäten (z.B. Morbus Raynaud, s. Bild)



c) Blaue Farbe (Zyanose)

Eine Blauverfärbung der Haut ist bedingt durch einen Sauerstoffmangel im Blut (Hypoxämie). Genaugenommen führt eine Konzentration von reduziertem Hämoglobin im Kapillarblut ab ca. 50 g/l (5g/dl) zu diesem Phänomen.

Ursachen sind:

- Fehlendes Sauerstoffangebot (z.B. Kohlendioxidvergiftung)
- Kardiale Fehlfunktionen bei Neugeborenen (Rechts-links-Shunt)
- Pulmonale Erkrankungen unterschiedlicher Genese

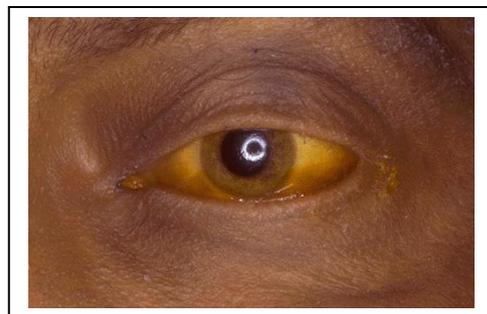


d) Gelbe Farbe (Ikterus)

Die gelbe Farbe entsteht beim Übertritt von Bilirubin (Abbauprodukt der roten Blutkörperchen) in die Haut und in die Schleimhäute. Besonders deutlich und frühzeitig ist eine Gelbverfärbung der Skleren zu erkennen.

Ursachen sind:

- prähepatischer Ikterus (z.B. Hämolyse, massive Hämatoome)
- intrahepatischer Ikterus (Dysfunktion des Leberparenchyms, z.B. Leberzirrhose, akute Hepatitis, abszedierende Leberentzündung, akutes Leberversagen bei Intoxikationen etc.)
- posthepatischer Ikterus (Abflussstau der Galle, z.B. durch Steine im Gallengang (Cholelithiasis))



e) Sonstiges

- rosige Farbe: bei Blausäure- und CO-Vergiftung
- tiefe Zyanose: Vergiftung mit Methämoglobinbildnern (Chlorate wie Natrium- od. Kaliumchlorat, Anilin, Dapsone, Nitrate u. Nitrite, Nitrobenzol und Nitroglycerin), die zur Bildung eines 3-wertigen Eisens im Hämoglobin führt. Dieses ist nicht in der Lage, Sauerstoff zu binden. Hierfür müsste es 2-wertig sein.

2.1.2 Kopfspektion

Bei der Kopfspektion ist folgendes zu beobachten:

a) Mimik:

- ein verzerrtes Gesicht (oft in Verbindung mit Schweiß) weist allgemein auf intensive Schmerzen hin
- Seitendifferenz (hängender Mundwinkel, hängendes Auge) deutet auf eine cerebrale oder neurologische Störung hin (TIA, Apoplex, Fazialisparese ...)



b) Augen / Augenlider:

- Blauverfärbung ums Auge deutet auf ein traumatisches Ereignis und gibt ggf. Hinweise auf knöcherne Schädelverletzungen (Schädelbasisbruch). Einseitige Verfärbung: Monokelhämatom, Zweiseitige Verfärbung: Brillenhämatom.
- Geschwollene Augenlider (ödematös) sind akut ein Zeichen einer allergischen Reaktion oder bei chronischen Auftreten ein Hinweis auf eine Volumenbelastung (z.B. Niereninsuffizienz)
- gelbe Skleren als Zeichen eines Ikterus (s.o.)
- Geringe Gefäßzeichnung im heruntergezogenen Augenlid deutet auf eine Anämie.

c) Mund / Ohren / Nase / Hals

- fehlendes Lippenrot: Anämie
- blaue Lippen: Zyanose (s.o.)
- trockene Zunge, Lippen, Mundschleimhaut: Exikose (Erbrechen, Durchfall, Ileus, Peritonitis, Fieber)
- Zungenbiss: cerebraler Krampfanfall
- Gestaute Venen am Zungengrund: Embolie, Asthma, Rechtsherzinsuffizienz
- Blut / Liquor aus Ohren, Nase oder Mund-Rachen-Raum: ggf. Schädel(basis)fraktur



2.1.3 Thoraxinspektion

- a) Untersuchung nach Prellmarken, Abschürfungen oder Hämatome
- b) Atemfrequenz (AF)

Die Atemfrequenz wird normalerweise nicht ausgezählt, sondern lediglich in angemessen, zu schnell oder zu langsam eingestuft.

- Bradypnoe (die AF ist weniger als 1/3 des Normalen; deutet auf zentrale Atemstörung hin (Opiat-Vergiftung))
- Tachypnoe (die AF ist mehr als 1 1/3 des Normalen; kommt bei verschiedenen Erkrankungen vor, z.B. Erkrankungen der Lunge oder des Herzens (Kompensatorische Atmung), bei Schmerzen (Schonatmung bei Rippenserienfraktur), Fieber, ggf. bei zentraler Störung)

- c) Atembewegung

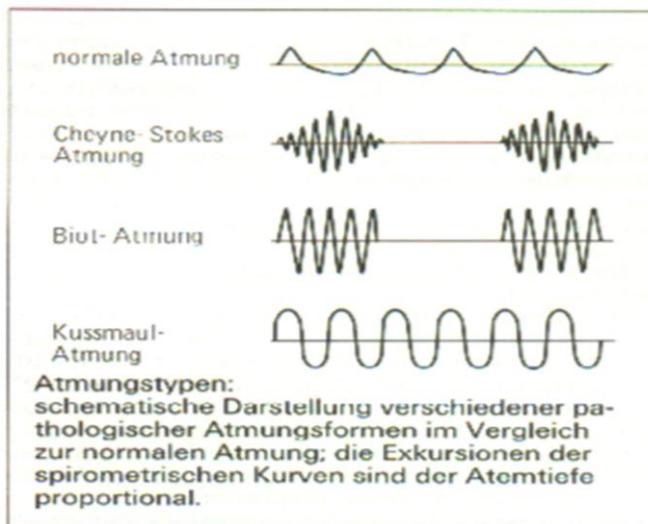
Die normale Atembewegung ist gleichmäßig tief und ist von außen zu erkennen. Entgegen dem Normalen gibt es einige pathologische Atembewegungen, die kurz im Folgenden beschrieben sind:

- Hypoventilation: Bei der Hypoventilation handelt es sich um eine alveoläre Minderbelüftung in Relation zum Stoffwechselbedarf. Als Folge sinkt der pO_2 und steigt der pCO_2 . Dies geschieht besonders auch deswegen, da das Totraumvolumen eines Patienten konstant bleibt, und somit bei zu geringem AZV die tatsächlich für den Gasaustausch zur Verfügung stehende Menge an Luft überdurchschnittlich fällt. Ursachen sind z.B. respiratorische Erschöpfung bei Lungenödem, Asthma oder auch im Erschöpfungsstadium bei einer Hypothermie.
- Hyperventilation: Bei der Hyperventilation handelt es sich um eine alveoläre Mehrbelüftung in Relation zum Stoffwechselbedarf. Als Folge sinkt der pCO_2 und steigt der pO_2 . Die Ursachen sind sehr häufig psychogener Natur, können aber auch stoffwechselbedingt sein (z.B. Fieber, Hyperthyreose), durch Erkrankung des ZNS (Meningitis, Apoplex, Enzephalitis, SHT („Maschinenatmung“) u.a.) oder hormonell oder medikamentös (Adrenalin, Progesteron, Salicylsäure) hervorgerufen werden. Folge kann ein Hyperventilationssyndrom sein.
- Schnappatmung: Hierbei handelt es sich um unregelmäßige, wenig tiefe Atemzüge mit unterschiedlich langen Pausen dazwischen. I.d.R. findet sich diese Atmungsform bei drohendem oder gerade eingetretenem Herz-Kreislauf-Stillstand.
- Inverse Atmung: Bei der inversen Atmung kommt es zu einer Schaukelatmung zwischen Bauch und Brust. Bei der Einatmung vergrößert sich der Bauch, die Brust zieht jedoch ein. Die Ursache hierbei ist eine Verlegung der oberen Atemwege, wobei bei der Totalverlegung keine Atemgeräusche mehr zu auskultieren sind.
- Paradoxe Atmung: Hierbei kommt es zu einer Pendelatmung zwischen linker und rechter Brust. Ursache ist ein lokal instabiler Thorax. Hierbei handelt es sich meistens um eine Rippenserien(stück)fraktur.

- d) Atemrhythmus

Der normale Atemrhythmus ist bestimmt durch regelmäßige Atemzüge gleicher Atemtiefe. Dieser Rhythmus passt sich den körperlichen Gegebenheiten, z.B. bei Belastung, automatisch an. Abweichungen der Norm werden als pathologische Atemtypen bezeichnet. Diese sind:

- **Cheyne-Stokes-Atmung:** Dieser Atemtyp ist gekennzeichnet durch einen Anstieg der Atemtiefe bis zu einem Maximum. Danach nimmt diese spiegelbildlich ab, bis keine Atmung mehr vorhanden ist. Diese Atempause kann unterschiedlich lang sein. Auch Pausen über 20 s. sind durchaus möglich. Danach beginnt die Atmung wieder mit geringen Atemzügen, wie oben beschrieben. Ursachen für diesen Atemtyp sind u.a. cerebrale Sauerstoffunterversorgung (bei Apoplex), Vergiftung, Enzephalitis.
- **Biot'sche Atmung:** Kräftige Atemzüge gleicher Tiefe werden gefolgt von plötzlich auftretenden Atempausen. Ursache dieser Atmung ist eine Störung des Atemzentrums durch direkte Hirnverletzung oder erhöhtem intrakraniellen Druck infolge intrakranieller Blutung, Meningoenzephalitis, Tumorleiden oder Hirnödemen.
- **Kussmaul-Atmung:** Diese Atmung ist beschrieben als eine rhythmische, abnorm tiefe Atmung mit normaler oder erniedrigter Frequenz. Ursache hierfür ist eine respiratorische Kompensation einer ausgeprägten metabolischen Azidose (besonders bei Coma diabeticum als Ketoazidose).



2.1.4 Bauchinspektion

Bei der Bauchinspektion ist auf zwei Gegebenheiten zu achten:

a) Formveränderungen

- aufgetriebener Bauch → Verdacht auf Ileus oder Aszites (Schwangerschaft?)
- einseitige Verwölbung → Verdacht auf Hernie (z.B. Leistenbruch)

- Zunahme des Bauchumfangs → Intra-abdominelle Blutung (oft nur zu erkennen bei massiven Blutungen (z.B. rupturiertes Bauchaortenaneurysma), unbedingt Blut-druckkontrolle)

- b) Prellmarken / Verletzungen am Abdomen
- c) Weitere Auffälligkeiten (Caput medusae, Bauchglatze etc.)



2.1.5 Extremitäteninspektion

Bei der Extremitäteninspektion soll geachtet werden auf:

- äußere Verletzungen
- abnorme Stellung (z.B. verkürzt und nach innen gedreht bei OSH)
- offene Brüche
- Prellmarken
- Sonstige Auffälligkeiten (Farbe ...)

2.2 Fötör (Geruch)

Bestimmte Gerüche sind gekoppelt mit bestimmten Erkrankungen. I.d.R. handelt es sich hierbei um Mundgerüche (fötör ex ore). Hier sollen die Auffälligsten genannt sein:

- a) Fäkaler Geruch: Rückstau von Darminhalt in den oberen Magen-Darm-Trakt. Ggf. kommt es zu Erbrechen von Stuhl (Koproemesis). Ursache ist eine Passagestörung des Darms (Ileus).
- b) Urinöser Geruch: Dieser tritt auf bei einer Harnvergiftung bei fortgeschrittenem Nierenversagen. Zusätzlich kann es zur Harnkristallbildung auf der Haut kommen. BEACHTEN: Der Geruch kann auch bei Harninkontinenz bei schlechter Hygiene auftreten (oft bei älteren Patienten in schlechtem Pflegezustand).
- c) Fötör alcoholicus: Alkoholgeruch bei Alkoholmissbrauch. CAVE: Bei eingetrübten oder bewusstlosen Patienten sollte immer auch an ein SHT gedacht werden!
- d) Säuerlicher Geruch: Dieser kommt vor bei einer Überproduktion von Magensäure (Sodbrennen). Normalerweise ist dies nicht notfallrelevant.
- e) Süßlicher Acetongeruch: Sollten sie diesen Geruch riechen, sollte die Verdachtsdiagnose in Richtung Coma diabeticum gehen. Der Geruch kommt durch Keton zustande, einem Fettabbauprodukt beim diabetischen Koma.
- f) Fötör hepaticus: Geruch nach frischer Leber bei fortgeschrittener Lebererkrankung bzw. beginnendes Leberkoma. (Auch als Geruch nach lehmiger Erde beschrieben).
- g) Bittermandelgeruch: Tritt auf bei einer Zyanid- / Blausäurevergiftung (riecht wie Amaretto)
- h) Knoblauchgeruch: Bei Alkylphosphatvergiftung (E 605, Pflanzenschutzmitteln)

2.3 Perkussion:

Unter Perkussion versteht man das Beklopfen des Patienten. Der erzeugte Klopfeschall deutet auf die Dichte und Beschaffenheit der beklopften Organe bzw. Körperteile hin. Es gibt zwei verschiedene Techniken:

1. Direktes Beklopfen durch ein Fingerglied
2. Finger-Finger Perkussion

Unterschiedliche Körperabschnitte können so untersucht werden.

a) Thorax

Bei der Thoraxperkussion sollte folgendes beachtet werden:

- der Patient sollte sitzen
- die Perkussion muss seitenvergleichend sein
- sie sollte von oben nach unten erfolgen

Ein gesunder (sonorer) Klopfeschall ist laut und tief.

Ein hypersonorer Klopfeschall ist ungewöhnlich laut und lang anhaltend (Lungenemphysem, Pneumothorax).

Ein hyposonorer Klopfeschall ist heller und leise (bei luftleerem oder flüssigkeitsgefülltem Raum, z.B. Hämatothorax).

b) Abdomen

Beim gesunden Menschen gibt es einen paukentönähnlichen (tympanitischen) Klopfeschall. Beim kranken Patienten kommt es wegen einer vermehrten Gas- und/oder Flüssigkeitsfüllung zu einem lauterem und kräftigerem Klopfeschall.

c) Skelett

Hierbei ist nur selten etwas zu hören. Evtl. kann bei einer Schädelfraktur ein Geräusch ähnlich einer zersprungenen Schüssel erzeugt werden. Wichtiger ist jedoch beim Beklopfen des Skeletts das Erzeugen von Druckschmerzen, um daraus Rückschlüsse zu ziehen.

2.4 Palpation

Unter Palpation versteht man die körperliche Untersuchung durch Betasten mit Fingerspitzen und/oder der ganzen Hand. Ziel in der Notfallmedizin ist häufig das Setzen von Schmerzreizen, aber auch Abnormalitäten können so ertastet werden.

2.4.1 Palpation des Skeletts

Bevor auf die Palpation eingegangen wird, werden hier kurz die sicheren und unsicheren Knochenbruchzeichen aufgezählt.

Unsichere Knochenbruchzeichen: - Schmerz
 - Gebrauchs-, Funktionsunfähigkeit
 - Schwellung
 - Verfärbung

Sichere Knochenbruchzeichen: - sichtbare Frakturen (offen)
 - abnorme Fehlstellungen
 - Krepitation (Knochenreiben)
 - abnorme Beweglichkeit



Bei bewusstseinsklaren Patienten ist das Setzen von Schmerzreizen kein Problem, da eine Kommunikation möglich ist. Bei bewusstlosen Patienten geben oft nur sichere Knochenbruchzeichen Aufschluss über eine Fraktur.

Palpiert werden können:

a) Kopf und Halswirbelsäule (HWS)

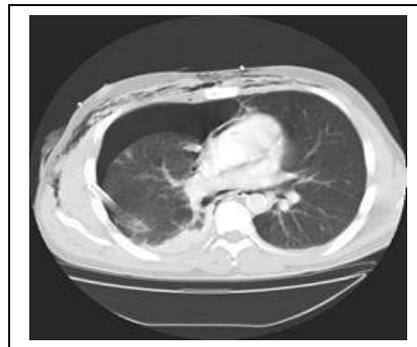
Es wird wie folgt vorgegangen:

1. Mit den Fingerspitzen wird der Schädel getastet. Tastbare Stufen oder Knochen-
teile sind ein Beweis für eine Fraktur.
2. Jeder Gesichtsschädelknochen wird genauso palpiert (Stirn, Jochbein, Nasenbein,
Ober- und Unterkiefer).
3. Am Hals ist die Angabe von Druckschmerz oder gar eine tastbare Fehlstellung
immer frakturverdächtig, so dass eine Schienung obligat ist.

b) Thorax

Es wird wie folgt vorgegangen:

1. Komprimierung in zwei Ebenen; über Schmerzangabe kann der Ort und das
Ausmaß der Verletzung ermessen werden.
2. Palpation des Sternums
3. Palpation des Schlüsselbeins (Clavicula)
4. Palpation der BWS
5. (Palpation der Haut kann ein
Hautemphysem aufdecken.
Intrathorakale Verletzungen
(Pneumothorax) sind sehr wahr-
scheinlich die Ursache)
6. (Stimmfremitus („tiefe 99“))



c) Becken und Hüfte

Es wird wie folgt vorgegangen:

1. Kompression in zwei Ebenen; Überprüfung von Schmerzen und Instabilität
2. Palpation der LWS

d) Extremitäten

Es wird wie folgt vorgegangen:

- seitenvergleichend von proximal nach distal
- gesamte Extremität (auch bei sicherer Unterschenkelfraktur alles andere überprüfen)
- nie eine offene Wunde palpieren
- die Überprüfung von Durchblutung, Motorik und Sensibilität (DMS) ist obligat (s. 2.4.2)
- Funktionsprüfung der Gelenke
- Bei internistischen Patienten:
Erkunden von Ödemen
(bleibende Dellen nach Druck als mögliches Zeichen einer Herz- oder Niereninsuffizienz)



2.4.2 Untersuchung des Gefäßsystems der Extremität

Die spezielle Untersuchung des Gefäßsystems der Extremitäten ist notwendig bei:

- knöchernen Verletzungen
- Ischämie (Minderdurchblutung) oder arterieller Verschluss
- Venöser Verschluss (Thrombose)

a) Kennzeichen eines arteriellen Verschlusses / einer Ischämie

- die betroffene Extremität ist im Seitenvergleich kühler und weißer
- Pulslosigkeit
- Schmerz
- (trockene oder feuchte Gangrän, z.B. bei Diabetes)
- Taubheitsgefühl
- Funktionseinschränkung



b) Kennzeichen eines venösen Verschlusses

- Schmerz (besonders im Verlauf der Vene), Spannungsgefühl
- Gespannte, glänzende Haut
- Rötlich-livide Verfärbung
- Größerer Umfang als die gesunde Seite
- Höhere Temperatur als die gesunde Seite



2.3.4 Abdomenpalpation

Vorgehensweise bei einer Abdomenpalpation:

- entspannte Lagerung des Patienten (angewinkelte Knie, Mundatmung)
- vorsichtiges Vorgehen
- Kommunikation
- Alle vier Quadranten werden palpiert
- Es wird von der entspannten (gesunden) Bauchdecke zur schmerzenden oder gespannten Bauchdecke untersucht (von „heil“ zu „kaputt“)

Ziel ist es, den peritonealen Reizzustand und den Schmerzzumfang zu erfassen und Hinweise auf Bauchorganverletzungen nach Traumata zu ermitteln.

- a) **Abwehrspannung:** Sie ist eine reflektorische Kontraktion der Bauchdecke bei einer Bauchfellreizung durch Entzündung (Peritonitis) oder innerer Blutung. Diese kann lokal begrenzt oder auch global sein. Der „brettharte Bauch“ ist ein Zeichen für ein hochakutes Abdomen oder gefährliche innere Blutungen. (CAVE: Nicht zu verwechseln mit einer willkürlichen Abwehrspannung. Der Patient sollte vorher beruhigt werden.)
- b) **Pulsation:** Eine tastbare Pulsation um den Bauchnabel mit starken (Rücken-)Schmerzen und niedrigem Blutdruck können auf ein Bauchaortenaneurysma hinweisen.
- c) **Druck- und Nachlassschmerz:** Ein Druckschmerz im rechten unteren Quadranten und zugleich ein Nachlassschmerz der kontralateralen Seite (Blumberg-Zeichen) ist ein deutliches Zeichen auf eine akute Appendizitis.

2.5 Auskultation

Unter Auskultation versteht man das Abhören von körperlichen Schallzeichen mit Hilfe eines Stethoskops. Hohe Frequenzen werden mit Hilfe einer Membran, tiefe Frequenzen mit Hilfe eines Trichters verstärkt.

2.5.1 Auskultation der Lunge

Die günstigste Voraussetzung ist ein sitzender, durch den Mund atmender Patient. Ziel ist die Überprüfung der Atmung. Es wird wie folgt abgehört:

- Rücken (oben, unten, rechts, links)
 - Brust (oben, unten, rechts, links, Mittellappen nicht vergessen)
 - seitenvergleichend
- a) **Alveolär-(Vesikulär-)atmen**
 - Entstehung durch Wirbelbildung der in die Alveolen eindringenden Luft
 - Am besten zu hören in der Peripherie, weit ab von der Trachea und den Bronchien
 - Ein dezentes Rauschen ist normal
 - Die Einatmung ist lauter
 - Sehr leise bei dicken Patienten und Emphysematikern
 - b) **Vermindertertes Atemgeräusch**

Der Grund ist eine Minderbelüftung der Alveolen. Die Ursache ist eine Verlegung der oberen Atemwege bei seitengleicher Verminderung, ein Hämatothorax, ein Pneumothorax oder ein zu tief sitzender Tubus bei seitendifferenzierter Verminderung. Auch ein schwerer Asthmaschub kann mit einer leisen Lunge (silent lung) einhergehen.

c) Stridor

1. Inspiratorisch: Durch Einengung (Verlegung) der oberen Atemwege mit Einziehung an Sternum und Schlüsselbein. Das Geräusch ist pfeifend.
2. Expiratorisch: Durch Stenose der unteren Atemwege (z.B. bei Asthma). Das Geräusch ist giemend, brummend, pfeifend.

d) Spastische Atemgeräusche

Das spastische Atemgeräusch ist gleich dem expiratorischen Stridor: giemen, brummen, pfeifen. Die Ausatmung ist hier verlängert und deutlich zu auskultieren. Ursachen sind:

- Bronchospasmus (gesteigerter Tonus der Bronchialmuskulatur)
- Schleimhautödem der Lunge
- Vermehrte Bronchialschleimsekretion

e) Rasselgeräusche (RG's)

1. trockene RG's: pfeifendes, tieffrequentes Brummen, Knistern. Die Ursache ist ein zähflüssiger Schleim (chronische Bronchitis bei Rauchern)
2. feuchte RG's:
 - grobblasig, tiefer Ton, in den Bronchien: Lungenödem
 - feinblasig, höherfrequent, in den Bronchioli, Alveolen: entzündlicher Prozess (Die Abgrenzung der feuchten RG's ist oft schwierig, eine weitere Anamnese und Untersuchung ist erforderlich)

f) Sonstiges

- Peristaltik meist im linken Thorax nach stumpfen Bauchtrauma deutet auf eine Zwerchfellruptur mit Darmeintritt in den Lungenabschnitt hin. Bei Neugeborenen wird dieses Phänomen auch „Enterothorax“ genannt. Ein deutliches Zeichen ist hier oft das Auskultieren von Herzgeräuschen auf der rechten Lungenseite.

2.5.2 Auskultation des Herzens

Für den Rettungsdienst hat die Auskultation der Herztöne eine untergeordnete Bedeutung. Abgehört wird die Reinheit und Qualität der Herztöne. Beurteilt wird das Herz durch Frequenz und Rhythmus und Klappentöne von verschiedenen Stellen aus.

2.5.3 Auskultation des Abdomen

Das Ziel ist es, die Darmtätigkeit zu überprüfen. Zu beachten gilt:

- normal sind fünf bis zehn Darmgeräusche pro Minute

- man sollte ausreichend lange pro Abschnitt hören
 - die Darmgeräusche sind periodisch mit unterschiedlicher Lautstärke
- a) Hyperperistaltik: Hohe, laute, oft metallische Darmbewegungen. Sie sind wellenförmig oder ununterbrochen. Die Ursache ist eine Stenose (durch eingeklemmte Hernie, Verwachsungen nach OP, Tumore). Der Darm kämpft gegen diese Stenose an, deshalb kommt es zu einem Lautstärkeanstieg bis zu einem Maximum.
- b) Durchgängige Peristaltik: Zeichen für einen Darminfekt (GE = Gastroenteritis)
- c) Hypoperistaltik: Die Darmgeräusche sind leiser, weniger häufig und schleppender. Die Ursache ist ein müder Darm oder ein Zustand nach Verletzung
- d) Totenstille/Grabesstille: Hier ist kein Darmgeräusch zu vernehmen. Es besteht der zwingende Verdacht auf einen paralytischen Ileus. Weitere Kennzeichen sind ein aufgetriebener Bauch, diffuse Druckschmerzhaftigkeit und ggf. entsprechender Fötus. Durch Palpation bei gleichzeitiger Auskultation eines Abschnittes wird versucht, doch noch eine Peristaltik zu erzeugen

2.6 Neurologische Untersuchung

Im Rettungsdienst ist eine neurologische Untersuchung nicht in vollem Umfang sinnvoll. Eine kurze, prägnante neurologische Untersuchung ist jedoch wichtiger Bestandteil einer körperlichen Untersuchung.

2.6.1 Bewusstseinslage

Die Hauptmerkmale des Bewusstseins sind die Bewusstseinshelligkeit, der Bewusstseinsinhalt und die Bewusstseinstätigkeit, wobei hauptsächlich die Bewusstseinshelligkeit eine rettungsdienstliche Relevanz besitzt. Die Beurteilung der Bewusstseinslage ist erstes Kriterium zur Einschätzung der Vitalgefährdung (Bewusstsein, Atmung, Puls). Im Rettungsdienst sollte lediglich in bewusstseinsklar, -eingetrübt oder bewusstlos eingestuft werden.

a) Bewusstseinsklarheit

Der Patient ist orientiert:

- zur Person (Name und Alter)
- zur Zeit (Wochentag)
- zum Ort (Aufenthaltsort)
- zur Situation (Angaben zum Notfallhergang)

Es ist zu achten auf:

- prompte, zeitgerechte und inhaltlich korrekte Angaben
- Blickkontakt
- Kommunikationsbereitschaft

b) Bewusstseinsintrübung

Eine Eintrübung liegt bei verminderter Wachheit und verlangsamter Reaktion vor. Die Augen sind ggf. offen. Eine leichte Eintrübung wird als Somnolenz, ein schwere als Sopor bezeichnet. Beispiele sind:

- Gesetzte Schmerzreize werden verzögert und nicht zielgerecht wahrgenommen.
- Unkoordinierte Bewegungen
- Fixierung der Augen ist kaum möglich
- Unkonzentriertheit bei der Kommunikation (energisches Gegenfragen ist nötig)
- Ständiges wiederholtes Fragen: Wo bin ich?, Was ist passiert ?, Warum ? Wieso ? bei SHT oder Hypoglykämie.

c) Bewusstlosigkeit (Koma)

- der Patient ist nicht erweckbar (auch nicht durch starke Schmerzreize)
- die Augen sind geschlossen
- **WICHTIG: Sicherung der Atemwege !**

Konsequenzen des Komats:

- Eigenanamnese nicht möglich, gründliche und umfassende Fremdanamnese wichtig
- Verschärfte Beobachtung von Umfeld, äußere Verletzungszeichen, Fötur
- Engmaschige Dokumentation von Verlauf und Änderung der Bewusstseinslage (als Grundlage weiterer organisatorischer und therapeutischer Maßnahmen)

Eine Dokumentation und Einteilung ist durch die Glasgow-Coma-Scale (GCS) möglich und sinnvoll.

Augen offen	Verbale Reaktion	Motorische Reaktion
4 P. spontan	5 P. voll orientierte Kommunikation	6 P. nach Aufforderung genau
3 P. auf Aufforderung	4 P. desorientierte Kommunikation	5 P. auf Schmerzreiz genau
2 P. auf Schmerzreiz	3 P. inadäquate Äußerung	4 P. Beugeabwehr
1 P. kein Öffnen	2 P. unverständliche Laute	3 P. Beugesynergismen
	1 P. keine verbale Reaktion	2 P. Streckesynergismen
		1 P. keine Reaktion

Maximale Punktzahl: 15 Punkte (optimale Bewußtseinslage)

Minimale Punktzahl: 3 Punkte (tiefstes Koma)

Bei ≤ 8 Punkten: Intubationsindikation

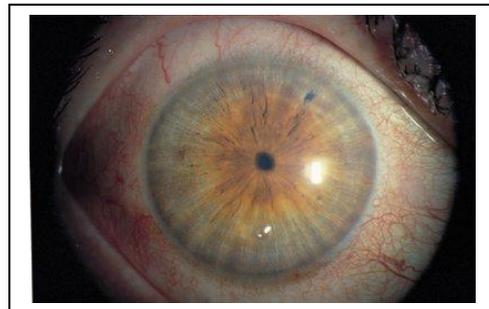
2.6.2 Pupillen

Der normale Zustand der Pupillen ist:

- rund
- 2 – 4 mm weit
- bei Lichteinfall Verengung innerhalb 1 s. = prompt
- Seitengleichheit

a) Krankhaft trotz Seitengleichheit:

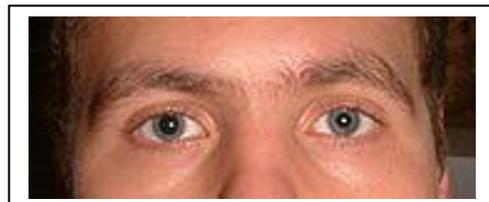
1. beidseits erweitert (Mydriasis) und fehlende Lichtreaktion bei
 - stark alkoholisiert
 - unterkühlt
 - generalisierter cerebraler Hypoxie (bei Reanimation, fehlende Lichtreaktion)
 - Z.n. Krampfanfall
 - massive Adrenalinausschüttung (Stress, Angst, Schmerz)
 - Benzodiazepine (Rohypnol)
 - Atropin
2. enge, kaum überprüfbare Pupillen (Miosis):
 - verschiedene Vergiftungen (Opiate, Alkylphosphate)
 - Initialphase beim SHT



b) Pupillendifferenz

I.d.R. ist eine Pupillendifferenz nur bei Bewusstlosen ein Zeichen einer cerebralen Raumforderung bei intrakranieller Hirnblutung und einer dadurch bedingten Einklemmung des Hirnstamms.

Bei Bewusstseinsklaren ist eine Pupillendifferenz meist hervorgerufen durch ein Glasauge, einer Augenoperation oder einer Augenerkrankung. Lediglich nach einem Trauma aufs Auge spricht eine Pupillendifferenz für die Verletzung des Nervus oculomotorius.



c) Augenmotorik

- ein Wandern oder Auseinanderweichen (Divergenz) bei Bewusstlosen deutet auf ein eher oberflächliches Koma hin
- unkoordinierte Bewegung deutet auf ein tiefes Koma hin.
- Bei einseitigen Verletzungen / Erkrankungen schaut der Patient häufig zum „Herd“, also in Richtung Verletzung / Erkrankung

d) Kornealreflex

Bei der Kontrolle des Kornealreflexes wird die Hornhaut mit einem Tupfer bestrichen. Fehlt ein Lidschluss, fehlt dieser Reflex. Dies deutet auf ein sehr tiefes Koma mit einer schlechten Prognose hin.

2.6.3 Motorik

Bei der Motorik werden folgende 3 Kriterien überprüft:

1. Beweglichkeit (komplette Lähmung = Plegie, inkomplette Lähmung = Parese)
2. Muskeltonus (Dehnungswiderstand der Muskulatur, die bei entspanntem Patienten durchgeführt wird. Eine Spastik deutet auf eine cerebrale Störung hin)
3. Muskelkraft (Bewegung gegen den Widerstand des Untersuchers)

Periphere Störungen: Lokale Ausfälle von Nerven oder Nervengeflechte (Muskeltonus, Kraft und Sensibilität reduziert oder gar nicht vorhanden). Oft nach Trauma, i.d.R. keine Vitalgefäßföhrdung.

Zentrale Störungen:

- Hemiparese / Hemiplegie von Gesicht, Arm, Bein
- Beugen der oberen Extremitäten mit Anpressen an den Körper und Streckung der unteren Extremitäten (Dekortikationshaltung)
- Streckung und Innendrehung aller Extremitäten (Enthirnungsstarre)

Eine massive Störung der Motorik stellt die Querschnittslähmung dar. Sie wird ausgelöst durch vollständige oder teilweise Schädigung des Rückenmarks durch:

- Fraktur der WS
- Luxation der WS
- Kontusion des Rückenmarks
- Blutung im Spinalkanal
- Tumore oder Metastasen (Anamnese)

Symptome sind:

- fehlende Sensibilität und Motorik der unteren Extremitäten (Paraplegie)
- fehlende Sensibilität und Motorik der unteren und oberen Extr. (Tetraplegie)
- Harn- und Stuhlabgang

2.7 Ganzkörperuntersuchung (Bodycheck)

Untersucht wird in folgender Reihenfolge:

1. Bewusstsein (ja/nein)
2. Atmung (wenn ja, Puls auch ja)
3. Puls (Kreislauf) incl. Überprüfung der Augen (Lichtreaktion)
4. Kopf-bis-Fuß-Untersuchung
 - a) Palpation des Schädels incl. Gesichtsschädel
 - b) Inspektion der Mundhöhle, wenn nicht vorher schon geschehen
 - c) Inspektion von Nase und Ohr (Liquor ?)
 - d) Palpation der HWS
 - e) Kompression des Thorax in 2 Ebenen
 - f) Palpation von Sternum und Schlüsselbein
 - g) (Perkussion von Thorax und Auskultation der Lunge)
 - h) Palpation der BWS (achsengerechte Drehung mit 3 Helfern)
 - i) Palpation des Abdomen
 - j) Kompression des Beckens in 2 Ebenen
 - k) Palpation der oberen Extremitäten
 - l) Funktionsprüfung von Schulter, Ellenbeuge und Handgelenk
 - m) Palpation von Ober- und Unterschenkel
 - n) Funktionsprüfung von Hüftgelenk, Knie und Sprunggelenk
 - o) Palpation der Ateria dorsalis pedes und der Ateria tibialis posterior

2.8 Traumacode (ATLS etc.)

In den letzten Jahren hat sich die Wissenschaft intensiv mit der prähospitalen und frühhospitalen Phase (Schockraum) der Traumaversorgung beschäftigt. Hieraus resultierten klar strukturierte Algorithmen zur Behandlung von polytraumatisierten Patienten. Ziel ist eine schnelle und sichere Erfassung des vitalen Iststatus und eine zeitnahe, adäquate Versorgung. Prähospital ist hier das Abarbeiten klarer Fragestellungen, z.B. nach ABCDE-Schema (A-airway, B-breathing, C-circulation, D-disability, E-exposure). Da hierzu umfangreiche Fortbildungsangebote vorliegen, will ich hier nur kurz darauf eingehen.

A: Airway

Überprüfung der Atemwege

Schnarchen? Gurgeln? Stridor? Apnoe? Fremdkörper?

Problembehebung z.B. Esmarch-Handgriff, Absaugung, O₂-Gabe, Guedel-/Wendl-Tubus, Notfallintubation.

B: Breathing

Atmung? Atemfrequenz (<10 od. >30/min)? Atemzugvolumen? Atemmechanik?

Halsvenenstau? Pathologische Atemrhythmen? Auskultation.

Ggf. Maskenbeatmung, Larynxtubus, ggf. Intubation, ggf. Entlastungspunktion.

C: Circulation

Radialis puls? (wenn tastbar, dann ausreichender RR), Pulsfrequenz und Qualität?, Hautfarbe?, Temperatur? Starke Blutung? Rekapularisierungszeit?

Blutung stillen, Infusion, RR-Regulieren

D: Disability

Orientierende neurologische Untersuchung

E: Exposure
Bodycheck, s. 2.7

Die Überprüfung von A, B und C und somit die Erkenntnis, ob der Patient kritisch ist oder nicht, muss in 2-3 Minuten abgeschlossen sein, um lebensrettende medizinische und logistische Entscheidungen zu treffen. Anschließend erfolgt die Überprüfung von D und E und verzögerungsfreier Transport in die geeignetste Klinik mit dem geeignetsten Transportmittel.

3 APPARATIVE DIAGNOSTIK UND MONITORING

Das Ziel ist es, die Vitalfunktionen möglichst kontinuierlich zu überwachen, um

- den Istzustand anzuzeigen
- Trends (Verschlechterungen) anzuzeigen
- Eine Erfolgskontrolle über eingeleitete Therapien zu haben.

Die verwendeten Geräte sollten möglichst folgende Eigenschaften erfüllen:

- Multifunktionalität (viele Geräte in einem)
- Leistungsfähiger Akku
- Robuste Bauweise
- Einfache Handhabung
- Geringe Störanfälligkeit
- Kontinuierliche Messung
- Genaue, schnelle Meßergebnisse
- Ggf. Datenspeicherung, Ausdruck, Trends

Das Basismonitoring besteht aus:

- EKG
- Blutdruck
- Pulsoxymetrie
- Kapnometrie bei Beatmung

3.1 Blutdruckmessung

Allgemeines:

- systolischer Blutdruck = p_{sys} (gibt Infos über: Hypo-, Hypertonie, O_2 -Bedarf des Herzen)
- diastolischer Blutdruck = p_{dia} (gibt Infos bei Hypertonie, peripherer Widerstand, Herzdurchblutung)
- arterieller Mitteldruck = p_m ($p_m = p_{\text{dia}} + 1/3 (p_{\text{sys}} - p_{\text{dia}})$)

Messmethoden:

- a) Palpation: Tastung einer distal der Manschette gelegenen Arterie. Hiermit ist nur der systolische Wert meßbar.
- b) Auskultation (Methode nach Riva-Rocci): Distal der Manschette wird mit einem Stethoskop über der A. brachialis der Ellenbeuge die Strömungsgeräusche des Blutes registriert. Bei dieser Methode ist die gemessene Systole eher zu niedrig, die gemessene Diastole eher zu hoch (Fehlerbreite ca. 10 %). Ist die Manschette zu breit, sind die Werte i.d.R. zu niedrig, ist die Manschette zu schmal, sind die Werte i.d.R. zu hoch. CAVE: Bei Hypertonikern gibt es oft eine „auskultatorische Lücke“, die häufig zu Fehlmessungen führt. Im Alltag ist diese Methode aufgrund des Lärms nicht immer durchzuführen.
- c) Oszillometrie (NIBP = non invasive Blutdruckmessung): Über einen Drucksensor werden die unterschiedlichen Amplituden der Gefäßschwingungen gemessen. Somit kann sowohl der diastolische und systolische Blutdruck, sowie der arterielle Mitteldruck und die Herzfrequenz gemessen werden.

Vorteil:

- frei variables Meßintervall
- frei einstellbare Alarmgrenzen
- Dokumentation der Werte
- Helfer haben Hände frei

Nachteil:

- ungenau bei RR < 70 mmHG
- Versagen bei Fahrbetrieb
- Schwierigkeiten bei unruhigen Patienten
-

- d) Arterielle Blutdruckmessung:

Vorteil:

- Zeitechte Messung
- Kontinuierliche Messung
- Füllungszustand der Gefäße bestmöglich kontrollierbar

Nachteil:

- arterielle Blutung bei Diskonnektion
- Fehlinjektion von Medikamenten möglich (Arterie = ROT, roter Aufkleber mit Beschriftung „Arterie“)
- Technische Voraussetzungen i.d.R. nur auf Intensivtransportfahrzeugen gegeben.

3.2 Blutzuckerbestimmung

Die Bestimmung des Blutzuckergehalts ist gerade bei bewusstlosen Patienten ein absolutes Muss, da eine Blutzuckerentgleisung nach oben oder unten ein häufiges, mit Bewusstlosigkeit einhergehendes, rettungsdienstlich relevantes Notfallbild darstellt. Um den BZ zu bestimmen, wird eine geringe Menge Blut benötigt. Dieses wird entweder aus dem Finger oder dem Ohr-läppchen entnommen. Eine elegante Lösung ist es, wenn für die BZ-Bestimmung das Blut aus einem vorher benutzten Viggomandrin entnommen wird. Somit wird dem Patienten ein weiterer Stich erspart. Hier ist natürlich der Eigenschutz zu beachten.

Methoden:

- Halbquantitative BZ-Bestimmung (Ablesen des Ergebnisses an einer Meßskala)
- Photometrische BZ-Bestimmung (Bestimmung über akkubetriebenes Meßgerät)

Das Ergebnis kann verfälscht werden durch:

- zu starkes Ausquetschen (Hämolyse)
- einige Desinfektionslösungen
- nicht komplett ausgefüllte Meßfläche bei elektronischer BZ-Bestimmung
- Zuckerreste am Finger (Marmelade etc.)

3.3 Blutgasmessung

Die Blutgasmessung ist nicht standardmäßig in den Rettungsdienst vorgedrungen. Dennoch gibt es, gerade für den Einsatz auf einem ITW oder ITH transportable Meßgeräte in der Größe eines Mobiltelefons, mit denen auf vor Ort ein Astrup abgenommen werden kann. Diese Geräte können folgende Werte bestimmen: pO₂, pCO₂, Hb, Hk, E¹lyte, Harnstoff, BZ, Laktat. Je nach Entwicklung des Rettungsdienstes und den monetären Voraussetzungen wird es vielleicht in Zukunft solche Geräte auf dem RTW oder NEF geben.

3.4 Pulsoxymetrie

Die Pulsoxymetrie ist eine nicht invasive Methode zur Bestimmung des Sauerstoffgehalts im Blut. Ziel ist es:

- Die O₂-Situation des Patienten zu beurteilen (in Verbindung mit dem klinischen Bild)
- Eine Entscheidungshilfe zu haben (O₂-Gabe, Intubation, Beatmung)
- Die Beatmung zu überwachen

Wie funktioniert die Pulsoxymetrie ?

Die Geräte arbeiten nach einem spektralphotometrischen Meßverfahren. Möglich ist dies, weil reduziertes Hämoglobin und oxygenisiertes Hb ein unterschiedliches Lichtabsorptionsverhalten haben. Reduziertes Hb absorbiert Licht mit einer Wellenlänge von 940 nm, oxygenisiertes Hb absorbiert Licht mit einer Wellenlänge von 660 nm. Eine Leuchtdiode sendet Licht mit diesen beiden Wellenlängen aus, und ein Photosensor fängt das Restlicht auf. Durch die zeitgleiche Bestimmung von beiden Werten kann der gesamte Hb-Gehalt ermittelt werden. Die Bestimmung erfolgt in zwei Schritten:

1. Messung ohne Puls:

Licht 660 nm -----> x1 (ankommendes Licht)
Licht 940 nm -----> x2 (ankommendes Licht)

Beispiel: 50 von 100 Anteile

2. Messung im Puls:

Licht 660 nm -----> y1 (ankommendes Licht)

Beispiel: 40 von 100 Anteile

Licht 940 nm -----> y2 (ankommendes Licht)

$x1 - y1 = z1$ (durch HbO₂ absorbiertes Licht)

Beispiel: 50 – 40 = 10 Anteile

$x2 - y2 = z2$ (durch reduziertes Hb absorbiertes Licht)

Die Ergebnisse $z1$ und $z2$ werden miteinander verglichen und durch die installierte Software des Gerätes in tatsächliche Sättigungswerte umgerechnet. Dazu war es vorab nötig, gemessene Absorptionswerte mit in vitro bestimmten Sättigungswerten zu vergleichen und diese der Software mitzuteilen. Somit kann man sagen, daß die Sättigungswerte um so genauer sind, je besser die Software ist.

Für den Sensor gibt es, je nach Art, unterschiedliche Messorte:

- Finger
- Ohrläppchen
- Nasenrücken

Vorsichtig sollte man mit den Ergebnissen dieser Messmethode umgehen, da es einige Fehlerquellen gibt, als da wären:

- Bewegung des Patienten
- Sensordislokation
- Minderperfusion (Schock oder Hypothermie)
- lichtundurchlässiger Dreck etc.
- COHb, MetHb (dreiwertiges Eisen durch: Chlorate, Nitrate, Nitrite, Anilin, Phenacetin, Sulfonamide oder Nitroglyzerin). Da aufgrund dieser Technik nicht zwischen COHb, MetHb und O₂Hb unterschieden werden kann, werden alle dem O₂Hb zugeordnet.

3.5 Kapnometrie, -graphie

Bei diesem photometrischen Verfahren wird der CO₂-Gehalt bzw. der CO₂-Partialdruck der Ausatemluft gemessen. Man unterscheidet zwischen:

Kapnometrie: Alleinige Messung der endexpiratorischen CO₂-Konzentration (etCO₂ in % oder etpCO₂ in mmHG)

Kapnographie: Kontinuierliche Messung der CO₂-Konzentration und deren graphische Darstellung.

Es gibt bei der Kapnometrie zwei Verfahren:

1. Hauptstromverfahren (Inline): Der Sensor ist direkt am Tubus

Vorteil: zeitecht und patientennah

Nachteil: hohes Sensorgewicht, Kondenswasser, nur bei Intubierten anzuwenden

2. Nebenstromverfahren (Sidestream): Die Luft wird über ein System abgezogen und dann spektrometrisch der CO₂-Gehalt ermittelt.

Vorteil: leicht, einfache Handhabung, auch Nicht-Intubierte können kontrolliert werden.

Nachteil: ungenauer durch evtl. anwesende externe Gase

Anwendungsgebiete im Rettungsdienst:

- Kontrolle der Tubuslage
- Überwachung und Steuerung einer Beatmung (muss Standard sein!)
- Erfolgskontrolle bei einer Reanimation

Veränderungen der CO₂-Konzentration:

a) Metabolismus:

- Hypothermie (niedriger)
- Hyperthermie (höher)
- vermehrte Muskeltätigkeit (höher)
- Gabe von NaHCO₃ (1. Na wird abgespalten, 2. $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$, 3. an Carboanhydratase $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \underline{\text{CO}_2} + \text{H}_2\text{O}$) somit höher)
- Krampfanfälle (höher)

b) Zirkulation (Kreislauf):

- Herzstillstand (niedriger)

c) Ventilation:

- Atemstillstand (niedriger)
- Lungenembolie (niedriger)
- Pneumothrax (niedriger)
- Obstruktion oder Verlegung der Atemwege (niedriger)
- Hyperventilation (niedriger)
- Hypoventilation (höher)
- Rückatmung (höher)

d) Gerätefehler:

- Leckage (niedriger)
- Kondenswasser (höher)
- Zumengung von N₂O (fast gleiches Absorbtionsspektrum: höher)

In der Klinik gibt es noch eine andere Methode, das CO₂ zu messen, die sogenannte transkutane Kapnometrie. Hierbei wird die Konzentration anhand von Kohlendioxid, was durch die Haut diffundiert, über einen Klebesensor gemessen. Nachteile wie: großer Eichaufwand und lange Latenzzeit machen diese Methode für den Rettungsdienst ungeeignet

(EKG: Da das EKG an anderer Stelle zu genüge unterrichtsrelevant ist, verzichte ich hier auf eine nähere Erklärung. Dass die EKG-Diagnostik ein elementarer Bestandteil der Notfalldiagnostik ist, wird sicherlich jedem ersichtlich sein.)

3.6 Temperatur

Die Messung der Temperatur findet im Rettungsdienst oft zu wenig Beachtung. Nicht selten werden auch bei gemäßigten Außentemperaturen die Patienten unterkühlt ins Krankenhaus gebracht. Anwendung findet die Temperaturmessung insbesondere bei:

- offensichtlich unterkühlten Patienten (Alkoholiker o.a. im Winter, Beinahe-Ertrunkene)
- fiebrigen Patienten (besonders Kinder)
- Neugeborenen

Die Temperatur kann gemessen werden durch:

- Quecksilberthermometer (sollte wegen der Bruch- und Verletzungsgefahr im RD nicht mehr verwendet werden)
- elektronische Temperaturmessung (i.d.R. Meßbereich von 32° bis 42°C)
- Thermoscan fürs Ohr
- Rektalsonde bei elektronischer Messung (z.B. Zusatzmodul bei Bruker 2002)

Die Messung der Temperatur erfolgt entweder:

- rektal (genaueste Messung)
- oral (unter der Zunge)
- axilliar
- aural

Die rektale Messung ergibt die genauesten Werte. Bei z.B. axilliar gemessener Temperatur wird der angezeigte Wert niedriger ausfallen.

3.7 Weitere innerklinische Diagnoseverfahren

Im Folgenden sollen kurz weitere innerklinische Diagnoseverfahren genannt werden. Ich möchte aufgrund des zeitlichen Rahmens auf eine nähere Erläuterung verzichten. Interessierte verweise ich hier z.B. auf das Lehrbuch LPN 1 (Stumpf & Kossendey) S. 67 ff oder die weitere einschlägige Literatur.

Zu den erweiterten Verfahren gehören:

1. Laboruntersuchung (BZ, E'lyte, kleines Blutbild (Hb, Hk, Erythrozyten, Leukozyten, Thrombozyten), Gerinnungsparameter (Quick, PTT, PTZ), Blutsenkungsgeschwindigkeit (BSG), Cholestaseparameter (yGT, AP, Bilirubin), Kreatinin und Harnstoff, Herzenzyme (CK, CK-MB, Troponin I,T,HS), Transaminasen (GPT, GOT), BGA (pCO₂, PO₂, pH,) Blutgruppenbestimmung, Urinuntersuchung)
2. Bildgebende Verfahren
 - a) Röntgenuntersuchung
 - b) Schnittbildverfahren

I Sonographie (Ultraschall)

II Computertomographie (CT)

III Kernspintomographie (Magnetresonanztomographie MRT)

c) Endoskopie (z.B. Gastroskopie, Bronchoskopie, Koloskopie).