

ANHANG

ANHANG A – Schmerz, Bakteriologie

ANHANG B – Analgetika, Antiinfektiva

ANHANG C – Schülerprotokolle

ANHANG A – Schmerz, Bakteriologie

Schmerz

- Schmerz ist ein unangenehmes Sinnes- und Gefühlserlebnis, das mit aktueller oder potentieller Gewebsschädigung verknüpft ist, oder mit Begriffen einer solchen Schädigung beschrieben wird (IASP= International Association of the study of pain).
- Schmerz ist ein Warnsystem des Körpers.
- Die Schmerzempfindung kann durch den psychischen Zustand beeinflusst werden. Sie erscheint meist stärker, wenn der Zustand schlecht ist (Angst, Isolation, Kränkung, Demütigung) und der Schmerz wird nicht so stark empfunden, wenn er gut ist (Entspannung, Geborgenheit, Sicherheit, Kontakt, Achtung der Person, Ablenkung).

Schmerzarten

Es gibt drei große Gruppen von Schmerzen:

- Nozizeptor-Schmerz (Schmerzempfänger-Schmerz)
- Neuropathischer Schmerz (Nerveneigenschmerz)
- Psychogener Schmerz (Seelenschmerz).

Akuter Schmerz

Akute Schmerzen sind das Zeichen, sich schmerzmeidend bzw. heilungsfördernd zu verhalten. Sie sind meistens von kurzer Dauer, häufig gut lokalisierbar und haben eine klare Bedeutung: Schutz unserer Unversehrtheit. Haben wir uns z.B. verletzt, macht uns der akute Schmerz auf die Gefahr aufmerksam, und es kommt zu einer Schutzreaktion (Wegziehen der Hand von der Kerzenflamme; Schonhaltung und Ruhe nach Operationen).

Typische Beispiele für akute Schmerzen:

- Schnittverletzung
- Herzinfarkt
- Verbrennung
- Halsentzündung
- Schmerzen nach Operationen.

Chronischer Schmerz

Im Gegensatz zu akuten Schmerzen haben chronische Schmerzen meist ihre Funktion verloren. Es sind Schmerzen, die selbst zur Krankheit geworden sind.

Sie sind häufig diffus, d.h. schlecht lokalisierbar. Dies bedeutet für die Therapie, dass ein Erfolg versprechendes Patentrezept fehlt. Häufig sind chronische Schmerzen Teil einer langwierigen, zumeist nicht ursächlich zu behandelnden Erkrankung.

Typische Beispiele für chronische Schmerzen

- Kreuzschmerzen
- Nervenschmerzen
- Tumorschmerzen
- Phantomschmerzen.

Beispiele von Erkrankungen mit Schmerzen

Kopfschmerzen:

Das gelegentliche Hämmern im Kopf kennt jeder. Etwa 15% der Schweizer Bevölkerung leiden unter chronischen Kopfschmerzen. (Migräne)

Osteoporose:

Mit Dauerschmerzen infolge häufiger Brüche bei porösen Knochen wird jede vierte Frau ab dem 50- Lebensjahr konfrontiert.

Rheuma:

Jede Bewegung wird zur Qual. Betroffene sind rund 50% aller Erwachsenen im Laufe ihres Lebens – immer häufiger auch junge Menschen.

Krebs:

Durchschnittlich 70% der Tumorpatienten in fortgeschrittenem Stadium leiden an sehr starken Schmerzen.

Nervenschmerzen:

Rund 10% aller Diabetiker leiden an Schmerzen, die auf den Nerv gehen: Spätkomplikationen der Zuckerkrankheit schädigen die Nervenstruktur und rufen starke Schmerzen hervor. Nervenschmerzen entstehen auch bei Amputationen (Phantomschmerzen)

Rückenschmerzen:

Die Rückenschmerzen gehören heute zu den häufigsten Leiden. 10% der Betroffenen leiden unter chronischen Rückenschmerzen.

Arthrose:

Mit steifen Gelenken fängt es an. Die Arthrose ist nicht heilbar, darum steht Schmerzbehandlung im Vordergrund.

Schmerzsinneszellen (=Schmerzrezeptoren = Nozizeptoren)

Sinneszellen sind Dolmetscher, sie übersetzen Reize in Erregungen (= Aktionspotenziale = „Strömchen“)

Polymodale Nozizeptoren: sprechen auf <ul style="list-style-type: none">• mechanische,• chemischen und• thermische Reize an (CMH, AMH) (C: C-Faser, M: mechanisch, H: Hitze)	Stumme Nozizeptoren: unter normalen Bedingungen weder durch mechanische noch durch thermische Reize erregbar sind. Sie werden erst bei einer Sensibilisierung aktiv.
---	--

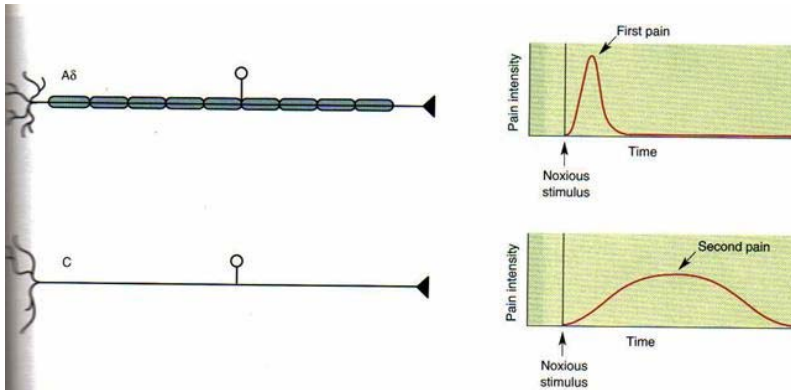
A-Fasern und C-Fasern

Aδ <ul style="list-style-type: none">- dünne myelinisierte Axone- Schmerz: stechend oder brennend- Dicke: 2-5 μm- Leitungsgeschwindigkeit. 2-40 m/s	C-Fasern: <ul style="list-style-type: none">- nicht myelinisierte Axone- Schmerz: dumpf, bohrend- Dicke: < 2 μm- Leitungsgeschwindigkeit < 2 m/s
--	---

Doppelschmerz

Die beiden Populationen von Schmerzfasern erzeugen eine zeitliche Verzögerung in der Schmerzempfindung:

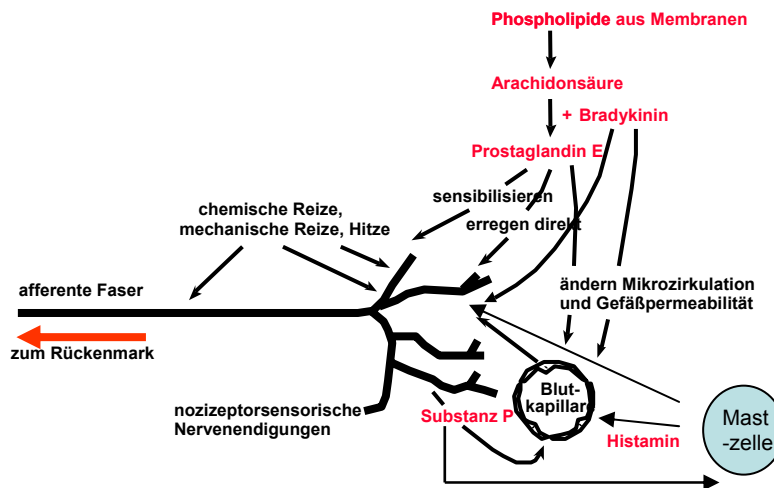
Der erste Schmerz, der in Bruchteilen einer Sekunde wahrgenommen wird, wird durch die **A δ** -Fasern geleitet und ist oft stechend oder brennend. Sekunden später trifft der durch C-Fasern vermittelte Schmerz ein, der als bohrend oder dumpf beschrieben wird.



Primär- und Sekundärschmerz

Schmerzrezeptoren, meist freie Nervenenden, reagieren auf verschiedene Arten der Reizung:

- thermische (Hitze, Kälte)
- mechanische (z.B. Durchtrennung, starker Druck)
- chemische



Schmerzschema

Die Entstehung des Schmerzes läuft dabei folgendermaßen ab:

1. Zunächst bewirkt die Verletzung des Gewebes eine Ausschüttung von ATP, H⁺, K⁺ und Arachidonsäure.
2. Durch das Enzym Cyclooxygenase wird die aus den Zellmembranen der geschädigten Zellen freigesetzten Arachidonsäure in Prostaglandin E₂ umgewandelt.
3. Die ebenfalls aus dem verletzten Gewebe stammenden Kinine werden in Bradykinin umgewandelt.

4. Mastzellen setzen den Inhalt ihrer Bläschen frei, u.a. Histamin. Nozizeptoren setzen Substanz P frei.
5. Die Entzündungsmediatoren (v.a. Bradykinin und Serotonin) bewirken auch eine Erweiterung der Blutgefäße. Hierdurch kommt es zu einem lokalen Ödem, das es Leukozyten ermöglicht, einfacher in das geschädigte Gewebe einzutreten.
6. Die Nozizeptoren sensibilisieren selbst und erregen schlafende Schmerzrezeptoren in der unmittelbaren Umgebung.

Zusammenfassung

- Nozizeptoren haben sensorische Endigungen und bilden Synapsen im Hinterhorn des Rückenmarks.
- Myelinisierte Ad-Fasern leiten den ersten Schmerz, nicht-myelinisierte C-Fasern den zweiten Schmerz.
- Viele Nozizeptoren sind polymodal. Sie reagieren auf Hitze, auf mechanische und auf chemische Reize.
- Die sensorischen Endigungen sind mit unterschiedlichen Transduktionskanälen ausgestattet. Durch Substanz P Ausschüttung erhöhen die sensorischen Endigungen Durchmesser und Durchlässigkeit von Blutgefäßen.
- Die Bestandteile der „Entzündungssuppe“ erhöhen die Empfindlichkeit der Nozizeptoren.

Analgesie

Algesie = Schmerz

Analgesie = Ausschalten von Schmerzen

Analgetikum (Mz.: **Analgetika**) = Arzneimittel gegen Schmerzen

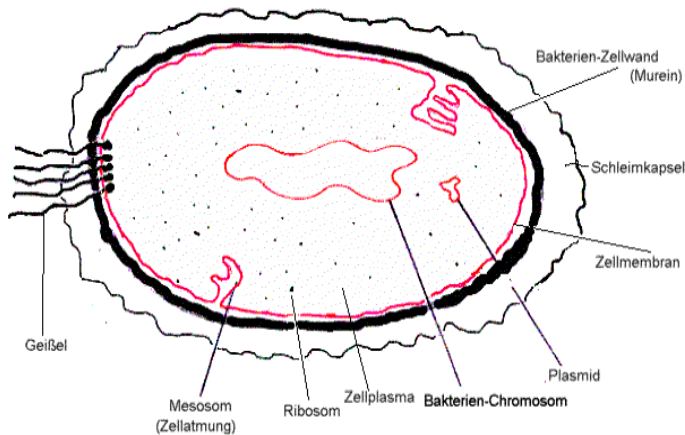
Eingriffsmöglichkeiten bei der Ausschaltung von Schmerzen:

- über die Rezeptoren der Schmerzmediatoren
- über die Hemmung der Schmerzmediatorenbildung

Proteine dienen als Rezeptoren für Schmerzmediatoren bzw. sie bilden auch Membrankanäle in den Membranen der Nozizeptoren

Fettsäuren sind Ausgangsstoffe für „algetische Substanzen“ z.B. ist die Arachidonsäure der Vorläufer von Prostaglandin (=algetische Substanz)

Aufbau der Bakterienzelle und Antibiotika



- Die bakterielle **Zellwand** trennt das Cytoplasma von der Umgebung. Sie dient als Schutz vor widrigen Umweltbedingungen und vor Deformierung.

- In der Zellwand eines Bakteriums ist auch die Murein-Schicht eingelagert. Es können mehrere Mureinnetze übereinander

liegen. Sie sind durch Oligopeptide verbunden. Vielschichtig ist das Murein insbesondere bei grampositiven Bakterien. Im Wesentlichen sind sie gleich aufgebaut.

- Die **Mureinhülle** hält das Bakterium gegen den osmotischen Binnendruck zusammen. Wird der Murein-Sacculus aufgelöst, zum Beispiel durch das Enzym Lysozym, platzt das Bakterium.
- Die Funktion der **Zellmembran** ist, dass sie nur gewisse Stoffe passieren lässt. Grundlegende Mechanismen an der Membran sind Diffusion und Osmose, denn durch diese Vorgänge wird letztendlich etwas durch die Membran transportiert.
- Als **Cytoplasma** wird der Inhalt einer Zelle bezeichnet, der von der Plasmamembran eingeschlossen ist. Bei Eukaryoten ist jedoch der Zellkern davon ausgenommen.
- Ein **Chromosom** ist die Verpackungseinheit für ein Molekül der DNA und somit die stoffliche Grundlage für die Gene. Es besteht aus Chromatin.
- **Plasmide** sind kleine, ringförmige DNA-Moleküle. Sie gehören nicht zur eigentlichen DNA des "Chromosoms".

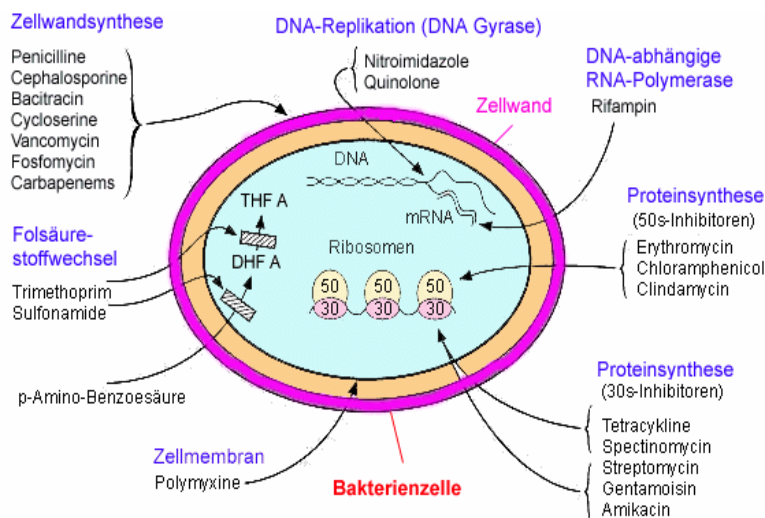
Wirkung der Antibiotika

Dem heutigen allgemeinen, wie auch fachsprachlichen Gebrauch nach wird das Wort „Antibiotikum“ synonym zu „Antiinfektivum“ gebraucht, wobei letzteres (auch im internationalen Sprachgebrauch) der sinnvollere Begriff ist.

Im ursprünglichen Sinn sind Antibiotika natürlich gebildete Stoffwechselprodukte von Pilzen oder Bakterien, die schon in geringer Menge das Wachstum von anderen Mikroorganismen hemmen oder diese abtöten.

- Antibiotika können bakteriostatisch (Bakterien werden an der Vermehrung gehindert)
- bakterizid (Bakterien werden zwar getötet, sind aber weiterhin physisch vorhanden)
- bakteriolytisch (Bakterien werden getötet und deren Zellwand aufgelöst) wirken.

Ansatzpunkt für die gewünschte Wirkung ist eine Struktur oder ein Mechanismus, der in menschlichen Zellen so nicht vorkommt. So kann die Wirkung z. B. durch eine Hemmung der bakteriellen Zellwandsynthese, der Proteinsynthese am Ribosom, der DNA-Replikation oder der Folsäuresynthese erfolgen. Denn menschliche Zellen haben keine Zellwand (nur eine Zellmembran), sie haben andere Ribosomen zur Proteinbiosynthese und andere Enzyme zur DNA-Replikation. Menschliche Zellen bilden auch keine Folsäure wie Bakterien, sondern nehmen sie fertig mit der Nahrung auf. Nur so ist es möglich, dass Antibiotika für den Menschen vergleichsweise gut verträglich sind.



Man unterscheidet:

- β -Lactame (Penicilline, Cephalosporine, Carbapeneme)
- Glycopeptide
- Tetracycline,
- Makrolide,
- Polypeptide,
- Chinolone und
- Sulfonamide.

Diese Gruppen der AB (Antibiotika) besitzen unterschiedliche Angriffsorte und Wirkungsweisen.

Antibiotikaresistenz

Resistenz:

Bakterien können immun gegen Antibiotikum werden. Das heißt dass das Antibiotikum nicht mehr gegen dies Bakterien wirkt. Diese Bakterien besitzen ein Resistenz-Gen.

Plasmide:

Wenn ein Bakterium ein Resistenz-Gen besitzt so ist das in den Plsamiden gespeichert. Plasmide sind ringförmige DNA-Doppelstränge. Die Plasmide verleihen der Zelle neue Eigenschaften. Es können mehrere Plasmide in einer Zelle vorkommen.

Primäre Resistenz:

In diesem Fall ist die Resistenz gegen ein Antibiotikum in einer bestimmten Gattung oder Spezies schon vorhanden.

Sekundäre Resistenz:

Die Resistenz ist noch nicht vorhanden. Sie entsteht erst durch Mutation und Konjugation (=Übertragung).

Resistenz kann auch durch falsche Dosierung und zu frühes Absetzen entstehen. Ein weiterer Grund ist auch die Einnahme von Antibiotikum, wenn es nicht gegen die Krankheit wirkt.

Antibiotikarückstände in der Umwelt:

Antibiotika können durch verschiedene Bedingungen in die Umwelt gelangen. Z.B. durch das Ausbringen von Gülle am Feld, durch weggeworfene und unverbrauchte Arzneimittel und durch Urin und Kot von Mensch und Tier. Wenn es regnet gelangt es in das Grundwasser. Bakterien, die mit dem Wasser in Berührung kommen, können Antibiotikaresistenzen bilden. Das kann dazu führen, dass wenn wir mit so einer Bakterie infiziert wurden, ein Medikament nicht wirkt, da die Bakterie eine Antibiotikaresistenz gebildet hat.

ANHANG B – Analgetika, Antiinfektiva

Analgetika

Analgetika – Substanzen, die in therapeutischen Dosen die Schmerzempfindung verringern bzw. unterdrücken, ohne bei einer solchen Dosierung eine allgemeinnarkotische Wirkung zu besitzen.

Aufgrund der Wirkungsstärke, des Wirkungsmechanismus und der Nebenwirkungen werden zwei Gruppen von Analgetika unterschieden:

- **Opioide Analgetika** (Opioide, Opiate, stark wirkende Analgetika)
- **Nicht-opioide Analgetika** („kleine“ Analgetika) mit meist gleichzeitig antipyretischen und vielfach auch antiphlogistischen, antirheumatischen Eigenschaften.

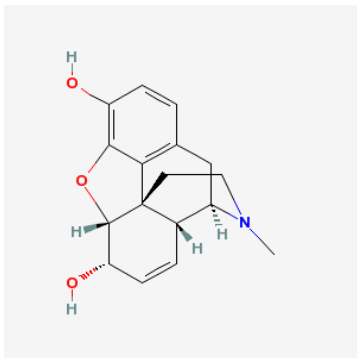
Opioid-Analgetika

Die Gruppe der Opioide ist eine chemisch heterogene Untergruppe der Analgetika: Sie entfalten ihre Eigenschaften durch Wechselwirkung mit speziellen Rezeptoren (molekularen Bindungs-Orten) auf der Oberfläche der Nervenzellen und anderen Arten von Zellen im ganzen Körper, die Opioidrezeptoren genannt werden.

Aufgrund des gemeinsamen Angriffs an den Opiatrezeptoren ist das **Wirkprofil** der stark wirksamen Analgetika sehr ähnlich:

- setzen die Schmerzempfindung durch Stimulation von Opioid-Rezeptoren herab – die Schmerzen werden nicht mehr so unangenehm und bedrohend empfunden.
- beeinflussen andere Sinnesqualitäten nicht
- reduzieren die geistige Aktivität (sedative Wirkung)
- beseitigen Konflikt- und Angstgefühle (tranquillierende Wirkung)
- erhöhen vielfach die Stimmungslage (euphorische Wirkung)
- hemmen das Atem- und Hustenzentrum
- lösen zunächst vielfach Übelkeit und Erbrechen durch Stimulation des Brechzentrums, später dagegen Hemmung des Brechzentrums
- führen bei wiederholter Anwendung zu Toleranzentwicklung und bei korrekter Anwendung selten auch zu Abhängigkeit
- rufen bisweilen durch Histaminfreisetzung Hautrötung und Juckreiz hervor.

Opium

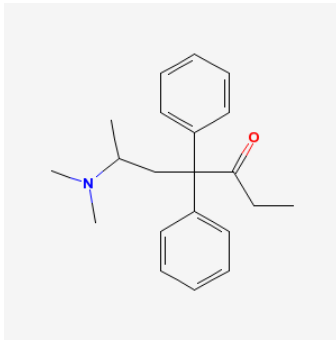


An der Luft eingetrockneter Milchsaft unreifer Samenkapseln von *Papaver somniferum*. Es enthält mehr als 20 Alkaloide, deren Gehalt stark schwanken kann. Das Hauptalkaloid ist **Morphin**.

Ausgehend von den natürlich vorkommenden Alkaloiden wurden zahlreiche Abwandlungsprodukte hergestellt, die teils als Analgetika wie Morphin, teils als Antitussiva eingesetzt werden, z.B. Codein.

Morphin

Methadon



Methadon

Methadon hat ein ähnliches Wirkungsspektrum wie Morphin.

Es wird als Ersatzdroge in der Drogentherapie eingesetzt, obwohl es bei längerer Anwendung auch zu Abhängigkeit führt.

Nicht-opioide Analgetika

Besitzen trotz unterschiedlicher Struktur ein ähnliches Wirkungsspektrum.

- Neben der **analgetischen** Wirkung
- weisen sie eine **antipyretische** Wirkungskomponente auf,
- saure nicht-opioide Analgetika wirken außerdem **antiphlogistisch**.

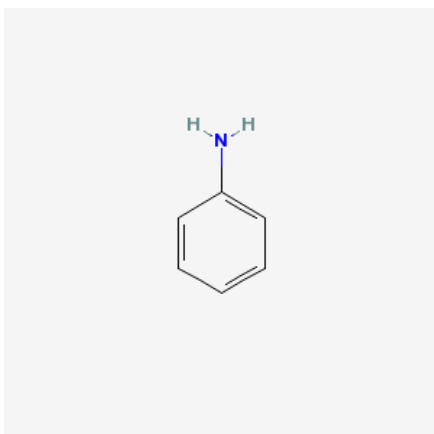
Dagegen fehlen ihnen die psychotropen und sedierenden Eigenschaften der Opioid-Analgetika praktisch vollständig. Ihr Anwendungsbereich ist daher sehr groß, und sie gehören somit zu den am meisten verwendeten Arzneistoffen.

Wirkungsmechanismus

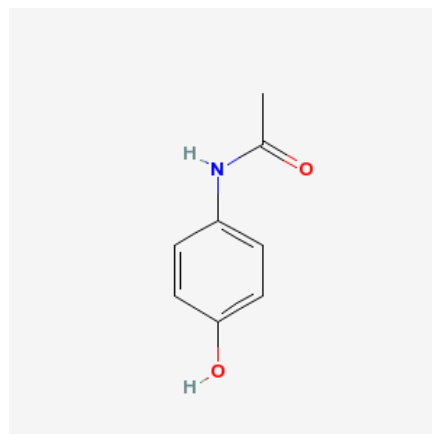
Sie greifen in die Prostaglandinsynthese ein – sie hemmen die Cyclooxygenase, welche die Arachidonsäure und andere ungesättigte C₂₀-Säuren in die Vorstufen der Prostaglandine überführt.

Anilin-Derivate

Nur mehr **Paracetamol** von Bedeutung.



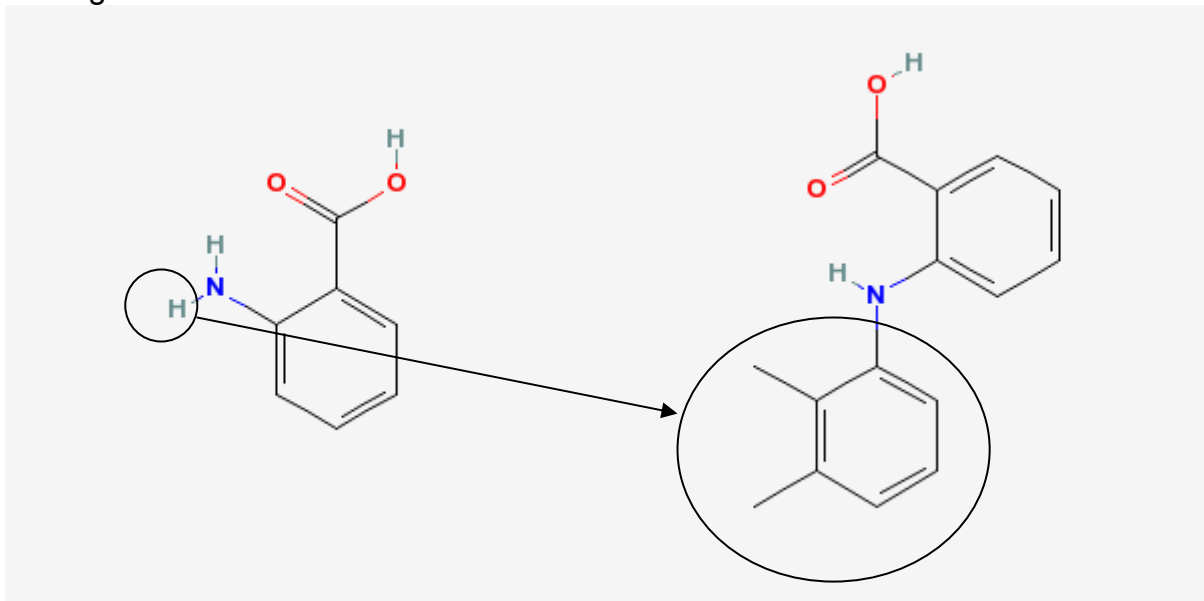
Anilin



Paracetamol

Anthranilsäure-Derivate

Am Stickstoff aromatisch substituierte Anthranilsäuren
Dazu gehört die **Mefenaminsäure**.



Anthranilinsäure

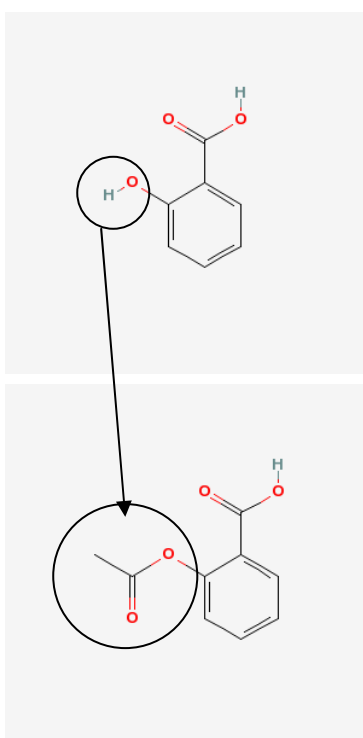
Mefenaminsäure

Anwendung

- akute und chronische Schmerzen bei rheumatischen Erkrankungen
- Kopfschmerzen und Migräne
- Muskelschmerzen und Schmerzen im Bereich der Wirbelsäule
- Schwellungen, Schmerzen und Entzündungen nach Verletzungen

Handelsname: Parkemed

Salicylsäurederivate



Salicylsäure selbst und ihr Natriumsalz werden wegen der schlechten Verträglichkeit bei oraler Gabe kaum noch verwendet.

An ihre Stelle treten u.a. Acetylsalicylsäure und Amide der Salicylsäure.

Acetylsalicylsäure (ASS)

Acetylsalicylsäure ASS

Durch die Veresterung der phenolischen Hydroxylgruppe der Salicylsäure mit Essigsäure erreicht man nicht nur

- eine bessere Verträglichkeit, sondern auch
- eine stärkere antipyretische,
- eine stärkere antiphlogistische und
- insbesondere eine Thrombozytenaggregationshemmende Wirkung.

ASS ist aufgrund dieser Eigenschaften eines der am meisten verwendeten nicht-opioiden Analgetika / Antiphlogistika und der wichtigste Thrombozytenaggregationshemmer.

ASS wird nach oraler Gabe rasch und zu einem hohen Prozentsatz resorbiert. Der Acetylrest wird teilweise bereits bei der Schleimhautpassage abgespalten.

Namensgebend waren die Weidengewächse, die schon vor Jahrhunderten bei Schmerzen gekaut wurden. Ein Bestandteil dieser Pflanzen, das Salicin, wird im Darm zu Salicyl-Alkohol und Glucose gespalten und dann in der Leber zu Salicylsäure umgewandelt.

Als Schmerzmittel bei Unfällen ist Acetylsalicylsäure ungeeignet, da die gerinnungshemmende Wirkung bis etwa 7 Tage nach der letzten Einnahme von Acetylsalicylsäure anhält.

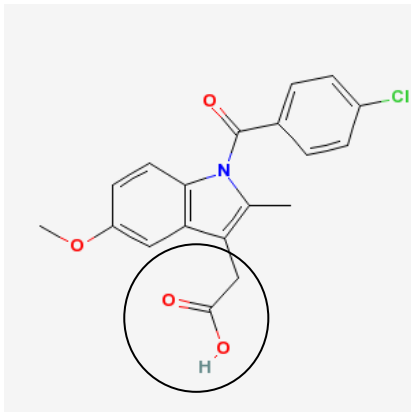
Aufgrund seiner positiven Wirkungen wurde Aspirin von der europäischen Kommission der Status einer „orphan drug“ erteilt. Somit hat die Bayer Healthcare AG die alleinigen Vermarktungsrechte für ein ASS-Präparat zur Behandlung dieser Krankheit. Hohe Dosen, beispielsweise 10 Gramm bei Erwachsenen, wirken giftig. Hier wird die gerinnungshemmende Wirkung so stark, dass lebensgefährliche Blutungen auftreten können.

Außerdem kann das Innenohr geschädigt werden, was sich in einem Hörverlust oder Tinnitus äußert.

Handelsnamen:

- Acesal
- Alka-Seltzer Classic
- Aspirin
- Aspro
- Thomapyrin Akut
- Togonal ASS 400
- ASS-Ratiopharm

Arylessig- und Arylpropionsäuren

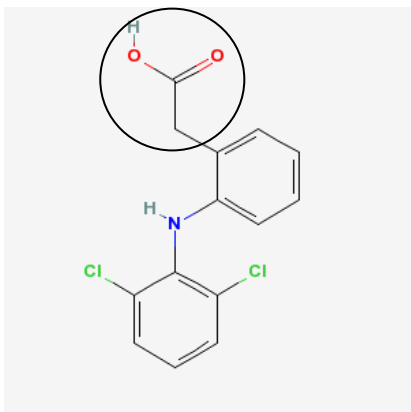


Prototyp dieser Verbindungen ist das **Indometacin**.

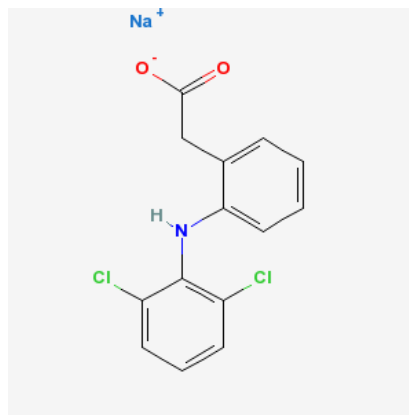
Mit dem Ziel, zu besser verträglichen Wirkstoffen als Indometacin zu gelangen, wurden zahlreiche weitere Formen mit antirheumatischen Eigenschaften entwickelt, doch haben sich die Erwartungen allenfalls teilweise erfüllt.

Diclofenac (Essigsäurederivat)

Ist ein besonders häufig verwendetes Antirheumatikum dieser Arzneistoffgruppe. Die rasch und gut resorbierbare Substanz weist eine hohe Eiweißbindung auf und wird schnell metabolisiert.



Diclofenac



Na-Salz

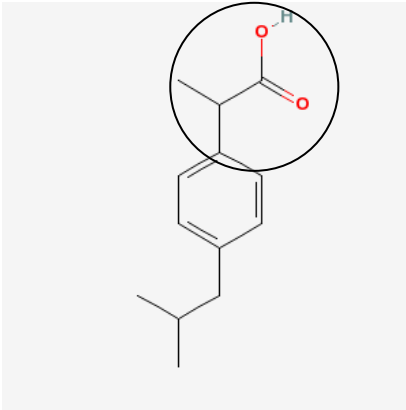
Anwendung

- Arthrose
- Schwellungszustände nach Sportverletzung und Operation
- Rückenschmerzen
- Bandscheibenvorfall

Handelsnamen

- Voltaren
- Diclofenac + Herstellername
- Diclo
- Diclophlogont
- Diclo-Puren
- Diclo 50
- Diclo 100

Ibuprofen (Propionsäurederivat)



Zeichnet sich durch einen besonders schnellen Wirkungseintritt bei oraler Applikation aus.

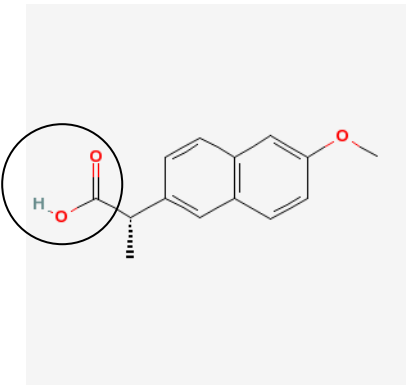
Anwendung

- rheumatische Arthritis
- Schmerzen der Muskeln und des Bewegungsapparates (Sportverletzungen)
- akuter Gichtanfall
- Migräne, akute Kopfschmerzen
- Zahnschmerzen
- akute Angina
- akute Mittelohrentzündung
- Frostbeulen
- Sonnenbrand
- Fieber
- Rückenschmerzen, Bandscheibenvorfall

Handelsnamen:

- Dolormin®
- Imbun®
- Deltaran®
- Ibumerck®

Naproxen (Propionsäurederivat)



Anwendung

- Gicht
- Menstruationsbeschwerden
- Nach Einlage einer Spirale
- Rheuma (rheumatoide Arthritis, chronische Polyarthritis)
- Schwellungen und Entzündungen nach Verletzungen oder Operationen

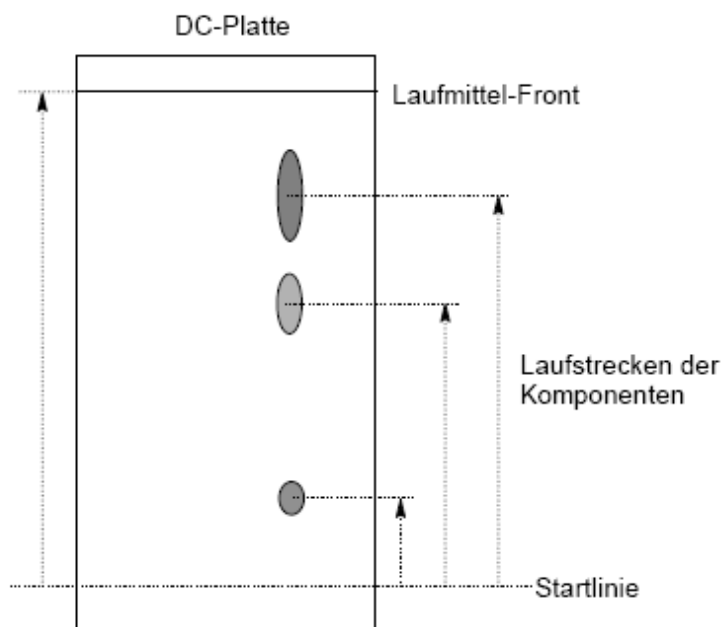
Naproxen 250/-500 Hexal® Tabletten	naproxen 250/-500 von ct Filmtabletten
naproxen 250/-500 von ct Supp. Zäpfchen	Naproxen AL 250/-500 Tabletten
Naproxen STADA® 250 mg/-500 mg Tabletten	Naproxen STADA® 750 mg Filmtabletten
Proxen® Filmtabletten	Proxen® S 250/-S 500 magensaftresistente Tabletten

Chromatographie – Nachweis / Analgetika

Chromatographische Methoden nutzen die unterschiedlichen Wechselwirkungen zwischen Molekülen und Feststoffoberflächen zu Trennungen aus. Die Anordnung ist im Prinzip immer dieselbe: Eine feste „stationäre Phase“ steht mit einer flüssigen oder gasförmigen „mobilen Phase“ in Kontakt. Die mobile Phase enthält das zu trennende Stoffgemisch und transportiert die Teilchen an der Feststoffoberfläche vorbei. Die Teilchen werden dabei je nach Stärke der Wechselwirkung mit einer festen Phase mehr oder weniger häufig für mehr oder weniger lange Zeit an der Oberfläche festgehalten. Daraus ergibt sich eine unterschiedliche Wandergeschwindigkeit für die unterschiedlichen Teilchensorten, und damit ein Trenneffekt.

Dünnschichtchromatographie

Bei der Dünnschichtchromatographie werden als stationäre Phase sogenannte DC-Platten verwendet: Glas- oder Kunststoffplatten, die mit einer dünnen Kieselgelschicht beschichtet sind. Diese Platten werden senkrecht in einen abgedeckten Behälter mit dem Laufmittelgemisch gestellt. Durch die Kapillarkräfte wird das Lösungsmittel hinaufgesogen und transportiert dabei das Stoffgemisch mit, das man zuvor auf einer Linie (Startlinie) etwa 0.5 – 1 cm vom unteren Rand entfernt auf die Platte aufgebracht hat. Hat sich die Laufmittelfront dem oberen Ende der Platte bis auf 0.5 cm genähert, nimmt man die Platte aus dem Behälter heraus und markiert sofort den Verlauf der Lösungmittelfront. Bei geeigneter Laufmittelwahl haben die Komponenten der Mischung in derselben Zeit eine unterschiedliche Strecke auf der Platte zurückgelegt.



Die „relative Wanderstrecke“ ist für ein gegebenes Laufmittel relativ charakteristisch für eine Substanz und ist deshalb eine aussagefähige Größe. Diese Größe, der sog. „ R_F -Wert“ (**R**atio of **f**ronds) ist wie folgt definiert:

$$R_F = \frac{\text{Wanderstrecke der Substanz}}{\text{Wanderstrecke der Laufmittelfront}}$$

Gemessen wird dabei jeweils ausgehend von der Startlinie.

Vorbereitung der Standards (Diclofenac-Natriumsalz)

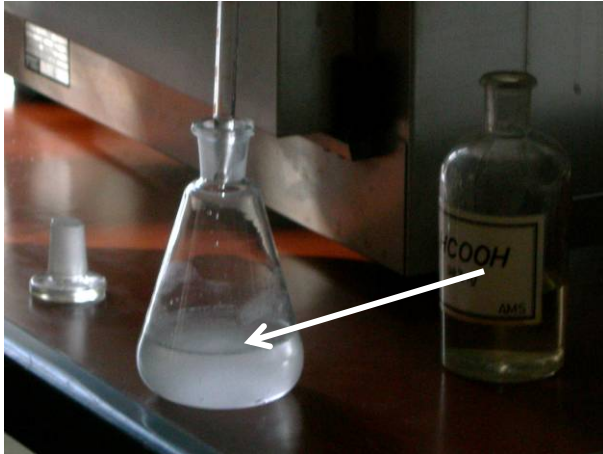
100 mg Diclofenac-Natriumsalz (Fa. Sigma) wird mit 20 ml Wasser und 1 ml HCOOH versetzt und für 20 min in ein Ultraschallbad gestellt. Diese Suspension wird danach mit 5 ml CH₂Cl₂ (Fa. J.T. Baker) extrahiert. Die organische Phase gilt als Stammlösung der Konzentration 500mg/25mL. Aus der Stammlösung werden Verdünnungen 250 mg und 125 mg in CH₂Cl₂ hergestellt. Die Lösungen werden mithilfe von 2µL Volumenkapillare auf Dünnschichtplatten (Kieselgel 60 F254) aufgetragen. Danach wird die Dünnschichtplatte entwickelt.

1. Extraktion von Diclofenac aus Pharmazeutika (Voltaren 50mg, Fa. Novartis)

Um den Wirkstoff (Diclofenac) aus dem Arzneimittel zu extrahieren, werden zwei Filmtabletten (jeweils 50mg) fein in einer Reibschale pulverisiert.

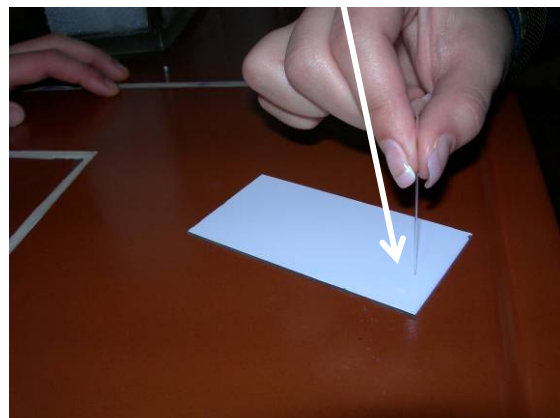
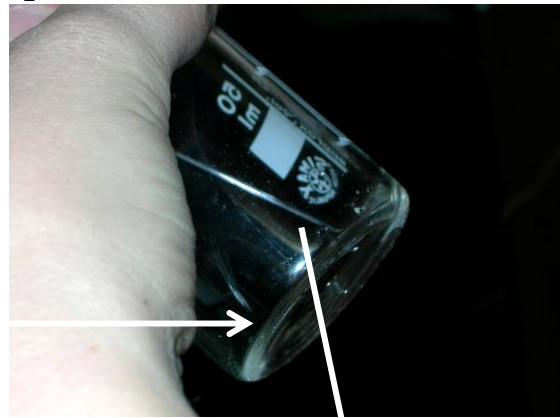


Das Pulver wird in einen 25 mL Messkolben überführt und mit 20 mL Wasser aufgefüllt,



mit 1 mL HCOOH versetzt und für 20 min in ein Ultraschallbad gestellt (geschüttelt).

Danach wird die Suspension mit 5 mL CH₂Cl₂ extrahiert.



Die organische Phase wird mithilfe von 2 µL Volumenkapillare auf Dünnschichtplatten (Kieselgel 60 F254) aufgetragen. Danach wird die Dünnschichtplatte entwickelt.

Entwicklung der Dünnschichtplatte

Die Dünnschichtplatte wird nun in einer mit Filterpapier ausgekleideten Kammer entwickelt.

Eine Kammer wird mit Filterpapier ausgekleidet.

Die Kammer wird mit Laufmittel (eine Mischung aus Hexan/CH₂Cl₂/CH₃COOH 50/40/10) etwa 1/2 cm hoch befüllt.

Die Platten werden in die Kammer gestellt. Es ist darauf zu achten, dass es zu kei-

ner Berührung zwischen dem Filterpapier und der Platte kommt.

Die Platte wird so lange in der Kammer belassen bis die Laufmittelfront sich etwa 2 cm unterhalb des oberen Randes befindet.

Die Laufmittelfront wird nach Herausnehmen der Platte sofort mit Bleistift markiert. Nach dem Trocknen betrachtet man die Platte unter UV Lampe bei 254 nm. Die zu analysierenden Substanzen sind als dunkle Flecken erkennbar.

2. Extraktion von Ibuprofen aus Pharmazeutika (Ibuprofen 400 mg, Fa. Genri-con)

Um den Wirkstoff (Ibuprofen) aus dem Arzneimittel zu extrahieren, wird die Filmtablette (400mg) fein in einer Reibschale pulverisiert, in einen 100 mL Messkolben überführt, mit 80 mL Wasser und 4mL HCOOH versetzt und für 20 min in ein Ultraschallbad gestellt. Danach wird die Suspension mit 20 ml CH₂Cl₂ extrahiert. Die organische Phase wird mithilfe von 2µL Volumenkapillare auf Dünnschichtplatten (Kieselgel 60 F254) aufgetragen. Danach wird die Dünnschichtplatte entwickelt.

3. Extraktion von Mefenaminsäure aus Pharmazeutika (Parkemed 500 mg, Fa. Pfizer)

Um den Wirkstoff (Mefenaminsäure) aus dem Arzneimittel zu extrahieren, wird die Filmtablette (400mg) fein in einer Reibschale pulverisiert, in einen 100 mL Messkolben überführt, mit 100 mL Wasser und 5mL HCOOH versetzt und für 20 min in ein Ultraschallbad gestellt. Danach wird die Suspension mit 25 ml CH₂Cl₂ extrahiert. Die organische Phase wird mithilfe von 2µL Volumenkapillare auf Dünnschichtplatten (Kieselgel 60 F254) aufgetragen. Danach wird die Dünnschichtplatte entwickelt.

4. Entwicklung der Dünnschichtplatte

Die Dünnschichtplatte wird nun in einer mit Filterpapier ausgekleideten Kammer entwickelt. Als Laufmittel wird eine Mischung aus Hexan/CH₂Cl₂/CH₃COOH 50/40/10 verwendet. Es ist darauf zu achten, dass es zu keiner Berührung zwischen dem Filterpapier und der Platte kommt. Die Platte wird so lange in der Kammer belassen bis die Laufmittelfront sich etwa 2 cm unterhalb des oberen Randes befindet. Die Laufmittelfront wird nach Herausnehmen der Platte sofort mit Bleistift markiert. Nach dem Trocknen betrachtet man die Platte unter UV Lampe bei 254 nm. Die zu analysierenden Substanzen sind als dunkle Flecken erkennbar.

Tabelle Rf Werte der analysierten Proben

Probe	Rf Wert
Diclofenac Standard 500 mg/25mL	0.625
Diclofenac Standard 250 mg/25mL	0.625
Diclofenac Standard 125 mg/25mL	0.625
Diclofenac aus Arzneimittel (500mg/25mL)	0.61
Ibuprofen aus Arzneimittel (500mg/25mL)	0.65
Mefenaminsäure aus Arzneimittel (500mg/25mL)	0.67

Mikrobiologische Hemmstofftests – Nachweis Antiinfektiva

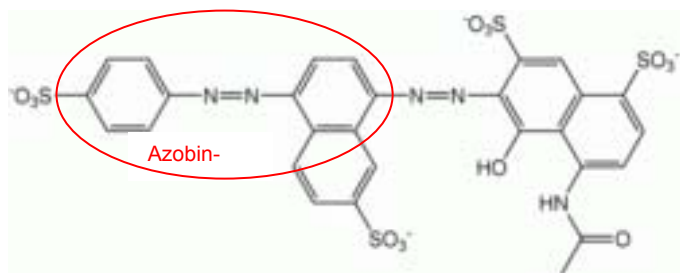
Mikrobiologische Hemmstofftestsysteme nutzen die Sensibilität ausgesuchter Mikroorganismen - so genannter Testkeime - gegenüber Antibiotika, Sulfonamiden und anderen Hemmstoffen. Die Hemmstoffe verringern oder verhindern die Stoffwechselaktivität und somit die Vermehrung der Testkeime. Messparameter für die Vermehrung der Testkeime können die Keimdichte oder die Trübung der Medien sein. Zur Messung der Stoffwechselaktivität anhand von Farbumschlägen werden Säuerungs- und Reduktionsverfahren genutzt.

- Bei **Säuerungsverfahren** ändert sich aufgrund von sauren Stoffwechselprodukten der wachsenden Testkultur die Farbe des Indikators.
- Bei **Reduktionsverfahren**, hierzu zählt der Brillantschwarz-Reduktionstest, reduziert die wachsende Testkultur spezifische Indikatoren (z.B. **Brillantschwarz**), was ebenfalls zu einer Farbveränderung führt (z. B. von blau nach gelb).

Die Aktivität kann aber auch durch den pH-Wert, den Säuregrad, den Milchsäuregehalt, die Dicklegungszeit, die Leitfähigkeit, u.a. gemessen werden.

Brillantschwarz BN (E 151, auch Schwarz PN) ist ein synthetischer Azofarbstoff, der in der Lebensmittelindustrie als Lebensmittelfarbe Verwendung findet.

Mit Brillantschwarz werden zum Beispiel Kaviarersatz, Käse-Wachsüberzug, Saucen, Süßwaren, Lakritze und Kosmetika wie Shampoos, Schaum- und Duschbäder sowie flüssige Seifen gefärbt.



Azobindung

Gemeinsames strukturelles Merkmal aller Azofarbstoffe ist die Azobindung, eine Doppelbindung zwischen zwei Stickstoffatomen, die wiederum jeweils mit einem aromatischen Kohlenstoffring verknüpft sind. Auf diese Weise kommt es zur Ausbildung eines Systems konjugierter Doppelbindungen, das sich über die Azogruppe und die mit ihr verknüpften aromatischen Ringe erstreckt. Innerhalb dieses Systems sind die π -Elektronen delokalisiert und verursachen intensive Adsorptionsbanden im Bereich des sichtbaren Lichtes und damit die Färbung der Azofarbstoffe. Die Azobindung kann durch reduktive Spaltung gespalten werden.

Testprinzip des Brillantschwarz-Reduktionstests (BRT)

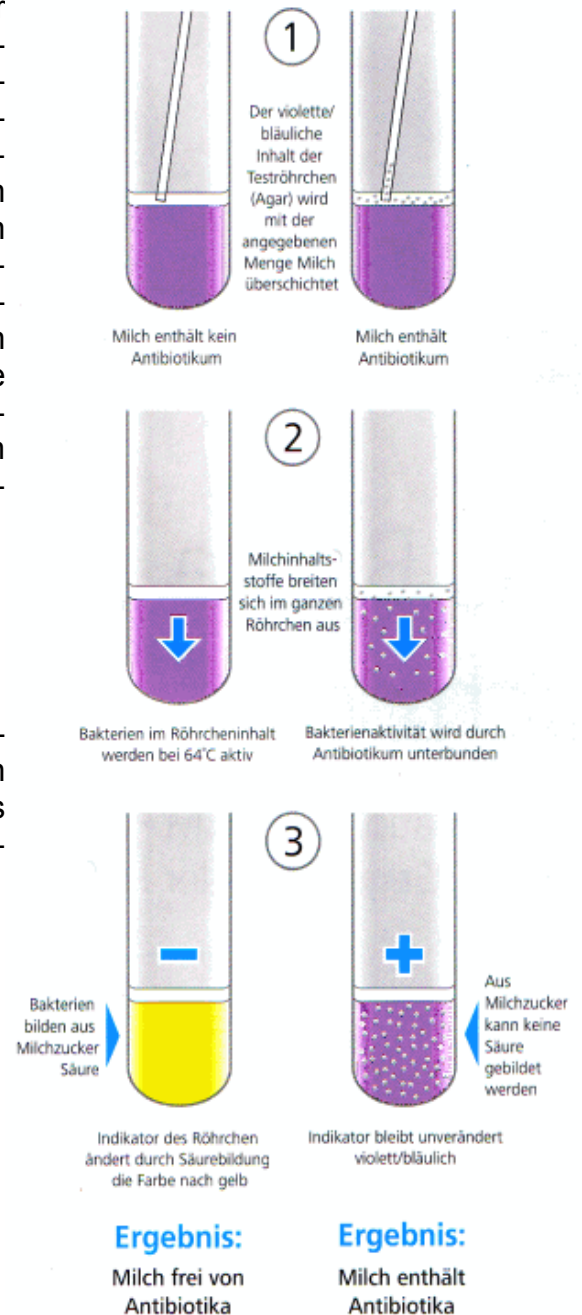
Der kommerziell erhältliche BR-Test® AS Brilliant der Fa. DSM Food Specialties ist ein Brillantschwarz-Reduktionstest zum Nachweis von Antibiotika und Sulfonamidrückständen in Milch. Der Test besteht aus einem mit Nährstoffen angereicherten Agar mit einer standardisierten Zahl von Sporen des *Bacillus stearothermophilus* und ist mit dem Redoxindikator Brillantschwarz blau eingefärbt. Das Nährmedium befindet sich in Ampullen, in die 0,1 ml der Milchprobe pipettiert werden. Die Milch kann in das Testmedium eindiffundieren; während der Inkubation überführen die wachsenden Testkeime Redoxindikator durch Spaltung zweier Azobindungen in seine gelbe bzw. farblose Reduktionsstufe; das Testmedium entfärbt sich von blau nach gelb. Sind Hemmstoffe in der Probe vorhanden, kommt es zu keinem oder nur einem geringfügigen Wachstum. Folglich bleibt eine Reduktion des Farbstoffes aus oder findet nur in eingeschränktem Maß statt; das Testmedium bleibt blau.

Durchführung des BR-Tests

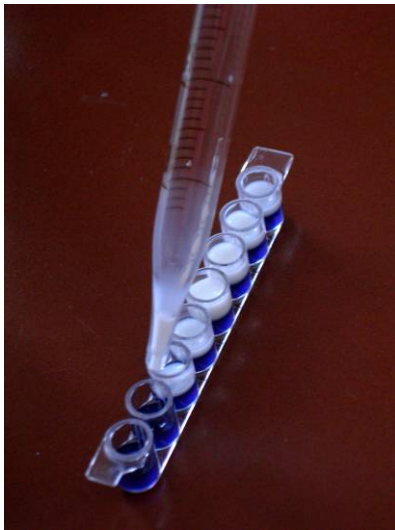
Da der Test sehr empfindlich auf antibiotisch wirksame Substanzen (Antibiotika, Sulfonamide, aber auch Desinfektionsmittel, Detergentien,...) reagiert, muss jede Verunreinigung durch solche Substanzen vermieden werden.



Das Prinzip des Hemmstofftestes:



Die benötigte Anzahl an Testampullen wird heruntergeschnitten (für jede Milchprobe eine eigene), die Folie wird entfernt.



0,1 ml der Probe werden zupipettiert.

Die Ampullen werden verschlossen um Verunreinigungen während der Inkubation zu vermeiden.

Die BR-Testampullen werden mit bei einer Temperatur von 64°C ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$) für 2 h 45 min im Wärmeschrank bebrütet. Die Inkubationszeit kann sich mit dem Alter des Tests verändern und hängt von der Art (Vorbehandlung) des Milcherzeugnisses ab. Die notwendige Inkubationszeit kann ermittelt werden als die Zeit, die hemmstofffreie Milch für einen Farbumschlag von blau nach gelb benötigt.

Ablezen des Ergebnisses

Nach der Inkubationszeit werden die Ampullen aus dem Wärmeschrank entnommen. Nun kann das Testergebnis abgelesen werden.

- Ist das Nährmedium GELB verfärbt, deutet dies auf die Abwesenheit von antibakteriell wirksamen Substanzen hin (Abwesenheit bedeutet Konzentrationen unter der Nachweisgrenze)
- Eine GELB/BLAU-Verfärbung bedeutet, dass antibakteriell wirksame Substanzen im Bereich der Nachweisgrenze vorhanden sind.
- Eine BLAU-Färbung deutet auf die Anwesenheit von antibakteriell wirksamen Substanzen in der Probe hin.

Antiinfektiva

Stoffe, die im Körper Mikroorganismen schädigen oder abtöten und deren Wirkung bereits in Konzentrationen einsetzt, die für den Menschen (oder das Tier) weitgehend untoxisch sind.

Die selektive Toxizität der Antiinfektiva für den Mikroorganismus beruht auf dem Angriff an Strukturen, die bei den Wirtsorganismen (Mensch, Tier) nicht oder aber zumindest in wesentlich anderer Form vorkommen.

Frühere Unterteilung der Antiinfektiva

synthetisch gewonnene Chemotherapeutika

Antibiotika – antimikrobiell wirksame Stoffe biologischen Ursprungs

Zahlreiche, ursprünglich aus Mikroorganismen gewonnene Antibiotika werden inzwischen synthetisch hergestellt.

Von natürlichen Antibiotika ausgehend, werden neue Verbindungen mit teilweise verbesserten Eigenschaften erhalten.

Wirkungsbereiche

- bakterielle Infektionskrankheiten
- Mykosen (Pilzinfektionen)
- Protozoenerkrankungen (Infektionen, hervorgerufen durch tierische Einzeller)
- Viruserkrankungen

Man kennt heute vier hauptsächliche Mechanismen für die Wirkung von Antiinfektiva:

Hemmung der Zellwandsynthese	Störung der Permeabilität der Zytoplasmamembran	Blockade der Proteinsynthese	Unterdrückung der Nukleinsäuresynthese
β-Lactam-Antibiotika	Polypeptid-Antibiotika	Aminoglykoside	Rifampicin
Glykopeptide	Plyen-Antimykotika	Tetracycline	Sulfonamide
Fosfomycin		Chloamphenicol	Diaminobenzylprimidine
		Makrolide	Gyrasehemmer zB. Chinoloncarbon-säuren (Ciprofloxacin)
		Lincosamide (zB. Clindamycin)	Flucytosin

Wirkungstypen

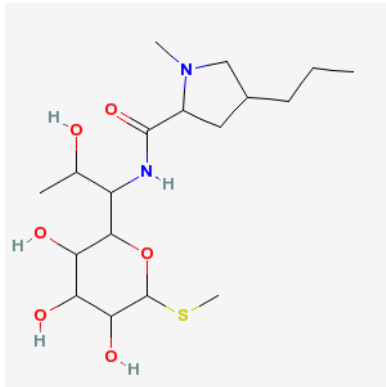
Bei der antibakteriellen Wirkung von Chemotherapeutika können sowohl in vitro als auch in vivo zwei Wirkungstypen unterschieden werden, die

- **Bakteriostatisch** wirksame Substanzen – hemmen die Keimvermehrung, töten die Keime aber nicht ab.
z.B. Antiinfektiva, die in die Proteinsynthese eingreifen

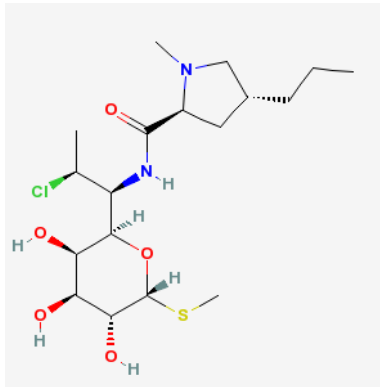
- **Bakterizid** wirkende Substanzen– führen dagegen zu einer Keimeliminierung. z.B. Antinfektiva, die die Bildung der Zellwand oder die Permeabilität der Zellmembran beeinflussen.

Lincosamide

Zu den Lincosamiden gehören das aus *Streptomyces loncolensis* gewonnene **Lincomycin** und dessen Abwandlungsprodukt **Clindamycin**.



Lincomycin



Clindamycin

Clindamycin bindet am Ribosom und blockiert die Proteinsynthese.

Lincosamide sind **Reserveantibiotika**. Das sind Antinfektiva, die für normale Infektionen nicht zur Therapie in Betracht gezogen werden, um Resistenzentwicklung zu verhindern.

Sie kommen vorwiegend bei schweren Infektionen mit bestimmten, gegen andere Antinfektiva unempfindlichen Bakterienstämmen, z.B. den so genannten Krankenhauskeimen (*Staphylococcus aureus*), zum Einsatz.

Handelsnamen

Österreich	Clindac "Hexal", Clindamycin "1a Pharma", Clindamycin "MIP", Clindamycin "ratiopharm", Clindamycin "Sandoz", Lanacine, Dalacin
Deutschland	Dalacin, Lanacine, Sobelin
Schweiz	Dalacin T, Dalacin V 2%, Dalacin C

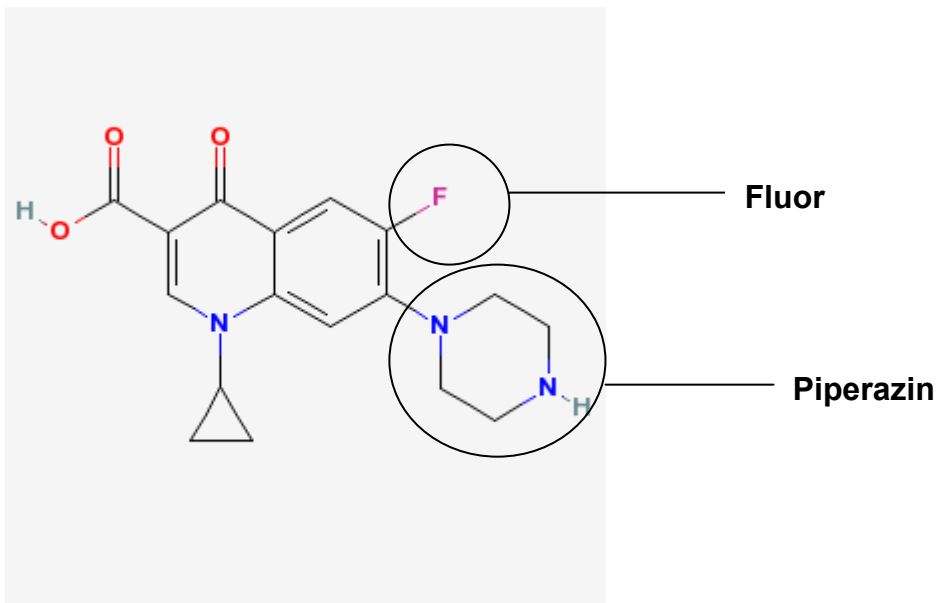
Chinolincarbonsäuren

Die antibakteriell wirksamen Chinolincarbonsäuren sind **Gyrasehemmer**. Die DNA-Gyrase gehört zu einer Gruppe von Enzymen, die bei Bakterien an der Replikation, Transkription, Rekombination und Reparatur der DNA beteiligt sind.

Die DNA Gyrase im Speziellen bewirkt eine Spiralisierung der DNA (*Supercoiling*). Erst durch diese kompakte Anordnung kann das Chromosom in der Zellhülle untergebracht werden. Wird dieser Vorgang gestört, führt dies zu einem raschen Zusammenbrechen des Stoffwechsels.

Während alle Gyrasehemmer gegen gramnegative Kokken und Stäbchen mit Ausnahme von Pseudomonasarten wirken, erweitert die Einführung eines Piperazinrings

das Wirkspektrum auch auf Pseudomonaden. Durch die Fluorsubstitution an C6 (Fluorochinolon) wird die Wirkstärke wesentlich erhöht. Der Wirkstoff kann dadurch wesentlich leichter in die Bakterienzelle eindringen.



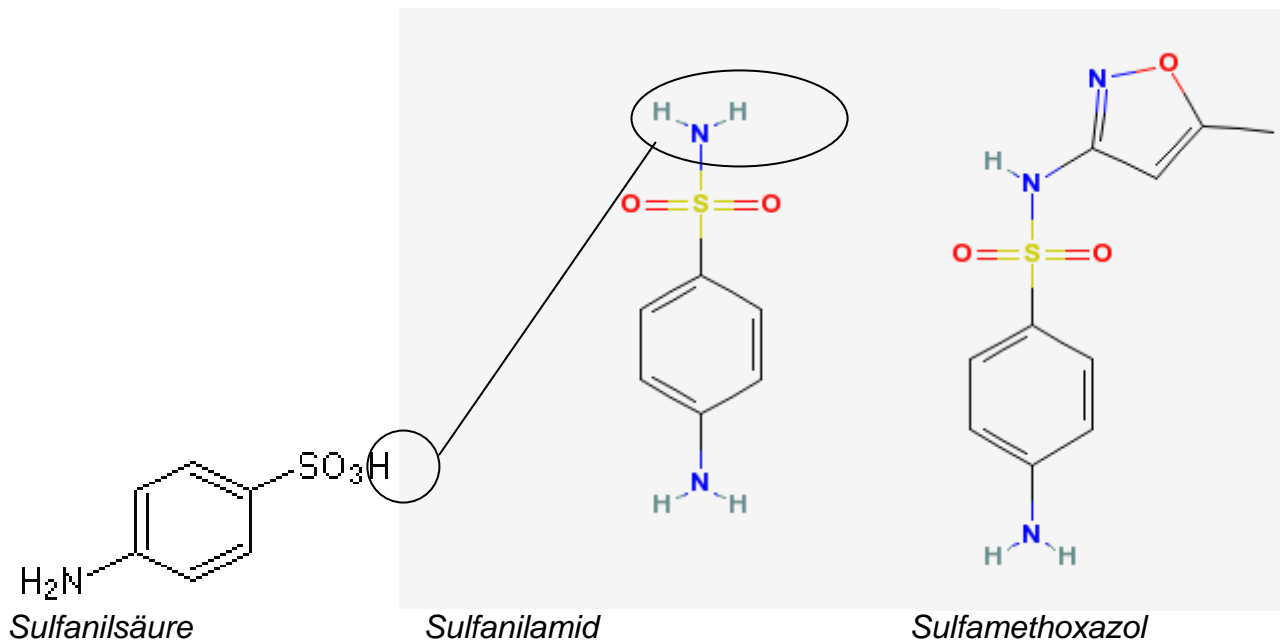
Ciprofloxacin

Handelsnamen

Österreich	Ciflox, Ciloxan, Ciprofloxacin "1a Pharma", Ciprofloxacin "Arcana", Ciprofloxacin "Genericon", Ciprofloxacin "Hexal", Ciprofloxacin "Interpharm", Ciprofloxacin "Pharma&Co", Ciprofloxacin "ratiopharm", Ciprofloxacin "Sandoz", CiproMed, Ciprostad, Ciproxin
Deutschland	Ciprobay
Schweiz	Ciloxan, Ciproxin, Ciproxin HC

Sulfonamide

Die Bezeichnung Sulfonamide für die chemotherapeutisch wirksamen Amide der Sulfanilsäure ist nicht korrekt (besser wäre der Ausdruck Sulfanilamide).



Sulfonamide wirken als Antimetaboliten, indem sie die Bakterien am Aufbau der Dihydrofolsäure behindern. Dies geschieht durch Verdrängung der p-Aminobenzoensäure, die zum Aufbau der Dihydrofolsäure benötigt wird. Die Folsäure (ein für den Menschen wichtiges Vitamin) der Wirtszellen können Bakterien nicht verwerten, da ihnen die erforderlichen Aufnahmemechanismen fehlen.

Dieser Wirkungsmechanismus macht verständlich, warum Sulfonamide

- als „Stoß“ in hohen Dosen gegeben werden müssen.
Um die p-Aminobenzoensäure zu verdrängen, muss ein hoher Sulfonamid-Blutspiegel erreicht werden.
- nur bakteriostatisch und nicht bakterizid wirken
Bakterien benötigen p-Aminobenzoensäure zwar als Wachstumsstoff, werden aber durch einen Mangel an p-Aminobenzoensäure nicht abgetötet.
- für Tiere und Menschen weitgehend untoxisch sind
Da diese Folsäure nicht selbst synthetisieren, sondern auf die Zufuhr von Folsäure mit der Nahrung – als Vitamin – angewiesen sind.

Handelsnamen:

Österreich:	Deutschland:	Schweiz:
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bactrim, ➤ Cotribene, ➤ Cotrimoxazol "Genericon", ➤ Eusaprim, ➤ Oecotrim 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eusaprim, ➤ Kepinol, ➤ Supracombin 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bactrim, ➤ Supracombin

ANHANG C – Schülerprotokolle

Kläranlage Asten

Protokoll: Kläranlage Asten, Mo 4.12.2006

Abfahrt: 08:15, Intersportarena Linz

Ankunft bei der Kläranlage: ca. 08:45

Nach einer kurzen Begrüßung und allgemeinen Einführung über die Arbeitsweise einer Kläranlage im Mannschachtsraum durch den Stellvertretenden Leiter der Kläranlage Asten begann unsere Führung über das gesamte Gelände in zwei Gruppen. Erste Station war die oberste Etage der Faultürme, von wo man das gesamte Gelände überblicken kann und unser Führer uns die einzelnen Teile der Anlagen, die wir zuvor am Modell gesehen hatten, noch einmal von oben zeigte und die einzelnen Arbeitsschritte genau erklärte. Danach begann der Rundgang, bei dem wir alle Anlagen noch einmal aus der Nähe sehen und riechen konnten.

Die Regionalkläranlage Asten hat eine Ausbaugröße für 950.000 Einwohnergleichwerte (EWG). Ein EWG entspricht der Menge an biologisch abbaubaren Substanzen, die ein Mensch durchschnittlich pro Tag an das Abwasser abgibt. Hier werden die Abwässer des gesamten Linzer Stadtgebiet und 39 Umlandgemeinden geklärt. Sie hat einen Trockenwetterzufluss von $2,2\text{m}^3/\text{s}$, kann aber einen maximal Zufluss von bis zu $8,8\text{m}^3/\text{s}$ verkraften. Das Wasser wird zuerst in der mechanischen Vorklärung wie zum Beispiel Fangrechen und Sandfang vorbehandelt, bevor es zum eigentlichen Klärvorgang, der biologischen Klärung, in die 8 Belebungsbecken mit einem Gesamtvolumen von 99.000m^3 und danach in die 8 Nachklärungsbecken übergeführt wird. Der anfallende Klärschlamm wird die 3 Faultürme gebracht, die zusammen ein Fassungsvermögen von $1.700.000\text{m}^3$ haben. Mit dem dadurch entstehenden Faulgas werden insgesamt 7 Gasmotoren betrieben, die genug Energie erzeugen, dass sich die Kläranlage selbst mit Strom versorgen kann, bei Regenwetter wird sogar Energie ins Netz eingespeist. Der überbleibende Schlamm wird ausgepresst und auf der Deponie neben der Kläranlage gelagert.

Im zweiten Teil der Führung wurde uns das Labor der Regionalkläranlage Asten gezeigt. Hier wird das Wasser nach der Klärung überprüft, um zu erkennen wenn Schadstoffgrenzen überschritten werden. Das Labor der Kläranlage in Asten betreut aber auch kleiner Kläranlagen der Umgebung und führt auch dort Messungen durch. Auf Rückstände von Medikamenten wird aber nicht speziell untersucht.

Danach besichtigten wir noch eine kleine Pflanzenkläranlage in Pichling. Das Prinzip bei einer Pflanzenkläranlage ist in der ersten Stufe ähnlich wie bei einer herkömmlichen Kläranlage: zuerst wird das Abwasser in einer Sammelgrube aufgefangen. An-

schließlich wird das mechanisch vorgereinigte Abwasser auf einem Bodenfilter verteilt. Dieser Bodenfilter ist im Wesentlichen ein mit speziellem Sand und Kies gefülltes Beet. Es ist mit Schilf bepflanzt und wird auch als "biologischer Rasen" bezeichnet. In diesem Filter erfolgt die biologische Abwasserreinigung: Mikroorganismen, die sich in den Poren des Filterkörpers ansiedeln, sind für die bakteriologische Abwasserreinigung verantwortlich.

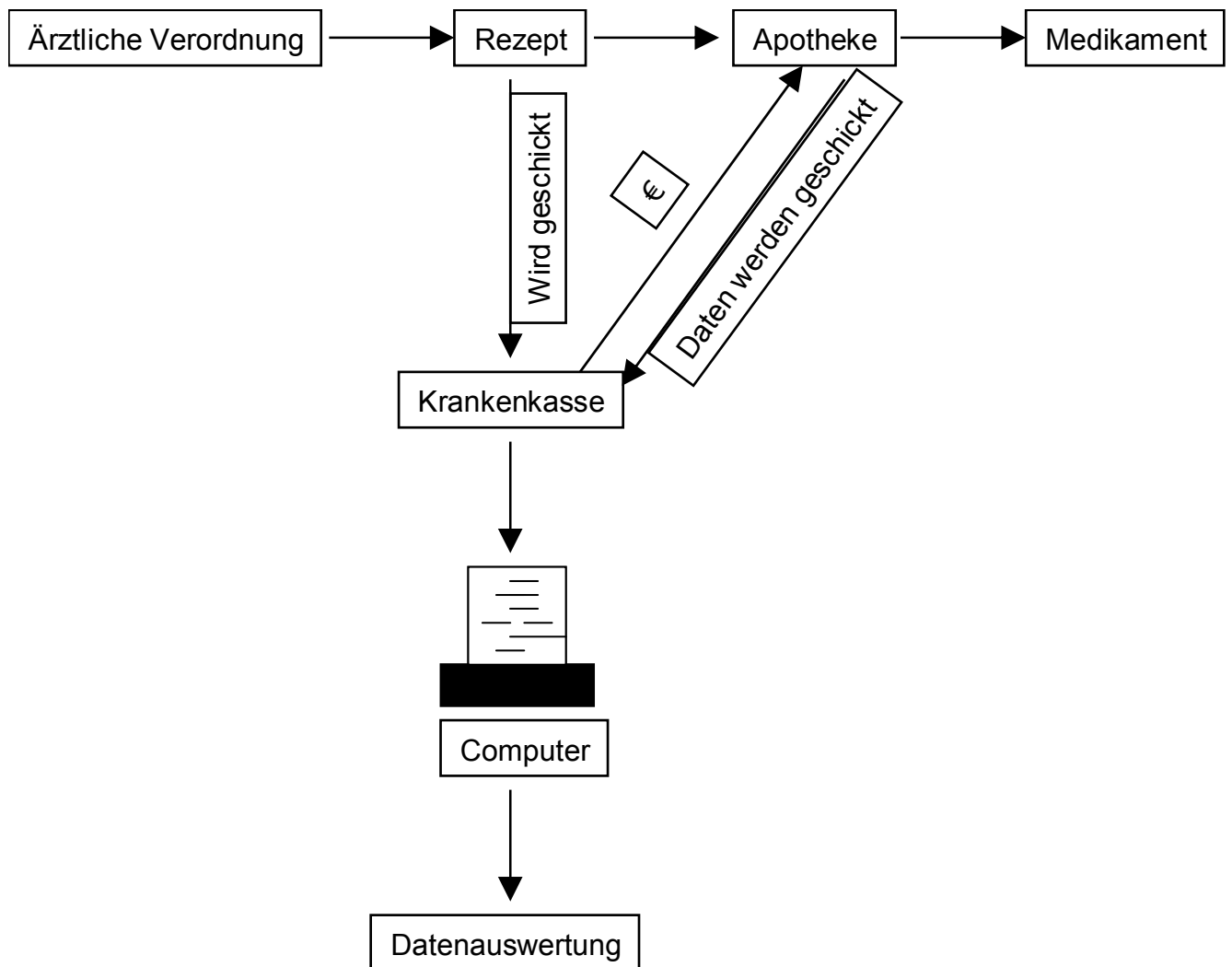
Die von uns besichtigte Pflanzenkläranlage verfügt nur über zwei relativ kleine Becken und wird hauptsächlich, in Zusammenarbeit mit einer Benachbarten Schule, deren Abwasser verwendet werden, zu Testzwecken verwendet, um das Verfahren der Pflanzenkläranlage zu verbessern.

GKK – Mag. Bencic

In Österreich sind 99% der Bevölkerung krankenversichert. 70% davon sind bei der GKK, der Gebietskrankenkasse krankenversichert. Die Krankenkasse trägt für Arzneimittel, Arztbesuche, Krankenhausaufhalte etc die meisten Kosten.

In unserem sind jedoch nur die Arzneimittelrelevant. Dafür gibt die GKK jährlich circa $250 \cdot 10^6$ Euro aus. Das ist um 20% mehr als für Arztkosten. Es gibt zwei Arten von Medikamenten: rezeptpflichtige und nicht rezeptpflichtige.

Der Weg um an rezeptpflichtige Medikamente zu kommen:



Die Daten der Datenauswertung können jedoch nicht als die gesamte Menge der konsumierten Arzneimittel angenommen werden, da es nicht rezeptpflichtige Arzneimittel gibt und die in dieser Statistik nicht vorkommen und außerdem werden einige Medikamente nicht eingenommen, obwohl sie verschrieben worden sind. Diese werden kurz als „Nachtkastl-Medikamente“ bezeichnet. Diese sind logischerweise dann auch im Wasser nicht enthalten, da sie von niemandem eingenommen worden sind.

UKH Linz

Besuch im UKH

Dozent Kröpfl hielt für uns einen Vortrag zum Thema „Schmerzmittel und Antibiotika im Krankenhaus- wo und wofür werden sie eingesetzt“

Gebiete der Unfallchirurgie:

- Behandlung von frischen Verletzungen
- Behandlung von Folgezuständen nach Unfällen
- Rehabilitation

Das neue Linzer Unfallkrankenhaus wurde nach 3jähriger Bauzeit 2005 eröffnet und löste somit das 1951 eröffnete 1. UKH ab.

Einige Daten zum neuen UKH:

- 155 Betten
- 9 Intensivbetten
- 3 Verbrennungs-Intensivplätze
- 6 Intermediate care Betten
- 64 Ärzte
- 230 Schwestern & Pfleger
- 450.000 Patienten pro Jahr
- 5.500 Operationen
- Gesamtkosten für Bau und Einrichtung 175Mio.€

Ein großes Einsatzgebiet für Schmerzmittel sind die häufigen „normalen“ Knochenbrüche. Wenn ein Patient mit einem Knochenbruch eingeliefert wird bekommt er zuerst Schmerzmittel und den akuten Schmerz zu senken. Nach ca. einer Stunde in denen der Knochen wieder in die richtige Position gebracht wurde und eingegipst kann er auch schon wieder entlassen werden. Für zu Hause bekommt er ein Rezept für Schmerzmittel, denn natürlich sind nach der Behandlung noch nicht alle Schmerzen beseitigt.

Heute nimmt man aber mehr und mehr Abstand vom Gips und man kann viele Knochenbrüche besser heilen und stabilisieren indem man sie mit Hilfe von Nägel und Schrauben fixiert. Titan macht es sogar möglich die Schrauben und Nägel bei mehr und mehr Fällen im Körper zu lassen, was den Vorteil hat, das man keinen neuerlichen Eingriff benötigt um diese wieder zu entfernen. Der Patienten kann dank dieser Methode auch nach einem Oberschenkelhalsbruch nach 1 bis 3 Tagen wieder aus dem Bett aufstehen, jedoch hat er dabei noch Schmerzen und diese werden wiederum mit Schmerzmittel bekämpft. Durch das rasche Aufstehen-Können ist die Gefahr einer Lungenentzündung wesentlich geringer. Vor 100 Jahren war eine Lungenentzündung für viele Menschen schon das Todesurteil. Dank Antibiotika kann man aber den Schleim der sich bei einer Lungenentzündung in der Lunge ansetzt bekämpfen und ziemlich schnell ist man wieder geheilt.

Bei Unfällen und Verbrennungen sind Antibiotika und Schmerzmittel aus der Medizin nicht mehr wegzudenken. Noch an der Unfallstelle bekommt der Verletzte Schmerzmittel per Infusion. Antibiotika werden bei einer Operation präventiv gegeben, um zu vermeiden, dass Bakterien und Keime weitere Krankheiten verursachen. Antibiotika und Schmerzmittel haben in der modernen Medizin einen enorm wichtigen Platz - ohne sie ginge es nicht.