

2

**Grundlagen der
Mikrobiologie
und Infektionslehre**



V. Buchrieser, T. Miorini

Überarbeitete Version 2015

Inhalt:

1	ZIEL DES UNTERRICHTES:	3
2	ÄNDERUNGEN ZU VORVERSIONEN	3
3	GRUNDLAGEN DER MIKROBIOLOGIE	4
3.1	Was sind Mikroorganismen?	4
3.2	Vorkommen von Mikroorganismen	5
3.3	Bakterien	5
3.3.1	Vermehrung von Bakterien	11
3.4	Viren	12
3.5	Pilze	13
3.6	Einzeller	13
3.7	Prionen	14
4	INFEKTIONSLEHRE	15
4.1	Wie kommt es zu Infektionen?	15
4.2	Nosokomiale Infektionen	16
4.2.1	Nosokomiale Infektionserreger (NIE)	16
4.3	Grundmodell für die Übertragung von Infektionskrankheiten Fehler! Textmarke nicht definiert.	
4.3.1	Infektionsquellen	18
4.3.2	Infektionswege	19
4.3.3	Infektionsziele	20
5	ÜBUNGEN UND DEMONSTRATIONEN	21
6	LITERATUR	21

Soweit in diesem Skriptum personenbezogene Ausdrücke verwendet werden, umfassen sie Frauen und Männer gleichermaßen (Mitarbeiterin/Mitarbeiter, Patient/Patientin)

Grundlagen der Mikrobiologie und Infektionslehre

1 Ziel des Unterrichtes:

Der Teilnehmer/die Teilnehmerin soll im Rahmen des Unterrichtes folgende grundlegende Kompetenzen erwerben:

- Kann die Mikroorganismen-Gruppen nennen
- Kennt die wichtigsten Eigenschaften der MO-Gruppen
- Kann günstige Vermehrungsbedingungen für Bakterien nennen
- Kennt die Geschwindigkeit der Vermehrung von Bakterien
- Kann einige bakterielle Infektionskrankheiten nennen
- Weiß, was Bakteriensporen sind
- Kennt die Vermehrungsbedingungen für Viren
- Kann einige virale Infektionskrankheiten nennen
- Kennt das Infektionsmodell
- Kennt einige wichtige Infektionsquellen und Überträger
- Kann Erreger von Krankenhausinfektionen benennen
- Kennt Maßnahmen um Krankenhausinfektionen zu vermeiden

2 Änderungen zu Vorversionen

Ergänzung der Unterrichtsziele (Kap. 1) und Beispiele für Übungen und Demonstrationen (Kap. 5).

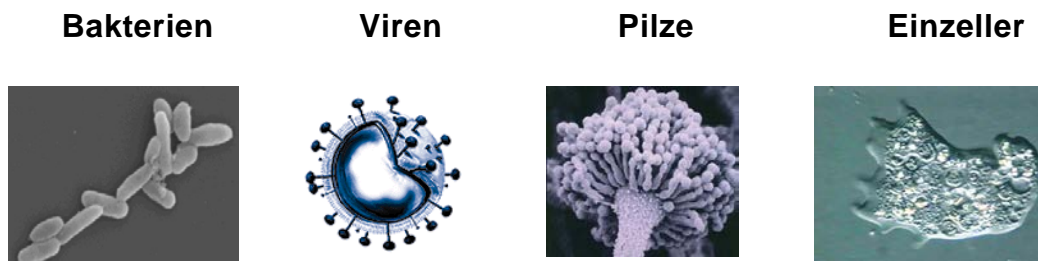
3 Grundlagen der Mikrobiologie

Mikrobiologie ist die Lehre von den Mikroorganismen (Kleinstlebewesen).

3.1 Was sind Mikroorganismen?

Mikroorganismen sind winzig kleine Lebewesen, die man mit freiem Auge nicht sehen kann, sichtbar werden sie erst unter dem Mikroskop (ab ca. 1000 facher Vergrößerung).

Es gibt 4 Gruppen von Mikroorganismen:



Allen Mikroorganismen (= Mikroben, „Keime“) ist gemeinsam, dass man sie weder sehen noch riechen, fühlen oder schmecken kann. Und genau das macht die Sache so schwierig. Für unser Auge saubere Dinge können mit vielen Mikroorganismen behaftet sein, z.B. unsere Hände.

Der Mensch unterteilt die Mikroorganismen in nützliche und schädliche (sprich, alles was uns Menschen nützt, ist nützlich, alles was uns schadet, ist schädlich).. Es gibt viele verschiedene Bakterien, Viren, Pilze und Einzeller, viele kennen wir noch gar nicht, die meisten sind weder nützlich noch schädlich für uns Menschen.

Nur ein kleiner Teil der Mikroorganismen ist krankmachend (= pathogen), der Großteil ist nicht krankmachend (= apathogen)

➤ Mikroorganismen sind winzig kleine Lebewesen, die man nur unter dem Mikroskop sehen kann. Es gibt Bakterien, Viren, Pilze und Einzeller. Manche können Krankheiten hervorrufen, andere wiederum sind für uns Menschen nützlich.

3.2 Vorkommen von Mikroorganismen

Mikroorganismen kommen überall in der Natur vor.

Auch unter scheinbar lebensfeindlichen Bedingungen (extreme Kälte, Hitze oder Trockenheit) können manche Mikroorganismen überleben und sich sogar vermehren.

Es gibt kaum einen Ort auf der Welt, wo wir keine Bakterien finden, selbst in Geysiren (heißen Quellen z.B. in Island) hat man Mikroorganismen gefunden, ebenso wie im Ewigen Eis der Polargebiete.



Im Eis eines antarktischen Sees haben US-Forscher fast 3000 Jahre alte Bakterien und Algen gefunden. "Als wir sie ein bisschen erwärmt haben, sind sie wieder zum Leben erwacht", erklärte der Leiter der Forschungsexpedition, Peter Doran von der Universität von Illinois.

➤ Mikroorganismen findet man z.B. in der Erde, in und auf Lebewesen, im Wasser, in der Luft.....

3.3 Bakterien

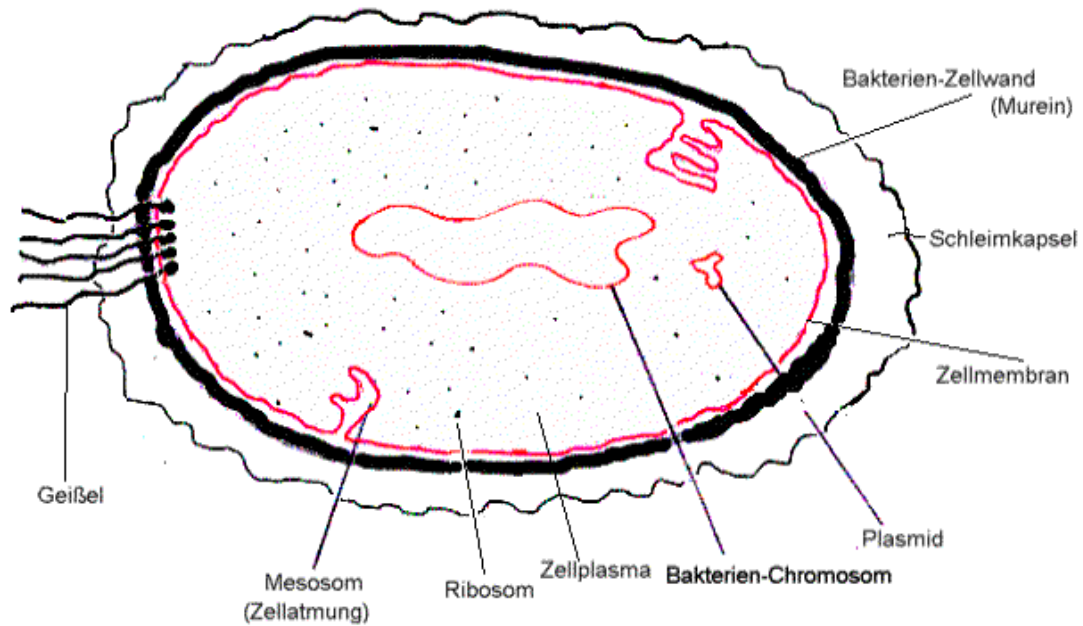
- **Bakterien sind mikroskopisch klein**

Sie sind etwa ein Tausendstel Millimeter groß, d.h. man müsste 1000 Bakterien wie bei einer Perlenkette auffädeln, um einen Millimeter zu erhalten.

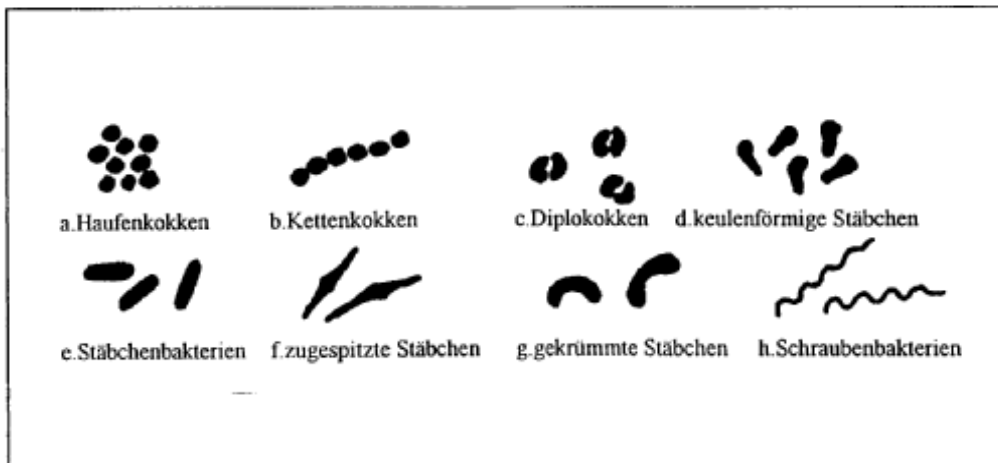
Das Mikroskop muss tausendfach vergrößern können, damit man das Bakterium einen Millimeter groß sieht.



- **Bakterien bestehen aus einer einzigen Zelle**



- **Es gibt viele verschiedene Bakterienarten,**



Man kann Bakterien durch ihre Form unterscheiden, man unterscheidet Kugelbakterien (Kokken) von stäbchenförmigen und schraubenförmigen Bakterien

- **Bakterien müssen wie jedes andere Lebewesen Nahrung aufnehmen.**

- **Bazillen sind eine Bakterienart**

In der Umgangssprache wird in manchen Ländern statt „Bakterien“ häufig der Begriff „Bazillen“ verwendet. Bazillen sind eine bestimmte Art von Bakterien und zwar die erste Gattung, die als Erreger einer Krankheit entdeckt wurde (Milzbrand, entdeckt durch Robert Koch). Also, alle Bazillen sind Bakterien, aber nicht alle Bakterien sind Bazillen. Es verhält sich ähnlich wie beim Cleenex. Landläufig wird das Wort Cleenex für Einmal-Papiertücher verwendet. Sprich, jedes Cleenex ist ein Papiertuch, aber nicht jedes Papiertuch ein Cleenex

- Bakterien sind mikroskopisch klein und bestehen aus einer einzigen Zelle
- Bakterien müssen wie jedes andere Lebewesen Nahrung aufnehmen
- Es gibt viele verschiedene Bakterien
- Bazillen sind eine Bakteriengattung

- **Manche Bakterien sind Überlebenskünstler und können sich in Sporen verwandeln.**

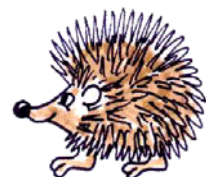
Den Begriff „Sporen“ kennen wir von den Pilzen, Pilzsporen sind sozusagen die Samen der Pilze, Bakteriensporen sind etwas gänzlich anderes und haben mit den Pilzsporen nicht das geringste zu tun.



Manche Bakterien können sich in Sporen verwandeln. Bei ungünstigen Lebensbedingungen kapselt sich das Bakterium ab und überdauert die schlechten Bedingungen. Diese Überlebenskünstler bezeichnet man als Sporenbildner.

Unter Bedingungen, unter denen die normale Bakterienzelle abstirbt, kann die Spore meist überleben und sehr lange Zeit (im Extremfall sogar Jahrhunderte) überlebensfähig bleiben. Findet die Spore geeignete Lebensbedingungen vor, so kann sie sich wieder zu einer Bakterienzelle zurückverwandeln.

Man könnte Bakteriensporen mit einem Igel im Winterschlaf vergleichen. Wenn es dem Igel im Herbst zu kalt wird und er keine Nahrung mehr findet, sucht er sich einen Laubhaufen, in diesem übertaucht er die kalte Jahreszeit. Ein weiterer Vergleich wäre die Schildkröte, die sich in ihren Panzer zurückzieht.



Normale Bakterienzellen sind hitzeempfindlich, die meisten sterben bei Temperaturen von über 60 °C ab. Bakteriensporen können nur durch sehr hohe Temperaturen, z.B. im Sterilisator abgetötet werden.

Beispiele für Sporenbildner sind die Erreger von Milzbrand, Gasbrand und Tetanus.

- Manche Bakterien sind Überlebenskünstler und können sich in Sporen verwandeln
- Bakteriensporen sind etwas gänzlich anderes als Pilzsporen
- Bakteriensporen können nur durch sehr hohe Temperaturen abgetötet werden (Sterilisator)
- Bakterien, die Sporen bilden können, bezeichnet man als Sporenbildner (z.B. Erreger von Milzbrand, Gasbrand und Tetanus)

• **Manche Bakterien können Giftstoffe bilden.**

Eine weitere Besonderheit mancher Bakterienarten ist die Fähigkeit, Gifte, sog. Toxine zu produzieren. Diese Gifte sind die Ausscheidungen von Bakterien und können den Menschen schädigen.



Beispiel: Das stärkste von Bakterien produzierte Gift ist das Botulinustoxin. 1 Milligramm (1/1000stel Gramm) dieses Giftes würde ausreichen um 6 Millionen Meerschweinchen zu töten.

Lebensmittelvergiftungen werden durch Toxine von bestimmten Bakterien z.B. Staphylococcus aureus hervorgerufen.

• **Bakterien sind fast überall anzutreffen**

Bakterien können in fast jedem Milieu (Luft, Erde, Wasser) vorkommen. Bestimmte Lebensbedingungen sind aber besonders günstig für diese Lebewesen und fördern eine rasche Vermehrung.



Günstige Lebensbedingungen für Bakterien sind:

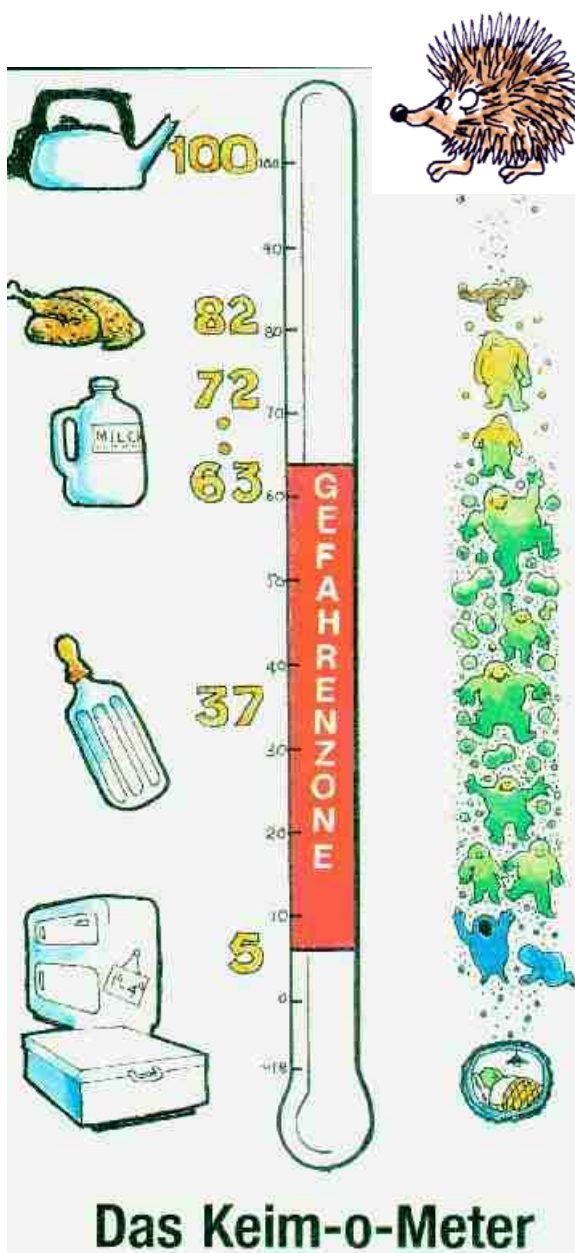
- * **Feuchtigkeit**
- * **Wärme**
- * **gutes Nährstoffangebot**

z.B: feuchte Wischtücher, Feuchtstellen (Wasserhähne), ungekühlte Speisen

Ungünstige Lebensbedingungen für Bakterien sind :

- * **Trockenheit**
- * **Hitze**
- * **Kälte**
- * **Kein Nährstoffangebot**

z.B: Kühlschrank, Tiefkühltruhe, Abkochen, Pasteurisieren



Bakteriensporen können nur durch sehr hohe Temperaturen abgetötet werden (zB Dampfsterilisator 134 °C / 3min)

Normale Bakterienzellen sind hitzeempfindlich, die meisten sterben bei Temperaturen von über 60 °C ab

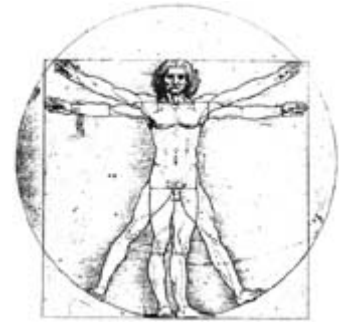
Kälte kann Bakterien nichts anhaben, jedoch je nach Temperatur findet keine oder nur langsame Vermehrung statt

Man könnte sagen, Bakterien „schlafen“ in der Tiefkühltruhe

Im Menschen leben viele Bakterien

Auch auf und in unserem Körper leben Bakterien, ohne dass wir krank werden. Die Anzahl dieser Bakterien übersteigt die Anzahl unserer Körperzellen etwa um das 10-fache.

In unserem Darm kommen beispielsweise mehr als 100 verschiedene Bakterienarten vor. In jedem Gramm Stuhl sind bis zu 10 Milliarden Bakterien. (z.B. *Escherichia coli*, Klebsiellen, Enterokokken...)



- **Manche Bakterien können Krankheiten verursachen**

Es gibt sehr viele verschiedene Bakterienarten, aber nur wenige können beim Menschen Krankheiten hervorrufen..

Beispiele für Krankheiten, die von Bakterien verursacht werden: Salmonellose, Typhus, Harnwegsinfekte (Blasenentzündung), Wundeiterungen, Scharlach, Tuberkulose...

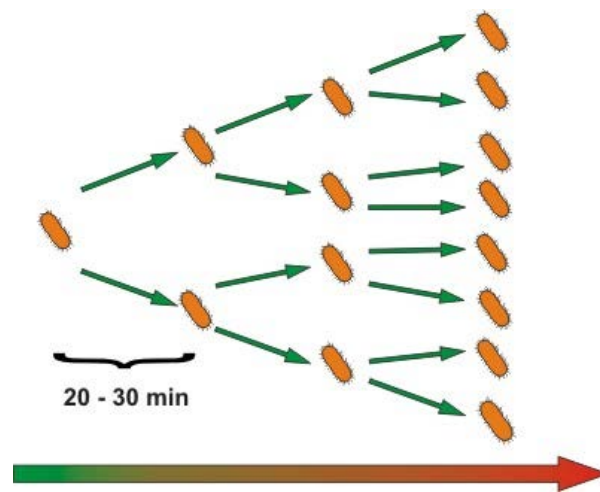
- Bakterien sind fast überall anzutreffen
- Günstige Vermehrungsbedingungen: Wärme, Feuchtigkeit, gutes Nährstoffangebot
- Ungünstige Vermehrungsbedingungen: Kälte, Hitze, Trockenheit, kein Nährstoffangebot
- Bakteriensporen können nur durch sehr hohe Temperaturen abgetötet werden (Sterilisator)
- Normale Bakterienzellen sind hitzeempfindlich, die meisten sterben bei Temperaturen ab 60-70 °C ab
- Auch auf und im Menschen leben viele Bakterien
- Manche Bakterien können Krankheiten verursachen

3.3.1 Vermehrung von Bakterien

Bakterien vermehren sich durch Teilung. Aus einer Mutterzelle entstehen 2 Tochterzellen, es gibt also keine Mama- und Papa- Bakterien Die Teilungszeit richtet sich nach der Bakterienart und den Umweltbedingungen.

Beispiel: Eine Zelle des Darmbakteriums *Escherichia coli* teilt sich bei optimalen Bedingungen etwa alle 20 –30 min.

Bei dieser Vermehrungsgeschwindigkeit können aus einer einzigen Bakterienzelle innerhalb von wenigen Stunden mehrere Millionen weiterer Zellen gebildet werden.



Bei 2 Teilungen pro Stunde:	
Ausgangspunkt	1 Zelle
1 Stunde	4 Zellen
2 Stunden	16 Zellen
5 Stunden	4.096 Zellen
10 Stunden	1,048.576 Zellen
17 Stunden	17.179,869.184 Zellen
Nach 17 Stunden entstehen aus einer einzigen Zelle	
17 Milliarden 179 Millionen 869 Tausend 184 Bakterienzellen	

➤ **Bakterien vermehren sich enorm schnell**

3.4 Viren

Viren sind noch viel kleiner als Bakterien (0,000.0018 bis 0,000.030 mm). Sie sind selbst in einem normalen Mikroskop nicht sichtbar. Um Viren zu sehen, benötigt man ein hochkompliziertes Elektronenmikroskop.

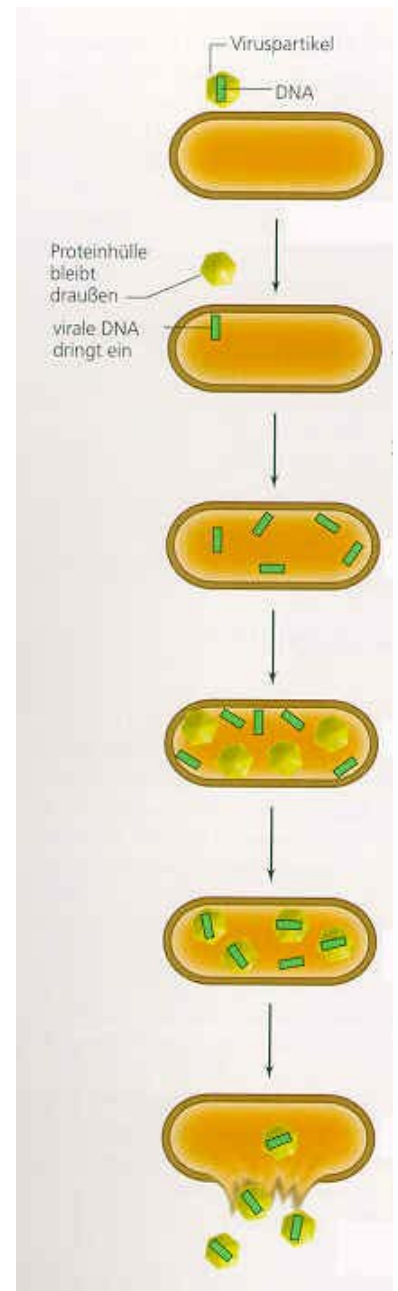
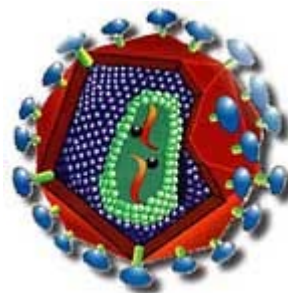


Im Gegensatz zu den anderen Mikroorganismen sind Viren keine selbstständigen Lebewesen. Sie haben keine eigene Zelle und können sich alleine nicht vermehren. Um sich vermehren zu können, müssen sie in eine fremde Zelle eindringen. Dabei programmieren sie diese Zelle derart um, dass die Zelle ihre eigentliche Aufgabe vergisst und nur noch Viren produziert. Man kann sich das so ähnlich vorstellen wie bei einem Computervirus. Dieser kann sich auch nur vermehren, wenn er in einen anderen Computer eingedrungen ist und programmiert diesen um.

Viren kommen ähnlich wie Bakterien in Flüssigkeiten und Luft, vor allem aber in Zellen vor. Ausserhalb von Zellen haben sie eine begrenzte Lebensdauer.

Viren sind gegenüber Kälte sehr widerstandsfähig, Hitze tötet sie aber rasch ab.

Beispiele für Viruserkrankungen:
Influenza, Hepatitis A,B,C, Polio, AIDS...



- Viren (Einzahl: das Virus) zählen nach klassischer biologischer Sichtweise nicht zu den Lebewesen, da sie sich ohne fremde Hilfe nicht fortpflanzen können.
- Viren sind -vereinfacht gesagt- so etwas wie "Zellpiraten": Sie dringen in Zellen ein und programmieren diese für ihre Zwecke um.
- Manche Viren erzeugen beim Menschen harmlose Krankheiten, andere wiederum Krankheiten, die zum Tode führen können, z. B. AIDS.

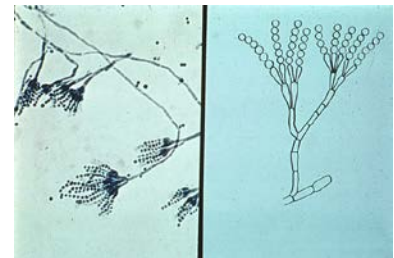
3.5 Pilze

Pilze unterscheiden sich von Bakterien vor allem durch ihre Größe, Pilze sind weit größer als Bakterien. Weiters sind die Pilzzellen etwas anders aufgebaut als die Bakterienzellen. Biologen würden sagen, sie verfügen über einen echten Zellkern.

Pilze kommen weltweit vor und leben entweder vom Abbau abgestorbener organischer Stoffe (zB Holz) oder als Schmarotzer (Parasiten) auf Pflanzen, Tieren und Menschen.

Von den mehr als 100.000 Pilzarten können nur wenige beim Menschen Krankheiten verursachen (z.B. Fuß-, Nagel- oder Hautpilze), Pilze können aber durch Bildung von Giftstoffen (Toxinen) auch Lebensmittel verderben.

Manche Pilze sind für den Menschen sogar sehr nützlich, so kann man beispielsweise aus dem Schimmelpilz *Penicillium* das Antibiotikum Penicillin gewinnen.



Hefen (= Sprosspilze): Hefen zählen zu den Pilzen.



Für den Menschen haben sie einerseits wirtschaftliche Bedeutung (z.B. Germteig, Bierbrauerei), aber sie können auch (meist bei schlechter Abwehrlage) Krankheiten hervorrufen.

Der bekannteste Vertreter der Hefen im medizinischen Bereich ist *Candida albicans*, der Soor-Pilz. Diese Pilze besiedeln häufig Nasen,-Rachen- und Mundraum und leben dort, ohne dass man erkrankt, sie können aber auch (vor allem bei Säuglingen) zu Soor-Erkrankungen („Mund-Soor“, „Windel-Soor“) führen.

- Einige Pilze verursachen Krankheiten, andere sind nützlich
- Penicillin kann aus dem Schimmelpilz *Penicillium* gewonnen werden

3.6 Einzeller

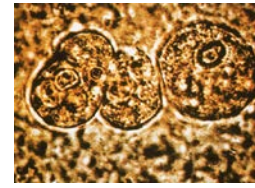
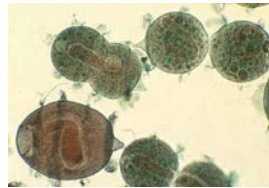
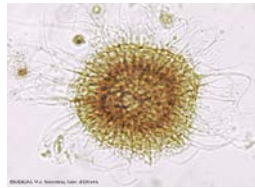
Man gliedert das Tierreich in Einzeller (Urtierchen) und Vielzeller. Einzeller findet man fast überall, wo Wasser ist. Sie sind ein wichtiger Bestandteil des Planktons und Bewohner aller Lebensräume, die genügend feucht sind.

Wir kennen z.B.:

Geißeltierchen, Wurzelfüßer,

Wimperntierchen,

Amöben.....



Manche Einzeller können Krankheiten hervorrufen, dazu gehören die Schlafkrankheit, die Amöbenruhr und die Malaria, also viele der sog. Tropenkrankheiten.

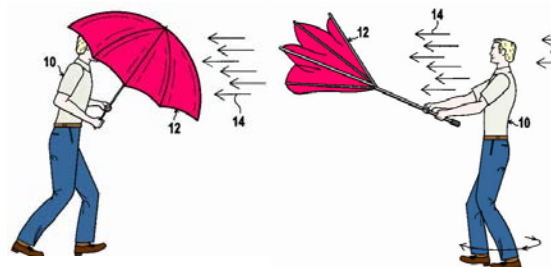
- Einzeller leben in unseren Gewässern
- Sie haben als Krankheitserreger vor allem in den warmen Regionen der Welt Bedeutung

3.7 Prionen

Prionen sind eigentlich keine Mikroorganismen, sondern infektiöse Eiweisskörper. Prionen gelten als die Erreger der sogenannten transmissiblen spongiformen Encephalopathien (TSE), (d.h. übertragbare schwammartige Gehirnerkrankung), also BSE beim Rind, Scrapie beim Schaf und Creutzfeld-Jakob-Krankheit (CJK) beim Menschen. Die durch die orale (durch den Mund) Aufnahme von BSE-Erregern ausgelöste Erkrankung stellt eine neue Variante der CJK (=vCJK) dar.

CJK tritt weltweit mit einer jährlichen Häufigkeit von etwa 1-2 Fällen/Million Einwohner auf und ist gekennzeichnet durch eine lange Inkubationszeit (Zeit von der Ansteckung bis zum Ausbruch der Krankheit), kurzem klinischem Verlauf und immer tödlichem Ausgang. CJK-Patienten leiden an variablen neurologisch-psychiatrischen Krankheitsbildern mit Demenz bis zum völligen geistigen Verfall.

Die Erreger sind „krankhaft gefaltete“ Formen von „normalen“ Eiweisskörpern (Prionen) im Zentralnervensystem. Man kann sich das wie einen umgedrehten Schirm vorstellen, in der Regel tut er gute Dienste, dreht er sich um stehen wir im Regen, sprich normalerweise leisten diese



Proteine gute Dienste, aber wenn sie sich anders falten, schaden sie uns. Prionen sind besonders widerstandsfähig gegen physikalische (Temperatur) und chemische Einwirkungen. Bisherige Studien belegen eine starke Haftbarkeit von Prionen an metallischen Oberflächen. Diese Eigenschaften erschweren die Reinigung und Desinfektion von mit Prionen verunreinigten Instrumenten, wodurch besonders bei Instrumenten aus der Neurochirurgie und der Augenheilkunde bei Verdacht auf CJK spezielle Dekontaminationsmaßnahmen erforderlich sind (siehe CJK-Richtlinie des Gesundheitsministeriums).

4 Infektionslehre

4.1 Wie kommt es zu Infektionen?

Infektion: Krankheitserreger dringen in den menschlichen Körper ein und vermehren sich.

Von Infektionskrankheit spricht man, sobald Symptome vorhanden sind.

Die Zeit zwischen Infektion und dem Auftreten von Symptomen nennt man „Inkubationszeit“.

Z.B.: Tröpfcheninfektion: Diese Art der Ansteckung ist bei den Schnupfenviren weit verbreitet. Die Übertragung der Krankheitserreger erfolgt über winzige Tröpfchen aus Nasensekret, in denen es von Viren nur so wimmelt. Beim Niesen oder Naseputzen werden sie mit den Tröpfchen aus der Nase in die Luft gesprüht und von anderen Menschen eingeatmet. Nun können sie die Nasenschleimhaut ihres neuen „Opfers“ besiedeln.



Niedere Temperaturen führen dazu, dass das Immunsystem beeinträchtigt ist, daher erfolgt im Winter leichter eine Infektion mit z.B. Schnupfenviren.



Grundvoraussetzung für eine Infektion ist ein Krankheitserreger (Bakterien, Viren, Pilze, Einzeller). Ein Mikroorganismus alleine kann keine Krankheit verursachen, der Ausgangspunkt ist immer eine Infektionsquelle. In der Infektionsquelle vermehrt sich der Krankheitserreger. Sprich, wie Wasser aus einer Quelle sprudeln aus der Infektionsquelle die Krankheitserreger.

Der Erreger muss durch Übertragung sein Infektionsziel (z.B. Mensch) erreichen.

Dies kann direkt durch Kontakt mit der Infektionsquelle oder indirekt z.B: über Hände, Kleidung, Luft etc. geschehen.

4.2 Nosokomiale Infektionen

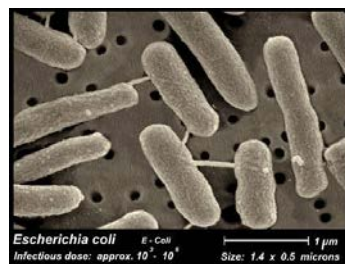
Nosokomiale Infektion (=Krankenhausinfektion): Infektion, die ein Patient im Krankenhaus bekommt

Der wesentliche Unterschied zwischen Infektionen außerhalb des Krankenhauses und nosokomialen Infektionen ist, dass der **Patient** durch seine Grunderkrankung in der Regel **wesentlich infektionsanfälliger ist als der gesunde Mensch.**

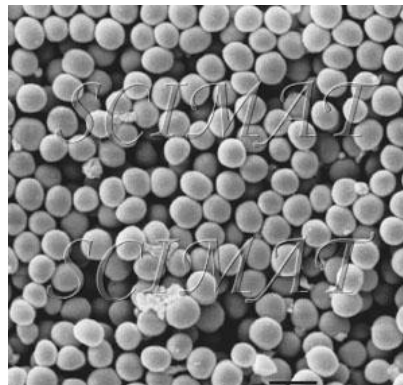
4.2.1 Nosokomiale Infektionserreger (NIE)

Die häufigsten Erreger von Krankenhausinfektionen (= nosokomiale Infektionen) sind *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* und *Pseudomonas aeruginosa*.

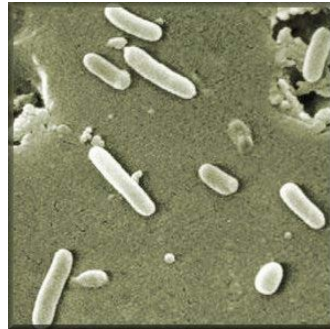
Escherichia coli (Darmbakterium): häufigster Erreger von Harnwegsinfektionen



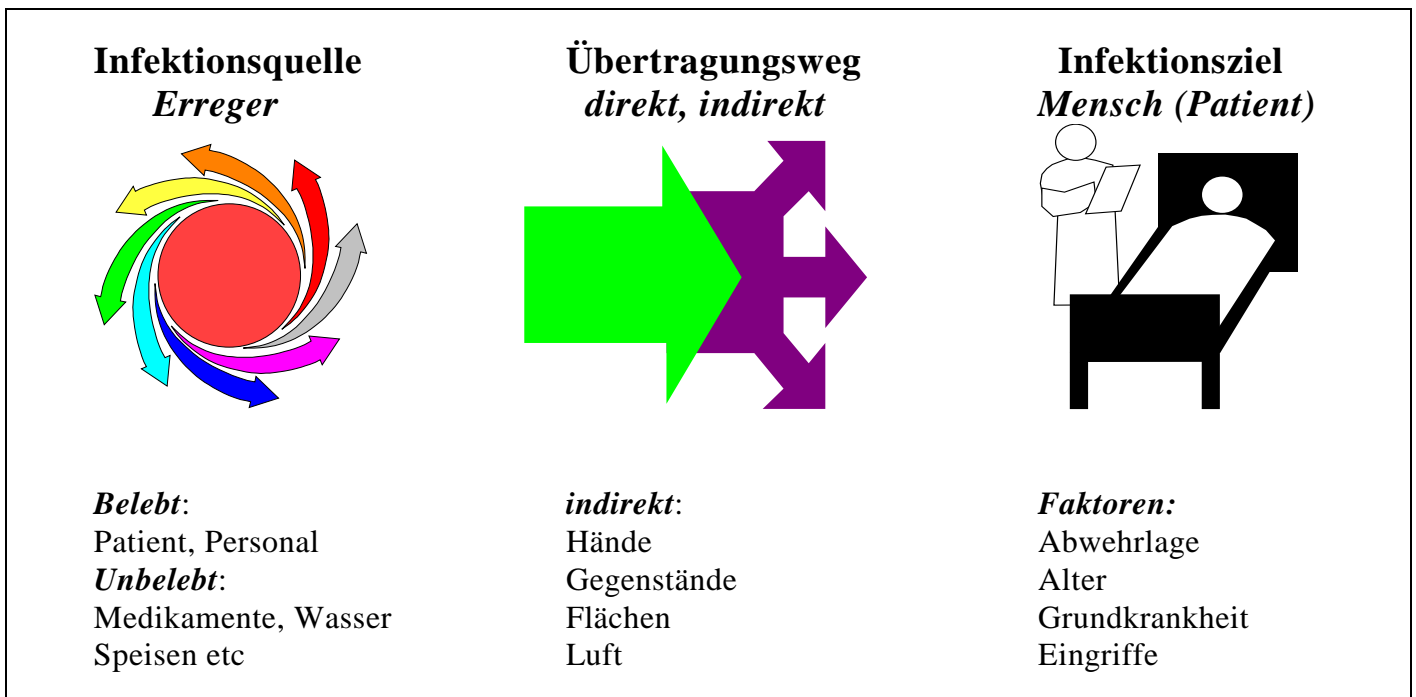
Staphylococcus aureus (Haut- und Schleimhautkeim): typischer Eitererreger und damit häufigster Erreger von Wund- und Hautinfektionen



Pseudomonas aeruginosa (Feuchtkeim): einer der häufigsten Erreger von Lungeninfektionen auf Intensivstationen.



4.3 Das Infektionsmodell



4.3.1 Infektionsquellen

INFEKTIONSQUELLE: Ausgangspunkt eines Infektionserregers, der sich dort vor seiner Verbreitung vermehrt. Dieser Ausgangspunkt kann entweder der Mensch selbst sein oder kann außerhalb liegen, wobei die Infektionsquelle belebt oder unbelebt sein kann.

Die wichtigsten Infektionsquellen sind:

Der Mensch stellt mit seinen eigenen Mikroorganismen (Darm, Vagina, Haut, Infektionsherde) die wichtigste belebte Infektionsquelle dar, z.B. Harnwegsinfekte durch die eigenen Darmkeime oder Scharlachübertragung durch Tröpfcheninfektion.

Keimträger: sind Personen, die - ohne selbst krank gewesen zu sein - Krankheitserreger ausscheiden.

Dauerausscheider: sind Personen, die nach einer durchgemachten Krankheit zwar gesund sind aber noch Infektionserreger ausscheiden (z.B. nach Salmonellen-erkrankung).



Besonders bei nosokomialen Infektionen (=Krankenhausinfektionen, s. unten) stellt das Krankenhauspersonal als Keimträger eine wichtige Infektionsquelle dar. z.B. *Staphylococcus aureus* (Eitererreger) kommt bei etwa einem Drittel der Bevölkerung im Nasen-Rachenraum vor.



Tiere: Auch Tiere können Infektionsquellen sein: z.B. Tollwutinfektion durch Bissverletzung oder Salmonelleninfektion durch ungenügend gegartes Hühnerfleisch. Man spricht hier von Zoonosen, das sind vom Tier auf den Menschen übertragbare Infektionen.



Wasser: ist sowohl Infektionsquelle für typische Wasserbakterien wie Legionellen oder Pseudomonaden, als auch Infektionsquelle durch Verunreinigungen, die ins Wasser gelangen (z.B. Typhusinfektion durch Verunreinigung mit Fäkalien).

Nahrung: in Speisen können sich eine Vielzahl von Mikroorganismen vermehren, sie stellen Infektionsquellen für bakterielle Infektionen (z.B. Salmonelleninfektion durch mit Ei zubereitete und unzureichend erhitzte Speisen) dar.



4.3.2 Infektionswege

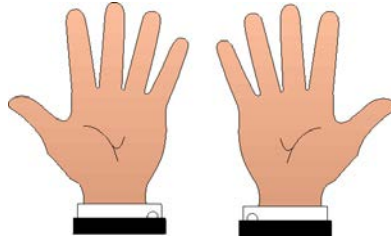
Ein Patient kann seine eigene Infektionsquelle sein und Infektionserreger z.B. *Staphylococcus aureus* aus dem Nasen-Rachenraum durch Schmierinfektion in eine Wunde bringen. Man spricht in diesem Fall von „endogener“ Infektion (d.h. die Infektionsquelle liegt im Patienten).

An Schmierinfektionen ist oft auch das Krankenhauspersonal beteiligt, wenn es medizinische und pflegerische Maßnahmen nicht unter entsprechenden Hygienemaßnahmen durchführt. Wenn also die Infektionserreger von außen an den Patienten herangebracht werden, spricht man von „exogener“ Infektion.

Direkte Übertragungswege sind durch direkten Kontakt des Menschen mit der Infektionsquelle gegeben (Beispiel: Arzt operiert mit eitrigem Finger). Andererseits kann eine Tröpfcheninfektion zu einer direkten Übertragung führen (Beispiel: Husten, Niesen).

Die indirekte Übertragung von Krankheitserregern geschieht z.B. über Hände (Beispiel: Keine ausreichende Händehygiene nach dem Toilettengang)

Unter den zahlreichen im Krankenhaus möglichen Übertragungswegen sind die **Hände des Personals** die wichtigsten.



Weitere Überträger sind beispielsweise Kleidung, Instrumente, Flächen...

Für die Keimübertragung gilt allgemein:

Je seltener Gegenstände Kontakt mit dem Patienten haben und je weiter sie von ihm entfernt sind, umso geringer ist das von ihnen ausgehende Infektionsrisiko.

4.3.3 Infektionsziele

Das Infektionsziel ist in unserem Fall der kranke Mensch also der Patient, dessen Immunsystem durch seine Grunderkrankung mehr oder weniger geschwächt ist. Man spricht hier von einer Immunsuppression. Die Stärke dieser Abwehrschwäche ist wiederum abhängig von der Art der Erkrankung, vom Alter, von der Art und Dauer der medizinischen Eingriffe, der Medikation....

Daher sind die häufigsten nosokomialen Infektionserreger (s. oben) sogenannte fakultativ pathogene Erreger, d.h. sie sind in aller Regel nur für abwehrgeschwächte Menschen gefährlich.

5 Übungen und Demonstrationen

Folgende Übungen bzw. Demonstrationen können nach Möglichkeit in den Unterricht einfließen:

- Mathematische Spielereien mit Bakterien (siehe Anhang)
- Arbeiten mit den Arbeitsblättern im Anhang
- Händedesinfektion mit fluoreszierendem HD-Mittel und UV-Box
- Kontaktkulturen von Händen bzw. Gegenständen (können 2-4 Tage später demonstriert werden)
- Mikroskopieren von Grampräparaten von Bakterien und Pilzen
- Bakterienkulturen auf verschiedenen (Selektiv-) medien
- Filmvorführungen

6 Literatur

Bankl: Hygiene, Mikrobiologie und Infektionskrankheiten, 3. Aufl. 1991

Möse J. R.: Hygiene und Mikrobiologie für Krankenpflege, Infektionsbekämpfung, Umweltschutz. Verlag Styria. 2000

Mathematische Spielereien mit Bakterien

Rechenbeispiele können dazu beitragen, eine Vorstellung von der Vermehrungsgeschwindigkeit der Bakterien zu bekommen und uns ins Staunen zu versetzen.

Alle Beispiele sind mit den Grundrechnungsarten zu bewältigen. Ein Taschenrechner leistet wertvolle Dienste, manche Rechner haben jedoch leider nicht genügend Stellen.

1)

Nehmen wir an, der Mensch würde sich genauso rasch fortpflanzen wie Bakterien, nach wievielen Stunden wäre aus einem 100-Einwohner-Dorf eine Millionenstadt geworden? (Bakterien teilen sich unter günstigen Bedingungen etwa alle 30 Minuten)



2)

Alle 30 Minuten entsteht eine neue Bakteriengeneration. Wieviele Generationen entstehen in einer Woche?



3)

In welcher Zeitepoche würde unser Vorfahre leben, der 336 Generationen vor uns geboren wurde. (Nehmen Sie einen Generationswechsel von 25 Jahren an.)

Britannien wird vom Europäischen Festland abgetrennt. Ursache ist das Abschmelzen der Gletscher und der damit verbundene Anstieg des Meeresspiegels. Es ereignet sich ein gewaltiger Erdbeben bei Storegga in Südwest-Norwegen. Siedlungen in Schottland werden überflutet. Der Bosphorus wird überflutet. Salzwasser bricht in das Schwarze Meer ein und lässt den Meeresspiegel um mehr als 100 Meter ansteigen. Zahlreiche Siedlungen an den Ufern werden überflutet. Vermutlich stellt diese Katastrophe einen historischen Hintergrund der Sintflut im Gilgamesch-Epos und in der Bibel dar. Im Mittelmeerraum herrscht Monsun-Klima. Bewässerung von Feldern in Mesopotamien. Keramik in Mehrgarh, Südasien, Landwirtschaft im Niltal, Ägypten, Kultivierung von Reis in Asien, Erfindung des Rades, Erfindung des Pfluges, Gründung von Tempeln in Süd-Mesopotamien.

Anhand dieses Beispiels lässt sich auch demonstrieren, warum Bakterien so anpassungsfähig sind und z.B. Resistenzen relativ rasch entstehen. So sind heute bereits 70 - 80 % der Staphylokokken gegen das 1945 erstmals eingesetzte Penicillin (1928 entdeckt von Sir Alexander Fleming) resistent.

4)

Nach 17 Stunden sind bei guten Bedingungen aus einem Bakterium 17 Milliarden entstanden. Nehmen Sie an, ein Bakterium hätte 1 Gramm. Wieviele Kilo oder Tonnen wären entstanden? Nehmen Sie weiter an, ein Auto wiegt eine Tonne und ist 4,5 m lang, wie lange wäre der Stau?



5)

Sie verlassen um 4 Uhr nachmittags Ihren Arbeitsplatz, leider vergessen Sie das nasse Wischtuch, auf welchem sich 10.000 Bakterien befinden. Wieviele Bakterien erwarten Sie, wenn Sie am nächsten Tag um 6 Uhr zum Dienst kommen?



6)

Nach 17 Stunden sind bei guten Bedingungen aus einem Bakterium 17 Milliarden entstanden. Nehmen Sie an, Sie hätten 17 Milliarden Euro in 1 Euro-Münzen und wollten diese zählen. Pro Sekunde zählen Sie eine Münze, wie lange würden sie brauchen? (Bitte zuerst schätzen, dann rechnen.)



Arbeitsblatt Bakterien 1

Warum verderben Nahrungsmittel, warum verrottet z.B. Laub?



Warum verderben Lebensmittel im Tiefkühlschrank nicht?



Warum halten Lebensmittel im Kühlschrank länger?



Warum verderben Lebensmittel an der Sonne rasch?



Warum halten Konserven praktisch ewig?



Warum hält roher Reis praktisch ewig?



Arbeitsblatt Bakterien 2

Bitte geben Sie an, wo sie glauben, dass Bakterien vorkommen und versuchen Sie, die Anzahl, sowie Gefahr oder Nutzen für den Menschen einzuschätzen

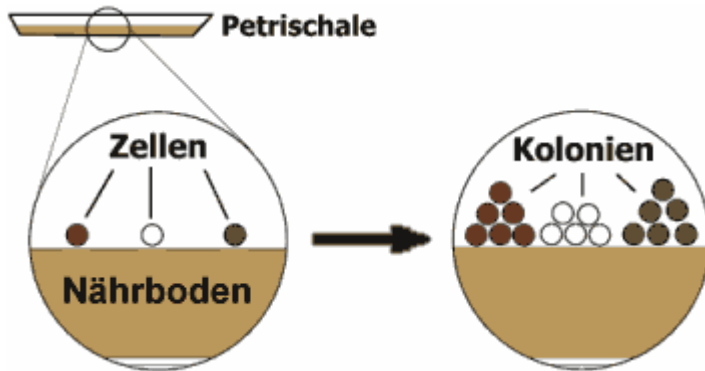
Hinweis: gemeint ist der jeweilige Urzustand (z.B. Semmel direkt aus dem Backofen ist steril) bzw. Normalzustand (z.B. der gesunde Mensch). Mehrfachantworten sind möglich.

Vorkommen von Bakterien im Normalzustand	nein	ja	viele	eher wenige	gefährlich	nützlich
Hände						
Harn						
Eitrige Wunde						
Stuhl						
Sputum (Speichel)						
Haut						
Blut						
Leitungswasser						
Joghurt						
Rohmilch						
Rindsuppe						
Rohes Geflügel						
Eier						
Konserve						
Semmel						
Flusswasser						
Erde						
Fußboden						
gereinigte Fläche						
Waschbecken						
chir. Instrument						
Türschnalle						
Münzen						
Luft						

Arbeitsblatt: Kontaktkulturen (Abklatsche)

- Im Labor kann man Bakterien züchten**

Im mikrobiologischen Labor werden Bakterien gezüchtet und genau bestimmt, damit das richtige Medikament ausgewählt werden kann.



- Es soll nun untersucht werden, wo sich Bakterien befinden**



Auf dem Abklatsch (Kontaktkultur) befindet sich ein Nährboden (Nahrung für die Bakterien).

Nachdem der Abklatsch genommen wurde, wird er bei 37 °C über 48 Stunden in einem Wärmeschrank (= Brutschrank) bebrütet.

Vorschläge für abzuklatschende Stellen:	Ergebnis, Bemerkungen
Hand vor der Desinfektion	
Hand nach der Desinfektion	
Stirn	
Fußboden	
Klobrille	
Geldschein	
Fensterscheibe	