



Grundlagen der Mikrobiologie und Infektionsverhütung

Niels Miorini, MSc

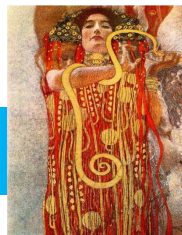
1

Aufgaben und Ziel der Hygiene



Gesundheit zu erhalten
- körperlich, seelisch, geistig und sozial -

Krankheiten
vorzubeugen



Hygiea: griech. Göttin der Gesundheit

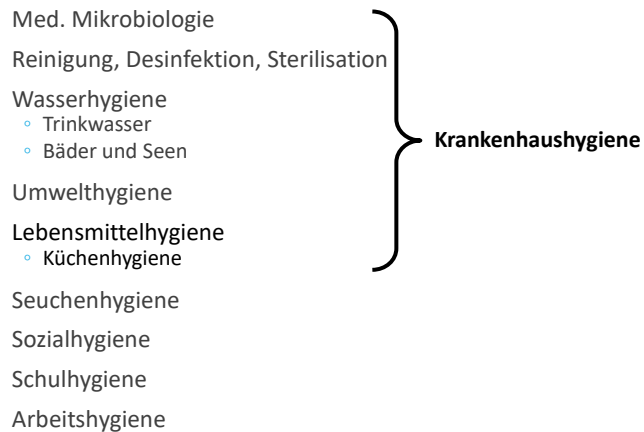
Entstehung und Ausbreitung
von Krankheiten zu verhindern

Einflüsse der Umwelt auf die Gesundheit des Menschen zu prüfen und
Maßnahmen zu ergreifen die ihr Wohlergehen fördern

Hygiene erfordert interdisziplinäre
Zusammenarbeit !!!

2

Teilgebiete der Hygiene



3

Hygiene im Gesundheitswesen



Schutz des Patienten
in Einrichtungen
des Gesundheitswesens
vor **zusätzlichen**
Erkrankungen
= nosokomiale Infektionen od.
Health care associated infections (HAI)

4

Hygiene im Gesundheitswesen



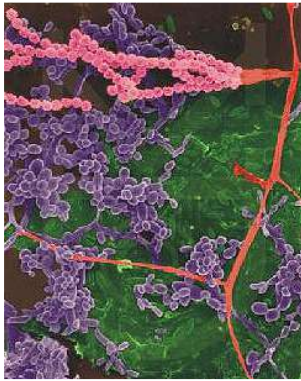
- Schutz der Dienstnehmer in diesen Arbeitsbereichen und die
- Vermeidung von Schädigungen der Umwelt durch diese Institutionen.

5

Mikrobiologie

6

Mikroorganismen



Bakterien und Pilze auf
einem Schneidbrett

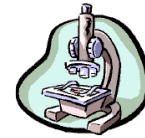
Mikroskopisch kleine Organismen
(0,01 - 0,000.0018 mm)

Viren

Bakterien

Pilze

Protozoen



Nicht sinnlich wahrnehmbar

Ubiquitäres Vorkommen

nützliche / schädliche MO

pathogene / apathogene MO

7

Vorkommen von Mikroorganismen



Überall in der Natur

in der belebten und unbelebten
Umwelt

sogar unter scheinbar
lebensfeindlichen Bedingungen
(extreme Hitze, Kälte,
Trockenheit)



8

Viren

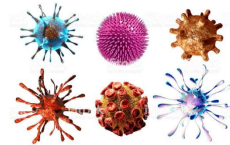


Größe: 18 - 300 nm (1 nm = 0,000.001 mm)

RNA oder DNA als Erbsubstanz

keine selbständigen Lebewesen:

- kein eigener Stoffwechsel,
- Vermehrung nur innerhalb einer Wirtszelle



Keine Anreicherung außerhalb des Körpers

Geringe Überlebenszeit außerhalb des Körpers

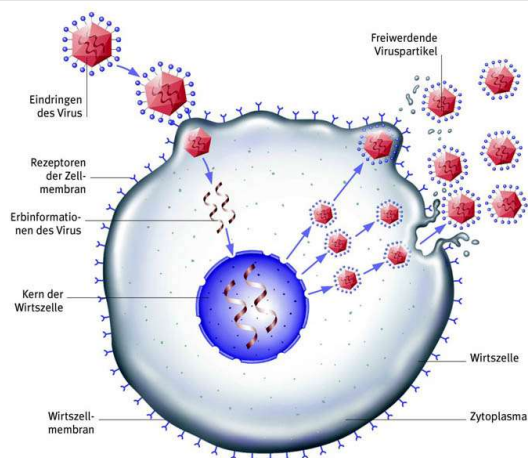
- Rhinoviren: Hände - 20min, Arbeitsflächen - 6h

Vorkommen: Erde, Flüssigkeiten, Luft, v.a. in Zellen

kälteunempfindlich, empfindlich gegenüber Hitze

9

Virusvermehrung



10

Viren



FSME-Virus „Zeckenimpfung“

Influenza „Grippevirus“

„Kinderkrankheiten“

- Masern, Mumps, Röteln, Varicellen

Erreger von Brech-Durchfällen:

- Rotaviren, Noroviren

Für den Personenschutz relevante Viren:

- Hepatitis B, Hepatitis C, HIV
- Übertragung: Kontakt, Aerosole (z.B. Masern, COVID), Lebensmittel (z.B. Norovirus), Blut (HIV)



11

Virusübertragung



Über infektiöse Körperflüssigkeiten

- Blut: Hepatitis B, Hepatitis C, HIV, ...
- Speichel, Liquor: Tollwut

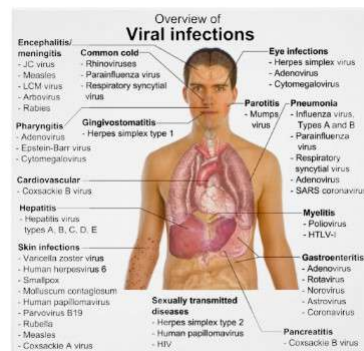
Tröpfcheninfektion

- Influenza, Rhinoviren, ...

Nahrungsmittel

- Hepatitis A, Noroviren, ...

Kontakt- und Schmierinfektion



12

Viren - Inaktivierung und Infektionsschutz



Viren sind sehr **Kälteresistent**

Hitzeempfindlich:

- $\geq 90^\circ\text{C}$ inaktivieren Viren (RDG-I)

viruswirksame
Desinfektionsmittel

- viruzid: gegen unbehüllte Viren
- Begrenzt Viruzid: gegen behüllte Viren

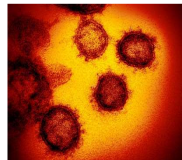
Infektionsschutz:

- Kontaktvermeidung
- Schutzimpfung
- Schutzausrüstung



13

COVID-19



ERREGER: CORONA-VIREN

Weltweit im **Tierreich** weit verbreitet

Erreger leichter **Erkältungskrankheiten** bis hin zu schweren Lungenerkrankungen (MERS, SARS, COVID)

SARS-CoV-2: Behülltes RNA-Virus

Neue Varianten: vermutlich **ansteckender** aber keine schwereren Krankheitsverläufe

- B.1.1.7: britische Variante
- B.1.351: südafrikanische Variante
- B.1.1.28.P1: brasilianische Variante

Personen mit **erhöhtem Risiko:** alte Menschen, immungeschwächte Personen

- Letalität bei Personen < 50 J: ca. 0,1%
- Letalität bei Personen > 80 J: ca. 10%

ÜBERTRAGUNG UND SCHUTZMAßNAHMEN

Mensch zu Mensch: Respiratorische **Sekrete** und **Speichel**, andere Körperflüssigkeiten und Ausscheidungen

Schutzmaßnahmen

Händehygiene intensivieren (waschen, desinfizieren)

Mund-Nasen-Schutz (FFP-2 **Masken**)

Häufiges **Lüften**

Vermeiden Sie direkten Kontakt zu kranken Menschen

Impfung

Weitere Informationen: AGES

14

Pilze (Mikroorganismen)



Größe: 5 - 10 μm

Organismen mit echtem Zellkern

Pilzformen:

Zellverbände = Hyphen: Vermehrung durch Sporen
z.B. Schimmelpilze

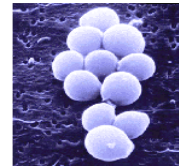
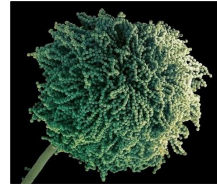
Einzelzellen = Hefen: Vermehrung durch Sprossung

Meistens **nützlich**: Abbau abgestorbener Substanzen,
Bierbrauerei, Bäckerhefe, Antibiotikaproduzenten (Penicillin)

Nur wenige Arten sind **humanpathogen**

z.B. *Candida albicans* - Soor-Pilz

Aspergillus fumigatus



15

Schimmel - Pilze

Manche Pilzarten können Gifte
bilden = **Mykotoxine**

gesundheitsschädigende Wirkung,
meist **Krebs** erregend

Lebensmittel sind meist vollständig
mit dem **Pilzgeflecht** durchzogen

verschimmelte Lebensmittel
daher **entsorgen** !!!



16




Schimmelflecken
am Mauerwerk

Allergene Wirkung

Sanierung erforderlich !!

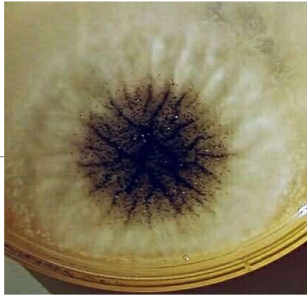
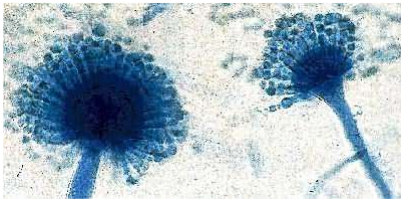
Hinter Möbeln?

**Kontrollen nach
Sanierung?!**

17

Aspergillus niger
z.B. auf verdorbenen Lebensmitteln

Schwere Erkrankungen
bei abwehrgeschwächten
Personen: **Aspergillose**


18

Dermatophyten

**Gattungen: *Epidermophyton*,
Trichophyton :**

häufige Erreger von **Fuß-
u. Nagelpilzen**

Übertragung: durch Kontakt
Mensch/Mensch, Mensch/Tier

Verursachen meist ,
oberflächliche Haut-, Haar- u. Nagelmykosen

Gemeinsames Merkmal: Fähigkeit zum Keratin-Abbau

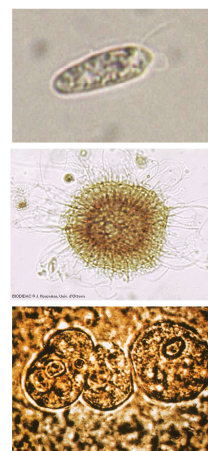


19

Einzeller („Urtierchen“)



- Größe: **0,001-0,01 mm**
- Einzellige Organismen mit eigenem Stoffwechsel
- Plankton, Feuchtbiootope
- Tropenkrankheiten:
 - Schlafkrankheit (Trypanosomen)
 - Amöbenruhr (Amöben)
 - Malaria (Plasmodien)
- Bei uns spielen Einzeller als Krankheitserreger kaum eine Rolle

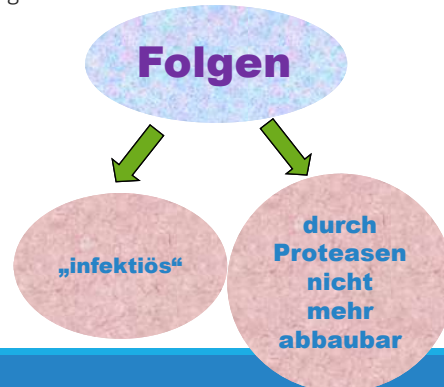
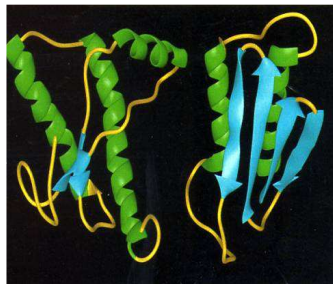


20

Prionen



- Eigentlich keine Mikroorganismen
- Körpereigenes Eiweiß (PrP): erzeugen keine Immunantwort
 - Mutation - Konfigurationsänderung in abnormale Form



21

Transmissible Spongiforme Encephalopathien (TSE)

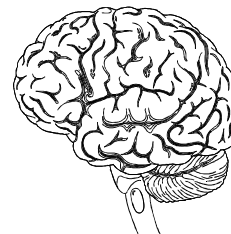


BSE beim Rind

- Scrapie (Schafe und Ziegen)
- Nerzencephalopathie (TME)
- CWD (Elche, Wapitihirsche)
- Katzenencephalopathie

beim Menschen

- Creutzfeld-Jakob-Krankheit (CJD)
- familiäre, genetische Variante: Gerstmann-Sträußler-Syndrom (GSS)
- Kuru



22

Creutzfeldt-Jakob-Krankheit (CJK)



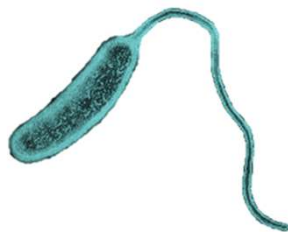
- ▶ weltweit verbreitet,
ca. 1-2 Fälle /1 Million Einwohner/ Jahr
- ▶ schwammartige Degeneration von Nervenzellen im
Zentralnervensystem (Gehirn)
- ▶ lange Inkubationszeit (Monate bis Jahrzehnte)
- ▶ Ausfallserscheinungen bis zu völligem geistigen Verfall
- ▶ Führt 2 Monate bis 2 Jahre nach Krankheitsbeginn zum Tode

PRIONEN als Hürde für die MP-Aufbereitung:
besonders **Hitze-resistent**
Besonders gute **Hafteigenschaften**



23

Bakterien



24

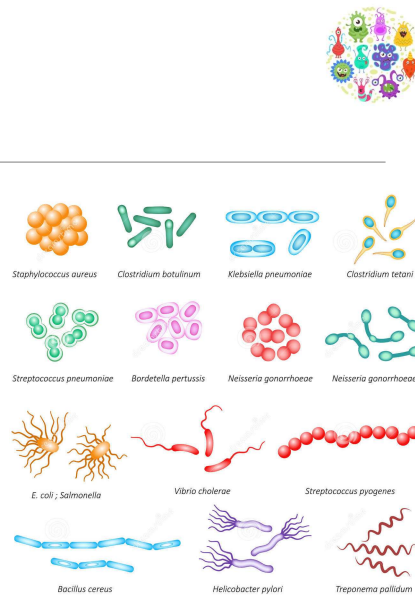
Bakterien

Größe: 0,001-0,005 mm
(1-5 μm)

Einzellige Organismen mit
eigenem Stoffwechsel

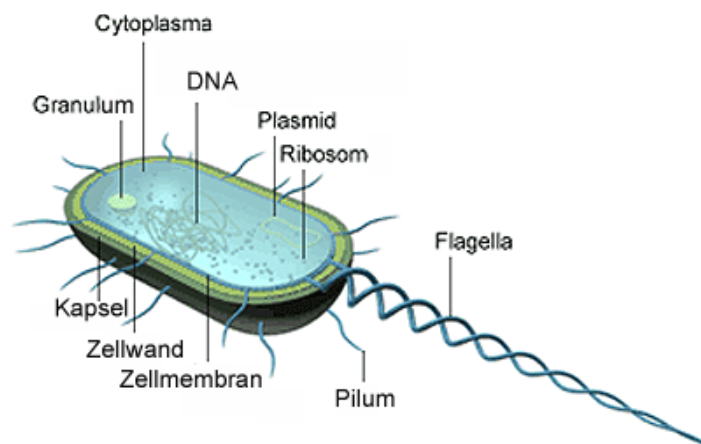
Vermehrung auch
außerhalb eines Wirtes
möglich !

Unterschiedlichste
Erscheinungsformen



25

Aufbau einer Bakterienzelle



26



Vorkommen von Bakterien

- in nahezu **jedem Milieu**:

Erde

Luft

Wasser

in / auf anderen Organismen

an „lebensfeindlichen“
Extremstandorten

Der Mensch ist dicht besiedelt!

Darminhalt:

- 10 Milliarden Keime / g

Hände:

- 100 - 1.000 Keime / cm²

Mund:

- über 1 Million / ml Speichel

27



Wichtige bakt. Erreger



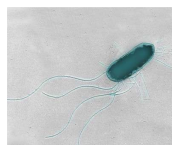
**Salmonella
typhimurium**



**Mycobacterium
tuberculosis**



**Pseudomonas
aeruginosa**



Escherichia coli



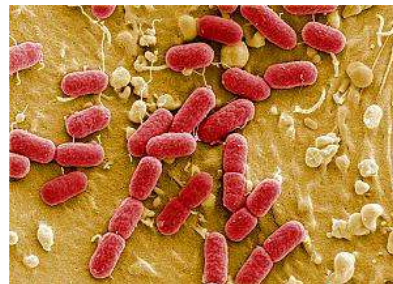
**Staphylococcus
aureus**

28



Escherichia coli

Unser gutes Darmbakterium.....
...hat auch 5 pathogene Varianten

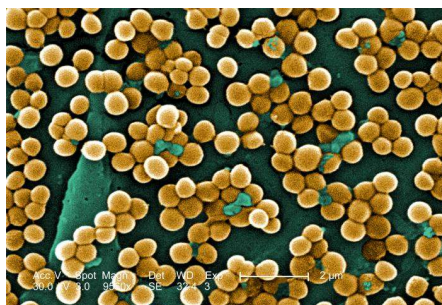


Entero Hämorrhagisches Escherichia coli: blutig Durchfälle

29



Staphylococcus aureus



30

Bazillen

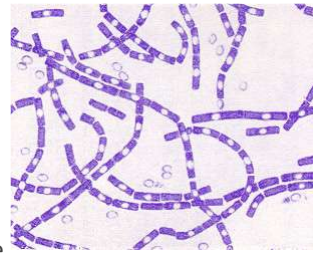


„Bazille“ = oft umgangssprachlich für „Bakterien“

Sporenbildende Bakterien

Eigentlich aber eine eigene Bakteriengattung

- *Bacillus anthracis* = Erreger des Milzbrand
- *Bacillus cereus* = Lebensmittelvergifter
- *Bacillus subtilis*, *B. stearothermophilis* = Testkeime
- Sporenbildende Bakterien



31

Bakterien - Sporen



Sporenbildner (gram pos.)

Dauerformen um ungünstige Bedingungen zu überleben

Resistenz gegenüber Hitze, Trockenheit, Desinfektionsmittel

Abtöten nur durch Sterilisation möglich

„Auskeimen“ in vegetative Zelle möglich

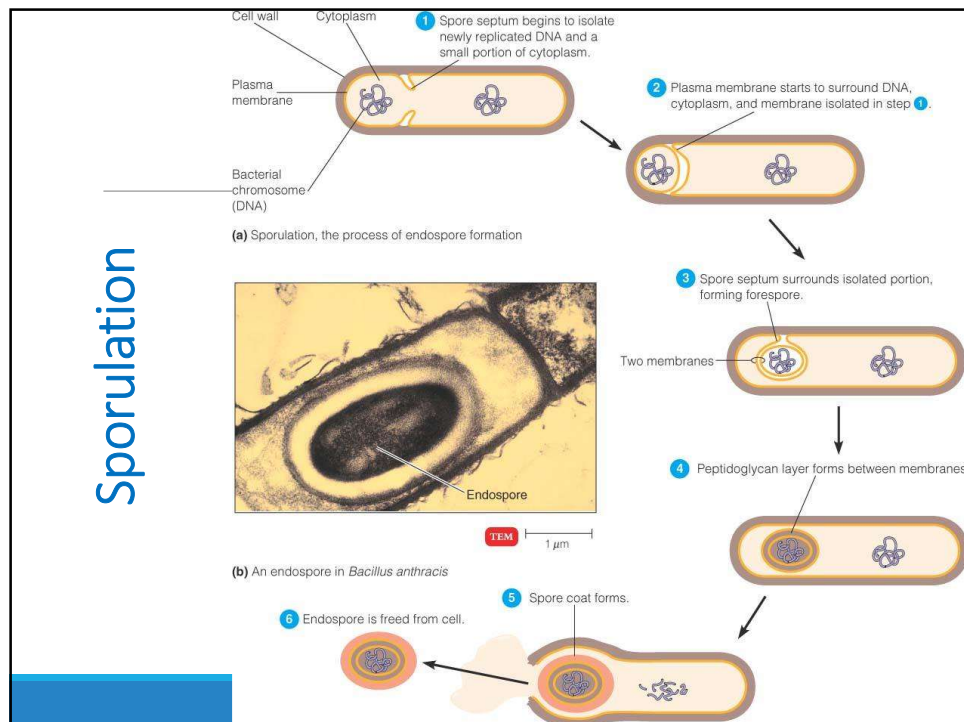


Copyright © 2004 Dennis Kunkel Microscopy, Inc.

Bacillus anthracis (700x)

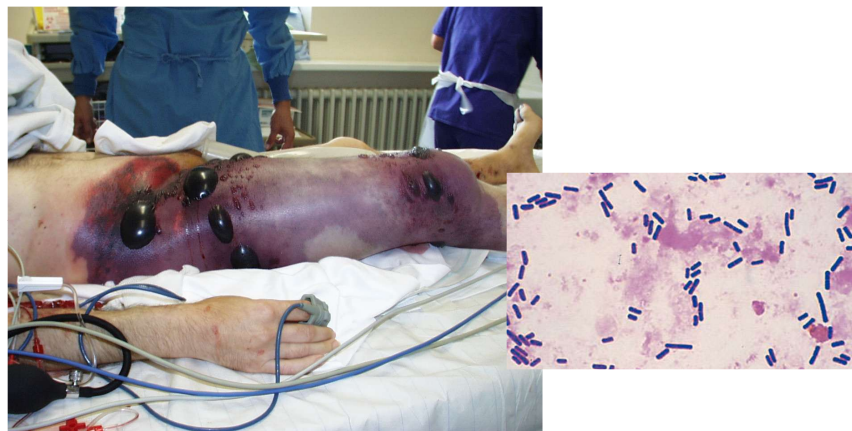
32

Sporulation



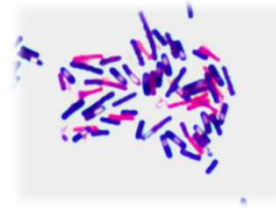
33

Clostridium perfringens = Gasbrand



34

Clostridium difficile



Sporenbildendes Bakterium

Geringe Anzahl im Darm

Infektionen in Zusammenhang mit vorangegangener Antibiotikatherapie

Erreger der **pseudomembranöse Collitis**,
Antibiotika-assoziiert Diarrhoe

Bildet Toxine: Toxin A, Toxin B, zusätzlichen binären
Toxins bei neuen hochvirulenten Ribotypen

Hohe Umweltresistenz



35

Bakterien - Toxine



Toxinbildner

Produktion von Giftstoffen

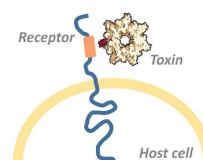
Bsp. **Botulinustoxin**

Lebensmittelvergiftungen

Toxine können hitzestabil sein



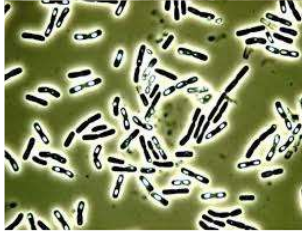
Clostridium botulinum
(1.750x)



C. Difficile-Toxin Bindung
an Rezeptor

36

Lebensmittelvergiftungen



Bacillus cereus



Staphylococcus aureus



Clostridium botulinum

37

Besondere Fähigkeiten von Bakterien - Kapselbildung



z.B. Klebsiella pneumoniae

kann Lungenentzündungen hervorrufen.

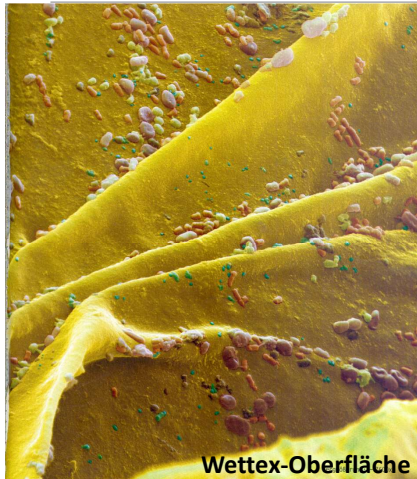
Die Zellen sind gegen Abwehrmaßnahmen des Wirts durch **Polysaccharid-Kapseln** geschützt, die auch den Kolonien das schleimige Aussehen verleihen.

Multiresistente Varianten: ESBL, 3MRGN, 4MRGN



38

Vermehrung von Bakterien



Besonders günstige
Lebensbedingungen:

Nährstoffe

Feuchtigkeit

Wärme

(Luftsauerstoff)

39

Ungünstige Lebensbedingungen



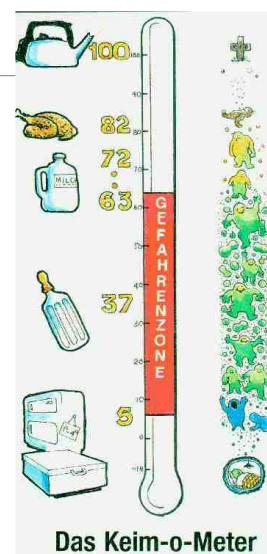
1 Fehlen von Nährstoffen

2 Trockenheit

3 Kälte

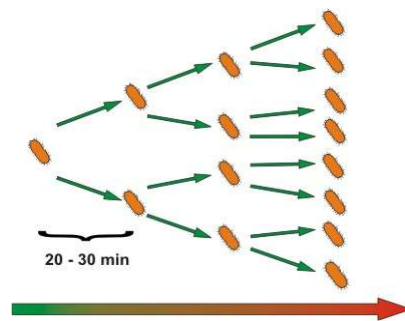
4 Hitze (>60°C)

(Kühlschrank, Tiefkühltruhe,
Abkochen, Pasteurisieren)



40

Vermehrung von Bakterien



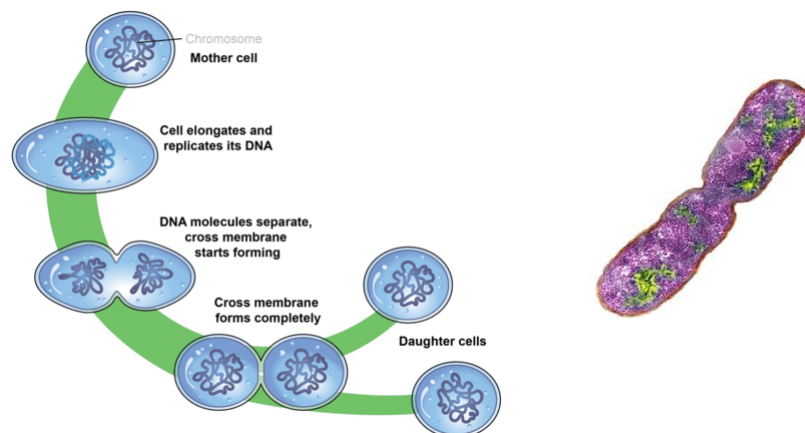
Bakterien vermehren sich durch **Zweiteilung**

Unter optimalen Bedingungen vermehren sich Bakterien enorm schnell

dadurch kann eine **Infektionsquelle** entstehen

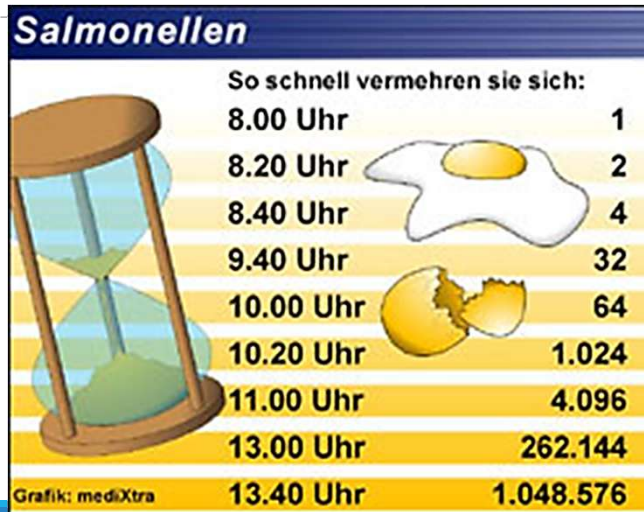
41

Zweiteilung



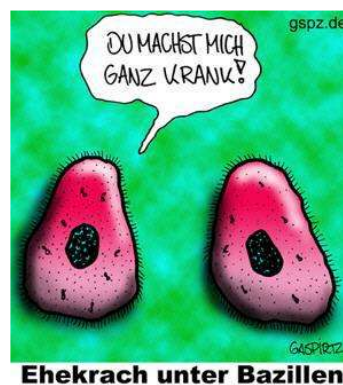
42

Vermehrung von Bakterien



43

Infektionsketten und Maßnahmen zur Infektionsvermeidung



44

Nosokomiale Infektion



Krankenhausinfektion,
od. „health care associated infection“ HAI

jede Infektion, die während eines KH-Aufenthaltes auftritt und deren Anzeichen bei der Aufnahme noch nicht vorhanden waren.

- Inkubationszeit-48h
- auch noch nach Entlassung !!

45

3 Mio. infizierte
Patienten jährlich

In Europa liegt die Infektionsrate stationärer
Patienten bei 7,7%



Nosokomiale Infektionen fordern
ca. 50.000 Tote im Jahr.



46

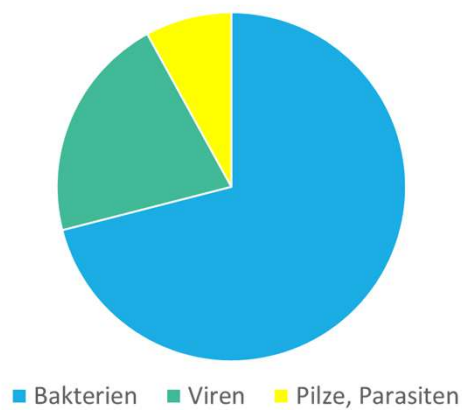
Wer ist bei uns schuld an den vielen Infektionen im GW?



Viren?
Pilze?
Einzeller?
Prionen?
Bakterien?

47

Wer ist schuld?



48

Häufigste Infektionen im Krankenhaus

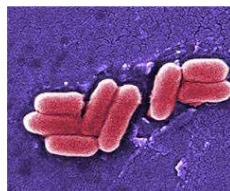


49

Häufigste nosokomiale Infektionen und deren Erreger



Harnwegsinfektionen (ca. 30%).....*E. coli*
 Wundinfektionen (ca. 20%).....*Staphylococcus aureus*
 Pneumonien (ca. 25%).....*Pseudomonas aeruginosa*
 Sepsis (ca. 10%).....*Staphylococcus aureus*



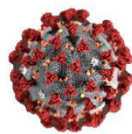
50

Infektionsmodell



Infektion: Eindringen eines Krankheitserregers in den menschlichen Körper, dessen Ansiedlung und Vermehrung, in weiterer Folge: Schädigung des Wirtes, Auslösen einer Immunreaktion >> **Infektionskrankheit**

Infektionsquelle



Erreger

Übertragungsweg

Infektionsziel



51

Infektionsmodell

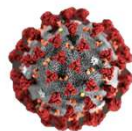


Ausgangspunkt für eine mögliche Infektion

Vermehrung der Krankheitserreger (MO)

Infektionsdosis: bestimmte Anzahl von Mikroorganismen ist für eine Infektion notwendig

Infektionsquelle



belebt / unbelebt

Übertragungsweg

Infektionsziel



52

Infektionsdosis



Erreger	Typ	Infektionsdosis (ID ₅₀)	Übertragungsweg	Bemerkung
Escherichia coli (EHEC)	Bakterium	10–100 Zellen	Fäkal-oral (Lebensmittel, Wasser)	Sehr geringe Dosis ausreichend
Salmonella enterica	Bakterium	10 ³ –10 ⁶ Zellen	Fäkal-oral (Lebensmittel)	Abhängig von Serotyp & Immunstatus
Vibrio cholerae	Bakterium	10 ⁴ –10 ⁸ Zellen	Wasser, Lebensmittel	Hohe Dosis wegen Magensäure notwendig
Shigella spp.	Bakterium	10–100 Zellen	Fäkal-oral	Sehr infektiös
Mycobacterium tuberculosis	Bakterium	1–10 Erreger	Tröpfcheninfektion	Sehr geringe Dosis reicht aus
Norovirus	Virus	10–100 Virenpartikel	Fäkal-oral, Kontakt	Extrem infektiös
Rhinovirus	Virus	~100 Virenpartikel	Tröpfchen, Schmierinfektion	Häufigster Erreger der "Erkältung"
Influenza-Virus	Virus	~1000 Virenpartikel	Tröpfcheninfektion	Saisonale Schwankungen
SARS-CoV-2	Virus	~100–1000 Virenpartikel	Tröpfchen, Aerosole	Dosis je nach Variante unterschiedlich
Hepatitis A-Virus	Virus	~10 ⁴ Virenpartikel	Fäkal-oral (v.a. über Nahrung)	Sehr stabil in der Umwelt
HIV	Virus	~1000–10.000 Partikel	Blut, Sexualkontakt	Nur bei direktem Kontakt infektiös

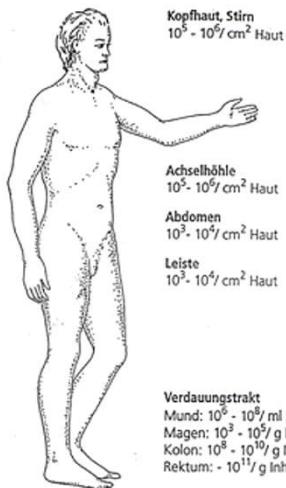
53

Nasen-Rachen-Raum
10⁶ - 10⁹ / ml Sekret

Sternum, Rücken
10⁴ - 10⁵ / cm² Haut

Hände
10² - 10³ / cm² Haut

Arme, Beine
10² - 10³ / cm² Haut



Belebte Infektionsquelle Mensch



54



Mensch als Infektionsquelle

Keimträger: Personen, die - ohne selbst krank gewesen zu sein- Krankheitserreger ausscheiden
(z.B. Hepatitis B-Träger, Staph. aureus-Besiedelung).

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

Personal im Gesundheitswesen: wenn eine Infektions-erkrankung vorliegt (z.B. Streptokokkenangina beim Pflegepersonal) oder Träger von Krankheitskeimen ist (*Staph. aureus* in der Nase)

55



Infektionsquellen

Belebte Materie

Patient selbst
anderer Patient
stationseigenes **Personal**
stationsfremdes Personal
Besucher

Häufig



Selten

Unbelebte Materie

wässrige Lösungen:
◦ Infusionen, Tropfen
Speisen
Kosmetika
Warmwasser
Kaltwasser
Desinfektionsmittel

56



Unbelebte Infektionsquellen

Wasser:

- Infektionsquelle für typische Wasserkeime wie **Legionellen** und **Pseudomonaden**
- Infektionsquelle durch Verunreinigungen, z.B.
Typhusinfektion durch **Fäkalien**
- Wässrige Lösungen für medizinische Anwendungen

57



Mögliche Infektionsquellen: Wässrige Lösungen

Wässrige Lösungen für medizinische Zwecke
können verkeimen und stellen dann eine große
Infektionsgefahr dar !!

- Wasser in Beatmungsgeräten
- Spüllösungen
- Infusionen
- Tropfen

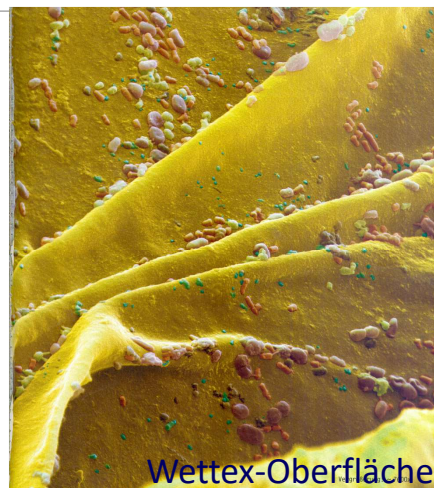
Pseudomonas aeruginosa



7.3.2001

58

Mögliche unbelebte Infektionsquellen: kontaminierte Gegenstände, Oberflächen

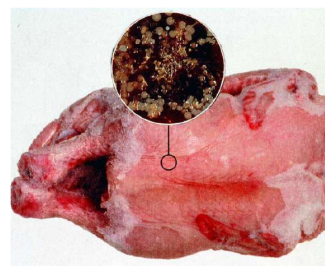


59

Nahrungsmittel als Infektionsquelle



- Nahrungsmittel können entweder Krankheitserreger **direkt** enthalten:
zB. Eier – Salmonellen
- oder als „**Nährboden**“ für MO dienen:
zB. Salmonellen im Kartoffelsalat



60

Infektionsziel



Abwehrlage

Grunderkrankung

Alter

Eingriffe



Einflussfaktoren, die eine Infektion begünstigen



61

Unterschiede Infektion - nosokomiale Infektion



Anfälligkeit des Infektionsziels:

Patienten sind durch ihre Grunderkrankung in der Regel wesentlich **infektionsanfälliger** als Gesunde.

62

Übertragungswege



63

Übertragungsweg - DIREKT

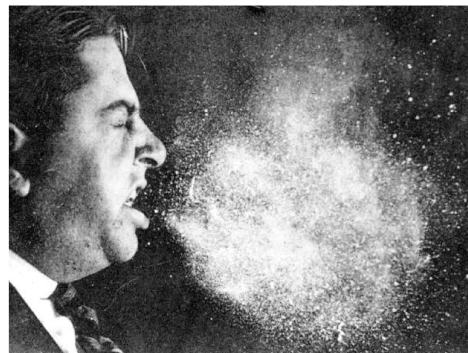


direkter Kontakt des Menschen mit der Infektionsquelle

Schmierinfektion

Tröpfcheninfektion
(z.B. Husten, Niesen)

Hautkontakt



64

Übertragungsweg - INDIREKT



durch **Transportvehikel**
(**Hände**, Kleidung, Speisen,
Luft, Insekten, Wasser)

**Hände sind die wichtigsten
Übertragungsvehikel !**



65

Vehikel für Infektionserreger



WICHTIG

Hände

Berufsbekleidung

Gegenstände & Medien mit Kontakt zu
Wunden

Gegenstände mit Patientenkontakt an
weniger Infekt gefährdeten Stellen

Speisen

Luft

Patientenferne Oberflächen

UNWICHTIG

66

Nosokomiale Infektionen

=krankenhauserworbene Infektionen



Infektionsquelle

häufig **endogen**: Körperflora des Patienten

exogen: belebte oder unbelebte Materie

Häufigster Übertragungsweg
(bis zu 80%)

Hände des Personals !!!

67

Das A und O

Standard – Hygiene Maßnahmen...

Aber was heißt das?

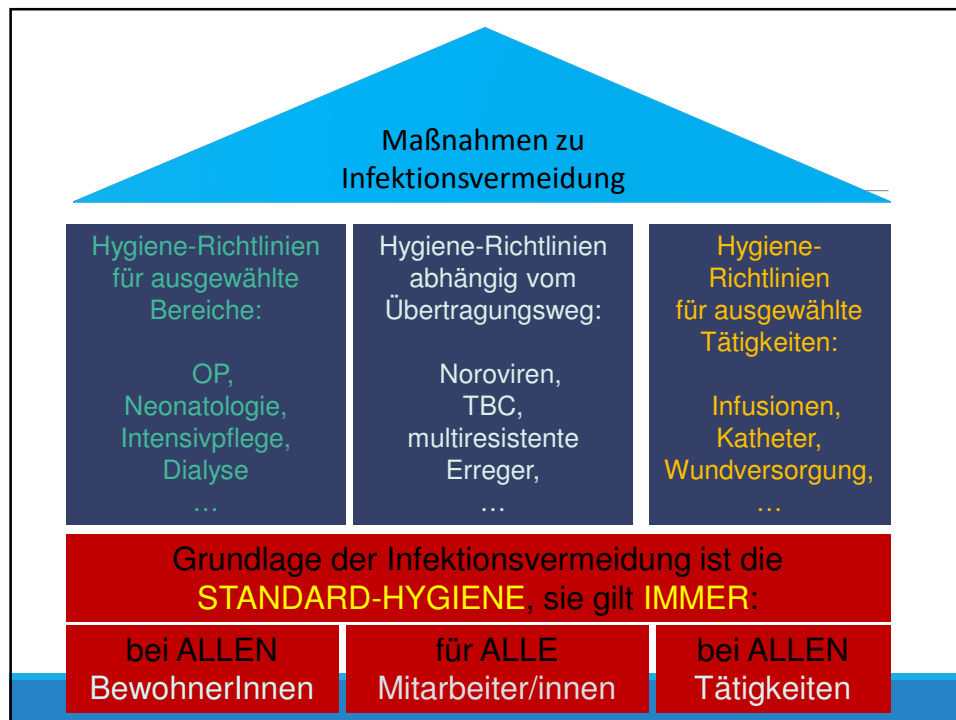
68

Definition: Standard-, (Basis-) hygiene



Unter Standardhygiene werden **Maßnahmen** verstanden, die **erforderlich**, aber auch **ausreichend** sind für eine sichere hygienische Grundversorgung **ALLER PATIENTEN** und die **SICHERHEIT der MITARBEITER** gewährleisten.

69



70

Standardhygiene bzw. Basishygienemaßnahmen

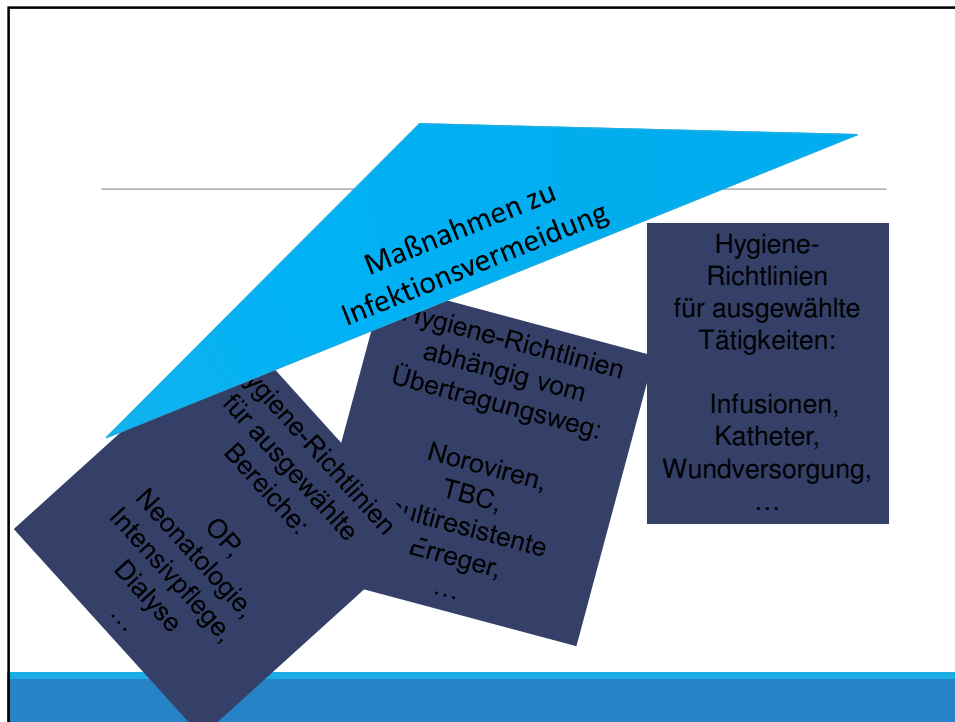
- 1. Händehygiene**
Waschen, Desinfektion, Handpflege
- 2. Pers. Schutzausrüstung (PSA)**
Schutzmantel, Einmalschürze, Schutzhandschuhe, MNS/FFP2/3, Kopfhaube, Augenschutz, Visier
- 3. Pflegeutensilien, Medizinprodukte und Wäsche**
adäquate Aufbereitung
- 4. Reinigung und Flächendesinfektion**
Reine Arbeitsflächen, patientennahe Kontaktflächen
- 5. Abfall**
Abfallentsorgung, Personal u Patientenschutz

71

Standardhygiene bzw. Basishygienemaßnahmen

- 6. Vermeidung v. Verletzungen** (z.B: Nadelstich)
- 7. Verhalten bei Husten, Niesen u. Schnäuzen**
Hustenetiquette, Taschentuch oder sonst Ellenbogen
- 8. Arbeitskleidung**
- 9. Hygiene bei asept. Tätigkeiten**
Injektionen, Punktionen, Katheter, Wundversorgung
- 10. Umgang mit Geschirr**

72

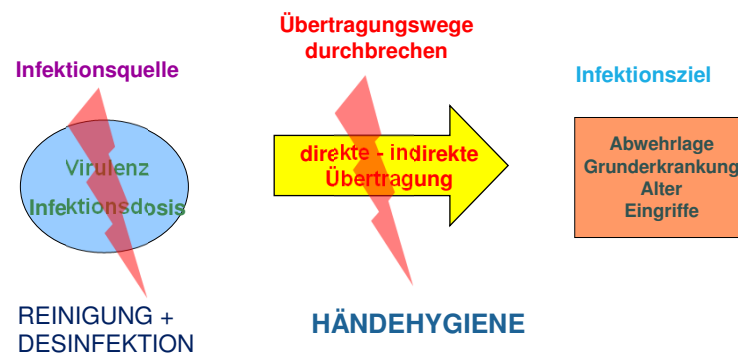


73



74

Maßnahmen zur Infektionsvermeidung Unterbrechung der Übertragungswege



75



HÄNDEDESINFEKTION

Die **WICHTIGSTE**, **EINFACHSTE**, **EFFEKTIVSTE** und
BILLIGSTE Maßnahme zur Unterbrechung von
Infektionsketten

76

**Danke
für Ihre
Aufmerksamkeit !**

