



**Was wir wissen...**  
**Was wir (noch) nicht wissen...**  
**über Zecken, Borrelien und**  
**Borreliose**  
**17.September 2022**



# Was wir bisher wissen über Zecken

## Wir kennen :

... ihre biologische Vielfalt

...ihre Entwicklungsstufen

...ihre Lebensbedingungen

...ihre Übertragungswege auf andere Spezies

...ihre geographische Verbreitung

...ihre natürlichen Feinde

# Wieviele Zecken gibt es weltweit und in Deutschland?

**Zecken** (Ixodida) gehören zur Ordnung der **Milben** (Acari), die wiederum zu den Parasiten gehören.

**Weltweit** wurden bisher (Stand 2004) **900** Zeckenarten beschrieben, die meisten gehören zu den Schildzecken. In den USA ist **Ixodes scapularis** die häufigste humanpathogene Zeckenart.

In **Deutschland** gibt es **20** Zeckenarten, die häufigste humanpathogene Spezies ist bei uns **Ixodes ricinus**. Viele Zecken saugen nur an bestimmten Tierarten wie z.B. an Vögeln, Fledermäusen, Hunden, Pferden, Tauben, Schafen, Igeln und nur sehr wenige (6) an Menschen. Zecken häuten sich 3 x bis zum Erwachsenenstatus und können bis zu 6 Jahre leben, davon bis zu 2 ohne Blutnahrung.

# Diese vier Zeckenarten sind die in Deutschland derzeit häufigsten

## Auwald – oder Buntzecke

### *Dermacentor reticulatus*

Meist in der kalten Jahreszeit aktiv in Ost- und SW-Deutschland, überträgt **FSME**, **Hasenpest (Tularämie)**, **Babesien** („Hundemalaria“) überwiegend auf Hund und Pferd, aber auch auf den Menschen.



©infranken.de



©t-online.de

**Hyalommazecke**, seit 2015 in D nachgewiesen, 3 x so groß wie Holzbock Ixodes, verfolgt ihre Opfer (sog. Jagdzecke), überträgt **Krim-Kongo-Fieber** und **Rickettsien**, die Zeckenfleckfieber auslösen können



©Picture alliance/dpa

# Gut zu wissen

- Hungern für 1-2 Jahre
- >3 Wochen unter Wasser
- Waschmaschine bis 60°C
- 24 Stunden -8°C to -13°C (Dautel 2011)



*Dermacentor reticulatus* (Weiler et al. 2017)

# Nähere Informationen zum Krim-Kongo-Fieber

## Crim-Congo Haemorrhagic Fever (CCHF)

- Nairovirus aus der Familie der Bunyaviridae
- Vektor: Zecken, meist Hyalomma-Arten
- Landwirtschaft, Jäger, Pflegepersonal
- Rinder, Schafe, Ziegen, Straußen
- Direkte Übertragung durch Kontakt zu Blut, Fleisch, Sekreten
- Ausbrüche mit Letalität von 10-40%!



Foto: CDC

# Diese vier Zeckenarten sind derzeit die in Deutschland häufigsten

Die **Braune Hundzecke** (*Rhipicephalus sanguineus*) saugt **nur an Hunden** und wurde durch sie aus dem Süden eingeschleppt, sie überträgt **Babesien, Ehrlichien, Anaplasma** und **Rickettsia conorii**, die das Mittelmeerfleckfieber auslösen können. Sie vermehren sich rasend schnell in Wohnungen, wo sie auch überwintern.



©Hohenheim

**Der Gemeine Holzbock** (*Ixodes ricinus*) ist für den Menschen am gefährlichsten, Überträgt v.a. **Borrelien** und **FSME**, aber auch andere Erreger. Das Weibchen vergrößert sich um den Faktor 4 durch die Blutmahlzeit (von ca. 1,5mm auf 11 mm) vor der Eiablage von über Tausend Eiern.



©Zecken-und-Insektenstiche.de



# So entwickelt sich z.B. *Ixodes ricinus*

Alle Schildzecken haben **3 Entwicklungsstufen** und 2 Häutungen. Die **Larve** (6 Beine, 0,5mm) saugt sich nach wenigen Lebenstagen an einem tierischen Wirt fest und fällt dann auf den Boden. Nach einigen Monaten erfolgt Häutung zur **Nymphe** (8 Beine, 1,5 mm). Danach überwintert die Nymphe. Sobald die Temperaturen  $> 7^{\circ}\text{C}$  sind, wird sie wieder aktiv. Nach 2. Häutung sind Zecken „adult“ und zu einer **männlichen oder einer weiblichen Zecke** geworden. Sie haben einen äußeren Chitinpanzer, aber kein Innenskelett und zählen zu den Zecken, die **auf ihre Opfer lauern** (Questing tick), sie also nicht jagen wie die Hyalomma-Zecke. Die Männchen sind ganz schwarz und sterben nach der Begattung.

# So entwickelt sich Ixodes ricinus



© foto.polack@email.de

Frisch geschlüpfte Larven aus einem Gelege von mehr als 1000 Eier, die sofort weglaufen können. Sie sind durchsichtig und können nur an kleinen Tieren saugen, da die menschliche Haut für sie zu dick ist.



Larve auf einer Fingerkuppe



Die Zeckenfamilie



©foto.polack@email.de

Die weibliche Zecke stirbt sofort nach der Geburt

# So entwickelt sich z.B. Ixodes ricinus



©foto.polack@email.de  
Adulte weibliche Zecke ungesogen (3,5mm)  
und nach der Blutmahlzeit kurz vor der Geburt  
ihres Geleges (hat sich auf ca.11 mm  
vergrößert)



©foto.polack@email.de  
Vor und nach dem Saugakt



©foto.polack@email.de

Die 8-beinige **Nympe** saugt sich an tierischen, aber v.a. an menschlichen Wirten fest und ist für **75% aller menschlichen Borrelieninfektionen** verantwortlich. Sie ist etwa 1,5 mm groß.

Die Größenverhältnisse zwischen den einzelnen Zeckenstadien



©researchgate.net

# So entwickelt sich z.B. *Ixodes ricinus*



©foto.polack@email.de

Die adulte 8-beinige weibliche Zecke wartet hungrig auf einen Wirt, an dem sie sich vollsaugen kann. Die schwarze männliche Zecke befruchtet das Weibchen und stirbt dann sofort. Sie überträgt keine Borrelien, da sie nicht an einem Wirt saugt.



©swrfernsehen.de



©altmeyers.org



©foto.polack@email.de

Die Nymphe oder adulte Zecke saugt sich fest, ohne dass es der Wirt bemerken kann, da sie in ihrem Speichel anästhesierende Substanzen hat. Die Entwicklung zur erwachsenen Zecke dauert zwischen 2-6 Jahre. Eine Zecke saugt nur 3x in ihrem Leben Blut an einem Wirt.

# Lebensbedingungen und Anatomie von *Ixodes ricinus*

*Ixodes*zecken werden aktiv ab  $>7\text{ }^{\circ}\text{C}$  und sind bis in Höhen von 2000 m zu finden. Sie benötigen Feuchtigkeit, d.h. sie sind am aktivsten am frühen Morgen und in der beginnenden Dämmerung.

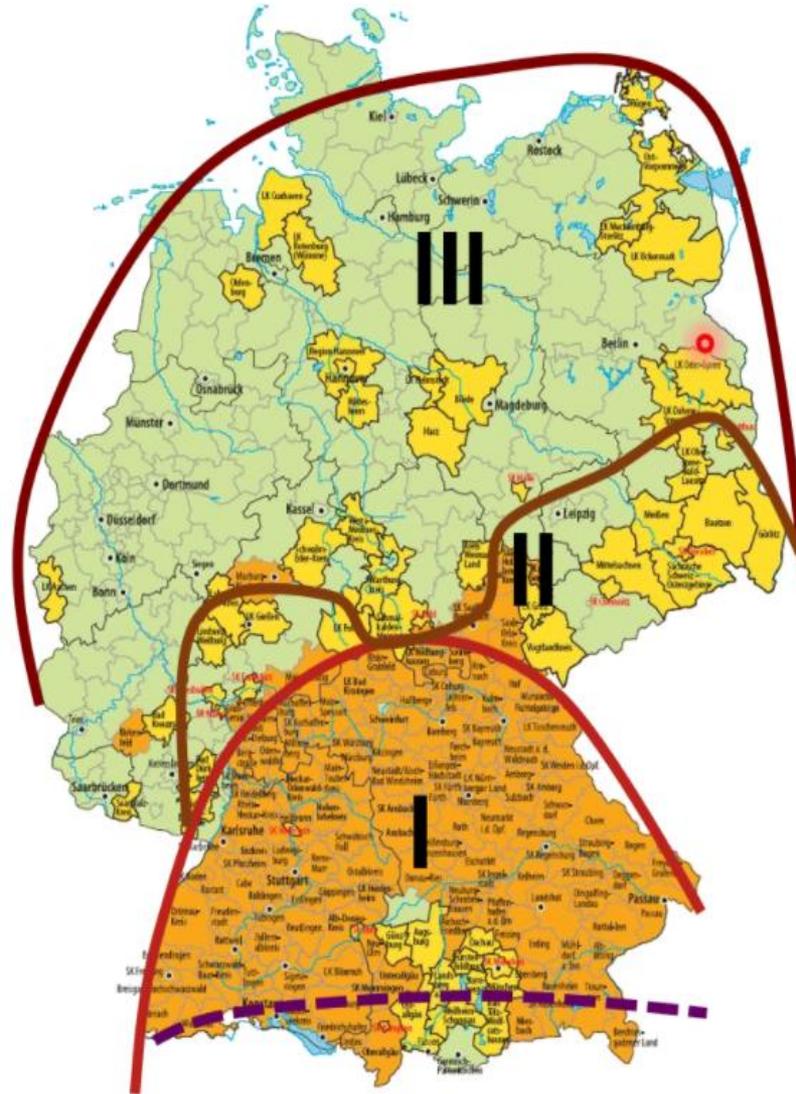
*Ixodes ricinus* ist in ganz Europa, Nordafrika, im Nildelta und bis zur Taiga verbreitet, ab der Taiga ist *Ixodes persulcatus* überwiegend.



*Ixodes*-Zecken  
übertragen aber  
nicht nur Borrelien,  
sondern auch  
**FSME-Viren**



# 3 „FSME-Regionen“ in Deutschland



Endemische Region

Epidemische Region

Hyperepidemische Region

# Wie überträgt *Ixodes ricinus* die Borrelien?

*Ixodes* nimmt einen sich nähernden Wirt wahr mit seinem **Haller`schen Organ** in beiden Vorderfüßen (Pedipalpen), mit denen er Bodenerschütterungen sowie **Ammoniak, Milchsäure, Phenole und die CO<sub>2</sub>-Ausatemluft** seines potentiellen Wirtes registriert. Er hat weder Augen, Ohren noch ein Gebiss, sondern nur einen **Stechrüssel mit Widerhaken** (Hypostom). Zecken „beißen“ deshalb nicht, sondern sie **stechen!** Mit ihren Kieferklauen (**Cheliceren**) halten sie sich am Wirt fest, bis der Stechrüssel tief genug eingedrungen und verankert ist, wofür eine Art **Zement** von der Zecke sezerniert wird. Danach erst beginnt der Saugakt.

# Wie überträgt Ixodes ricinus die Borrelien

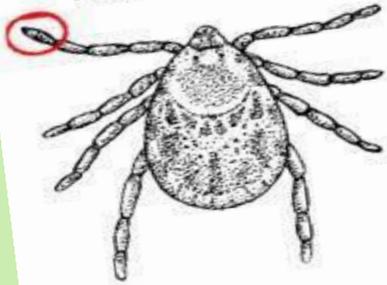
Die Erregerdichte wird durch die **Rücksaugung von Blutplasma** aus dem Stichkanal durch die saugende Zecke **erhöht**. Dieser Vorgang kann unterschiedlich lange dauern je nach Zeckenart.

Amerikanische Quellen sprechen immer von „mind. 12-24 Stunden“, bis eine Borrelien-Infektion erfolgen könne. Dies gilt aber nicht für „unseren“ Ixodes ricinus, da durch seinen Stich **bereits nach 4 (!) Stunden Borrelien-Infektionen** mit nachfolgendem EM beschrieben worden sind. Aussagen, dass es **mindestens 12 Stunden** dauern würde, bis eine Infektion möglich wäre, sind von amerikanischen Quellen übernommen und sind **für Europa falsch**.

# Wie vollzieht sich dann die Infektion?

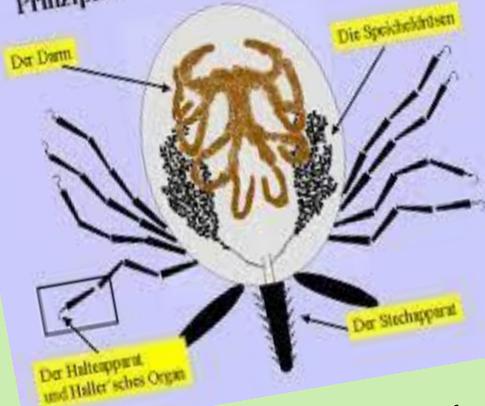
Borrelien leben im Zeckendarm und lösen sich von der Darmwand, wenn durch den Saugakt warmes Blut einströmt. Sie schwimmen dann aktiv in der Zeckenlymphe (= Zeckenblut) bis zu den Speicheldrüsen, was Zeit kostet, und werden von dort in den Wirt mit dem Stechrüssel (=Hypostom) „eingespritzt“. FSME-Viren sitzen bereits in den Speicheldrüsen, weshalb die Übertragung **sofort** erfolgt ohne jede Verzögerung.

## Haller'sches Organ



©de.wikipedia.org

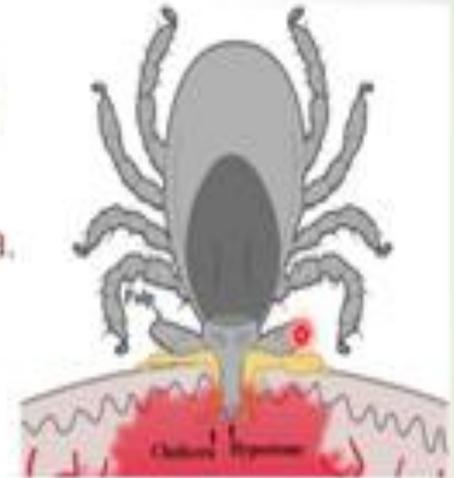
## Prinzipieller Aufbau einer Ixodes-Zecke



©researchgate.net

# Blutsaugakt

- Schildzecken (jedes Stadium) saugen für längere Zeit (Tage).
- Blut notwendig für Entwicklung in nächstes Stadium.
- Blutsaug-Aktivität abhängig von Zeit (langsam am Anfang und rasch am Ende).
- Das Gewicht der Zecken vergrößert sich um ca. 100-200 fach.
- Männchen saugen nicht oder nur sehr wenig.
- Zecken saugen Blut, Lympheflüssigkeit und Gewebeflüssigkeit.
- Zeckenspeichel ist wichtig für die Übertragung von Krankheitserregern (Unterdrückung der Immunität, Vermeidung von Blutgerinnung u.a.)



©frontiersin.org

# Zecken und Flöhe als Vektoren für Erreger

**Ixodes** kann sehr viele verschiedene Erreger übertragen (Viren und Bakterien), meistens auf **kleine Tiere** wie Mäuse, Füchse, Eichhörnchen, Vögel, aber die adulten Zecken saugen v.a. an Hunden, Katzen, Pferden, Schafen, Kühen und sehr häufig auch am Menschen.

Auf den **Menschen** wurde die Übertragung nachgewiesen von: **Borrelien, FSME-und Arbo-Viren**. Vermutet wird auch die Übertragung von Anaplasmen und **Bartonellen**, für **Flöhe** ist die Übertragung von **Babesien, Bartonellen** und **Rickettsien** auf den Menschen nachgewiesen sowie durch die Auwaldzecke **Babesien, Coxiella burnetii** und **FSME**.

# Selbst einer Ratte kann es einmal zu viel werden mit all den Plagegeistern



Vortrag für IST-Akademie 17.9.2022  
Dr. Hopf-Seidel

# Natürliche Feinde von Zecken

Es gibt nur **wenige natürliche Feinde** von Zecken, was  
- neben den für sie günstigen Klimaveränderungen  
mit wärmeren Wintern - ihre stete Zunahme erklärt.

Bekannt sind bis jetzt nur:

**Parasitäre Wespen:** Die ***Ixodiphagus hookeri*** legt ihre Eier direkt in Zecken-Nymphen ab. Wenn sich die jungen Wespen entwickeln, platzen die Zecken-Nymphen und sterben.

# Natürliche Feinde von Zecken

**Waldameisen:** Durch neueste Forschungen an der FH Bern unter Leitung von Dr. Zingg konnte nachgewiesen werden, dass in der Nähe von Waldameisenhöfen sich Zeckenpopulationen deutlich reduzierten. Der Kausalzusammenhang ist noch unklar.

**Pilze:** Man experimentiert mit Pilzen, die für Zecken giftig zu sein scheinen, und streut diese pulverisiert und angereichert mit CO<sub>2</sub> in Zecken-verseuchten Bereichen aus.

# Was wir über Zecken noch nicht sicher wissen

Werden **Borrelien** auch **effektiv transovariell** weitergegeben?

Bisher gibt es erst eine Studie (2010-2018), bei der unter Feldbedingungen Larvennester untersucht wurden.

(Parasites vectors, 2020 Apr 07;13:176-186)

**Ergebnisse:** In den Larvennestern mit bis zu 1643 Larven enthielten **78% aller Larven Borrelien** und/oder **Rickettsien**, sehr wenige auch Anaplasma und alle(!) **Arboviren**. Die **Borrelienweitergabe** ist also auch **transovariell möglich**, ohne dass Zwischenwirte (Kleintiere) erforderlich sind. Weitere Feldstudien zu diesem Thema müssten allerdings durchgeführt werden, denn das würde ja bedeuten, dass **Zecken auch ohne Zwischenwirte Borrelien weitergeben** können an den Menschen.

# Zecken jubilieren über die Erderwärmung



Vortrag für IST-Akademie 17.9.2022  
Dr. Hopf-Seidel

# Was wir sicher wissen über Borrelien

Borrelien gehören zur **Familie der Spirochäten** wie auch *Treponema pallidum*, was die oft verblüffenden **Ähnlichkeiten** in der klinischen Symptomatik zwischen **Borreliose und Syphilis** erklären kann. Auch die chronische **Neuro-Borreliose** findet ihre Entsprechung in der **Neurosyphilis** und der **Tabes dorsalis**. Borrelien sind spiralförmige, gram-negative, Erreger, die sich **aktiv und schnell** durch Körperstrukturen hindurch **bewegen** können.

# Elektronenmikroskopische Aufnahme einer Spirochäte

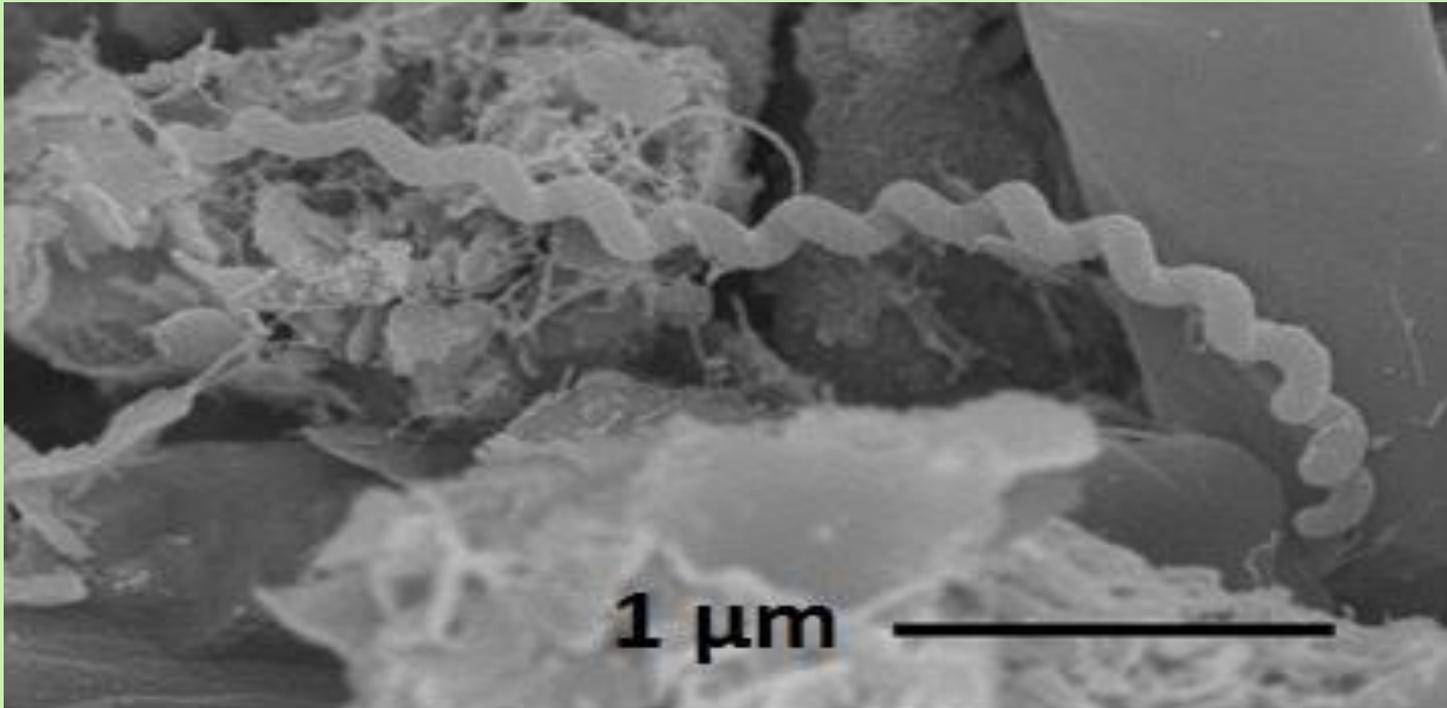


Image by Dr. G. Krone

# Die bekannten Borrelienspezies

Es gibt **43** verschiedene Borrelien-Spezies, **20** davon gehören zur **Borreliose-Gruppe** und werden durch Zecken (oder andere Parasiten und Insekten) übertragen. Von diesen 20 sind wiederum **6 sicher humanpathogen**. In USA überwiegen **Borr. burgdorferi sensu stricto** (s.s.= im engeren Sinne) und **Borr. mayonii**, die von der blacklegged deer tick (*Ixodes scapularis*) übertragen werden.

# Die sechs humanpathogenen Borrelienspezies in Deutschland

Die 3 wichtigsten werden zusammengefasst als **Borr. burgd. s.l.** (sensu lato = im weiteren Sinne), was gleichbedeutend ist mit den nur deutschen Spezies **Borr.garinii** und **Borr. afzelii** sowie der „amerikanischen“ Spezies **Borr.burgd.s.s.**.  
Zusätzlich wurden in den letzten Jahren noch folgende Spezies in Europa als **humanpathogen** nachgewiesen: **Borr.spielmanii**, **Borr. lusitaniae**, **Borr. valaisiana**. Die Spezies **Borr. bavariensis** ist noch nicht sicher als humanpathogen definiert.

# Die humanpathogenen Borrelienspezies

**Häufigkeit** der verschiedenen Borrelien-Spezies:  
**Borr. afz.** 30 % > **Borr. gar.** 20 % > **Borr.valaisiana**  
13 % > **Borr. s.s.** 7%.

Der 1995 in Japan gefundene Borrelienstamm **Borr. miyamotoi** führt zu Läuserückfallfieber (Tick borne relapsing fever, TBRF), nicht zur Lyme disease wie auch die 21 weiteren **Borr. recurrentis-Spezies**

# Borrelien-Charakteristika

Der **1982** vom Schweizer Entomologen Willy Burgdorfer in der Zeckenlymphe entdeckte **Spiralbakterium** wurde ihm zu Ehren **Borrelia burgdorferi** benannt.

Es ist eine **gramnegative** Spirochäte, die einen sehr geringen O<sub>2</sub> – Bedarf (**microaerobic**) hat, den sie für die Energiegewinnung durch Glycolyse benötigt. Borrelien sind durch 11 Flagellen (Geißeln) **sehr beweglich** in dünn- wie auch dickflüssigem Milieu. Aber sie verwandeln sich auch in **cystische Formen**, die völlig unbeweglich sind. Die **Vermehrung** erfolgt durch Längsteilung in **12-24 Stunden** (zum Vergleich E.coli in nur 20 Minuten), was die Notwendigkeit einer längeren Behandlungsdauer als 21 Tage evident macht.

# Borrelien-Charakteristika

Borrelien bilden wie viele andere Bakterien auch **Biofilme**, in denen sie völlig **inert** für Jahre (!) verharren bis das Wirts-Milieu zum Ausschwärmen aus dem Biofilm für sie günstig wird und sie Krankheitsschübe auslösen. Ca. **90 % aller Borrelien** in einem Organismus sollen so überleben. Gramnegative Borrelien lassen sich nur durch die **Dunkelfeld-Mikroskopie** direkt nachweisen.

**Bemerkung:** Phagen (Viren) können in Biofilme eindringen und einzelne Borrelien zerstören-eine zukünftige Therapiemöglichkeit!?!

# Wissenschaftliche Biofilm-Charakterisierung

- „Biofilme sind eine Ansammlung von in Verbindung stehender, von extrazellulärer Substanz umgebener Bakterien, die **gegen die meisten Antibiotika und die Wirtsabwehr unempfindlicher** sind als in ihrer planktonischen Phase“
- „Bakterien in ihrer planktonischen Phase sind frei flottierend, virulent, reproduktiv, Wirtsreaktionen auslösend, **Antibiotika-sensibel**, kulturell anzüchtbar und machen **0,1% der Bakterienmasse** aus“.

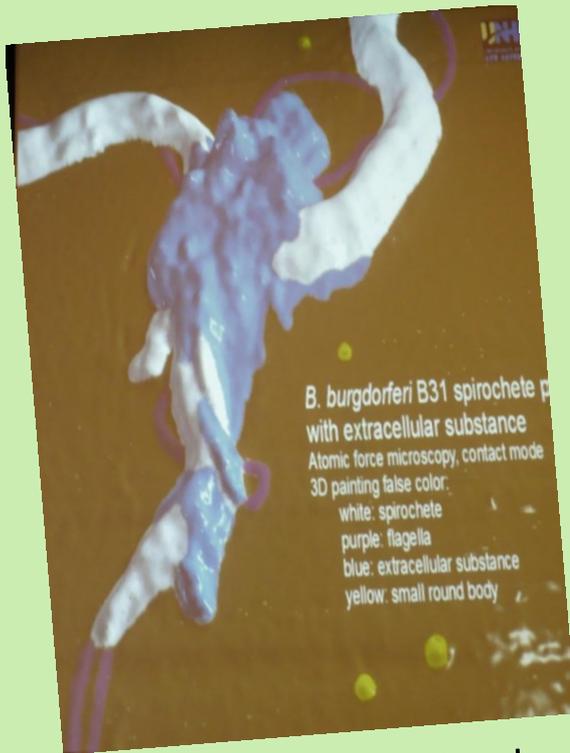
zitiert nach: Kemmerer u.a., Dt. Ärzteblatt Jg.109, H.14, 6.4.2012

# Wissenschaftliche Biofilm-Charakterisierung

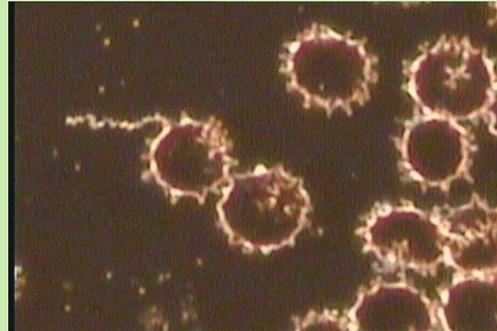
- „Die **sessile** Phase der Bakterien besteht aus einer in der Schleimschicht lebenden Bakterienpopulation, die über Signalmoleküle (sog. **Quorum sensing**) kommunizieren und so auf die sich ändernden Umweltbedingungen reagieren. Sie sind metabolisch wenig aktiv, sind schwer nachweisbar, haben eine gedrosselte Reproduktion und sind **tolerant gegen Antibiotika und Immunabwehr**“.

zitiert nach: Kemmerer u.a., Dt. Ärzteblatt Jg.109,H.14, 6.4.2012

# Welche Lebensformen von Borrelien kennen wir bereits?



330 x vergrößert durch ein Rasterelektronenmikroskop



Dunkelfeldmikroskopie



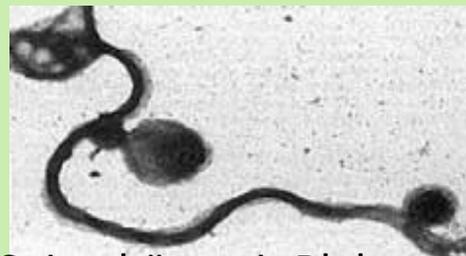
Intrazelluläre Cyste



Blebs in Ringform



©Wikipedia.de.org

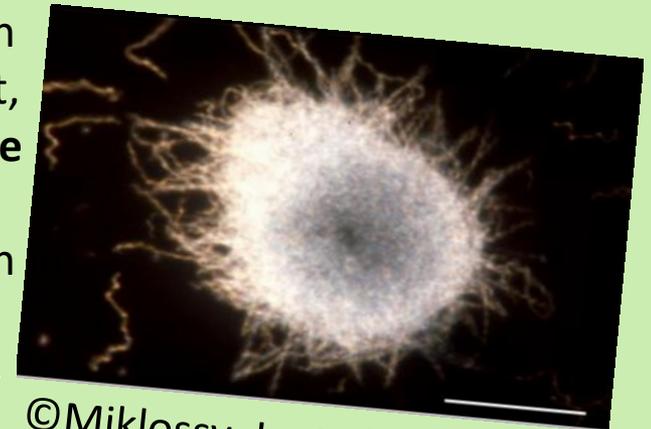


Spirochäte mit Blebsentwicklung

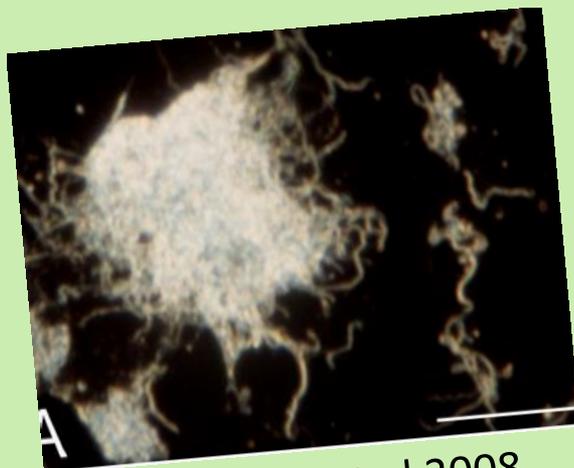
# Die häufigste und wichtigste Lebensform: Der Biofilm



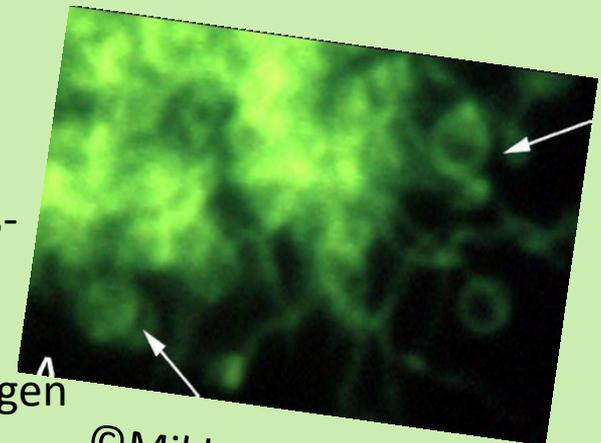
©www.zecken.de  
©www.zecken.de



©Miklossy, J. et al 2008



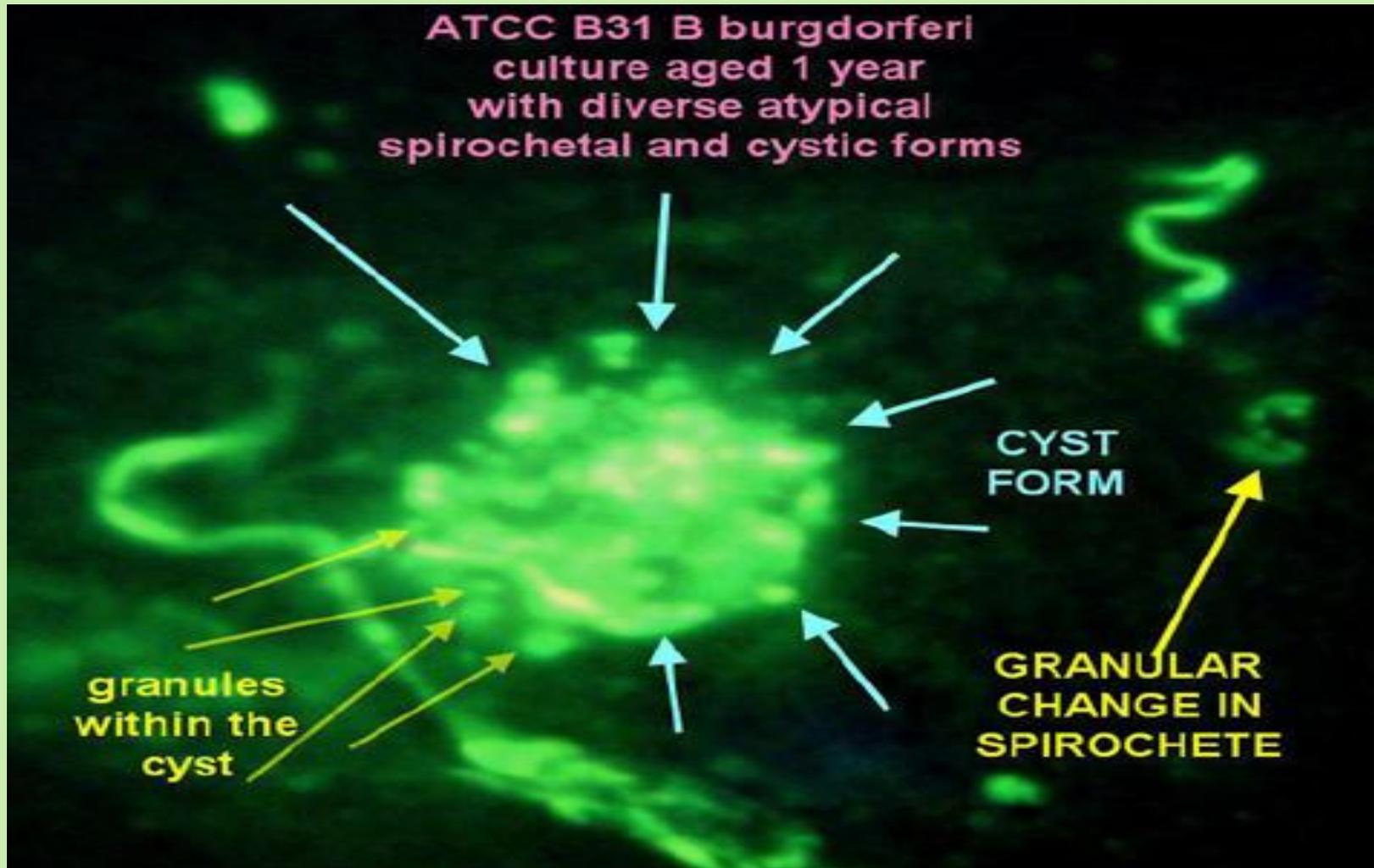
©Miklossy, J. et al 2008



©Miklossy, J. et al 2008

Seit 2008 bereits ist durch die Arbeiten von Prof. Miklossy bekannt, dass Borrelien **Biofilme** bilden. In diesen sind ca. 90 % aller Borrelien in einem Organismus wie in einem „Bienen-Staat“ zusammengeschlossen mit einer Quorum sensing-Kommunikation. Krankheitsschübe entstehen durch „Auschwärmen“ vieler Borrelien, wenn die Umgebungsbedingungen für sie günstig sind.

# Alle Lebensformen der Borrelien auf einem Foto .....und das wurde bereits 1988 erkannt !!



MacDonald, Alan 1988

**Chronisch an Borreliose Erkrankten wird jede antibiotische Behandlung verweigert, denn.....**

**Die Zecke ist eine Scheibe**  
und **chronische Borreliose** gibt es nicht



© Frau Polack

**..weil es offenbar ja auch keine Biofilme, Zysten oder Stealthformen der Borrelien gibt.**

Vortrag für IST-Akademie 17.9.2022

Dr.Hopf-Seidel

# Die aktuell bekannten diagnostischen Möglichkeiten zum Borreliennachweis

Auch 40 Jahre nach der Entdeckung der Borrelien als Ursache von Borreliose gibt es keine von allen Medizinern anerkannte Diagnosemethode, die eine Borrelien-Infektion **sicher** und **frühzeitig** nachweisen kann. Anerkannt ist lediglich, dass ein positiver ELISA-Test als **Nachweis einer erfolgten Infektion** gelten kann, der allerdings erst 4-6 Wochen nach der Infektion positiv wird, wenn die wichtigste Zeit für eine erfolgreiche antibiotische Therapie bereits verstrichen ist. Bis heute sind jedoch die ca. 20 verschiedenen im Handel befindlichen AK-Tests nicht standardisiert !!

# Direkte Borreliennachweise ohne Beteiligung des Immunsystems

Es gibt nur zwei **direkte** Methoden, Borrelien nachzuweisen: den **PCR-Test** und die **Dunkelfelduntersuchung**, alle anderen serologischen Nachweismethoden sind indirekt und von einem **gesunden, reaktionsfähigen Immunsystem** abhängig.

**PCR-Nachweis** von Borrelien-DNS ist nur möglich aus Gelenksynovia oder -erguss sowie aus Hautbiopsien von EMs, alle anderen Körpermedien sind zu stark verdünnend für einen PCR-Nachweis (Blut, Liquor, Urin, Sperma u.a.). Ein positiver PCR-Nachweis bestätigt nur Vorhandensein von Borrelien-DNS, er ist aber **kein Aktivitätsnachweis** (im Gegensatz zum LTT).

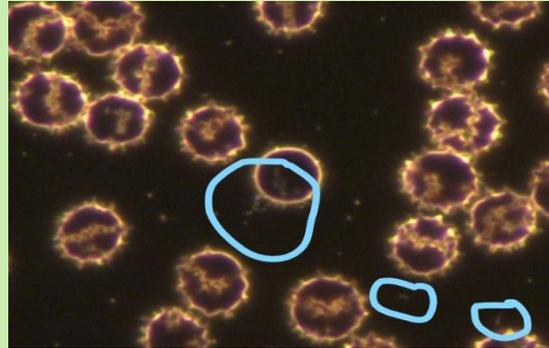
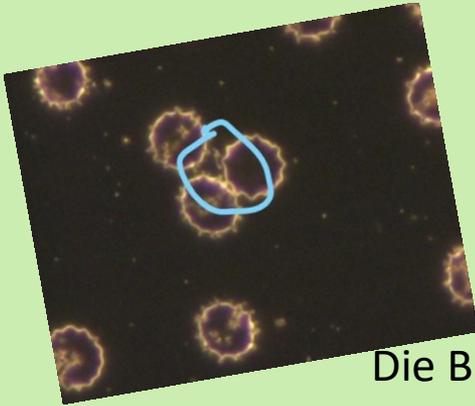
# Direkte Borreliennachweise ohne die Beteiligung des Immunsystems

## Dunkelfeldmikroskopie:

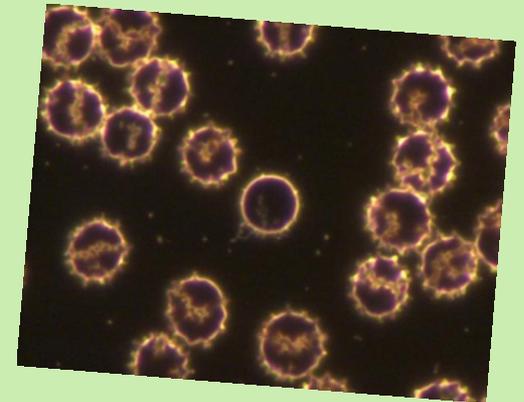
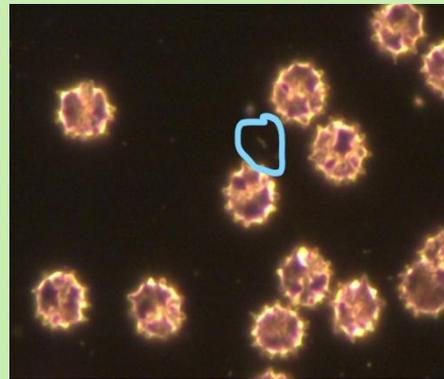
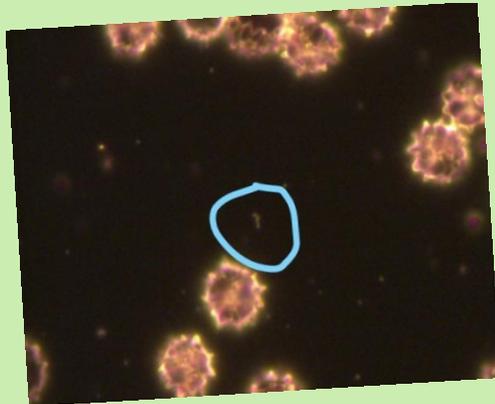
**Mikroskopisch** lassen sich die gramnegativen Borrelien **nur mit der Dunkelfeldmikroskopie** nachweisen, die heute hauptsächlich in der Forschung mit hochleistungsfähigen Elektronenmikroskopen durchgeführt wird. Die einfache mikroskopische Dunkelfelduntersuchung wird heute überwiegend nicht mehr anerkannt, obwohl vor >100 Jahren die Treponema-Spirochäten zum Nachweis der Syphilis nur mit der Dunkelfeld-Mikroskopie nachgewiesen werden konnten, da es noch keine anderen Nachweis-Methoden gab.

# Einige DF-Befunde aus der Praxis

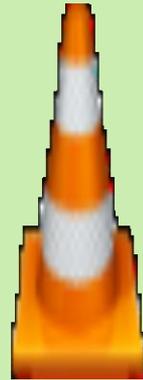
## Dr. Angermaier, Roth



Die Blutkörperchen verändern sich „stachelig“ nach einigen Tagen und aus ihrem Inneren werden die Borrelien frei



# Dunkelfelddarstellung von Borrelien, die aus Erythrozyten frei werden



Shirley Beveridge20.MPG

# Dunkelfelddarstellung einer einzelnen Borrelie im Patientenblut



Shirley Beveridge3.MPG

# Indirekter Borreliennachweis

**ELISA-Test:** IgM-AK sprechen normalerweise für eine frische Infektion, es gibt aber auch die **IgM-Persistenz** bei einer chronischen Borreliose. Der ELISA-Test selbst ist nicht standardisiert und kann von Labor zu Labor sehr unterschiedlich ausfallen. Bis zu 30% der ELISA-Teste können negativ ausfallen trotz einer bestehenden Infektion in Stadium II (Information des nationalen Referenzlabors Borrelien in München). Bei erhöhten AK-Werten lässt sich nicht unterscheiden zwischen aktiver Borreliose oder einer sog. „**Sero-Narbe**“ bei inaktiver („ausgeheilte“) Borreliose. AK stellen **keine Verlaufsparemeter** dar und spiegeln nur die **serologische Reaktion** des Immunsystems auf Borrelienkontakt wider, nicht die zelluläre Immunantwort. IgG-AK lösen in der Regel die IgM-AK ab und sind frühestens 6 Wochen nach der Infektion nachweisbar. Werden sie aber gleich nach einem Zeckenstich nachgewiesen, besteht schon länger eine Borrelieninfektion, die möglicherweise vom Patienten unbemerkt blieb .

# Indirekter Borreliennachweis

## Der Western-/Immunoblot

Die Immunoblotbanden verraten etwas über die Dauer der bestehenden Infektion: im IgG-Blot sprechen z.B. **p 18, p 39, p58, p 83, p 100** für eine schon **länger bestehende Borrelieninfektion**.

Eine frische Borrelien-Infektion hat in der Regel im IgM-Blot **OspC** und das **hochspezifische VlsE**, das im Wirtsorganismus nur dann gebildet wird, wenn eine Borrelieninfektion stattgefunden hat (VlsE findet sich aber auch noch bei chron. Infektion).

**KV-Vorgabe:** Ein Westernblot darf auf Kasse nur durchgeführt werden, wenn die Borrelien-ELISA-AK positiv sind. Dadurch werden aber viele (ca.30%) aller Infizierten nicht entdeckt.

# Aktivitätsnachweis der Borrelien durch den zellulären LTT

Der Lymphocytentransformationstest (LTT) widerspiegelt die Reaktion der **Th1-Lymphocyten** auf Borrelien und ist damit auch ein indirekter Test, aber als einziger ein **Aktivitätsparameter** (im Gegensatz zum Elispot). Er ist ebenso geeignet, eine noch **aktive Infektion** nachzuweisen wie auch einen **Therapieerfolg** zu überprüfen. **Nachteil:** Er wird nur in ganz wenigen Laboren durchgeführt, das Blut muss innerhalb von **24 Stunden im Labor** sein und er ist kostspielig (ca.160.-E).

# Elispot, eine weitere zelluläre Borrelien-Nachweismethode

Er misst die IFN-gamma-Ausschüttung auf Borrelien und entspricht in seiner Aussage (infiziert/nicht infiziert) im Wesentlichen den **AK-Bestimmungen**. Er wird von vielen Laboren angeboten, da er mit fertigen **Testkits** (Fa. AID) durchführbar ist und dafür keine aufwendige teure Laborausstattung erforderlich ist. Der **Bluttransport ist einfacher** und der Test **schneller** ausgewertet (in 3 Tagen gegenüber 10 Tagen beim LTT). Aber er kostet genauso viel wie ein LTT (ca. 150.-E). Er kann - auch **nach erfolgreicher Therapie - bis zu 9 Monate positiv** bleiben.

Er ist **nicht hochspezifisch**, da erhöhte Zytokine (IFN gamma sowie TNF alpha, IL2 u.a.) auch bei anderen Infektionen nachgewiesen werden können, v.a. im Liquor. Zum Elispot gibt es bisher im Gegensatz zum LTT nur wenige wissenschaftliche Studien.

# Unterschiede und Gemeinsamkeiten von LTT und Elispot

**Gemeinsam** ist beiden Tests, dass sie **zelluläre Methoden** sind, die auch dann noch Borrelien nachweisen können, wenn die serologischen Methoden (AK, Immunoblot) negativ ausfallen (in ca. 20-30 % aller Infektionen).

Der **LTT** wird schon **seit 1981** verwendet, ist vielfach wissenschaftlich überprüft (**18 Studien** von 1984-2012, von denen 14 den hohen Nutzen des LTT als Aktivitätsnachweis bestätigten). Der **Elispot** hingegen ist zwar gut geeignet zum Nachweis einer erfolgten Infektion, ist jedoch **kein Verlaufsparameter** und wird nach erfolgreicher Therapie nicht negativ wie der LTT.

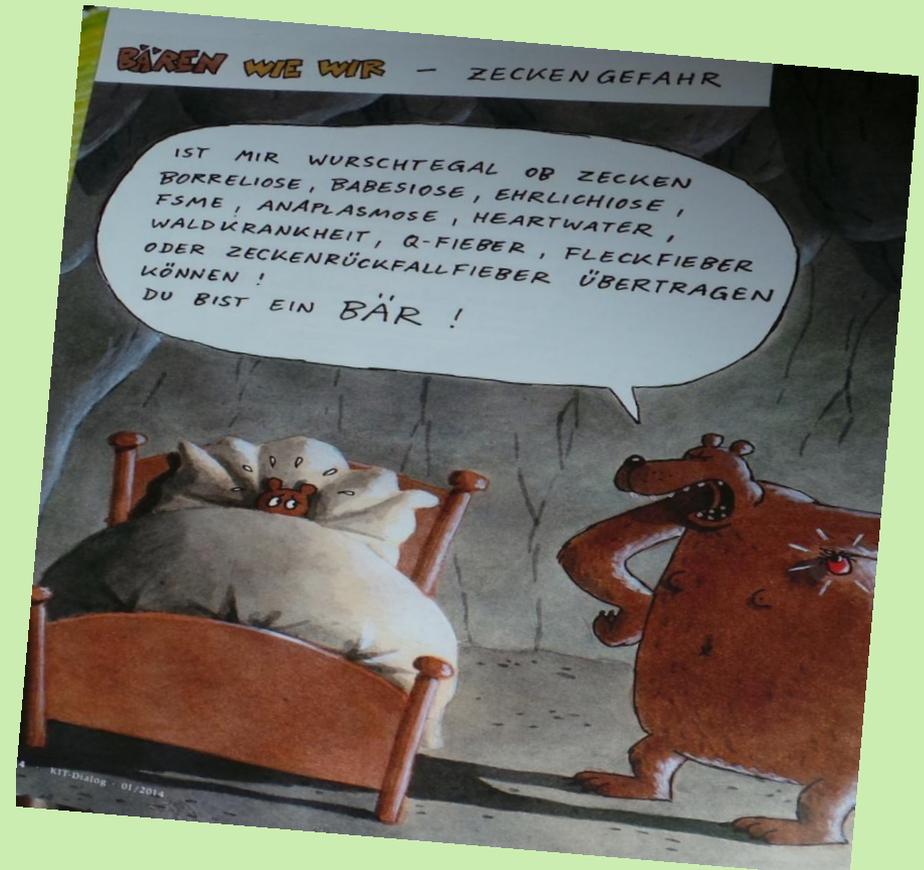
# Ein noch unüblicher direkter Borreliennachweistest

**Phagentest:** Mit Bakteriophagen, die Viren sind, werden jeweils **einzelne Bakterienspezies** infiziert und diese dadurch dann lysiert. Die Lysemuster in der Petrischale lassen auf den jeweiligen Bakterienspezies rückschließen. Die Methode wird seit 1925 eingesetzt und wurde stetig verbessert, um Seuchenerkrankungen (Typhus, Shigellen, Salmonellen, E.coli und Streptokokken) sicher erkennen zu können. Ein belgisches Labor (R.E.D.) bietet den Phagentest jetzt auch für Borrelien an, die dadurch speziesgenau direkt nachweisbar sind. **Nachteil:** Sehr teuer und Auswertung dauert sehr lange. **Bemerkung:** In Georgien wird damit Borreliose auch therapiert.

# Einige Fragen, die noch offen sind

Was wir noch nicht nicht sicher wissen über

- Zecken
- Borrelien
- Infektionswege



# Was wir nicht sicher wissen, aber eigentlich wissen sollten!

**Häufigkeit** der Borrelieninfektionen in **Deutschland** wie in Europa. Es fehlt eine generelle, flächendeckende Meldepflicht für **pos. Borrelien-AK wie bei FSME** durch die Labore .

Aktuell gibt es seit 2013 **in 9 von 16** deutschen Bundesländern eine **Meldepflicht für EM, Neuroborreliose und Lyme-Arthritis** für Ärzte, die aber kaum umgesetzt wird. Ansonsten nur Hochrechnungen, die abgeleitet sind von den KV-Abrechnungszahlen für die ICD-Diagnose **A 69.2** (ohne die Privatpatienten und BG-Fälle).

Verlässliche Zahlen zu Häufigkeit und Verteilung der Infektionen sind aber Voraussetzung für Forschung und Gesundheitsvorsorge!!

# Zahlen des Zentralinstituts für die kassenärztliche Versorgung (ZI)

Im **Jahr 2019** wurden bei **306 000** kassenärztlich Versicherten Lyme-Borreliose (ICD A 69.2) diagnostiziert.

Die **Diagnoseprävalenz** lag 2019 bei **429/100 000**, dabei am höchsten bei den 70-79-jährigen Frauen: **863/100 000**

Im Vergleich dazu die der gleichaltrigen Männern:  
**771/100 000**.

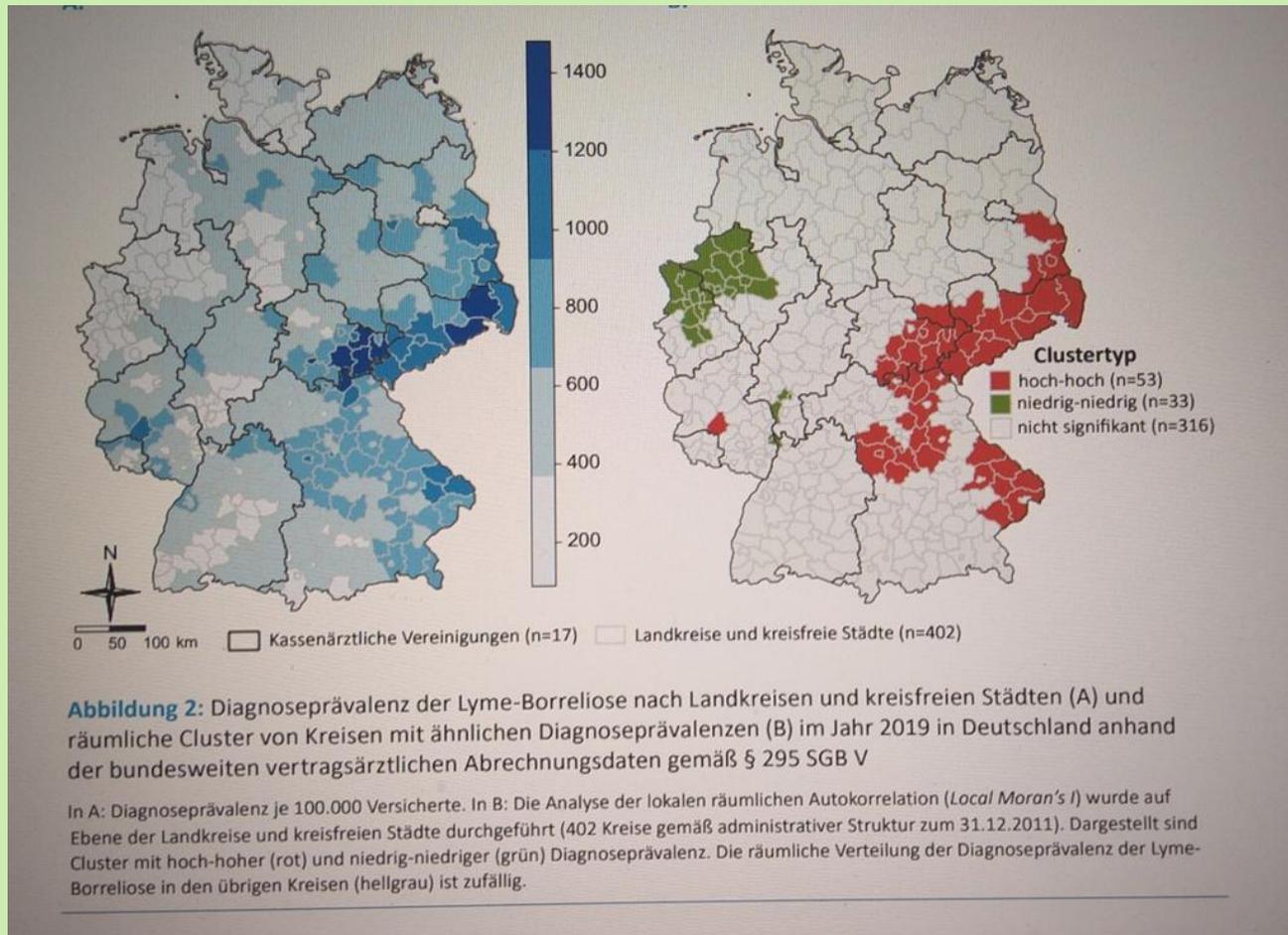
Für das **Jahr 2021** lag die Diagnoseprävalenz schon bei **442 /100 000** und die **Gesamtzahl der Infektionen** bei **325 000**.

Quelle: ZI, veröffentlicht in: aerzteblatt.de

# Altersverteilung der Borrelieninfektionen im Jahr 2019 nach ZI-Berechnungen



# Geographische Verteilung der Infektionen nach ZI-Berechnungen



# Zuletzt veröffentlichte Infektionszahlen für 2021/2022

Vom LGL Erlangen (Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit) wurden folgende Zahlen veröffentlicht:

**Borreliosefälle 2021** in Bayern: **3980**

bis 15.4.2022 in Bayern: 157

**FSME-Infektionen 2021:** 187

bis 15.4.2022: 5

**Bemerkung:** Diese Zahlen beinhalten die ans LGL gemeldeten Neuinfektionen, nicht die von Ärzten behandelten Borreliose-Kranken (das waren 2018 in Bayern: 63 000 Fälle)

**NB:** Wahrscheinlich **14,5 % der Weltbevölkerung** ist inzwischen mit Borrelien infiziert

# Was Zecken (wahrscheinlich) nicht mögen

Neben den üblichen Schutzmaßnahmen gegen Zecken soll es **bestimmte Gerüche** geben, die sie abschrecken sollen, an Menschen/Tieren zu saugen.

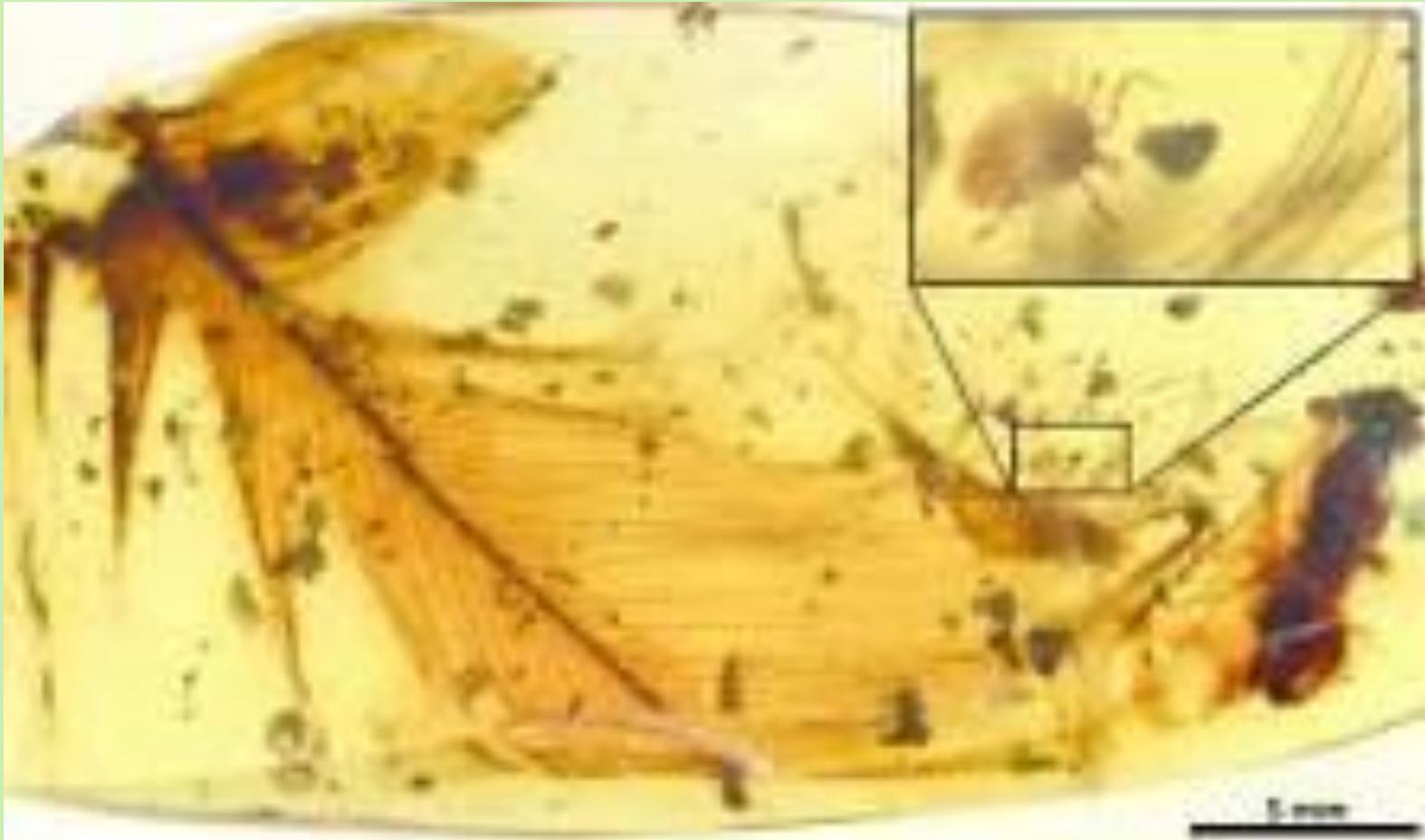
**Empirisch** wurden folgende Gewürze und Pflanzen gefunden, die - eingenommen oder eingeriechen - Schutz vor Zeckenstichen bieten sollen:

**Bärlauch, Knoblauch, Salbei, Thymian, Zwiebel, Schwarzkümmelöl, Gartenkresse, Kapuzinerkresse, Koriander, Pfefferminze, Zimt, Basilikum, Ingwer.**

# Einige eher unbekannte Fakten zu Zecken

- Zecken lebten schon vor **99 Mill. Jahren** auf der Welt, wie Einschlüsse in Bernstein beweisen (gefunden 2017 z.B. in Myanmar)
- Zecken können von 100 bis zu **10 Mill. Borrelien** in ihrem Organismus beherbergen (Med. Labor Bremen)
- Gegen die Übertragung von Borrelien durch Zecken soll ein **Impfstoff (VLA 15)** von Valneva (frz.-österr. Impfstoffunternehmen) und Pfizer Inc. helfen (Geldgeber von 90,5 Mill. E, wodurch Pfizer 8% der Valneva-Aktien hält) . Bereits im **3.Quartal 2022** wird er in die Phase III der klinischen Entwicklung eintreten (Börsenmeldung 20.6.2022).
- Zecken sind auch in der **Shakiya-Wüste** im Süd-Westen des **Oman** eine Plage- für die Wüstenkamele! Die Kamelbesitzer müssen die Zecken per Hand aus dem Fell zupfen, da die Kamele das nicht selbst können (gezeigt in einem Filmbeitrag zum Oman)

# Zecke an einer Dinosaurierfeder, eingeschlossen in einem 99 Mill. Jahre alten Bernstein aus Myanmar



# Was wir nicht wissen über Borrelien

Gibt es einen sog. **Tropismus** der einzelnen Borrelienspezies? In früheren klinischen Berichten war man überzeugt davon, dass **Borr.afzelii** sich in nur in **Hautsymptomen** zeige wie die ACA und **Borr.garinii** nur bei **neurologischen** Symptomen wie Facialisparesse oder Enzephalitis. Das hat sich im Laufe der Zeit aber nicht bestätigt, auch weil keine Borrelienspezies-spezifischen Untersuchungen bei klinisch Erkrankten erfolgen. Außerdem gibt es inzwischen 4 weitere humanpathogene Spezies, deren möglicher Tropismus m.W. bisher noch gar nicht untersucht wurde.

# Mögliche Übertragungswege von Borrelien auf den Menschen

Übertragung durch Transplantationen möglich, da Persisterformen bereits in allen Geweben des Körpers nachgewiesen worden sind (bisher wurde aber noch keine Studie dazu durchgeführt).

Experimentelle Übertragungen auf Labortiere erfolgten seit 1982 (z.B. durch Blut, EM-Haut, Verfüttern)

# Experimentelle Übertragung von Borrelien von Mensch zu Mensch

Schon **1955** wurden aus dem Rand des Erythema migrans eines Borreliosekranken Biopsien entnommen und auf 3 gesunde Testpersonen transplantiert, die nach 3 Wochen ihrerseits jeweils ein Erythema migrans (EM) entwickelten. Die Freiwilligen wurden dann mit Penicillin behandelt und ihr EM verschwand innerhalb von Tagen.

(Quelle: Binder,E.,Doefmer,R.,Hornstein,O.:Experimentelle Übertragung des Erythema chronicum migrans von Mensch zu Mensch in: Hautarzt, 1955;6: 494-496)

# Borrelienübertragung von Mensch zu Mensch

Es gibt Berichte über **Ansteckungen durch Borrelien-infiziertes Blut** z.B. nach Bluttransfusionen durch die Borrelien-Persistierformen in den **Blutkonserven**

(Quelle: Helke Ferry, Hrsg.: Ending Denial. The Lyme Disease Epidemic- A Canadian public health disaster 2.ed.2014)

**Notwendige Konsequenz: Borrelieninfizierte sollten kein Blut spenden dürfen.**

**Anmerkung:** Das **Rote-Kreuz West** empfiehlt (nur), **4 Wochen** nach einem Zeckenstich kein Blut zu spenden, danach ist es aber wieder erlaubt. Die **Möglicherweise vorhandenen zystischen und intrazellulären Borrelienformen** werden dabei völlig **ignoriert**.

# Bemerkung zur derzeitigen Praxis von Blutspende-Diensten

In Deutschland besteht eine uneinheitliche Haltung der regionalen Blutspendendienste:

- **Lebenslanges Blutspendeverbot** (wie bei HIV, Hep. B und C) oder **Spendeerlaubnis** nach einer (variablen) **Frist nach Zeckenstich**
- **und/oder Erythema migrans.**

In einigen deutschen Bundesländern wie auch z.B. in **Kanada, Frankreich und England** wird aber nicht einmal nach einer evtl. zuvor erfolgten Borrelieninfektion gefragt. In **Österreich** darf 2 Jahre nach antibiotischer Therapie einer Borreliose wieder Blut gespendet werden.

**Aber: Nach heutigem Kenntnisstand müssten alle mit Borrelien Infizierten lebenslang vom Blutspenden ausgeschlossen werden !**

# Welche weiteren Übertragungswege für Borrelien von Mensch zu Mensch sind inzwischen bekannt?

**Intrauterine** Borrelieninfektionen wurden bei vielen Schwangeren nachgewiesen, die Totgeburten oder missgebildete Babies hatten.

(**Borrelien** fanden sich bei Autopsien in der **Plazenta, im Herzen, Leber, Nabelschnurblut, Nieren und im Gehirn**).

(Quelle: Alan MacDonald: 2. Int. Symposion on Lyme Disease and related disorders, Wien 9/85)

# Borrelienübertragung von Mensch zu Mensch

In allen offiziellen Informationsschriften wird eine **Mensch-zu-Mensch-Infektion** kategorisch **ausgeschlossen**. Aber es gibt Berichte von Infektionen bei Sexualpartnern (das bekannteste Beispiel ist George W. Bush jr. und seine Frau Laura, die das selbst bekanntgegeben haben).

**G.W. Bush** veranlasste daraufhin noch während seiner Amtszeit, dass 300 Millionen US \$ für die Borrelioseforschung zur Verfügung gestellt wurden.

(Quellen: Dr. Gregory Bach, Do. O., PC unter [www.canlyme.com/sex.html](http://www.canlyme.com/sex.html) 4-2001 sowie Helke Ferrie, Hrsg. : Ending denial , 2. Aufl. 2014)

# Borrelienübertragung von Mensch zu Mensch

## Sexual transmission of Lyme disease: challenging the tickborne disease paradigm

### -Abstract

- Lyme disease caused by the spirochete *Borrelia burgdorferi* has become a major worldwide epidemic. In this article, we explore the clinical, epidemiological and experimental **evidence for sexual transmission** of Lyme disease in animal models and humans. Although the likelihood of sexual **transmission of the Lyme spirochete remains speculative**, the possibility of Lyme disease transmission via intimate human contact merits further study.

[Raphael B Stricker<sup>1</sup>](#), [Marianne J Middelveen](#)

DOI: [10.1586/14787210.2015.1081056](https://doi.org/10.1586/14787210.2015.1081056)

Außerdem wurden **Borrelien in Sperma** 11/2015 mikroskopisch durch Alan MacDonald nachgewiesen.

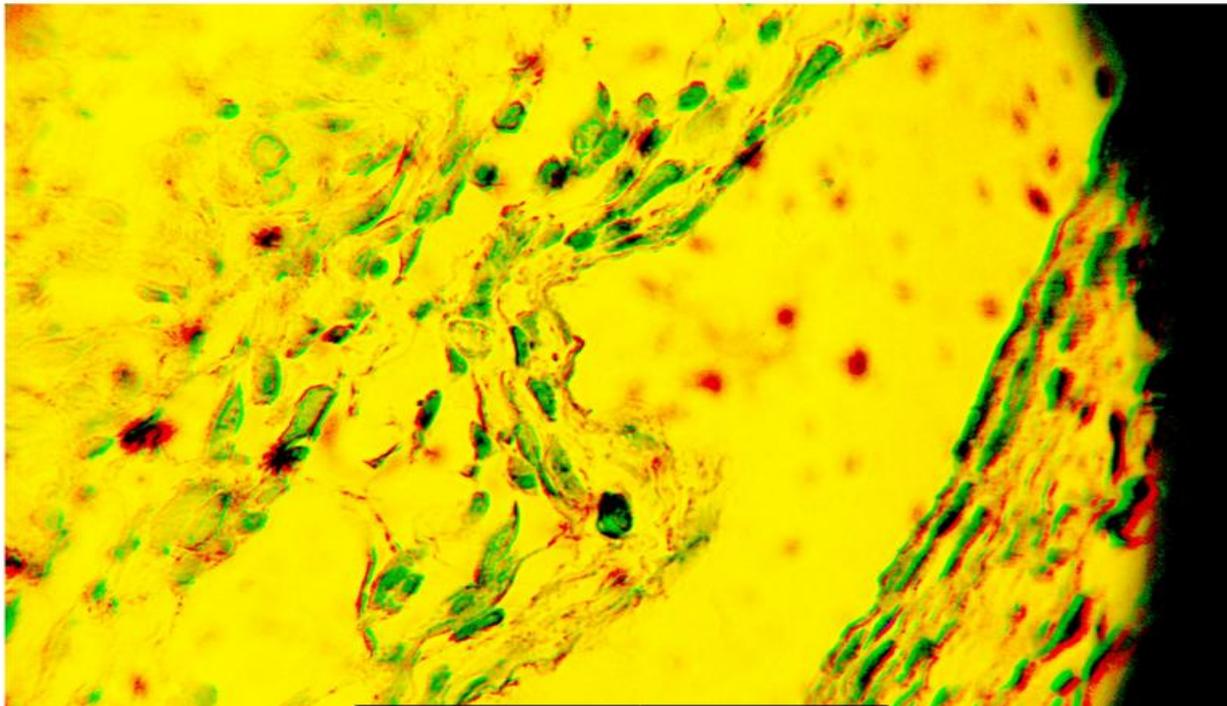
# Borrelien im Hoden eines Borreliosekranken

elia-burgdorferi.pdf

EVIDENCE BASED MEDICINE- SEXUAL TRANSMISSION OF BORRELIA FROM MALE TO FEMALE

Testicle from Autopsy – Adult Male- Duluth Minnesota- Long Term Chronic Lyme Disease- FISG study Positive by MacDonald – Additional Immunostain study using Immunoperoxidase Antibodies to **Borrelia Burgdorferi** – labeled with Chromogen AEC (red)- Positive for Borrelia Burgdorferi in Autopsy Testicle in High Density – Compelling Evidence for Sexual Transmission Of borrelia infection between human conjugal partners from Infected Male genital secretions- Independent of evidence in individual spermatozoa. [teckiges Ausschneiden](#)

Control Slide (positive) : Immunoperoxidase for borrelia Burgdorferi ( spirochetes in Red)



Page

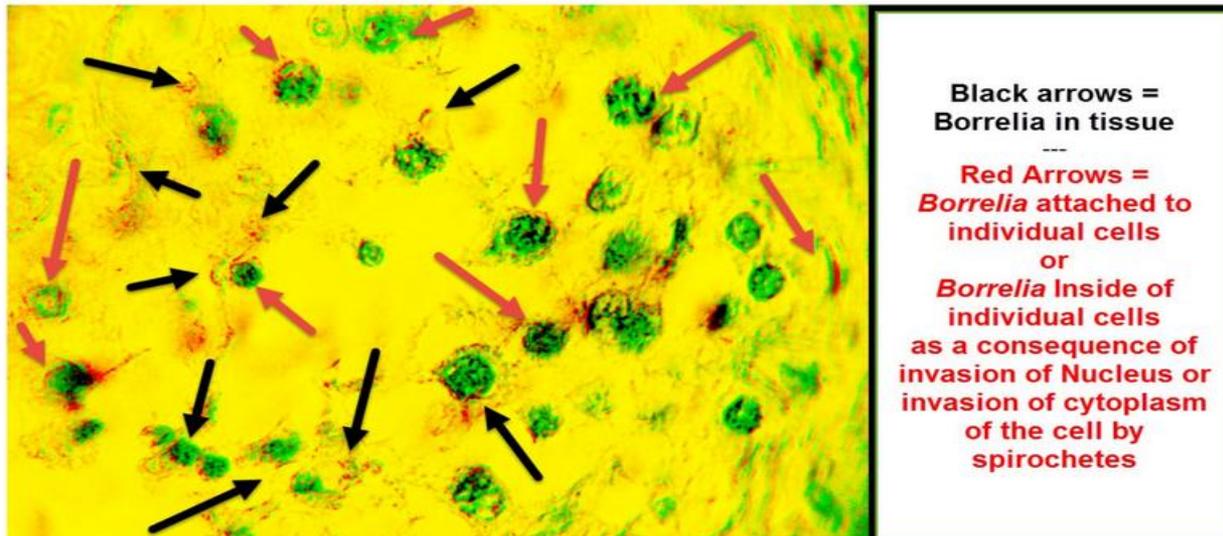
# Borrelien im Hoden eines Borreliosekranken

a-burgdorferi.pdf

EVIDENCE BASED MEDICINE- SEXUAL TRANSMISSION OF BORRELIA FROM MALE TO FEMALE

Testicle from Autopsy – Adult Male- Duluth Minnesota- Long Term Chronic Lyme Disease- FISG study Positive by MacDonald – Additional Immunostain study using Immunoperoxidase Antibodies to ***Borrelia Burgdorferi*** – labeled with Chromogen AEC (red)- Positive for Borrelia Burgdorferi in Autopsy Testicle in High Density – Compelling Evidence for Sexual Transmission Of borrelia infection between human conjugal partners from Infected Male genital secretions- Independent of evidence in individual spermatozoa. [Leckiges Ausschneiden](#)

Patient : Testicle: Autopsy: Immunostain with annotations for borrelia in Image



Respectfully Submitted,  
Alan B. MacDonald, MD,

# Borrelienübertragung von Mensch zu Mensch

## Sexuelle Übertragung:

Studien an Ehepaaren zeigten eine Borrelien-Übertragung überwiegend vom Mann auf die Frau.

100% aller infizierten Frauen hatten Borrelien in ihrer Vaginalflüssigkeit, aber nur 50% der infizierten Männer in ihrer Samenflüssigkeit.

**“There is always some risk of getting Lyme disease from a tickbite in the woods, but there may be a bigger risk in getting Lyme Disease in the bedroom“.**

(Quote: R. Stricker)

## Quelle:

(The Journal of Investigative Medicine **2014**;62:280-281, Author: Middleveen M., Stricker,R., Sapi,E. et al.)

Weitere Informationen finden Sie auf meiner Website:  
[www.dr-hopf-seidel.de](http://www.dr-hopf-seidel.de) oder in meinem Buch



ISBN 3426873923

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Vortrag für IST-Akademie 17.9.2022  
Dr. Hopf-Seidel