

# Laboruntersuchungen bei Borreliose

Zusammenstellung von Wolfgang Maes

Entwurf 7/2014

Je mehr Untersuchungen kombiniert werden, umso höher die diagnostische Sicherheit.

## Basis-Diagnostik

### Borrelien-Serologie IgG und IgM (Elisa, EIA, CLIA, IFT...)

Antikörper-"Suchtest", Nachweis von Borrelien-spezifischen Antikörpern. Humorale Immunantwort.

IgM-Antikörper bilden sich erst nach etwa drei bis vier Wochen und bleiben auch nach Ausheilung einige Monate in sinkenden Konzentrationen nachweisbar, bei Chronifizierung oder Neuinfektionen eventuell auch Jahre. IgG-Antikörper bilden sich noch später, frühestens nach vier bis acht Wochen, und bleiben oft, nach Heilung ebenfalls in sinkenden Konzentrationen, mindestens ein Jahr nachweisbar, manchmal länger, bei Chronifizierung und Neuinfektionen auch mehrere bis viele Jahre.

### Borrelien-Blot IgG und IgM (Immunoblot, Westernblot...)

Antikörper-"Bestätigungstest" mit Bestimmung der einzelnen für Borreliose spezifischen Banden.

z.B. p14 (+F) / p17 (+S) / p18 (+S) / p19 (FS) / p21 (+F) / p22 (S) / p23-25 (+F) / p28-29 (+S) / p30 (+S) / p31-33 (+S) / p34 (+S) / p35 (-F) / p37-38 (F) / p39 (+FS) / p41 (-F) / p43 (S) / p45 (S) / p55-56 (S) / p58 (+S) / p60 (-) / p66 (-) / p75 (-) / p83 (+S) / p93 (+S) / p100 (+S) / OspA (+S), OspB (+S) / OspC (+F) / VlsE (+FS) / BmpA (+S) / BBA36 (+S) / BBO323 (+S) / Crasp3 (+S) / pG (+S). (+) = Banden spezifisch bis hochspezifisch, (-) = unspezifisch, auch bei anderen Infekten. (F) = Nachweis eher in Frühstadien, (S) = in Spätstadien, (FS) = in beiden. Die Schulmedizin fordert zwei oder mehr auffällige Banden für die Diagnose Borreliose.

Statt Blot wird ein ähnlicher Test angeboten: **Luminex**.

Die Luminex-Technologie, auch recomBead-Test genannt, hat ein erweitertes Bandenspektrum und bietet noch mehr Sicherheit, liefert quantifizierte Ergebnisse für noch bessere Verlaufskontrollen.

Für die Basis-Diagnoseverfahren gilt: Ein negativer Befund schließt eine Borreliose nicht sicher aus, ein positiver Befund ist kein Beweis für eine zurzeit aktive Borreliose.

Achtung: Üblicherweise wird lediglich der "Suchtest" durchgeführt (und von der Krankenkasse bezahlt) und nur bei Auffälligkeit durch einen Blot ergänzt (und auch nur dann erstattet). Achten Sie darauf, was die Deutsche Borreliose-Gesellschaft und viele Experten fordern, nämlich dass immer beide Tests gemacht werden. Der erste allein ist zu unsicher, zu oft negativ trotz vorhandener Borreliose, nach meiner Einschätzung und Erfahrung um die 30-40 %, das hauptsächlich in chronifizierten Spätstadien.

## Wesentliche - oft unverzichtbare - erweiterte Diagnostik

### Borrelien-LTT (Lymphozyten-Transformations-Test)

Erhöhte Werte sind ein Indikator für eine aktive Borrelien-Infektion. Zelluläre Immunantwort.

Der LTT-Test zeigt schon etwa zehn Tage nach Zeckenstich eine bestehende Infektion durch erhöhte Werte an.

Statt LTT werden weitere, ähnliche Tests angeboten, z.B. **Melisa** und **Elispot**.

Melisa (Memory Lymphozyten-Immunstimulations-Test) ist ein modifizierter LTT. Elispot (Enzyme Linked Immunospot) ist ein ähnlicher Indikator und Frühmarker für eine aktive Borrelien-Infektion.

### CD57+ (NK-Zellen)

Indikator für chronische Borreliose, diese speziellen Killerzellen sind dann reduziert.

Bei persistierender Borreliose sind die CD57-Immunzellen im Blut oft deutlich reduziert. Während oder nach einer Therapie ist die Verbesserung der Werte ein Indikator für den therapeutischen Erfolg. CD57-Zellen sind eine Untergruppe der natürlichen Killerzellen. Bei Spätborreliose sind häufig nicht nur diese, sondern auch die Gesamtzahl aller Killerzellen erniedrigt.

Beachten: Die bisher erwähnten Bluttests und noch einige folgende weisen immunologische Reaktionen auf den Erregerreiz nach, nicht die Erreger selbst. Im Falle eines angeschlagenen, schwachen oder fehlregulierenden Immunsystems muss mit falschen Resultaten gerechnet werden. Das Immunsystem kann auch durch lange Erregeraktivität, z.B. bei Spätborreliose, angegriffen, verändert, reduziert, verwirrt und somit inkompetent, fehlregulierend werden. Außerdem erkennt das Immunsystem inaktive Borrelienformen (Persister) oder versteckte nicht und kann deshalb auch nicht reagieren. Zudem gibt es manchmal störende Kreuzreaktionen, z.B. werden bei EBV-Viren oder Autoimmunerkrankungen auch Borrelien-IgM-Antikörper gefunden.

## Sinnvolle ergänzende immunologische Diagnostik zur zusätzlichen Absicherung

### Vitamin D: 25-D und 1,25-D

Hinweis auf chronische Entzündung mit intrazellulären Erregern. TH1-Entzündungsreaktion.

Niedriges 25-D (Depot-Hormon, Calcidiol) und höheres 1,25-D (aktives Hormon, Calcitriol) sind nach Dr. Marshall und anderen die Folge von krankmachenden Stoffwechselprozessen, besonders anhaltende Entzündungen. Wichtig sind beide Vitamin-D-Komponenten, die übliche Analyse von 25-D allein reicht nicht. Siehe meine beiden Berichte 'Marshall-Protocol' und 'Vitamin D'.

### Tumornekrosefaktor-alpha (TNF-a)

Das Zytokin des Immunsystems steigt bei Infektionen oft an, akuter inflammatorischer Prozess.

TNF-a ist in allen Stadien einer Borreliose als Zeichen einer Entzündungsreaktion häufig erhöht. Auch andere Zytokine neigen im Borreliosefall zum Entzündungs-fördernden Anstieg, wieder andere dagegen selten oder gar nicht (siehe Zytokinprofil).

### Interferon-gamma (IFN-g)

Dies Zytokin kann in Spätstadien niedrig sein, Hinweis auf Immunstörung bzw. -supprimierung.

IFN-g ist in früheren Stadien als Zeichen einer Entzündungsreaktion oft erhöht, in späten Stadien dagegen als Folge der dank Erregeraktivität reduzierten Immunaktivität eher erniedrigt und inaktiv. IFN-g ist - wenn überhaupt - lediglich bei späten Infektionen mit Borrelien erniedrigt, aber selten oder meist gar nicht bei infektiösen Erkrankungen mit anderen Erregern.

## Zelluläres Immunprofil mit Lymphozyten-Subtypisierung

Funktionsprüfung der immunologischen Abwehr, Hinweis auf Immundefekte bzw. Immunopathien. Lymphozyten, Leukozyten, Thrombozyten, Monozyten, Granulozyten..., B-, T-, Killer-, Helfer-, Suppressor-Zellen..., aktivierte, naive, zytotoxische Zellen..., alles aktive Teile der Abwehr. Die Killerzellen (NK-Zellen) sind in späten Stadien dank destruktiver Borrelienaktivität häufiger zu niedrig und zudem "faul", das heißt durch den Erregereinfluss schlechter als üblich aktivierbar. Die Helferzellen (CD4-Zellen) sind dagegen aggressiv, überaktiv und richten Schaden an, die Suppressorzellen (CD8-Zellen) als Gegenregulator dafür zu wenig aktiv, die CD4/CD8-Ratio (das Verhältnis von Helfer- zu Suppressorzellen) deshalb aus dem Lot: Beeinträchtigung, Fehlregulierung, Überforderung... der Immunabwehr. Siehe auch unter CD57+ (NK-Zellen).

## Zytokinprofil mit TH1-/TH2-Balance

Funktionsprüfung der Zytokinaktivität im Immunsystem, Hinweis auf Immundefekt und Entzündung. Zytokine sind wichtiger Teil des Immunsystems, haben als hormonartige Botenstoffe mannigfaltige Aufgaben der Initiierung, Regulation, Förderung oder Hemmung von Immunaktivitäten. In späteren Stadien schaffen es die Borrelien, die Zytokinabläufe zu ihren Gunsten zu manipulieren, die Abwehr reagiert dann verwirrt und nicht mehr regelrecht. Die Zytokine TNF-a, IFN-g, IL-1b, IL-6, IL-8 oder IP-10 beispielsweise neigen im Borreliosefall zum Anstieg, IL-4 und IL-10 dagegen nicht oder selten. Bei einem solchen Profil werden die Zytokine mit diversen Antigenen "gereizt", um zu sehen, ob und wie sie reagieren. TH-Zellen sind Blutkörperchen mit vielen Funktionen, die in Balance sein müssen. Sie attackieren unter anderem Angreifer: TH1-Zellen intrazelluläre und TH2-Zellen extrazelluläre. Siehe mein Beitrag 'Chronische Borreliose - Der Schlüssel liegt im Immunsystem'.

## Diagnostik mit hoher bzw. einziger Beweiskraft einer akuten Borreliose

### Kultur

Direktnachweis des lebenden Erregers auf speziellen Nährböden mit Identifikation durch PCR.

Ein Anzichten aus Punktaten (Gelenke, Lumbalpunktion...), Biopsien (Haut, Schleimhaut, Gewebe, Nerven...) oder Körperflüssigkeiten (Blut, Urin, Sperma...) in Speziallaboren ist kompliziert und langwierig, aber im Positivfall zweifelsfrei sicher.

### PCR (Polymerase Kettenreaktion)

Genetischer DNA-Direktnachweis aus Zecken, Punktaten, Biopsien, Geweben, Körperflüssigkeiten.

Noch sensibler: Multiplex PCR, speziell bei schwacher Antikörperentwicklung, auch für Blut- und Urinuntersuchungen.

### Liquor (Nervengwasser)

Nur sinnvoll bei Neuroborreliose, akuten Entzündungen des Nervensystems.

Untersuchung von intrakethalen Antikörpern, oligoklonalen Banden, Zellzahl, Proteinen, Albumin, PCR... und möglichst auch dem Chemokin CXCL13. Manche Resultate sind fehleranfällig und falsch-negativ, eine existente Neuroborreliose kann häufig nicht verifiziert werden. CXCL13 ist ein spezieller, zuverlässiger Marker und Verlaufparameter für die frühe Neuroborreliose.

Trotz hoher Beweiskraft: Die Verfahren sind oft schwierig, aufwändig, ungenau, zeitraubend, teuer und auch invasiv, speziell die Liquoruntersuchung nach Lumbalpunktion. Nervengwasserergebnisse in Bezug auf den Borreliosenachweis sind unzuverlässig (nicht bei den anderen wichtigen Parametern). Experten berichten, dass in 80 % aller Fälle (manche schätzen noch mehr) eine vorliegende Borrelienaktivität nicht im Liquor zu finden ist. Dennoch lohnt sich ein Versuch, denn bei positiven Resultaten ist bei allen drei Verfahren die Sicherheit und Anerkennung - auch bei Skeptikern - hoch. Besonders attraktiv ist die kostengünstige, schnelle und zuverlässige PCR. Bei Operationen oder Biopsien daran denken, dass etwas Material (Herzklappe, Tumor, Nerv, Lipom, Lymphknoten, Haut...) hierfür bereitgestellt wird. Für Blut und Urin nur die sensiblere Multiplex PCR.

### Erythema migrans, die typische Wanderröte nach Zeckenstich

Das Erythem (tritt nicht immer auf, in ca. 50 % aller "gelungenen" Zeckenkontakte) ist Beweis genug für eine Immunreaktion auf die sich in der Haut und im Körper ausbreitenden Borrelien: Borreliose.

Die sich meist nach wenigen Tagen - seltener Wochen - bildende, im Laufe der Zeit immer größer werdende und sich verändernde, dezente oder massiv auffällige Rötung unbedingt in ihrem Verlauf fotografieren. Sie wird einige Zenti- bis Dezimeter groß, manchmal groß wie eine Pizza, oft zum Zentrum hin ablassend. Eventuell Hautbiopsie mit PCR oder Erregernachweis.

### Lymphozytom, ACA..., auch andere Hautveränderungen beweisen eine Borreliose

Das Lymphozytom (Lymphadenosis cutis benigna) bildet sich früh, oft an Ohren oder Brustwarzen. Eine ACA (Acrodermatitis chronica atrophicans) spät, oft an Händen, Füßen, Armen oder Beinen.

Die unter anderem mit Rötung oder Blaufärbung beginnenden Hautreaktionen treten ebenfalls nur bei Borreliose auf, nicht bei anderen Erkrankungen. Auch die unbedingt fotografieren. Auch hier im Zweifel Hautbiopsie mit PCR oder Erregernachweis.

## Eine fast in Vergessenheit geratene Nachweismethode

### Dunkelfeldmikroskopie

Mikroskopischer Direktnachweis des lebenden Erregers in einem Blutstropfen.

Ein Tropfen frisches Kapillar- oder Venenblut wird im Mikroskop untersucht und längere Zeit beobachtet oder per Video aufgezeichnet. Bei einer frischen Borrelieninfektion schwimmen die spiralförmigen Erreger noch aktiv im Blutplasma, sich typischerweise um die eigene Körperachse drehend und so flink fortbewegend. In späteren Stadien sieht man sie kaum noch im flüssigen Teil des Blutes, vielmehr mit Geduld und ein bisschen Glück aus den von ihnen penetrierten Zellen (Blutkörperchen, Immunzellen...) herauskommen, das oft erst nach Stunden oder Tagen. Dieser Nachweis sollte von Laborärzten und Mikrobiologen auch bei Borreliose gemacht werden, wie es bei der Syphilis üblich war. Sichtbare Borrelien bildlich dokumentieren.

## Eine erste oft aufschlussreiche Untersuchung ist die der Zecke selbst

### PCR der Zecke

Genetischer DNA-Direktnachweis der vom Körper nach einem Stich entfernten Zecke.

Die aus der Haut entfernte Zecke wird in ein Fachlabor geschickt. Das Ergebnis kommt innerhalb weniger Tage. Ist es unauffällig, das heißt, es sind keine Borrelien (oder auch andere Erreger) nachweisbar, dann besteht keine Gefahr einer Infektion. Ist sie auffällig und es wurden Borrelien (oder andere Keime) gefunden, so ist das noch kein Beweis, dass eine Infektion stattgefunden hat, aber es ist wahrscheinlich. Es wird darüber diskutiert, ob im zweiten Fall bereits vorsorglich ein entsprechendes Antibiotikum gegeben werden sollte, um der Gefahr möglichst früh zu begegnen. Fotografieren Sie die Zecke an ihrer Saugstelle. Achten Sie auf Veränderungen an der Stichstelle (siehe oben: Erythema migrans) und auf körperliche Symptome.

## Klassische und erweiterte Entzündungsdiagnostik

### **BSG** (Blutsenkungsgeschwindigkeit)

Die BSG ist bei Borreliose in Spätstadien manchmal (nicht immer) moderat erhöht, dann lange Zeit.

### **CRP** (C-reaktives Protein)

Auch CRP ist bei Borreliose in Spätstadien manchmal und lange Zeit erhöht, ebenfalls eher leicht. CRP reagiert besonders auf bakterielle Infektionen, weniger oder gar nicht auf virale.

### **ECP** (Eosinophiles kationisches Protein)

Hinweis auf bakterielle Entzündungsaktivität, Parasiten, Autoimmunerkrankungen, Allergien, auch auf toxische Belastungen durch Wohngifte, Medikamentengifte, Schwermetalle...

### **Procalcitonin**

Marker für Entzündungsreaktion, ausschließlich bei bakteriellen Infektionen, nicht bei viralen.

### **Neopterin**

Marker für zelluläre Abwehr- bzw. Entzündungsreaktion, speziell bei viralen Infektionen.

### **Nuklear-Transkriptionsfaktor NF-kappa-b** (NFkB-mRNA)

Entzündungsreaktion durch Bakterien, Bakterientoxine, Viren, Parasiten, Zytokine, Oxidation.

### **SAA** (Serum Amyloid A)

Marker für akutes Entzündungsgeschehen mit bakteriellen und viralen Erregern; Therapiekontrolle.

### **Granulozyten Funktionstest** (Neutrophile, Phagozyten)

"Fresszellen"-Test für ungeklärte, therapieresistente, rezidivierende Infekte mit Bakterien und Pilzen.

## Weiterführende spezielle Diagnostik

### **ANA** (Antinukleäre Antikörper) und **ENA** (Extrahierbare nukleäre Antigene)

Autoantikörper gegen Zellkerne, Indikator für Autoimmunerkrankung, Kollagenose, Spätborreliose.

ANA und ENA sind Überbegriffe, hinter diesen verstecken sich verschiedene Autoantikörper, z.B. CENP, dsDNS, Hsp90, Jo-1, Kernmembran, MSA-1, Nukleolär, PCN, p80-Coilin, RNP, Scl-70, Sm, Sp-100, SS-A(Ro), SS-B(La), ssDNA... Die Antikörper stehen für bestimmte Erkrankungen, z.B. dsDNS unter anderem bei Lupus erythematoses oder SS-A(Ro) beim Sjögren-Syndrom.

### **Alpha-/Beta-/Gamma-Globuline** (Elektrophorese)

Indikatoren für Autoimmunerkrankungen und Entzündungen, bei Spätborreliose manchmal auffällig.

### **Komplementfaktoren** und **CIC** (Zirkulierende Immunkomplexe)

Indikatoren für Autoimmunkrankheiten und aktive Infektionen, auch Borreliose, speziell C3 bis C5.

### **Gesamt IgE Antikörper** (Immunglobuline Typ E)

Hinweis auf Allergien, Parasitosen, Dermatosen, Infektionen, Immundefekte, T-Zell-Defekt, Arthritis.

### **Rheumafaktoren** (RF IgM, IgA) und **CCP** (Cyclische Citrullin Peptid-Antikörper)

Manchmal, nicht immer auffällig. Auch bei Arthritis, Syphilis, Malaria, Vaskulitis, Kollagenosen...

Rheumafaktoren, Blutbild, CCP und CRP sind bei Borreliose häufig im Normbereich trotz der rheumaähnlichen Beschwerden.

### **Ganglioside**

Antikörper gegen immunvermittelte Neuropathien, treten - falls überhaupt - in späteren Stadien auf.

Autoantikörper bei Neuropathien, entzündlichen Polyneuropathien, Demyelinierungen. Es gibt diverse IgG- und IgM-Ganglioside, die auf neurologische Erkrankungen hinweisen: GM1, GM2, GM3, GD1a, GD1b, GD3, GT1a, GT1b, GQ1b... Bei einer Neuroborreliose oder ALS sind es meist nur GM2 IgG und IgM, beim Barré-Syndrom oder CIDP bis zu zehn verschiedene.

### **Muskelenzyme CK und LDH**

Bei Spätborreliose treten manchmal Muskelprobleme und Gewebeschäden sowie Zellzerfall auf.

CK (Creatin-Kinase): Indikator für Muskelerkrankungen. LDH-Isoenzyme (Lactat-Dehydrogenase): Hinweis auf Gewebeschädigung (LDH-1 Herz, LDH-2 Lymphsystem, LDH-3 Lunge, LDH-4 Niere, LDH-5 Leber und quergestreifte Muskulatur).

### **Oxidativer und nitrosativer Stress**

Bei Spätborreliose sind solche Stressprofile häufig aus dem Lot, es werden Oxidantien gebildet, freie Radikale schädigen den Körper, Multisystemerkrankungen und Mitochondropathie sind die Folge.

Untersuchungen von Blut, Urin und/oder Speichel auf z.B. freie Radikale, Cortisol, Adrenalin, Noradrenalin, Dopamin, Serotonin, Melatonin, Tryptophan, Citrullin, Methylmalonsäure, Malondialdehyd, Homocystein, Phenyllessigsäure, Nitrotyrosin, Peroxynitrit, Peroxide, Superoxide, Hypochlorit, Vitamin B12, alpha-Liponsäure, Carnitin, Kreatinin, Coenzym Q10, intrazelluläres ATP, intrazelluläres Gluthation, Zitronensäurezyklus, Neurotransmitter, Parameter für CFS, Fibromyalgie, Mitochondropathie...

### **Hormone**

In späteren Stadien sind vielfältige hormonelle Störungen möglich, die es festzustellen gilt, z.B.

**Schilddrüsenhormone:** Manchmal, nicht immer auffällig; wenn, dann speziell Anti-TPO (Hashimoto).

**Serotonin:** Zu niedrige Konzentrationen führen zu Schlafstörungen, Müdigkeit, Temperaturfehlregulation, Angst, Stress, Abgeschlagenheit, Leistungsknicks, Verstimmung, Herz-Kreislauf-Probleme, Nerven, Gefäße, Augen, Migräne, Depression...

**Sexualhormone:** Zu niedrige Konzentrationen führen unter anderem zu Potenz-, Libido und Menstruationsstörungen.

**Insulin:** Eine Glukose-Verwertungsstörung führt zu mehr Insulinausschüttung und zur Insulinresistenz als Vorstufe zum Diabetes II. Untersuchungen: Glukose-Toleranztest, HbA1c, Proinsulin, Adiponektin, Triglyzeride, HOMA-Index, Bauchumfang.

**Vitamin D:** Das "Vitamin" ist eigentlich ein Hormon, es gibt häufiger Entgleisungen, siehe D-25 und D-1,25 auf Seite 1.

## Fettstoffwechsel (Lipide)

In späteren Stadien ist der Fettstoffwechsel häufiger aus dem Lot, was untersucht werden sollte, z.B.

**Triglyzeride:** Häufiger moderat erhöht, gesteigertes Arteriosklerosisisiko.

**Cholesterin:** Häufiger moderat erhöht, dabei HDL-Cholesterin ("gutes") zu niedrig und LDL-Cholesterin ("schlechtes") zu hoch.

## Nahrungsmittelunverträglichkeiten

Gluten, Histamin, Laktose, Geschmacksverstärker, bestimmte Lebensmittel, Zusatzstoffe... fordern und überfordern im Falle von Unverträglichkeiten oder Allergien das Immunsystem zusätzlich.

**Zöliakie,** Sprue, Glutenunverträglichkeit: Nachweis von Antikörpern gegen Gewebstransglutaminase IgG/IgA, Endomysium-IgG/IgA, Gliadin IgG/IgA, Gluten IgE, eventuell Dünndarmbiopsie. Experiment: Verzicht auf Gluten-haltiges Getreide.

**Histaminose,** Histaminunverträglichkeit, Histaminintoleranz HIT: Nachweis von Histamin und des Histamin-Abbau-Enzyms DAO (Diaminoxidase, Histaminase). Experiment: Verzicht auf Histamin-haltige oder Histamin-blockierende Nahrungsmittel.

**Laktoseintoleranz,** Laktasemangel: Nachweis anhand venösem Laktose-Toleranztest und/oder H2-Atemtest nach Provokation mit Laktose-haltigem Getränk, eventuell LCT-Genest. Experiment: Verzicht auf Laktose-haltige Nahrungsmittel.

**Geschmacksverstärker,** Glutamat, "Chinarestaurant-Syndrom": Allergiediagnostik, Nachweis von Glutaminsäure im Blut. Experiment: Verzicht auf Geschmacksverstärker bzw. Glutamate, z.B. E620, E621, E622, E623, E624 oder E625.

**Lebensmittelallergien** allgemein: Allergiediagnostik, Hauttests, Gesamt-IgE, Allergie-spezifische IgE-Antikörper, LTT-Test. Experiment: Ausschlussdiät, Provokationsdiät, Verzicht auf allergisierende Nahrungsmittel.

**Zusatzstoffe** bei Lebensmitteln und Medikamenten: Vorsicht mit all den E's, Konservierungsmitteln, Säuerungsmitteln, Süßstoffen (Aspartam!), Farbstoffen, Emulgatoren und anderen chemischen Zusätzen in der Nahrung. So konsequent biologisch und giftfrei ernähren wie möglich. Das gilt auch für Tabletten, Sprays, Tropfen und Supplemente, hier zudem immer häufiger kritische Nanopartikel (Titanoxid, hochdispersives Siliziumdioxid, Aluminiumoxid...), Beschichtungen, Lacke, Farben, Aufheller und andere Stoffe. Wiege ich eine Tablette mit einem Wirkstoff von einem angegebenen Gramm, dann zeigt die Waage manchmal drei Gramm, doppelt so viel allzu oft bedenkliche Zusatzstoffe wie gewünschte Wirkstoffe.

## Weiterführende allgemeine Diagnostik

### Großes Blutbild, Differenzialblutbild

Hinweise auf Infektions- und Krankheitsgeschehen, Differenzierung der weißen Blutkörperchen.

Bei Borreliose häufiger zu niedrige und schlecht aktivierbare Lymphozyten (weiße Blutkörperchen des Immunsystems). Sonst ist das "normale" kleine oder große Blutbild selbst bei schweren Borreliosefällen meist erstaunlich unauffällig.

### Status der Vitamine, Mineralien, Aminosäuren, Spurenelemente, Elektrolyte...

Bei Defiziten zuerst Ursachenfindung und erst dann - wenn sinnvoll - eventuell Supplementierung.

Manchmal raubt uns die Infektion wichtige Vitamine, Mineralien, Spurenelemente..., und es gilt das zu erkennen und aufzubessern, z.B. beim Vitamin B oder bei Zink und Selen. Aber: Der Körper ist intelligent und regelt auch manche dieser Substanzen zu seinen Gunsten herunter, er reagiert so auf die Erreger und macht ihnen das Leben schwer. Das sollte beachtet werden, denn bei Defiziten um jeden Preis nachzuhelfen, könnte auch Öl ins Feuer bedeuten und die Schmarotzer unterstützen.

### Säure-Basen-Haushalt

Hinweis auf veränderungs- bzw. therapiebedürftige Übersäuerung, häufig - nicht nur bei Borreliose.

Borrelien bevorzugen ein eher saures Milieu. Deshalb (und nicht nur deshalb) auf neutrales bis leicht basisches Milieu achten. Neben genauen medizinischen Untersuchungen erlauben Eigentests des Urins mit pH-Teststreifen erste Eindrücke: morgens nüchtern 5,5-6,5 pH, nach dem Frühstück vormittags über 7,5 pH, nach dem Mittagessen nachmittags bis 8,5 pH, nach dem Abendessen bis 7 pH, spät abends und nachts runter bis 5,5 pH. Was besonders "sauer" macht: Fleisch, Wurst, Innereien, Fisch, Käse, Quark, Eiweiß, Zucker, Weißmehl, Weißreis, viele Getreidearten, Schokolade, Marmelade, Alkohol, Kaffee, Limo, Cola, Kohlensäure..., bitte nie mehr als höchstens 20 % pro Tag. Die anderen 80 % machen basisch: Kartoffeln, fast alle Obst-, Gemüse- und Salatarten, Kräuter, Oliven, Zwiebeln, Knoblauch, Joghurt, Eigelb, Honig, Kräutertees, stille Quellwasser... Auch Umweltgifte, Wohngifte, Schwermetalle, Schimmel- und Hefepilze, elektromagnetische Felder... machen sauer.

## Genetik

### Genetische Disposition, HLA, NAT, GST, Cytochrome...

Diverse genetische Dispositionen, Mutationen, Assoziationen und andere Merkmale können den Verlauf einer Borreliose oder von Autoimmunerkrankungen erschweren und für beispielsweise Symptompersistenz, Therapieresistenz, Immuninkompetenz oder auch Entgiftungsblockaden sorgen. Das lässt sich anhand von Laboruntersuchungen gut nachweisen. Es folgen nur einige Beispiele.

**HLA-Typisierung** (Human Leucozyte Antigen): Genetische Korrelation bestimmter Krankheiten mit bestimmten HLA-Eigenschaften, bei Infektionen wie Borreliose oder Autoimmunerkrankungen dominierend mit Subtypen aus der HLA-DR-Gruppe. HLA-DR1, DR2 und DR4 sind signifikant assoziiert mit der zellulären und humoralen Immunantwort gegen Borrelien-Antigene sowie einer Antibiotika-resistenten Borreliose (Risiko 22fach erhöht) und neigen zur Förderung des Entzündungsgeschehens sowie von autoimmunologischen Prozessen. Das bedeutet: Erhöhtes Risiko, eine therapieresistente Verlaufsform der Borreliose zu entwickeln. HLA-DR8, DR11 und DR13 sind dagegen assoziiert mit einer Antibiotika-sensitiven Borreliose. Bestimmte HLA-Allele werden als Ursache einer ausbleibenden Antikörperbildung diskutiert (Seronegativität!).

**Cytochrom-Typisierung** (Entgiftungsenzyme): Genetische Beurteilung der Entgiftungskapazität und Verstoffwechslung von Medikamenten wie Antibiotika (Cytochrom P450). Ein zu schneller Abbau der Medikamente (schnelle Metabolisierer) kann zu reduzierter oder überhaupt keiner Arzneimittelwirkung führen, ein zu langsamer Abbau (langsame Metabolisierer) zu erhöhter Arzneimittelwirkung und zu toxischen Nebenwirkungen.

**N-Acetyl-Transferase NAT:** Es geht um Schutzsysteme gegen zellschädigende Umweltschadstoffe. Bei Auffälligkeiten ist die Entgiftungsfunktion beeinträchtigt, speziell bei chemischen Substanzen und Medikamenten.

**Glutathion-S-Transferase GST:** Auch hier geht es um ein solches Schutzsystem gegen zellschädigende Umweltschadstoffe. Auffälligkeiten können die Entgiftungsfunktionalität reduzieren. Das Risiko für entsprechende Erkrankungen steigt.

**Genetischer IL1-Polymorphismennachweis:** Die verstärkte Synthese des proinflammatorischen Zytokins Interleukin-1 feuert das Immunsystem übertrieben an, unterstützt, fördert und chronifiziert somit Entzündungsprozesse.

Sinnvoll sind solche Überprüfungen speziell vor einer Antibiose. Wichtig ist auch die Untersuchung des im Blut nachweisbaren therapeutischen Serumspiegels während einer Antibiose. Ist die Konzentration des Medikamentes im Blut bei einer typischen täglichen Dosierung erwartungsgemäß und somit regelrecht (einige Stunden nach der Einnahme z.B. bei Doxycyclin um die 3-5 mg/l, bei Ceftriaxon um die 30-50 mg/l), dann liegt eine solide Verstoffwechslung vor. Ist sie zu niedrig, dann ist die therapeutische Wirkung schlecht bis gar nicht mehr gegeben, alle möglichen Nebenwirkungen aber dennoch vorhanden.



### Co-Infektionen

Weitere Entzündungserreger, Bakterien, Viren, Würmer, Parasiten... schädigen das Immunsystem noch mehr, forcieren die Beschwerden, unterstützen die Borrelien und verkomplizieren die Therapie. Für diese Erreger gibt es ebenfalls Laboranalysen (Direktnachweis, Antikörper, Blot, LTT, Elispot...). Beispielsweise **Babesia**, **Bartonella**, Candida, Chlamydia, **Coxiella**, **Ehrlichia/Anaplasma**, Epstein-Barr EBV, **Francisella**, **FSME**, Helicobacter, Herpes HSV, **Mykoplasma** (?), **Rickettsia**, Shigella, Treponema, Toxoplasma, Varicella VCV, Yersinia, Zy-tomegalie CMV, weitere Bakterien, Viren, Parasiten, **Würmer** (Nematoden)... **Fett**: werden auch von Zecken übertragen.

### Schwermetalle

Eine unheilige Allianz: Infektionen und (Schwer-) Metalle wie Quecksilber (Impfungen, Amalgam, Sparlampen...), Blei (alte Wasserleitungen...), Aluminium (Deos, Kosmetik, Sonnenmilch, Cremes...). Schwermetalle und andere Metalle lassen sich im medizinischen Fachlabor anhand von Blut-, Urin-, Stuhl-, Speichel- oder Haarproben nachweisen, eventuell nach Provokation mit metallausleitenden Medikamenten wie DMPS, DMSA, EDTA oder anderen Chelatbildnern. Eine mögliche Vorgehensweise, einfach, kostengünstig und ohne Infusion (siehe separate Info): Morgens nüchtern Blase entleeren, zur Mobilisation der Metalle DMSA (10 mg pro kg Körpergewicht, Apotheke) mit einem halben Liter mineralarmem Wasser (Volvic, Spa, Plose, Lauretana...) einnehmen und NaCa-EDTA (750 mg, Apotheke) als Zäpfchen einführen, mindestens eine Stunde nichts essen, Urin nach Einnahme von Tablette und Zäpfchen vier Stunden sammeln und ins Labor (Adressenliste) schicken. Eventuell Kaugummitest bei Amalgamfüllungen. Bei positiven Ergebnissen: konsequente baubiologische Quellensuche zu Hause und in der Umwelt, konsequente Ursachenbeseitigung, Zahnsanierung, entgiften.

### Schimmelpilze, Hefepilze

Ebenfalls kritische Wechselwirkungen mit immunologischer Überlastung: Borrelien und Pilze.

Hohe Schimmelpilzzahlen findet man als Folge von Feuchteschäden und Hygieneproblemen im Haus oder in Lebensmitteln. Hohe Hefepilzzahlen kommen in Lebensmitteln, Küchen-, Bad- und anderen Hygienebereichen vor. Untersuchungen baubiologisch sowohl vor Ort als auch umweltmedizinisch am betroffenen Menschen (Direktnachweis, Antikörper, Allergietests...). Schimmel- oder Hefepilz-Infektionen überfordern und schädigen das Immunsystem und sind allein deshalb manchmal ein Vorläufer für hartnäckige(re) Borreliose-Verläufe. Bei positiven Ergebnissen: Pilzquellen unbedingt meiden, entgiften.

### Gifte

Wohngifte, Luftschadstoffe, Lösemittel, Pestizide, Holzschutzmittel, Weichmacher, Flammschutzmittel, Asbest, Nanopartikel..., auch Toxine von Bakterien und Pilzen oder Gifte in Medikamenten und (zahn)medizinischen Anwendungen wirken oft neurologisch und immunsupprimierend, Vorsicht!

Meiden Sie Giftbelastungen wo immer es geht, dazu gehört die bewusste Einrichtung und Pflege der Wohnung, risikoarme Farben, Lacke, Kleber..., das Meiden von Energiesparlampen, biologische Ernährung, unbedenkliche Zahnversorgung, Schadstoff-freie Kosmetika, nicht Rauchen, wenig Medikamente nebst ihrer vielen Zusatzstoffe, um nur einige Beispiele zu nennen. All das chronifiziert eine Borrelieninfektion und erhöht die Persistenz der Erreger. Untersuchungen baubiologisch vor Ort und umweltmedizinisch am betroffenen Menschen. Bei positiven Ergebnissen: Giftquellen unbedingt meiden, entgiften.

### Elektromagnetische Felder ("Elektrosmog")

Niederfrequente elektrische und magnetische Felder (Spannung, Strom, Kabel, Geräte...) und hochfrequente elektromagnetische Wellen (Sender, Funk, Handys, Schnurlose, WLAN...) belasten und schädigen viele biologische Funktionen, besonders das Immunsystem, und unterstützen die Erreger.

Wenige Minuten Handystrahlung oder von Schnurlostelefonen bzw. anderen nahen Mikrowellenemittenten führen unter anderem zu einer erhöhten Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke für mehrere Stunden. Das heißt: Dank Funk können Schadstoffe, Eiweiße, Medikamentenrückstände und andere kritische Substanzen, welche nicht ins Gehirn dürften und normalerweise von dieser schützenden Barriere zurückgehalten würden, ungehindert einströmen, eben auch Bakterien, Parasiten und deren Gifte. Außerdem sorgt der Elektrosmog dafür, dass Borrelien noch mehr Toxine produzieren als sonst üblich. Der Neurologie- und Borreliose-Experte Dr. Dietrich Klinghardt: "Wenn wir Kulturen anlegen und die Erreger mit und ohne Elektrosmog wachsen lassen, steigert sich die Toxinaktivität im Handyeinfluss um das 600fache! Zudem sind die Keime im Einfluss der Felder noch aggressiver als ohne! Deren Wachstum und Virulenz, die Potenz ihrer Toxine erhöhen sich dramatisch dank Elektrosmog, insbesondere vom Handyfunk und den schnurlosen Telefonen, aber auch von elektrischen Leitungen und Geräten. Die stärkste krankmachende Wirkung haben die Felder in der Nacht unter anderem durch die zusätzliche massive Störung der Melatoninproduktion." Das sind nur kurz angerissene Beispiele zu den fatalen Wirkungen und Wechselwirkungen von Borrelien und technischen Feldbelastungen. Viel mehr hierzu in dem Bericht: 'Borreliose und Co. plus Elektrosmog - Was haben Mikroorganismen mit elektromagnetischen Feldern zu tun?'. Bei Verdacht: Baubiologische Untersuchungen vor Ort. Bei auffälligen Ergebnissen: Feldquellen meiden, Abstand, schirmen, schalten, schützen. Vorsorglich: Handys, Smartphones, DECT-Schnurlostelefone und -Babyphone, WLAN-Internetzugänge... meiden, ganz besonders im Falle einer persistierenden Borreliose; besondere Vorsicht im Schlafbereich, hier keine elektrischen Geräte und Kabel in Bettnähe, eventuell Schlafräum-sicherung schalten, hier und nebenan keine funkenden Geräte, Metall- und Synthetik-freies Bett und Bettumfeld...

Die Beschwerden sind bei Borreliose, Co-Infektionen, Schwermetallen, Schimmel- und Hefepilzen, Giften und elektromagnetischen Feldern sehr oft recht ähnlich, manchmal schwer auseinanderzuhalten. Sie alle greifen das Immun- und Nervensystem an, verändern hormonelle Abläufe, sind Stressfaktoren, bewirken chronische Müdigkeit oder auch Hyperaktivität, sorgen für Übersensibilitäten und allergische Reaktionen, lösen kognitive Störungen aus, unterstützen und forcieren sich gegenseitig in ihren destruktiven Wirkungen, führen zu oxidativem und nitrosativem Stress, zu unterschiedlichsten Multisystemerkrankungen.

**Beachten: Noch wichtiger als alle Laboranalysen ist die Symptomatik des Patienten.**

Die Zusammenstellung ist längst nicht komplett, es geht um einige wesentliche Beispiele. Bei einem so komplexen Krankheitsbild wie der Borreliose und seiner facettenreichen Symptommenvielfalt können noch weitere Laboruntersuchungen von Erregern, Blut, Urin, Speichel, Stuhl, Biopsien... nötig werden, auch bildgebende Verfahren wie Ultraschall, Kernspin oder PET. Konsultationen bei diversen Fachärzten sind oft unumgänglich, neben dem Hausarzt beim Neurologen, Hautarzt, Immunologen, Infektiologen, Internist, Kardiologen, Rheumatologen, Augenarzt, Angiologen, Haematologen, Umweltmediziner oder Laborarzt.

Bitte Liste mit Laboradressen, die solche Untersuchungen durchführen, beachten.