

Systemische Einordnung von Long Covid & ME/CFS

Persönliche Erfahrungssammlung Reinhard Birke

Eine Kontaktadresse ist angegeben für vereinzelte sachliche Hinweise oder Rückmeldungen zum Dokument. Eine individuelle Beratung, medizinische Einschätzung oder Begleitung kann leider nicht geleistet werden.

longcovid.leitfaden@gmail.com
v0.1 (Stand 02/26)



Disclaimer

Dieses Dokument dient der **systemischen Einordnung von Long Covid / ME/CFS** auf Basis aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse, klinischer Beobachtungen und integrativer Modellbildung, aber insbesondere **persönlicher Erfahrung** als Betroffener.

Es handelt sich **nicht** um:

- eine medizinische Diagnose,
- eine Therapieempfehlung,
- eine individuelle Behandlungsanleitung,
- oder einen Ersatz für ärztliche Abklärung.

Die dargestellten Zusammenhänge beschreiben biologische Modelle und Rückkopplungen, die helfen sollen, Symptome und Krankheitsverläufe **besser zu verstehen**, nicht jedoch eigenständig medizinische Entscheidungen zu treffen.

Gesundheitliche Maßnahmen, Diagnostik, Medikamente oder Supplemente sollten **ausschließlich in Absprache mit qualifizierten Ärzt:innen oder Therapeut:innen** erfolgen.

Die Nutzung dieses Dokuments erfolgt **auf eigene Verantwortung**. Eine Haftung für direkte oder indirekte Folgen aus der Anwendung der Inhalte wird ausgeschlossen.

Wenn du wenig Energie hast – lies bitte zuerst diese Seite.

Dieses Dokument erklärt Long Covid / ME/CFS sehr detailliert (auch für medizinisches Personal). Du musst **nicht alles auf einmal verstehen oder lesen**. Daher gibt dir diese Seite die **wichtigste Zusammenhänge in einfachen Worten**.

Worum geht es im Wesentlichen?

Long Covid bzw. ME/CFS ist ein Zustand, in dem mehrere Körpersysteme gleichzeitig aus dem Gleichgewicht geraten sind.

Im Zentrum steht dabei **eine gestörte Energieversorgung auf Zellebene (ATP)**

Dein Körper hat dadurch zu **wenig nutzbare Energie (ca. 6% eines normalen Menschen)** und reagiert darauf mit Stress- und Schutzmechanismen um dich vor Überlastung zu schützen.

Welche Systeme sind betroffen?

1. Zellatmung / Energieproduktion
2. Nervensystem (Stress, Dysautonomie)
3. Kreislauf & Blutdruck (POTS)
4. Immunsystem (anhaltende Aktivierung)
5. Stoffwechsel
6. Hormonsystem
7. Darm & Mikrobiom

Keines dieser **Systeme** ist „allein schuld“. Sie **verstärken sich gegenseitig** in einem Teufelskreis.

Belastung führt zu Crash (PEM)

Die Belastung wird noch durch Kompensation bewältigt obwohl Energie fehlt.

Die Effekte sind multisystemisch und kommen daher erst Stunden oder Tage später.

PEM ist eine Folge von Dysregulation durch eine biologisch **sinnvolle Schutzreaktion** und kein Fehler.

Aus meinem Modell folgt, dass **Long Covid & ME/CFS keine einzelne Ursache und keine einfache Lösung** hat, sondern ein Zustand ist, in dem dein Körper energetisch und regulatorisch überlastet ist. Für die **Diagnostik** bedeutet das: **Einzelne Normalwerte schließen die Erkrankung nicht aus**; sinnvoll sind vor allem Verlauf, Belastungsreaktionen, autonome Funktionen (z. B. POTS), Energieparameter und relevante Mängel. Daraus folgt grundsätzlich: **(Energie)stabilisierung ist wichtiger als Aktivierung**. Ziel ist durch Vermeidung von Überlastung, Unterstützung des Körpers bei der eigenen Heilung, Ergänzung von fehlenden Stoffen und schrittweiser Stabilität des Systems, die eigene Leistungsfähigkeit immer weiter zu steigern.

Zu verstehen, wie dein System reagiert, ist dabei der wichtigste erste Schritt – viel Erfolg und gute Besserung.

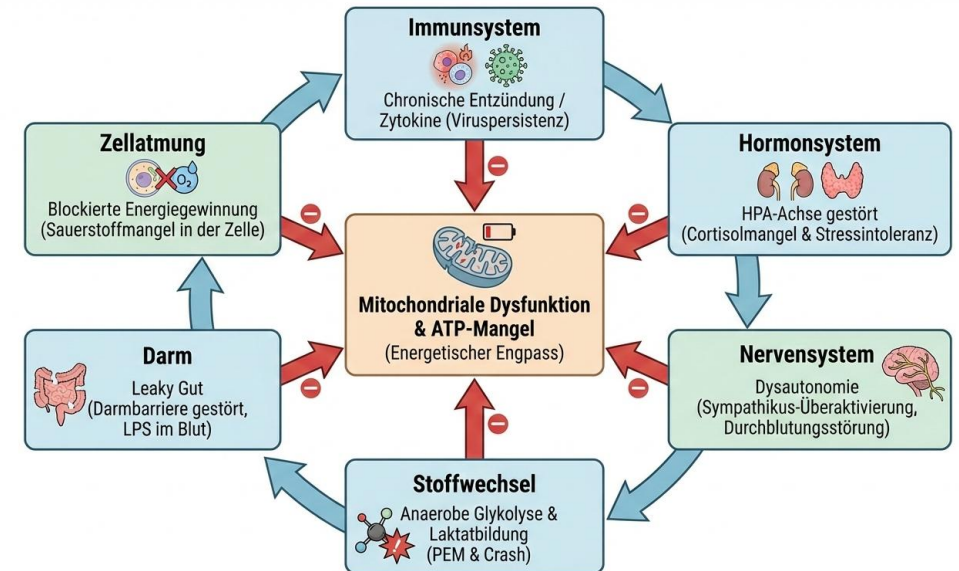
Systemisches Verständnis für Long Covid & ME/CFS

Verständnis des grundlegenden Kreislaufs: Long Covid / MECFS*

Eine Infektion (in dem Fall Covid 19) wirkt als Trigger und beeinträchtigt mehrere Systeme gleichzeitig. Insbesondere die **Zellatmung** (ATP-Produktion), das **Nervensystem** und das **Darmmikrobiom**. Die Folge ist ein selbsterhaltender Teufelskreis:

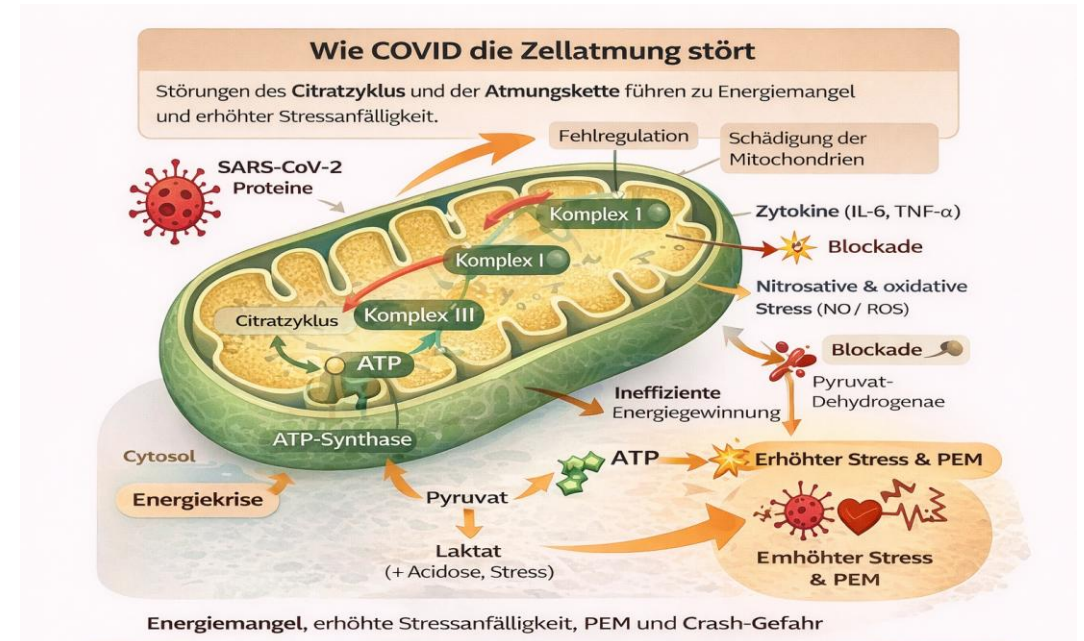
1. Die **gestörte Zellatmung** (oxidativer & nitrosativer Stress) führt zu einem systemweiten Energiemangel (ATP) auf zellulärer Ebene. Dieser wird vom autonomen **Nervensystem** (welches ebenfalls geschwächt ist) als Gefahr interpretiert, was eine autonome Fehlregulation mit erhöhtem Systemstress zur Folge hat.
2. Dadurch kommt es zu Blutdruck- und Kreislaufdysfunktionen (**Dysautonomie / POTS**) mit verminderter Gewebe- und Hirndurchblutung (BrainFog). Zusätzlich kann eine gestörte Mikrozirkulation bzw. Endothelfunktion die Sauerstoff- und Nährstoffversorgung der Zellen weiter einschränken. Das verstärkt den Stress für das zentrale Nervensystem zusätzlich was vermehrt ATP aus den Zellen anfordert.
3. Stress- und Entzündungssignale versetzen den Körper in einen Energiesparmodus, wobei insbesondere das **Hormonsystem** (Schilddrüsen-, Stress- und Geschlechtshormone) funktionell gedrosselt werden können. In Kombination kann eventuell ebenfalls eine immunvermittelte Belastung der Schilddrüse (TPO-AK) hinzukommen.
4. Der anhaltende Stresszustand führt zu chronischer **Stress- und Immunaktivierung** (inkl. Neuroinflammation). Diese Prozesse belasten den Stoffwechsel zusätzlich und beeinträchtigen gleichzeitig die Funktion des Darms und des **Mikrobioms**, die ohnehin bereits geschwächt sind. Es wird immer mehr ATP verbraucht, aber die Bedingungen für die Produktion immer weiter verschlechtert.
5. In der Folge wird die Zellatmung weiter eingeschränkt, sodass Zellen vermehrt auf **ineffiziente Energiegewinnung** (erhöhte Glykolyse, Laktatbildung) angewiesen sind.

Das Resultat ist ein sich selbst verstärkender Kreislauf aus Energiemangel, Stress, Kreislauf- und Immunstörung. Der typische **PEM-Crash-Zyklus mit Brainfog, POTS, Fatigue, Darmproblemen, nervösem Nervensystem, Stress.****



* Dies führt zu einem **Stufenbau der Therapie**, bei dem nicht bspw. Hormonsystem oder Stoffwechsel VOR dem Energieproblem gepusht werden darf, da andernfalls das ATP Problem verschärft wird!

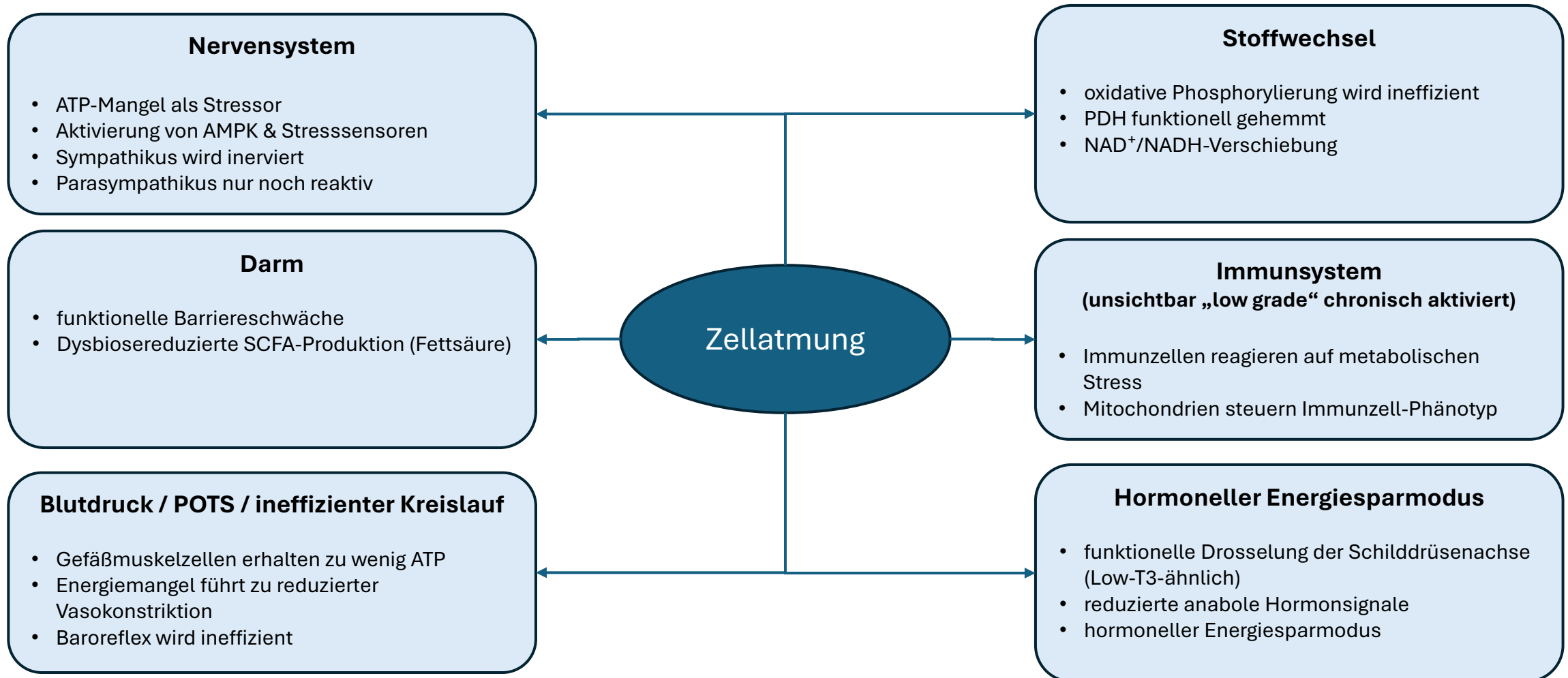
**Die generelle Minderversorgung kann bei manchen Menschen zu weiteren Symptomen führen und bestehende individuelle Schwachstellen zusätzlich verstärken.



Während ein gesunder Mensch Laktat nur bei sportlicher Belastung spürt, wird der Körper in dem Fall schon bei Alltagstätigkeiten (wie Zähneputzen oder kurzem Sprechen) mit Laktat geflutet. Das führt zu Schwere, brennenden Muskeln, Schmerzen und Brain Fog. Betroffene versuchen ihr Leben mit nur **6% der normalen Energiekapazität** zu bestreiten. ATP Problem auf Zellebene. **Völlig normale Werte im Blutbild.**

2.) Einfluss von SARS-CoV-2 auf die Zellatmung II

Eine gestörte Zellatmung wirkt als permanentes Stresssignal auf Nervensystem, Kreislauf, Immunsystem, Stoffwechsel, Hormonsystem und Darm. Diese Systeme reagieren adaptiv, verbrauchen jedoch zusätzliche Energie und verschlechtern dadurch wiederum die Bedingungen für die Energieproduktion. ME/CFS ist kein Energieproblem einzelner Zellen, sondern ein systemischer Zustand, in dem gestörte Zellatmung alle Regulationssysteme gleichzeitig in einen energieineffizienten Überlebensmodus zwingt.



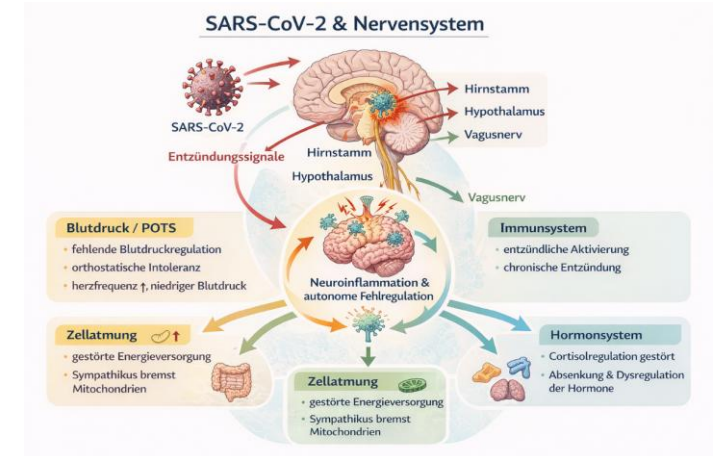
2.) Einfluss von SARS-CoV-2 auf das Nervensystem I

SARS-CoV-2 wirkt sich mittels mRNA direkt die neuronale Energie-, Immun- und Stressregulation aus. Da das Nervensystem für den Körper die zentrale Steuerungszentrale ist, entsteht sekundär eine autonome Fehlsteuerung, die Kreislauf, Stoffwechsel, Darm und Zellatmung gegenseitig weiter destabilisiert.

1.) Direkter viraler RNA Einfluss auf Mikroglia, Astrozyten und autonome Neuronen wird zusätzlich verstärkt durch ATP- & Glutamat-Dysregulation:

- Mikroglia gehen in aktivierten Dauerzustand
- Astrozyten verlieren metabolische Stützfunktion für Neurone
- neuronale Signalverarbeitung wird „rauschig“

Es entsteht **Neuroinflammation ohne klassische Entzündungsmarker**. Zusätzlich Störung der Neurotransmitter-Balance durch Reduktion der GABA Hemmung, Steigerung der glutamat Erregung und Dysregulation von Noradrenalin & Acetylcholin. Ergebnis: Übererregbarkeit, reduzierte Filterung von Reizen, Vagusaktivierung

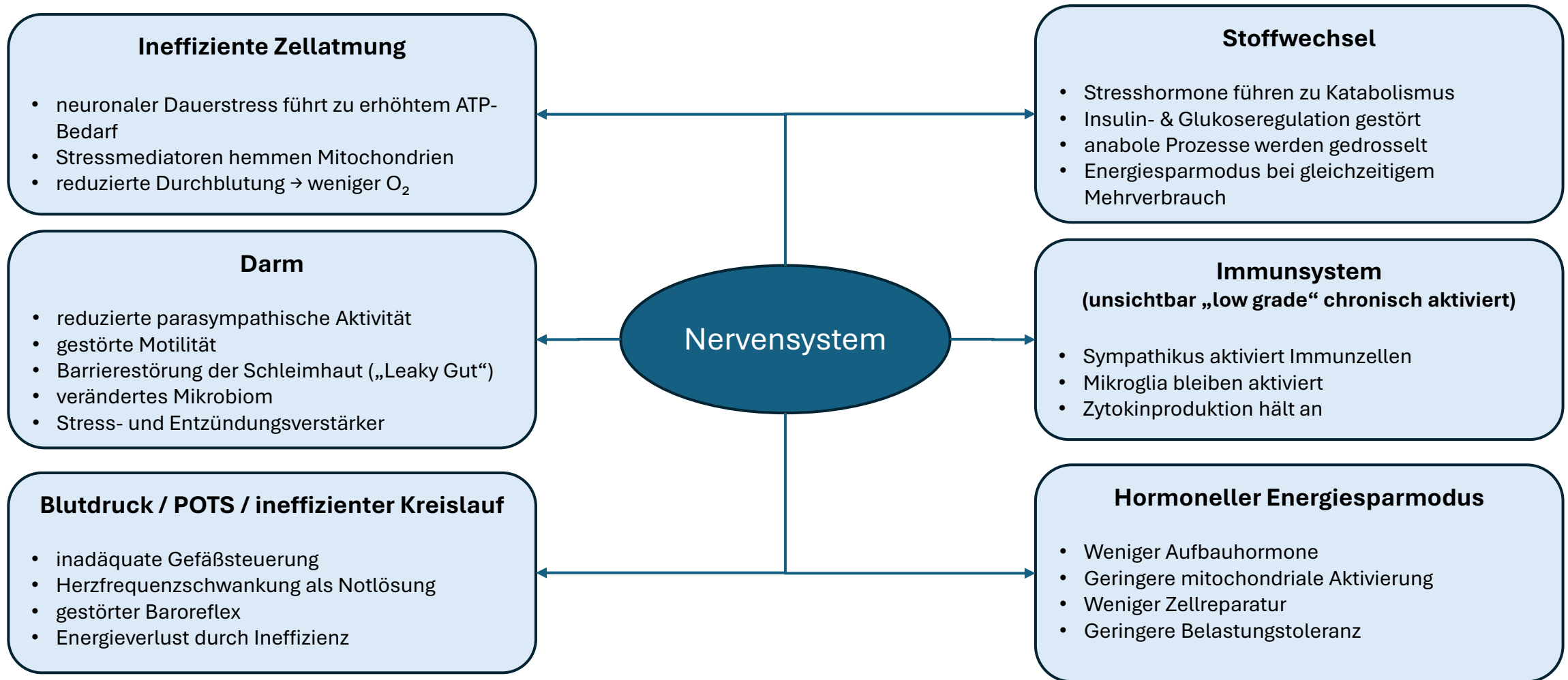


2.) Sekundäre Wirkung: Autonome Fehlregulation (Dysautonomie) .Energiemangel, Neuroinflammation, gestörte afferente Signale (v. a. Vagus) werden vom ZNS als „Gefahr“ interpretiert. Das führt zu Sympathikus-Dominanz, Hemmung des Parasympathikus und fehlender Umschaltung in Regeneration. Das führt zu einer weiteren Reihe von Problemen:

- Fehlende Regeneration, kognitive Erschöpfung, Reizüberflutung,
- Blutdruck- & Kreislaufdysfunktion (POTS) inkl. inadäquate Vasokonstriktion, Blutpooling, Herzfrequenzanstieg als Kompensation, instabiler Baroreflex
- verminderte Hirn- und Gewebeversorgung, Brain Fog, Schlafstörungen
- Temperaturdysregulation, Motilitätsstörungen und Herzklopfen
- erhöhter Grundverbrauch und reduzierte Reservekapazität

2.) Einfluss von SARS-CoV-2 auf das Nervensystem II

Das Nervensystem als zentrale Verbindungs- und Steuerungsstelle des Körpers greift (in Rückkopplungsschleifen) in fast alle elementaren Steuerungsprozesse des Körpers ein. Daher ist Pacing und Entlastung des Nervensystems von zentraler Bedeutung für die Symptomlinderung.



3.) Einfluss von SARS-CoV-2 auf das Hormonsystem I

Die virale Störung von Zellatmung und Nervensystem triggert ein hormonelles Energiesparprogramm (also keine Zerstörung sondern Dämpfung), das zwar kurzfristig schützt, langfristig jedoch den Teufelskreis aus Energiemangel, Dysautonomie, Immunaktivierung und PEM stabilisiert. Solange Energie, Nervensystem und Kreislauf instabil sind, kann man Hormone nur begrenzt „reparieren“.

1.) Primäre (direkte) Effekte auf Hypothalamus & Hypophyse:

Das Virus greift das Hormonsystem über zentrale Steuerzentren und Signalachsen wie Entzündung, Zytokine Mikroglia-Aktivierung (Nervensystem) und gestörte Glukose- und Sauerstoffversorgung an. Die hormonellen Sollwerte werden zentral nach unten korrigiert. Insbesondere:

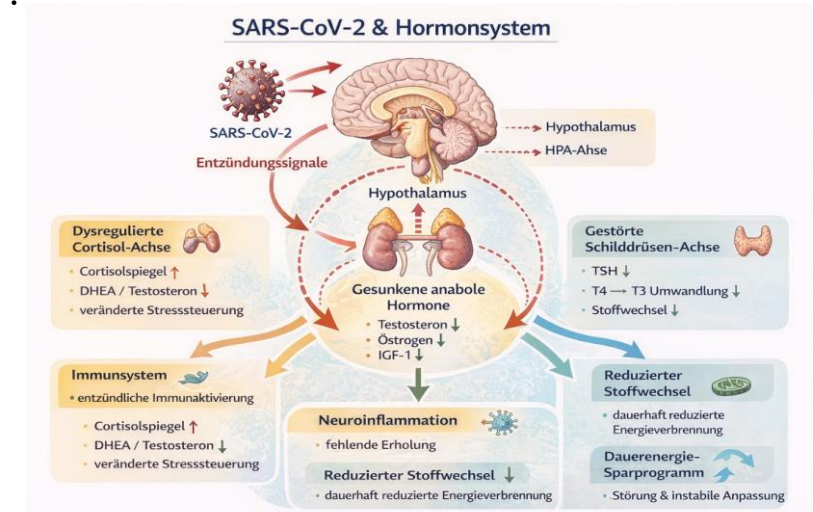
- CRH (Stressachse)
- TRH (Schilddrüsenachse)
- GnRH (Geschlechtshormone)

Betroffen sind vor allem Schilddrüse, Nebennieren, Hoden (Gonaden) durch lokale Entzündung, veränderte Durchblutung und ACE2-Expression in endokrinen Geweben.

2.) Sekundäre Wirkung: Energiesparmodus (adaptive Endokrinantwort) führt zu einem konservierenden Hormonprofil. Zusätzlich kommt es zu einer funktionellen Drosselung der Schilddrüse (eventuell mit Immunbeteiligung) und Aktivierung der HPA-Achse (Stressachse). Energie sparen hat Vorrang vor Leistung:

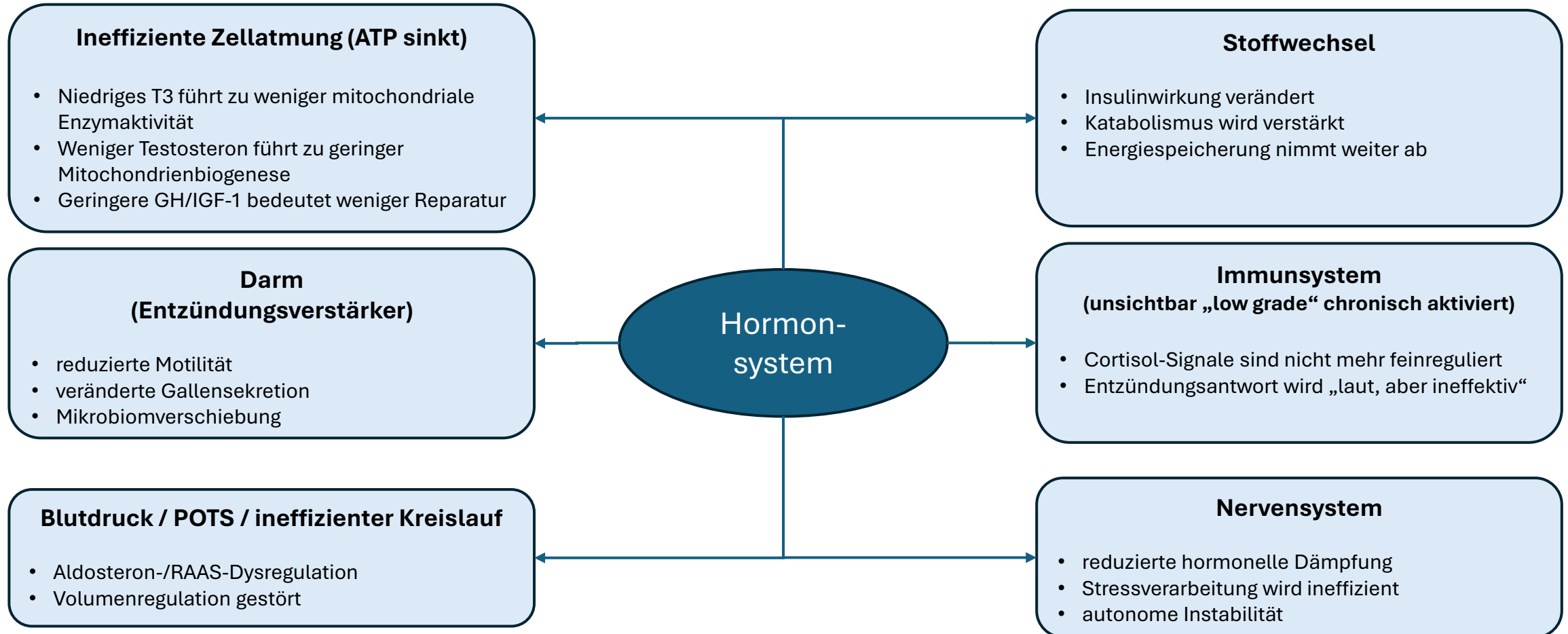
- Schilddrüsenhormon-Wirkung (Low-T3-ähnlich)
- Erniedrigtes Testosteron / Östrogen / Progesteron
- veränderte Cortisol-Dynamik (oft flach, nicht „hoch“)
- Erniedrigte oder geringe Wachstumshormon/IGF-1-Signalwirkung
- Erhöhte TPO-AK / Tg-AK wirken als Verstärker (nicht bei allen Betroffenen, abhängig von Immunsystem)
- abgeflachte (Tages) Cortisolkurve TROTZ erhöhtem physiologischem Stress

In Summe kommt es zu reduzierter Umwandlung $T4 \rightarrow T3$, erhöhte rT3-Bildung, verringerter zelluläre T3-Wirkung und damit zu den Effekten trotz „**normalem TSH**“ Wert. Energetisch bedeutet das in Summe: niedriger Grundumsatz, weniger anabole Prozesse, weniger mitochondriale Aktivierung, schlechte Blutdruckregulation, Salz-/Wasserhaushalt instabil, POTS wird verstärkt, Brain Fog, reduzierte Motivation, Schlafstörungen, verminderte Regeneration und rasche Erschöpfung.



3.) Einfluss von SARS-CoV-2 auf das Hormonsystem II

Das Hormonsystem kein Hauptangriffsziel des Virus aber ein zentraler Verstärker der Symptome. Die virale Störung von Zellatmung und Nervensystem triggert ein hormonelles Energiesparprogramm, das zwar kurzfristig schützt, langfristig jedoch den Teufelskreis aus Energiemangel, Dysautonomie, Immunaktivierung und PEM stabilisiert. Das Stresssystem ist nicht überaktiv – sondern dysreguliert mit Auswirkungen auf alle anderen Prozesse.



4.) Einfluss von SARS-CoV-2 auf den Stoffwechsel

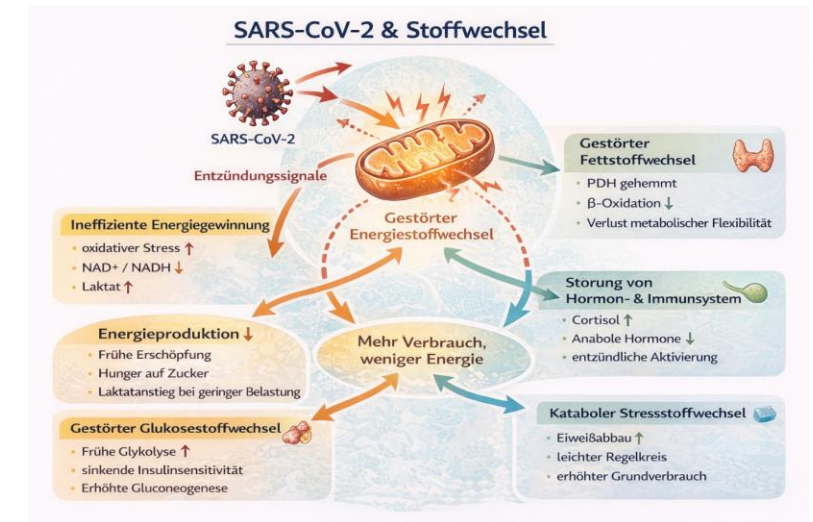
SARS-CoV-2 programmiert den zellulären Stoffwechsel tatsächlich aktiv, um selbst mehr Energie und Bausteine für Replikation zu erhalten und die Immunantworten zu eigenen Gunsten zu modulieren. Das betrifft zentrale Stoffwechselknoten, nicht nur periphere Prozesse.

1.) Primäre (direkte) Effekte auf den Stoffwechsel:

Es werden vor allem die Systeme der zellulären Energiegewinnung, des **Fettstoffwechsels** und Aminosäuren & Stickstoffhaushalt angegriffen und zu eigenen Gunsten neu programmiert.

- Auswirkung auf den **Folat Zyklus** und Energie (Aktivierung glykolytischer Enzyme, Hemmung der Pyruvat-Dehydrogenase (PDH), verändertem NAD^+/NADH -Haushalt)
- Fettstoffwechsel wird gehemmt (reduzierte Fettsäureoxidation, weniger Fettsäuretransport in Mitochondrien, veränderter Carnitin-Haushalt)
- Kataboler Stoffwechsel (mehr Proteinabbau, veränderte Aminosäureprofile (z. B. Alanin, Glutamin), **Aminosäuren*** zur Glukoneogenese & Immunantwort)

Die Effekte davon sind fortschreitender Energieverlust: Energiegewinnung wird langfristig ineffizient, Muskelabbau bei gleichzeitigem Energiemangel und Verlust von Langzeit-Energieträgern



2.) Sekundäre Wirkung: **Der Stoffwechsel wechselt in (Hunger) Stressmodus**, verliert metabolische Flexibilität und wird von Entzündungssignalen dominiert. Dies führt zu:

- Mehr Verbrauch (ATP ist knapp daher ineffiziente Prozesse, Zellatmung ineffizient, schwankende Durchblutung)
- Insulinsignal gestört und Glukoseverwertung ineffizient (Cortisol-Dysregulation, Zytokine, Katecholamine)
- „schwerfälliger“ Wechsel von Stoffwechselzuständen „Glukose $\leftrightarrow$ Fett $\leftrightarrow$ Aminosäuren“

In Summe kommt es zu niedriger Belastungsschwelle, rasche Erschöpfung, verzögerte Erholung, Muskelabbau, veränderte Fettverteilung, Gewichtsschwankungen, instabiler Glukosetoleranz, Stress-Hypoglykämien oder reaktive Schwankungen. Das subjektive Gefühl dahinter ist „leere“ Erschöpfung und fehlende Kraft trotz Essen sowie die Unmöglichkeit von Fasten, Sport und psychischem Stress.

4.) Exkurs: Auswirkungen auf den Folat Zyklus (Stoffwechsel)

Der Folatzyklus der Stoffwechsels ist massiv betroffen und hat starke Auswirkungen auf Histamin, Zellreparatur, Energiebereitstellung und Immunsystem. Bei Long Covid ist der Folatzyklus nicht genetisch „defekt“, sondern funktionell blockiert oder überlastet. **Wichtig:** Der Folatzyklus ist selbst abhängig von ATP und NADPH. **Wenn es also ein Energieproblem gibt, entsteht ein Folatzyklusproblem (nicht umgekehrt!).**

Der Folatzyklus ist zentral für folgende Prozesse wobei die wichtigsten Zellreparatur (unterstützt durch **Vitamin B2**) und Energiebereitstellung (SAmE) sind:

- DNA/RNA-Synthese – **Zellregeneration und Reparatur**
- Methylierung (SAM*) - **Energiebereitstellung**
- Neurotransmitter-Synthese – **Nervensystem**
- Glutathion-Bildung – starkes Antioxidans, also **Entzündungshemmung**
- Homocystein-Abbau (oxidant) und mitochondrialen Stoffwechsel (**effiziente Energiegewinnung**)

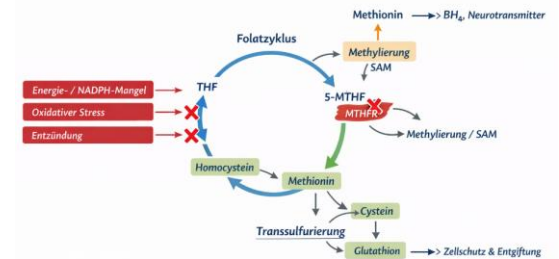
Der Zyklus läuft unter Dauerlast durch Immunaktivierung, Zellreparatur, virale RNA-Abwehr, oxidative Schäden und zieht daher vermehrt Folat, B12 und Methylgruppen (SAM). Eine Hemmung des Folatzyklus** erkennt man daran, dass Homocystein nicht gebunden wird sondern frei im Blutbild sichtbar wird. Erhöhter Homocystein Spiegel bedeutet also entweder zu wenig Coenzym zur reaktiven Bindung (z.B. **Folat, B6, B12**), zu hohe Produktion oder zu geringer SAmE Output.

Konkrete Folgen des gestörten Folatzyklus sind leicht **erhöhtes Homocystein**, selten klassischer B12-/Folatmangel, geringere Methylierung (SAM Produktion) mit Folgen für die Neurotransmitter-Dysbalance, reduziertem BH4 für Dopamin, Serotonin, NO-Synthese. Ergebnis: Probleme durch zu geringe Neurotransmitter, NO-Fehlregulation (Zelle) und Gefäßdysfunktion (POTS)

Wenn der Folatzyklus nicht optimal läuft, wird weniger Methylfolat und somit weniger SAmE produziert. Dadurch arbeitet der **Histaminabbau** langsamer (**DAO im Darm** und HNMT im Blut sinkt). Dies führt zu einem Anstieg des Histaminspiegels führen kann (Histamin-Intoleranz) und Aktivierung des Immunsystems .

Eine verminderte Methylierung durch Störungen im Folatzyklus kann auch den **Östrogenabbau verschlechtern**. Hohe Östrogenspiegel können **Mastzellen** stimulieren und damit wiederum mehr Histamin freizusetzen und Darm und Immunsystem triggern.

Folatzyklus im Ein-Kohlenstoff-Stoffwechsel

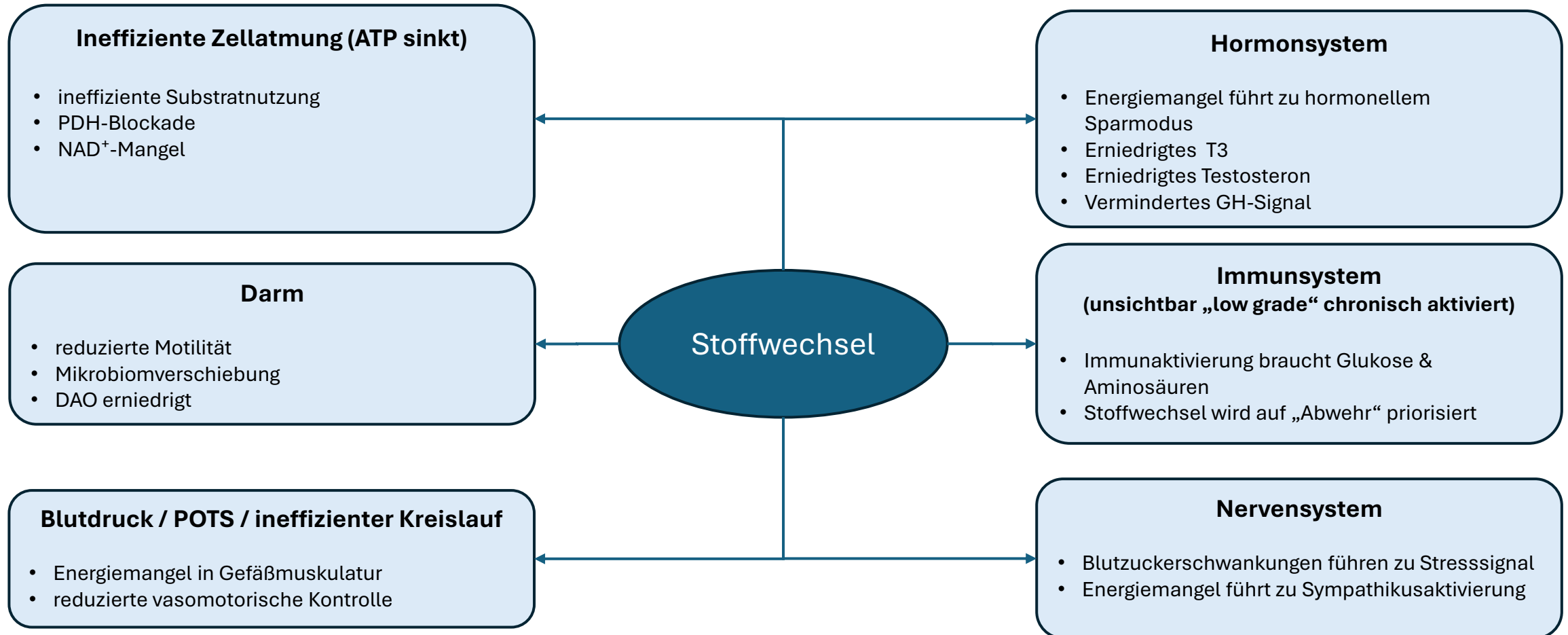


* Daher gibt es viele Empfehlungen zur Einnahme von SAmE bei LongCovid. Die Wirkung spendet zwar kurzfristig Energie, belastet aber den Kreislauf weiter! Besser wahren hier B6 und B12 als Coenzyme aber auch hier gilt sehr vorsichtig und erst nach Stabilisierung der ATP Produktion auf Zellebene!

** Die bioverfügbare Form von Folsäure ist 5-MTHF. Auch das gibt es als Supplement um den Folatzyklus direkt zu unterstützen. Sehr effektiv, pusht die SAM Produktion ABER verbraucht dadurch mehr Substrat und ATP(!) das ohnehin knapp ist. Also auch hier nur sehr vorsichtig!

4.) Einfluss von SARS-CoV-2 auf den Stoffwechsel II

Die virale und neuro-immun vermittelte Stoffwechselumstellung führt zu einem Verlust metabolischer Flexibilität, wodurch trotz ausreichender Substrate (die jedoch ebenfalls fehlen) weniger nutzbare Energie entsteht und der Teufelskreis aus Energiemangel, Stress und PEM weiter verstärkt wird.



5.) Einfluss von SARS-CoV-2 auf das Immunsystem I

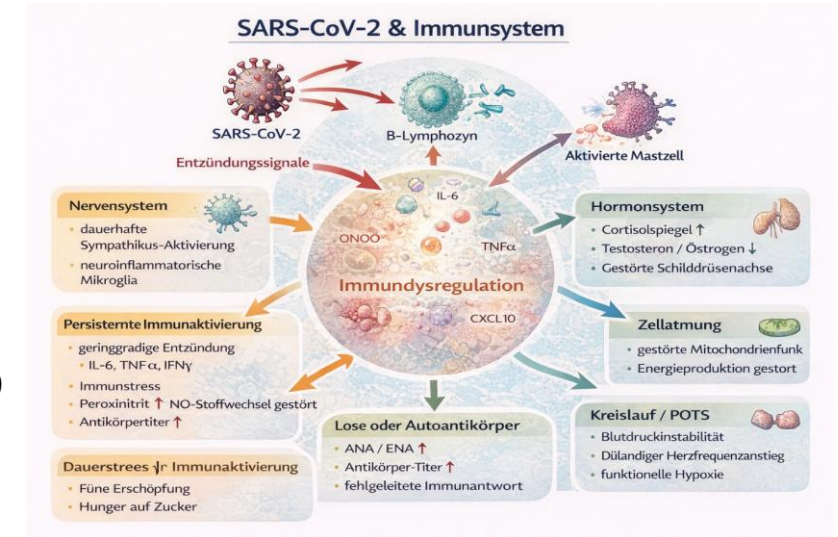
SARS-CoV-2 moduliert das Immunsystem gezielt, um eine frühe antivirale Antwort zu dämpfen. Das führt dazu spätere, unspezifische Entzündung zu verstärken und erzeugt Asynchronität statt effektive Abwehr.

1.) Primäre (direkte) Effekte auf das Immunsystem:

Die Modulation der Immunantwort führt zu epigenetisch „festgefahrenen“ Immunzellen und damit einer dauerhaften Immunaktivierung. Der Körper bleibt im Alarmzustand und die Immunantwort läuft weiter, obwohl kein klares Ziel mehr da ist. Wesentliche Effekte sind:

- Persistierende Immunaktivierung durch virale Proteine (z. B. ORF9b, NSPs) und Hemmung von Interferon-I-Signalwegen
- Aktivierung angeborener Immunität (Monozyten, Makrophagen, Mastzellen, Mikroglia (im Zentralnervensystem!))

Das Resultat sind: hoher Energieverbrauch, dauerhafte Zytokine (Müdigkeit, Gelenkschmerzen, Multiorganversagen bei schweren Covid 19 Verläufen) und überschießende Reaktion auf Stresssignale



2.) Sekundäre Wirkung: Der Energiemangel verändert die Immunantwort zusätzlich da Immunzellen brauchen Glukose, Glutamin und ATP benötigen. Bei gestörter Zellatmung wird die Immunantwort also ineffizient aber laut. Wesentliche Effekte sind:

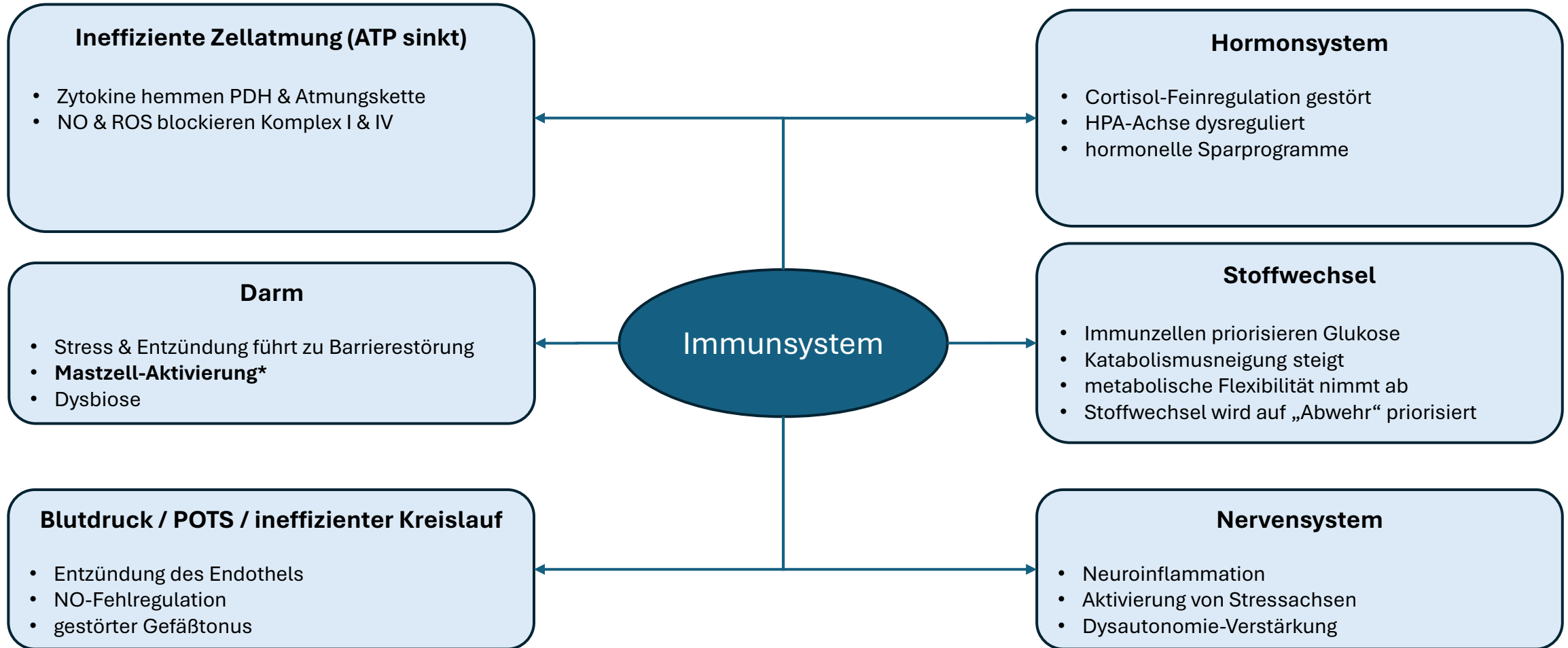
- Chronische low-grade Inflammation durch diffuse, anhaltende Aktivierung und geringer Zytokinspiegel (aber dauerhaft) – nicht messbar krank, aber dauerhaft gestört
- Neuroimmun-Achse: Zytokine wirken direkt im ZNS, Mikroglia bleiben aktiviert, Stress verstärkt Immunantwort

Konkrete Effekte des gestörten Immunsystems sind Erschöpfung, Krankheitsgefühl ohne Infekt, Temperaturinstabilität (nächtliches Schwitzen), Brain Fog, Reizüberflutung, Schlafstörungen, erhöhter Grundverbrauch, reduzierte Reservekapazität, Triggerung von PEM, oft **normale Standardwerte**.

Aber in vielen Fällen Angriff auf die Schilddrüsenfunktion durch Autoimmunantikörper (**TPO-AK**) was zu weiteren Einschränkungen der Hormonachse führt.

5.) Einfluss von SARS-CoV-2 auf den Immunsystem II

Die durch SARS-CoV-2 ausgelöste Immunfehlregulation führt zu einer anhaltenden, energieintensiven Entzündungsaktivität, die Zellatmung, Nervensystem, Stoffwechsel und Kreislauf weiter destabilisiert und den PEM-Kreislauf verstärkt.



* Die Mastzellaktivierung wirkt sich auf den Histaminhaushalt aus (DAO wird niedrig) welcher (siehe Folatzyklus) nicht mehr richtig abgefangen werden kann.

6.) Einfluss von SARS-CoV-2 auf Darm und Mikrobiom I

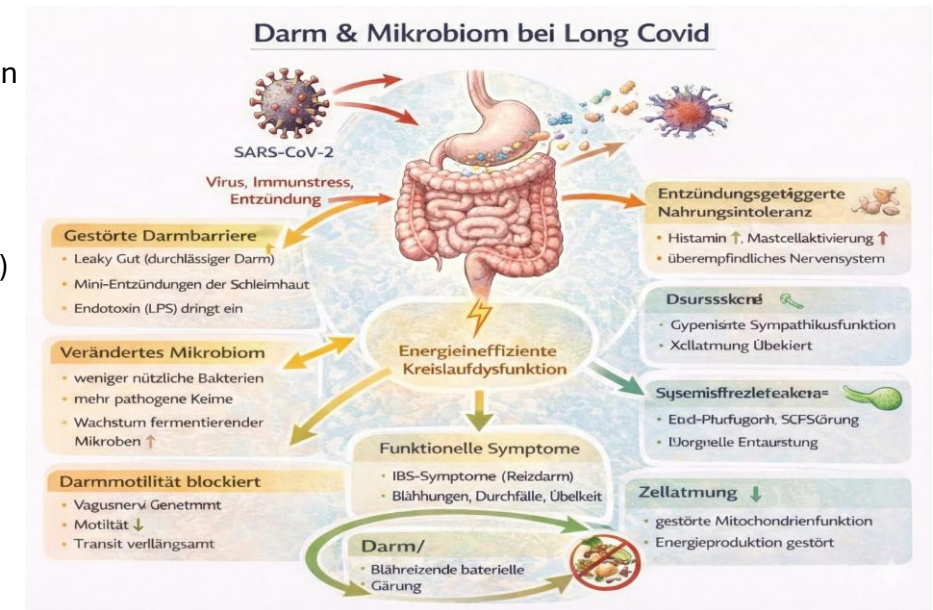
SARS-CoV-2 führt dazu, dass der Darm immunologisch hochaktiv wird, autonom innerviert (also im Stressmodus) und durch Energie und Nährstoffmangel metabolisch sensibel reagiert. Ein Großteil des Immunsystems sitzt im Darm. Ebenso ist der Darm eng mit dem zentralen Nervensystem verflochten weshalb er eine zentrale Rolle einnimmt.

1.) Primäre (direkte) Effekte auf Darm und Mikrobiom durch SARS-CoV-2 sind eine fragile Barrierefunktion (auch ohne Durchfall oder Entzündung) und die Veränderung des Mikrobioms. Wesentliche Effekte sind:

- Darmepithel & Immunzellen: ACE2 wird im Darm aktiviert (Auswirkung auf Herz, Hirn und Lunge), Enterozyten (Schädigung der Darmwand aber kein klassisches „Leaky Gut“*), lokale Immunaktivierung
- Veränderung des Mikrobioms: reduzierte Diversität, Verlust butyratbildender (entzündungshemmender) Bakterien, Vermehrt stress- und entzündungsassoziierte Keime

Das Resultat sind eine durchlässige Darmwand was Entzündungen verstärkt, **weniger kurzkettige Fettsäuren**, weniger Energie für Darmzellen und weniger antiinflammatorische Signale

2.) Sekundäre Wirkung: Verdauung wird ineffizient und stressanfällig, es kommt zu einer **funktionellen Barrierestörung**. Der Darm verstärkt die Trigger des Immunsystems anstatt es zu entlasten und verwertet zugeführte Stoffe nicht mehr effizient.



- Autonome Dysregulation (reduzierte Motilität oder „fehlgeleitete“ Motilität, veränderte Durchblutung und **verminderte parasymphathische Reaktion**)
- Energiemangel auf Zellebene führt zu Problemen im Darmepithel (extrem hoher Energiebedarf, sehr abhängig von stabiler Zellatmung) und ATP-Mangel führt zu instabilen Tight Junctions. Dadurch wird die Resorption ineffizient und der Entzündungsstress an der Barrierschleimhaut nimmt zu.
- Immunaktivierung im Darm (Mastzell-Aktivierung, erhöhte lokale Zytokine, vermehrte Histaminfreisetzung)

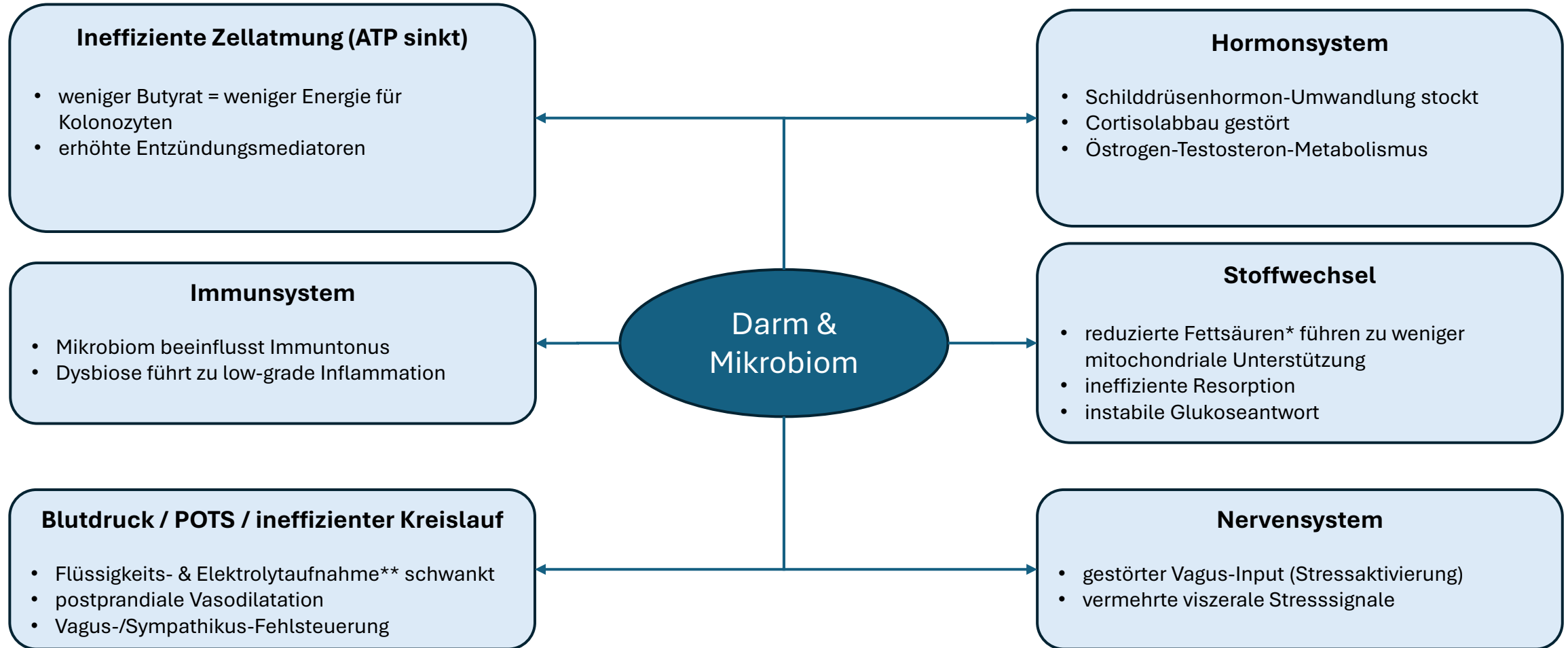
Dies alles führt letztlich zu Nahrungsmittelunverträglichkeit**, Blähungen, wechselnder Stuhlgang, Belastung nach Mahlzeiten, „Essen macht müde“ = postprandiale Erschöpfung, verminderte Substratverfügbarkeit trotz Zufuhr, Vagus-Reizung, Unruhe oder Benommenheit nach Essen und Verstärkung von POTS-Symptomen

* Wäre messbar über Zonulinwert im Blut, kann bei Long Covid normal sein

* Reizstoffe wie z.B. Gluten sollten vermieden werden

6.) Einfluss von SARS-CoV-2 auf Darm und Mikrobiom II

Die durch Infektion, Nervensystem, Immundysregulation und Energiemangel ausgelösten Veränderungen im Darm und Mikrobiom wirken als Verstärker auf Entzündung, Stoffwechsel und autonome Regulation zurück und stabilisieren so den Teufelskreis der postinfektiösen Energiestörung.



* Die Zufuhr von zusätzlichen hochwertigen Fettsäuren (z.B.: Olivenöl) ist essentiell bei der Unterstützung der Regeneration der Zellen, vaskulären Effekte, Energiegewinnung und Darm.

** Wasser und Salz sind zentrale Unterstützer.

7.) Einfluss von SARS-CoV-2 auf Blutdruck / POTS / Kreislauf I

Der Kreislauf ist sekundär aber eine zentrale Verstärkerachse der Probleme und führt zu hohem Leidensdruck. POTS ist primär ein neuronales Steuerungs- und Effizienzproblem des Kreislaufs, welches die Zellatmung, das Nervensystem und den Stoffwechsel gleichzeitig destabilisiert. Solange dieser Kreislauf ineffizient ist, kann sich die Zellatmung nicht stabilisieren – was den Teufelskreis aufrechterhält.

1.) Direkte Störungen bei Infektion (dennoch sekundär) betreffen die **Steuerungszentralen** (Hirnstamm, Hypothalamus, Baroreflex-Zentren) und verursachen fehlerhafte Interpretation von Lagewechsel, Blutdruck und Durchblutung. Veränderungen in der Endotheliale sowie **mikrovaskuläre Veränderungen** führen zu gestörter NO-Regulation, reduzierter Gefäßreaktivität und in machen Fällen zu Mikrozirkulationsstörung (Micro Clots). In Summe reagieren die Gefäße zu langsam oder unangemessen.

Die primären Effekte von POTS sind dabei anstatt stabiler Versorgung des Hirns und einem stabilen venösem Rückstrom:

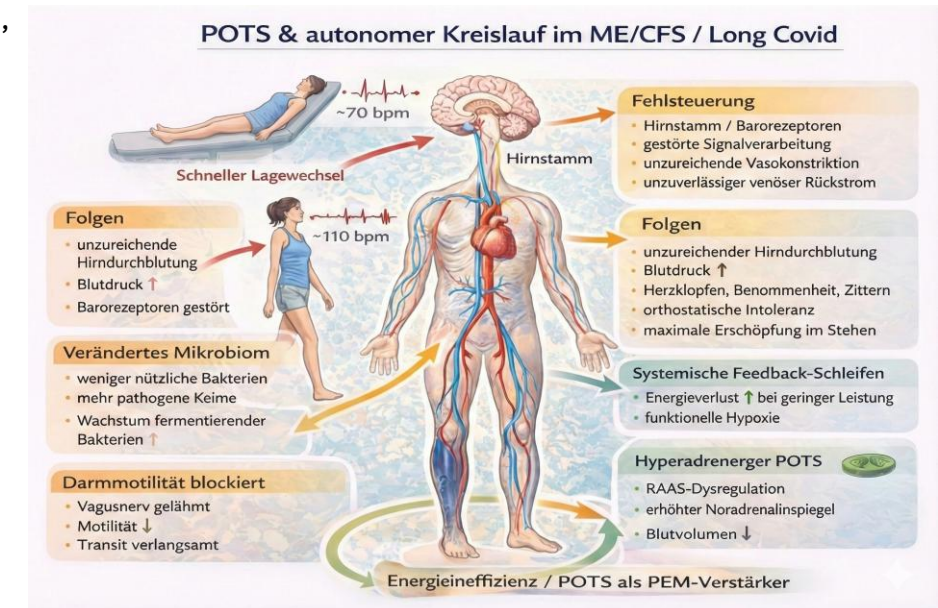
- Unzureichende Vasokonstriktion (Blutgefäße reagieren falsch)
- Blut „versackt“ (Pooling)
- Herzfrequenz steigt kompensatorisch
- Blutdruck wird grenzwertig oder instabil

Dies führt letztlich wiederum zu einem Energieproblem denn:

- ATP Verbrauch steigt (vermehrt Herzarbeit, vermehrt Muskelarbeit, mehr Atemarbeit)
- Zellatmung wird sekundär weiter gedrosselt weil Sauerstoff im Blut zwar normal ist, aber nicht stabil im Gewebe ankommt. Besonders wenig im Gehirn und Muskeln.

In Summe entsteht dadurch eine negative Rückkopplung in alle ohnehin bereits betroffenen Systeme mit den bekannten Symptomen: Brain Fog, Benommenheit, Konzentrationsabfall im Stehen/Sitzen, schnelle Erschöpfung, Schwäche, Zittern, Herzklopfen, **Herzstolpern***, Kälte-/Hitzeintoleranz, postprandiale Verschlechterung

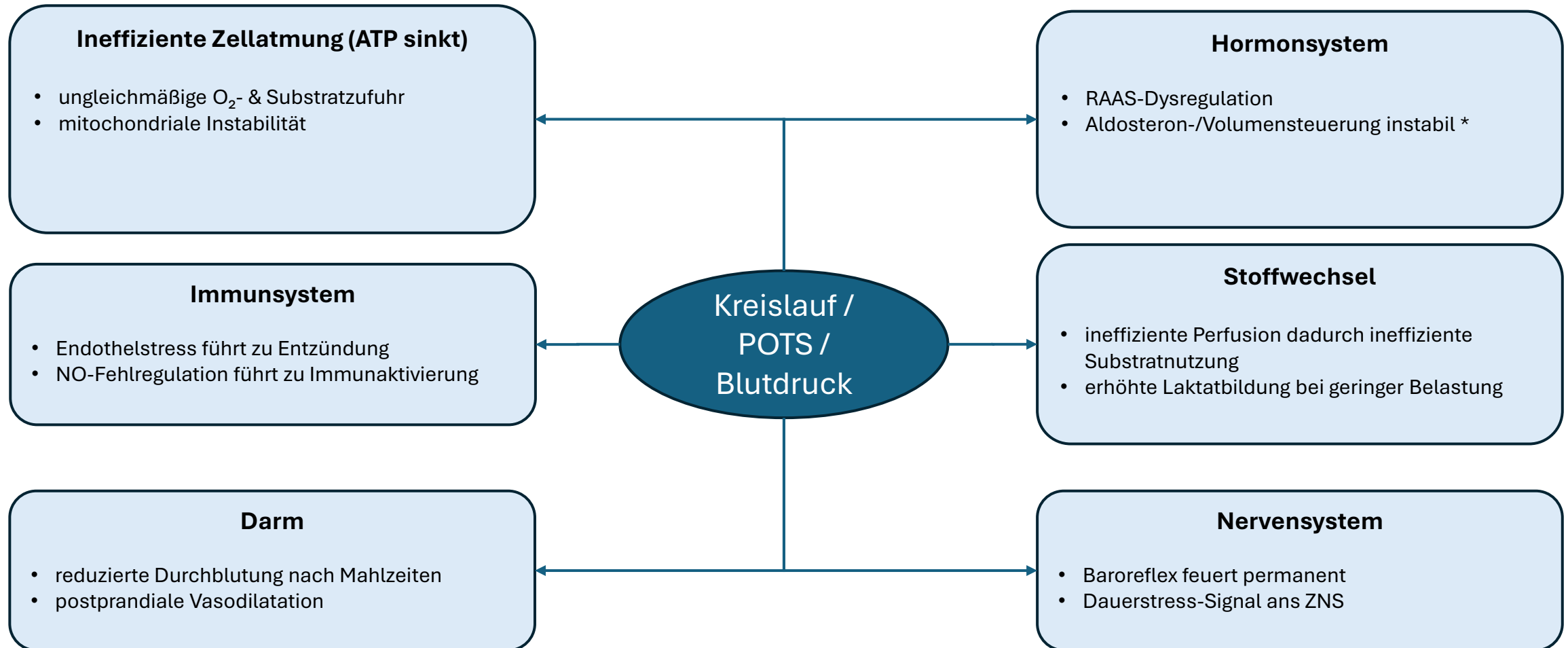
POTS so stark mit PEM verknüpft da mehr Kreislaufarbeit nötig ist aber keine entsprechende Mehrleistung entsteht und keine stabile Energiezufuhr vorhanden ist. Dadurch kippt zeitverzögert die Energiebilanz was zu **dem klassisch verzögerten Crash (PEM)** führt.



* Viele Ratgeber empfehlen Magnesium bei POTS Symptomen, davon würde ich abraten da es eine zusätzliche Veränderung auf die Vasokonstriktion und die Reizweiterleitung im Herzmuskel hat. Das System ist ohnehin massiv durcheinander und gereizt, weshalb Magnesium zu weiteren Symptomen führen kann. Besser: Salz & Wasserzufuhr erhöhen und moderate Kältereize einsetzen.

7.) Einfluss von SARS-CoV-2 auf Blutdruck / POTS / Kreislauf II

Die autonome Kreislaufdysfunktion mit Blutdruckinstabilität und POTS führt zu einer ineffizienten Gewebepfusion, erhöhtem Energieverbrauch und funktioneller Hypoxie. Dadurch werden Zellatmung, Nervensystem, Stoffwechsel, Immunsystem und Darm weiter destabilisiert und der PEM-Teufelskreis verstärkt.



* POTS verstärkt sich selbst

Diagnostik und Therapieansätze

Aufgrund des systemischen Charakters der Erkrankung ist eine Fachärztliche Diagnose meist nur interdisziplinär möglich und erfordert von allen Beteiligten ein tiefes Wissen über aktuelle Forschungsstände, was in der Breitenmedizin derzeit schwer abbildbar wäre.

Aufgrund der systemischen Balance und letztlich Sinnhaftigkeit der Körperreaktion (Schutzhaltung aufgrund Energiemangel) ist die Entwicklung von Medikamenten, die Diagnostik und die umfassende Betreuung schwierig.

Die derzeit in Entwicklung befindlichen Arzneimittel decken lediglich einen Teilbereich der Erkrankung ab:

<https://www.vfa.de/de/forschung-entwicklung/coronavirus/entwicklung-von-arzneimitteltherapien-gegen-long-covid>

Die folgenden diagnostischen Methoden und Behandlungsansätze, sind nur ein persönlicher Erfahrungsschatz. Letztlich hilft vor allem das Verständnis der Zusammenhänge dabei eine individuelle Therapie sinnvoll einzusetzen.

Wesentlich ist, den logischen Stufenbau der Behandlung (**Energieerzeugung > Aktivierung von Stoffwechsel, ZNS, Hormonsystem**) einzuhalten und nicht alle Maßnahmen gleichzeitig umzusetzen! Dies erfordert gleichzeitig eine engmaschige, diagnostische Verlaufskontrolle um den jeweiligen Genesungszustand festzustellen um die Therapie danach laufend auszurichten.

Unterstützende Diagnoseansätze (aus eigener Erfahrung)

Long Covid / MECFS: Diagnostik - wichtig zur Fortschrittskontrolle und Auswahl der unterstützenden Maßnahmen

Zellatmung	Stoffwechsel	Nervensystem	Immunsystem	Hormonsystem	Darm
Kupfer CoQ10 im Plasma NAD+/NADH- Magnesium (Vollblut) Phosphat Vitamin B1, B2, B3 Kupfer / Zink Verhältnis! Glukose-Insulin-Dynamik (z.B.: Libre 3) Zellatmungstest (Seahorse-Assay) auffällig Belastungstest (CPET oder Laktat) pathologisch Laktat (Ruhe + Belastung niedrigschwellig) Laktat/Pyruvat-Quotient Aminosäurenprofil v. a. Glycin, Alanin, Glutamin, Carnitin Ferritin + Transferrinsättigung Eisenmangel blockiert Atmungskette NICHT: ATP Messung im Blut	Folat, B6, B12 Coeruloplasmin Fettsäureprofil(!) CGM als Verlaufstool (z.B. Libre 3) Nüchtern-Glukose Insulin, HOMA-IR HbA1c Glukose-Insulin-Dynamik (z.B.: Libre 3) Diagnostik Microclots normales D-Dimer ≠ Entwarnung normale Gerinnung ≠ keine Microclots → Endothelfunktionstests oder spezielltests: Fluoreszenz- Mikroskopie nach Thioflavin- T POTS Diagnostik (Blutdruck)	HRV Trend (via Smartwatch) Ruhepuls & Pulsreaktivität Atemfrequenz in Ruhe POTS Diagnostik (Schellong-Test / Kipptisch / aktiver Standtest Schlafqualität) Mikrobiomprofil Mikrobiomprofil	TPO AK Freies T4, Freies T3 und Tg- AK CRP (meist normal) Ferritin (funktionell nicht nur im Serum!) IL-6, TNF-α (wenn möglich) Autoantikörper nur gezielt EBV / CMV (nur Ausschluss und nur bei klarem Verdacht nötig) Interleukin 6, TNF-alpha, Alpha-1-Globulin, Alpha-2- Globulin, Beta-1-Globulin, Beta-2-Globulin, Gamma- Globulin, IgG, IgA, IgM	Testosteron, bioverfügbares Testosteron, Progesteron, Östradiol, SHBG, DHEAS, TSH, Cortisol-Tagesprofil im Speichel (meist niedrig unauffällig) Nüchterninsulin IGF-1 Glukose-Insulin-Dynamik (z.B.: Libre 3) (Zyklusabhängig): <i>Estradiol</i> <i>Progesteron</i> <i>LH, FSH</i>	DAO Histamin Calprotectin Kupfer Elastase Zonulin Tryptase, Leukotriene und Kreatinin (Urintest)) MCAS Test bei IMD Berlin Mikrobiomprofil

Unterstützende Behandlungsansätze (aus eigener Erfahrung)

Positive Maßnahmen - Verhalten

Zellatmung	Stoffwechsel	Nervensystem	Immunsystem	Hormonsystem	Darm
Striktes Pacing Vermeiden was Energie (ATP) verbraucht → also auch kognitive Anstrengung!!! Gehirn verbraucht am meisten Glukose und ATP.	Salzreich und viel Wasser (3-4L täglich) kein Low-Carb- (belastet Mitochondrien) Leichte Muskelreize (z.B. Wadenübungen) Eier – sehr wichtige Quelle für B Vitamine, aber auch Cholin(!) – positive Effekte auf Zellatmung, Stoffwechsel und Nervensystem Kein Alkohol	Vagus-Aktivierung (Atemübungen, Stimme, sanfte Kältereize) Meditationen, autogenes Training Regelmäßige (kurze) Spaziergänge. BPM immer unter 120 Schlafrhythmus stabilisieren Keine Zigaretten	Ruhe und Schlaf Schutz vor Infektionen	Ruhe und Schlaf Routine & leichte Bewegung	Regelmäßige Mahlzeiten leicht verdaulich Fettreich (gesunde Fette) Glutenvermeidung Proteinreiche Ernährung Histaminarm Reizarm (keine Zwiebel, Pfeffer, Chilli, Sauerkraut, Kohl...) Kein Alkohol Gekocht(!): Karotten,, Brokkoli, Zucchini, Kartoffel, Reis, Huhn...

Positive Maßnahmen - Unterstützende Mittel / Ergänzungen

Zellatmung	Stoffwechsel	Nervensystem	Immunsystem	Hormonsystem	Darm
Riboflavin (B2) Kupfer (nur bei Mangel !) B3 Magnesium (eingeschränkt nur bei Mangel!) Carnitin CoQ10 (eingeschränkt) Omega-3 Fett & Eiweiß (Entlastung Glykolyse) Phosphat direkt ATP-relevant Antioxidative Entlastung z. B. Vitamin C niedrig, Astaxanthin ggf. NAC, NAD+	Vitamin C gepuffert Vitamin D3 B12, B6 (Folat) Salzreich und viel Wasser (3-4L täglich) Omega-3 Hohe gesunde Fettzufuhr (falls verträglich). Z.B.: 4-5 EL Olivenöl pro Tag! Wichtig für Zellwachstum, Zellmembranen, Nerven, usw... KEINE Nikotinpflaster (außer bei Microclots) KEINE Multivitaminpräparate	LDN (0,25mg - 2mg) (sehr niedrige Einstiegsdosis, langsam einführen, abends statt morgens!) Mikrobiomaufbau in Verbindung zur HPA Achse. zB.: Omni Biotic Stress Repair 9 	LDN Omega-3 Vitamin D Vitamin C gepuffert Mikrobiomaufbau je nach DAO und Histaminwert): DAOsin vor der Mahlzeit ggfs. Aerius (bei Histaminempfindlichkeit) 	B-Vitamine (v. a. B6 und B5 für HPA-Achse) Selen Eisen Zink Vitamin A Testosteron (nur nach Stabilisierung von Zellen sonst zu viel ATP Verbrauch!) (sehr vorsichtig und engmaschig überwacht und nur bei Mangel!) Magnesium (eingeschränkt)	Iberogast Omni Biotic Stress Repair 9 Kijimea Reizdarm Pro (Schutz der Darmschleimhaut) KEINE Präbiotica

Eingeschränkt empfohlen:

Viatmin C Infusionen – reduzieren zwar die Antioxidantien und erhöhen kurzfristig das Volumen, aber nicht nachhaltig. Besser: dauerhafte Antioxidantien.

Hochdosierte Präparate (belasten den Körper zusätzlich)

Nicht empfohlen:

Nikotinplaster (nur eingeschränkt)

Blutwäsche (außer medizinisch zB. Immunsystem induziert)

Immun Aphaese (nur bei schweren Krankheitsverläufen) andernfalls hohe Belastung

HIIT Trainingsansätze

Mehrfachvitminpräperatate (zu hohe Dosierung, Wechselwirkungen, systemisch überfordernd)

Keine Basenpulver oder dergleichen (keine Supplementierung von zb. allgemeinen Spurenelementen, nur gezielt)

Wissen teilen – Hilfe weitergeben

Dieser Leitfaden ist aus eigener Kraft und tiefem Herzblut entstanden, um Licht ins Dunkel dieser komplexen Erkrankung zu bringen und Betroffenen zu helfen. Die Erstellung hat viel meiner begrenzten Energie gekostet.

Wenn dir diese Zusammenfassung geholfen hat, lass uns anderen helfen und spende einen Betrag an lokale LongCovid & ME/CFS Einrichtungen.

Lizenz

Dieses Dokument darf **frei weitergegeben** werden, sofern:

- der Inhalt **unverändert** bleibt,
- keine **kommerzielle Nutzung** erfolgt,
- und die Quelle genannt wird.

Lizenz: Creative Commons BY-NC-ND 4.0

Quellen

Zellatmung & mitochondriale Dysfunktion

Molnár T et al. (2024); *Mitochondrial dysfunction in long COVID: mechanisms, consequences, and potential therapeutic approaches*; (Quelle: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38668888/>)

Syed AM (2025); *Mitochondrial Dysfunction in Myalgic Encephalomyelitis/Chronic Fatigue Syndrome*; (Quelle: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39960432/>)

Tomas C et al. (2020); *The effect of myalgic encephalomyelitis/chronic fatigue syndrome (ME/CFS) severity on cellular bioenergetic function*; (Quelle: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0231136>)

Nervensystem

Dani M et al. (2021); *Autonomic dysfunction in ‘long COVID’*. (Quelle: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7850225/>)

Che Ramli MD et al. (2025); *Neurological sequelae of Long COVID: mechanisms and outcomes*.(Quelle: <https://www.mdpi.com/2673-8112/5/12/207>)

Milovanovic B et al. (2023/2025); *Investigating autonomic nervous system dysfunction among Long COVID patients*. (Quelle: <https://www.mdpi.com/2077-0383/14/3/811>)

Hormonsystem

Bansal R, Gubbi S, Koch CA (2021); *COVID-19 and Chronic Fatigue Syndrome: An Endocrine Perspective*. *COVID-19 and chronic fatigue syndrome: an endocrine perspective*. (Quelle: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214623721000363>)

Mourelatos P et al. (2024); *A prospective study on endocrine function in patients with long-COVID symptoms. Hormones (Athens)*. (Quelle: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37996650/>)

Stoffwechselveränderungen

Schögi T et al. (2024); *Novel biomarkers of mitochondrial dysfunction in Long COVID patients*; (Quelle: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11357-024-01398-4>)

Folatzyklus

Zhang Y et al. SARS-CoV-2 (2025); *hijacks host folate and one-carbon metabolism*; (Quelle: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33723254/>)

Immunsystem

Renz-Polster H (2021); *Post-COVID-Syndrom mit Fatigue und Belastungsintoleranz: Myalgische Enzephalomyelitis bzw. Chronisches Fatigue Syndrom*; (Quelle: https://cfc.charite.de/fileadmin/user_upload/microsites/kompetenzzentren/cfc/ZZ_alte_Dateien/Landing_Page/PCS_MECFS_Internist.pdf)

Darm & Mikrobiom

Caliman-Sturdza OA et al. (2025); *Microbiome and Long COVID-19: Current Evidence and Insights*; (Quelle: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC12564589/>)

Nikolova R et al. (2025); *Gut microbiome and ME/CFS pathogenesis* (Quelle: <https://www.mdpi.com/1422-0067/27/1/425>)

Long COVID – Mechanismen & Vergleich zu ME/CFS

Astin R et al. (2023) – *Long COVID: Mechanismen, Risikofaktoren und Genesung*; (Quelle: <https://karger.com/kkp/article/11/2/61/833141/Long-COVID-Mechanismen-Risikofaktoren-und-Genesung>)

Davis HE et al. (2023) – *Long COVID: major findings, mechanisms and recommendations* (Quelle: <https://www.nature.com/articles/s41579-022-00846-2>)

Weitere Fachartikel

LDN (inkl. NAD + Zellatmung) - erfolgreich:

https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10862402/?utm_source=chatgpt.com

Entzündungsbekämpfung (durch Cholesterine)

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41114999/>

Metabolische Modulation (eher ein Nachweis, dass Metabolik eine Rolle spielt...):

https://anzctr.org.au/Trial/Registration/TrialReview.aspx?ACTRN=ACTRN12625000095460&utm_source=chatgpt.com

Störungen der Zellatmung durch Long Covid:

https://www.nature.com/articles/s41392-024-01836-x?utm_source=chatgpt.com

Positive Wirkung von Antioxidantien auf entsprechende Zellschäden (bei Mäusen)

https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2321972121?utm_source=chatgpt.com

Auswirkungen und mögliche Modulation mit NAD⁺ bei mitochondrialer Dysfunktion und Stoffwechselstörung:

https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jmv.29752?utm_source=chatgpt.com