

NAD⁺/NADH - Bedeutung im Energiestoffwechsel, im Alterungsprozess und in der Zellgesundheit

Was ist NAD⁺/NADH?

Nicotinamid-Adenin-Dinukleotid (NAD) ist ein lebenswichtiges Coenzym, das in allen Zellen vorhanden ist. Es kommt als oxidierte Form (NAD⁺) und reduzierter Form (NADH) vor. Es wirkt als sogenannter Elektronenträger und hilft dabei, Nährstoffe in Energie (ATP) umzuwandeln. Darüber hinaus ist NAD⁺ an wichtigen Stoffwechselprozessen wie der Glycolyse, dem Citratzyklus und der oxidativen Phosphorylierung beteiligt. Innerhalb der Zelle existieren getrennte, regulierte NAD-Pools, die eine unabhängige und effiziente Steuerung von Energieproduktion, DNA-Reparatur und Stoffwechsel ermöglichen. Diese räumliche Trennung schützt die Zelle vor lokalen NAD-Verlusten. Besonders energieintensive Gewebe wie Gehirn und Muskeln sind auf eine ausreichende Versorgung mit NAD⁺ angewiesen. In den Zellen des Immunsystems unterstützt NAD⁺ zusätzlich die Regulation von Entzündungsprozessen.

Bildung von NAD⁺/NADH

NAD⁺ wird in der Zelle aus verschiedenen Vorstufen gebildet, wobei Vitamin B3 (Niacin bzw. Nicotinamid) die wichtigste Quelle ist. Auch Tryptophan dient als Ausgangsstoff. Die Bildung von NAD⁺ innerhalb der Zelle erfolgt über 3 Hauptwege aus verschiedenen NAD-Vorstufen. Der wichtigste und effizienteste ist der Salvage-Pathway, der etwa 80-90 % der NAD-Synthese ausmacht. Dabei wird Nicotinamid (NAM), das bei NAD-verbrauchenden Prozessen entsteht, recycelt, um stabile NAD-Spiegel aufrecht zu erhalten. Zusätzlich kann auch Nicotinsäure (NA) und Nicotinamid-Ribose (NR) verstoffwechselt werden. Ergänzend kann NAD⁺ über den Preis-Handler-Weg aus Nicotinsäure

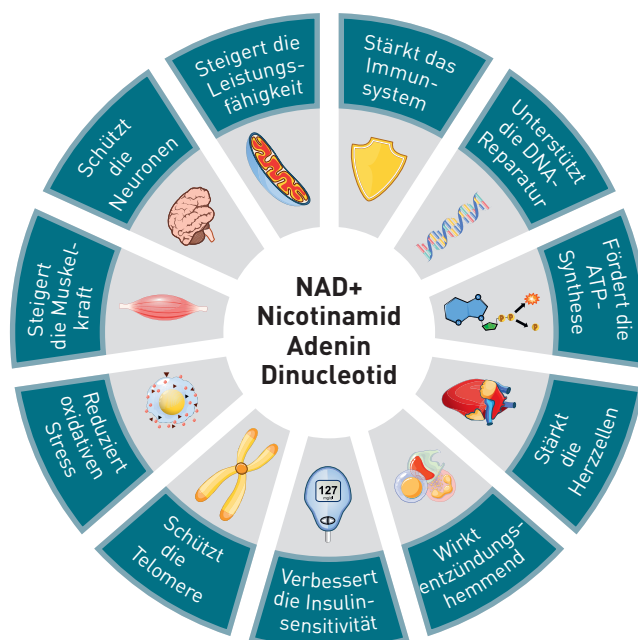


Abb. 1 NAD⁺ wird für viele Stoffwechselprozesse und in vielen Geweben benötigt.

gebildet werden. Zudem existiert die De-Novo-Synthese aus der essenziellen Aminosäure Tryptophan, die biochemisch komplex und energieaufwendig ist. Insgesamt unterliegt NAD⁺ in der Zelle einem dynamischen Gleichgewicht aus Synthese, Verbrauch und Recycling. Ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen NAD⁺ und NADH ist entscheidend für effiziente Energieproduktion und eine stabile Zellfunktion.

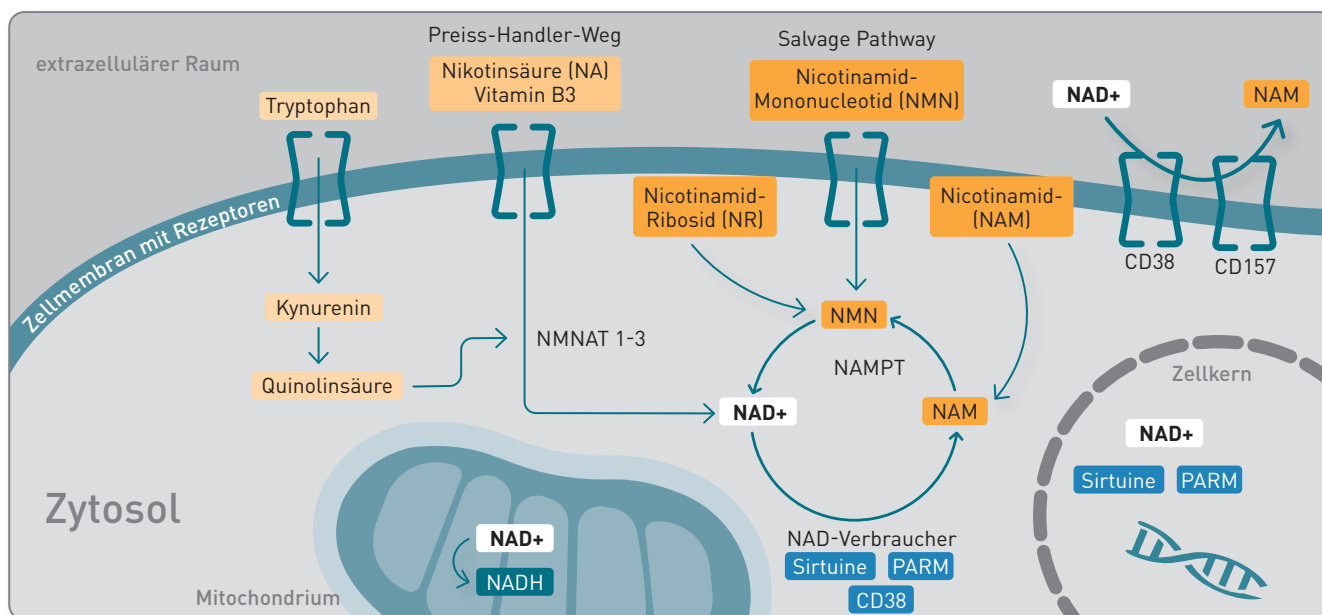


Abb. 2 Überblick über die 3 Hauptwege der Aufnahme von NAD-Vorstufen in die Zelle sowie deren Umwandlung zu NAD⁺ im zellulären Stoffwechsel (vereinfachte Darstellung nach Covarrubias et al, 2021)

Haben Sie Fragen? Unser Service Team beantwortet sie gerne unter +49 30 77001-220.

Funktionen von NAD⁺

NAD⁺ ist für zentrale Funktionen innerhalb der Zelle unverzichtbar. Es ermöglicht die Energiegewinnung, indem es als Elektronenträger in der Glykolyse (Zytosol) und in den Mitochondrien an der Bildung von ATP beteiligt ist. Gleichzeitig wird NAD⁺ kontinuierlich von verschiedenen Enzymen verbraucht. Sirtuine spielen eine zentrale Rolle in der Genregulierung und im Zellstoffwechsel. Das Enzym Poly-ADP-Ribose-Polymerase (PARP) ist für die DNA-Reparatur verantwortlich und verbraucht bei Zellschäden große Mengen NAD⁺.

NAD⁺ als Biomarker für Zellgesundheit und Stoffwechsel

NAD⁺ wird zunehmend als systemischer Biomarker diskutiert, da NAD-Spiegel im Blut sensibel auf systemische Veränderung wie Alterung, Erkrankungen oder die Supplementierung mit NAD-Vorstufen reagieren. Studien zeigen, dass diese Interventionen die NAD⁺ Konzentrationen im Blut und auch zum Teil in Geweben erhöhen. Gesunde Menschen weisen höhere intrazelluläre NAD⁺-Werte auf als Patienten mit neuronalen Erkrankungen bzw. Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Der Bedarf an NAD⁺ ist gewebespezifisch und besonders hoch in Muskel, Gehirn und Leber.

Zusammenhang mit Gesundheit und Erkrankungen

Ein ausgeglichenes NAD⁺/NADH-Verhältnis ist zentral für die Gesundheit, die Energieproduktion, Leistungsfähigkeit, zelluläre Stressresistenz und die metabolische Flexibilität. Veränderungen in diesem System können im Zusammenhang mit verschiedenen Erkrankungen und Lebensgewohnheiten stehen.

Verminderte NAD⁺-Konzentrationen bei:

- Vitamin B3-Mangel
- veganer/vegetarischer Ernährung
- altersbedingt
- metabolischen Erkrankungen
- neurodegenerativen Erkrankungen
- Alkoholkonsum
- Entzündungen
- Tumoren
- Medikamenten, wie z. B. Chemotherapeutika

NAD-Konzentrationen positiv beeinflussen

Regelmäßige Bewegung ist mit höheren NAD⁺-Konzentrationen assoziiert-selbst im Alter. Auch Training kann die NAD⁺-Konzentration im Muskel steigern.

Weitere Maßnahmen:

- Ausgewogene Ernährung mit ausreichender Zufuhr an Vitamin B3
- Fasten
- Bewegung und Sport
- Reduktion von Stress
- Guter Schlaf
- Gezielte Supplementation
- Gesundes Mikrobiom

Veränderungen im Alter

Zahlreiche Studien zeigen, dass NAD⁺-Konzentrationen mit zunehmendem Alter abnehmen und im Zusammenhang mit altersbedingten Krankheiten, wie kognitiven Einschränkungen, Tumoren, Stoffwechselerkrankungen, Sarkopenie

und Gebrechlichkeit stehen. Die gezielte Erhöhung von NAD⁺ gilt als vielversprechender Ansatz, um Alterungsprozesse zu verlangsamen und die Gesundheitsspanne zu verlängern.

Bedeutung der Darm-Mikrobiota für die NAD-Verfügbarkeit

Das Darmmikrobiom beeinflusst die Verfügbarkeit von NAD-Vorstufen. Dysbiose kann zu NAD-Mangel, Entzündung und gestörter Darmbarriere führen. Umgekehrt können Maßnahmen, die den NAD⁺-Spiegel erhöhen, entzündliche Prozesse im Darm verbessern und die Darmbarriere stärken.

Bestimmung von NAD⁺ und NADH im EDTA-Vollblut

Die Bestimmung von NAD⁺ und NADH im EDTA-Vollblut liefert eine systemische Momentaufnahme des zellulären Energie- und Stoffwechselstatus des Körpers. Verminderte NAD⁺-Spiegel oder ein Ungleichgewicht im NAD⁺/NADH-Verhältnis können auf verminderte Energieproduktion, Stressbelastung oder eingeschränkte Regeneration hinweisen. Verlaufsuntersuchungen helfen Maßnahmen wie Ernährung, Training oder Supplementation zu bewerten.

IMD Labor Berlin		Ärztlicher Befundbericht		
Untersuchung	Ergebnis	Einheit	Referenzbereich	
NAD ⁺ i.EDTA	24,9	µmol/L	20,0 - 36,0	
NADH i.EDTA	0,82	µmol/L	0,50 - 1,80	
NAD pool	25,7	µmol/L	20,5 - 38,0	
Ratio NAD ⁺ / NADH	30,5		16,3 - 46,0	

Abb. 3 Der Befund zeigt die Konzentrationen an NAD⁺ und NADH im EDTA-Vollblut sowie den gesamten NAD- Pool. Die Ratio von oxidiertem NAD⁺ zu reduziertem NADH gibt einen Hinweis auf das intrazelluläre Redoxgleichgewicht.

Material

1ml EDTA-Blut, Abnahme morgens, nüchtern

Ein Probeneingang im Labor innerhalb von 24 Stunden muss gewährleistet sein. Innerhalb der Berliner Stadtgrenzen bieten wir Ihnen unseren Fahrdienst an (+493077001-250), für überregionale Abholungen kontaktieren Sie bitte den kostenfreien Kurierservice unter +493077001-450.

Abrechnung

Eine Abrechnung ist im privatärztlichen Bereich (GOÄ) gegeben. Die Preise für Selbstzahler können dem aktuellen Anforderungsschein entnommen werden.

Information für Patienten

Wir empfehlen grundsätzlich, Laboruntersuchungen über eine Praxis beauftragen zu lassen, da nur so eine fachgerechte medizinische Bewertung gewährleistet ist. Für Patientinnen und Patienten, die dennoch selbst eine Analyse in Auftrag geben möchten, bieten wir Zugang zu allen verfügbaren Tests in unserem **IMD OnlineLabor**.



IMD OnlineLabor

Literatur

- Cantó C et al.; Cell Metab. 2015 Jul 7;22(1):31-53.
- Covarrubias AJ et al.; Nat Rev Mol Cell Biol. 2021 Feb;22(2):119-141.
- Song Q et al.; Adv Nutr. 2023 Nov;14(6):1416-1435
- Balashova NV et al.; Front Med (Lausanne). 2022 May
- Janssens GE et al.; Nat Aging. 2022 Mar
- Lamb DA et al.; Aging (Albany NY). 2020 May 5;12(10):9447-9460.
- Niño-Narvión J et al.; Nutrients. 2023 Jun 30;15(13):2992