HANDREICHUNGEN



NOA-EMPFEHLUNGEN ZUR PET-BILDGEBUNG

(STAND 3/26)

Jan-Michael Werner, Michael Müther, Elke Hattingen, Benedikt Wiestler für die NOA-Imaging Kommission sowie Nathalie Albert und Norbert Galldiks (beratend)

NOA-EMPFEHLUNGEN ZUR PET-BILDGEBUNG

PET-Bildgebung hat einen wachsenden Stellenwert in der Neuroonkologie. Zur Sicherstellung einer qualitativ hochwertigen Bildgebung und Auswertung sowie zum zielgerichteten Einsatz liegen diverse internationale Guidelines vor. Im Folgenden finden sich Empfehlungen/Guidelines, welche von der NOA unterstützt werden.

1. KURZÜBERSICHT EINZELNER PET-BILDGEBUNGS-VERFAHREN IN DER NEUROONKOLOGIE

1.1 SOMATOSTATIN-REZEPTOR-PET (SSTR PET)

Tracer: z.B. [^{68}Ga]Ga-DOTATATE, [^{68}Ga]Ga-DOTATOC, [^{68}Ga]Ga-DOTANOC, [^{18}F]SiTATE (je nach lokaler Verfügbarkeit).

- Primärdiagnostik/Abgrenzung und Ausdehnungsdiagnostik bei Meningeomen (v. a. bei Schädelbasis-Lokalisationen oder fraglicher duraler Infiltration), als Ergänzung zu MRT/CT.[1]
- Strahlentherapieplanung: Unterstützung der Zielvolumendefinition, v.a. bei postoperativen Situationen und komplexer Anatomie.[1,2]

Technik/Reporting sollten sich an den gemeinsamen EANM/EANO/RANO/SNMMI Empfehlungen für SSTR-PET orientieren.[1]

1.2 AMINOSÄURE-PET

Klinisch etablierte Tracer: [^{18}F]FET, [^{11}C]MET, [^{18}F]FDOPA.

- Differenzialdiagnose neoplastisch vs. nicht-neoplastisch bei unklaren MRT-Befunden[3,4]
- Erfassung der Tumorausdehnung jenseits von Kontrastmittelanreicherung

(insbesondere bei diffusen Gliomen) zur Therapieplanung[3,4]
- Biopsie-/Resektionsplanung: Identifikation von Arealen mit erhöhtem Tracer-Uptake zur repräsentativen Probenentnahme bzw. Zieldefinition lokaler Therapien[3,5]
- Abgrenzung zwischen Progression/Rezidiv und. therapieassoziierten Veränderungen (z.B. Pseudoprogression, Strahlennekrose) im Follow-Up[3,4]
- Therapiemonitoring/Response Assessment unter Nutzung standardisierter Kriterien (PET RANO 1.0 und PET RANO BM 1.0)[6,7]

1.3 GLUKOSE-PET

Tracer: [18F]FDG

Bei Gliomen ist die [^{18}F]FDG PET aufgrund der physiologischen Aufnahme des Tracers im Hirnparenchym häufig weniger geeignet als Aminosäure-PET. Aktuelle Leitlinien betonen die relative Überlegenheit von Aminosäure-PET für zentrale neuroonkologische Fragestellungen.[3,4] Anwendungsfelder bleiben jedoch u.a.: (i) systemische Staging-/Restaging-Fragestellungen (z.B. bei malignen Lymphomen) sowie (ii) die extrakranielle Primärtumorsuche bei bereits stattgehabter Manifestation von Hirnmetastasen je nach klinischem Kontext.[8,9]

Tabelle 1: Entität, Fragestellung, Tracer, Leitlinie

Entität/Setting	Klinische Fragestellung	Bevorzugter PET-Tracer	Leitlinie(n)/Standard	Kommentar (leitliniennah)
Gliome (prätherapeutisch)	Unklare Läsion: Tumor vs. nicht-neoplastisch	Aminosäure-PET	Law et al., 2019; Galldiks et al., 2025	Aminosäure-PET als Ergänzung zur MRT, v.a. bei diskrepanten/unklaren Befunden
Gliome (prätherapeutisch)	Ausdehnung/biologisch aktive Areale für Biopsie/Resektion	Aminosäure-PET	Galldiks et al., 2025	PET-Hotspots können zur repräsentativen Probenentnahme beitragen [10-12]
Gliome (Follow-up)	Differenzierung zwischen therapieassoziierte Veränderungen (u.a. Pseudoprogression, Radionekrose) und Rezidiv/Progression	Aminosäure-PET	Law et al., 2019; Galldiks et al., 2025	Standardisierte Akquisition/Quantifizierung essenziell
Gliome (Monitoring)	Response Assessment unter Therapie	Aminosäure-PET	Albert et al., 2025; Galldiks et al., 2025	PET RANO 1.0 als Kriterien für serielle Untersuchungen
Hirnmetastasen (systemisches Staging)	Staging/Primärtumorsuche je nach Kontext	[^{18}F]FDG PET/CT (Ganzkörper)	Le Rhun et al., 2021	Einsatz abhängig von Tumorentität, Vortests und klinischer Frage
Hirnmetastasen (Follow-up)	Rezidiv vs. therapieassoziierte Veränderungen	Aminosäure-PET	Verger et al., 2025	Technische Standards und Reporting gemäß Metastasen-Leitlinie
Hirnmetastasen (Monitoring)	Response Assessment unter Therapie	Aminosäure-PET	Albert et al., 2025	PET RANO BM 1.0 als Kriterien für serielle Untersuchungen
Meningeome	Diagnostik/Ausdehnung, Zielvolumen-Definition	SSTR PET	Albert et al., 2024; Perlow et al., 2025	Besonders hilfreich bei Schädelbasis/komplexer Anatomie
ZNS-Lymphom (prätherapeutische Diagnostik)	Ausschluss systemischer Lymphom-Manifestation	[^{18}F]FDG PET/CT (Ganzkörper)	Ferreri et al., 2024	[^{18}F]FDG PET/CT als Teil der systemischen Staging-Strategie

1.4 GLIOME

Die RANO/EANO-Empfehlungen geben einen Überblick über die Indikation zur Aminosäure-PET bei Patienten mit Gliomen, sowie Empfehlungen zur Priorisierung und des optimalen Zeitpunkts ihres Einsatzes im Krankheitsverlauf.[3]

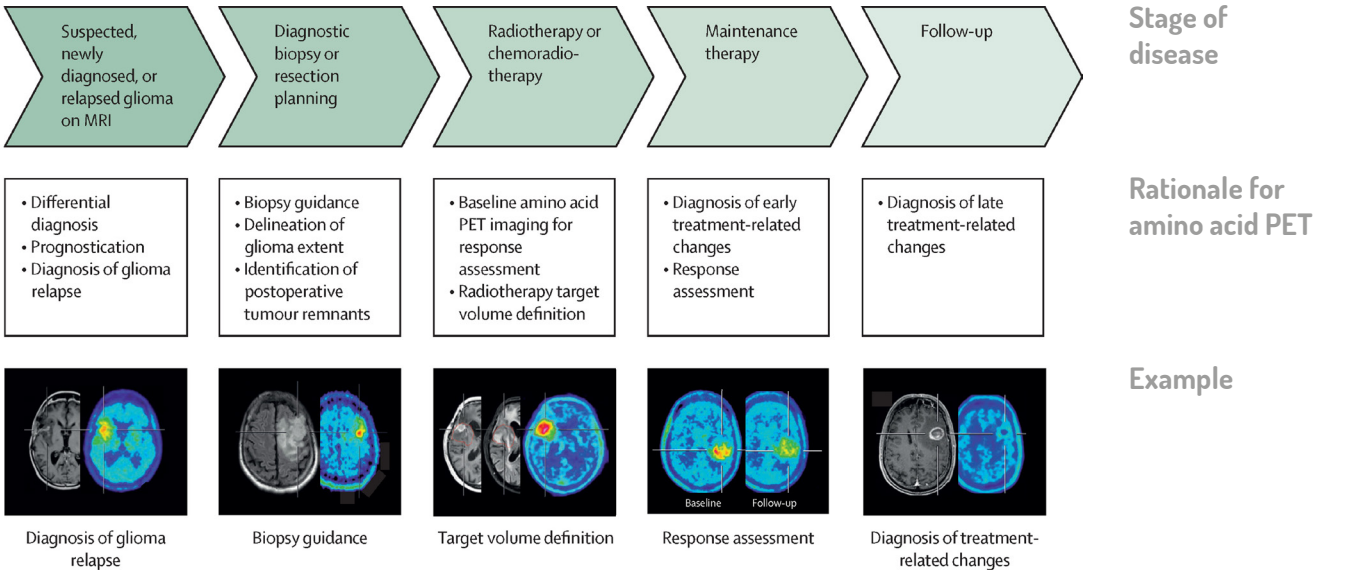


Abbildung 1: Indikation/Rationale zur Aminosäure-PET

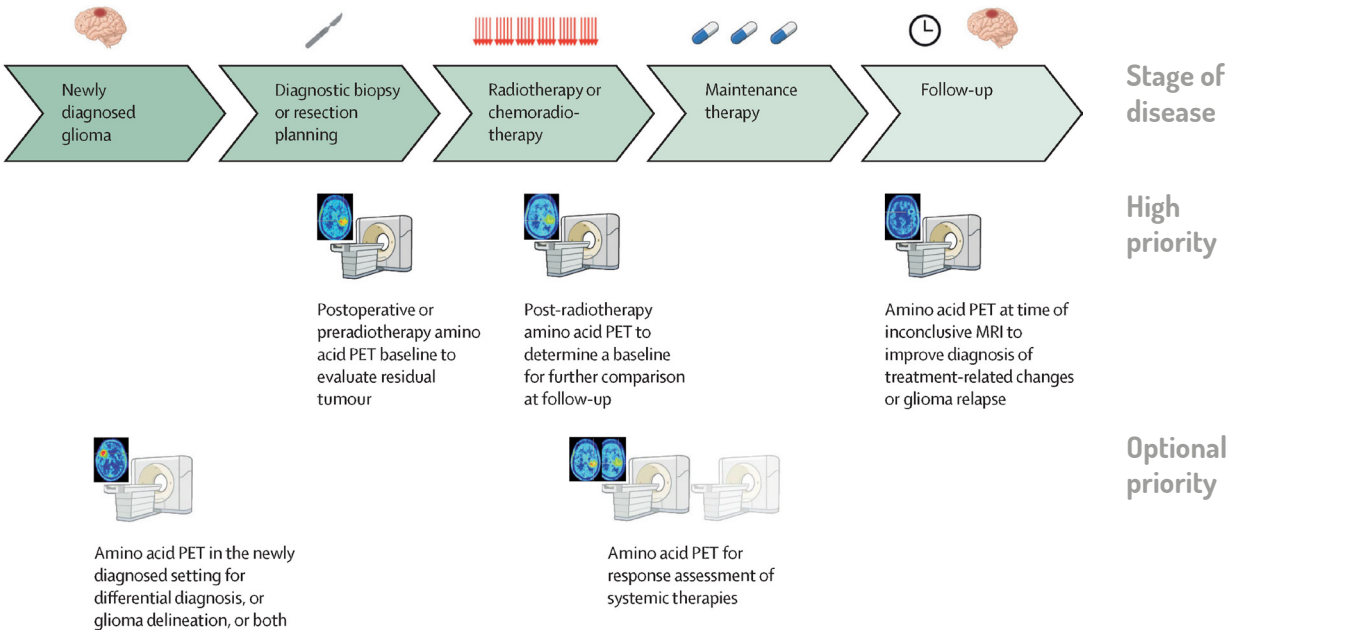


Abbildung 2: Priorisierung/Zeitpunkt der Aminosäure PET

Galldiks et al., 2025 The Lancet Oncology; 26e436-e447 DOI: (10.1016/S1470-2045(25)00193-7).
Open Access article under the CC BY 4.0 license Terms and Conditions.[14]

1.4 EMPFEHLUNGEN

Für die Harmonisierung von Akquisition, Rekonstruktion, Quantifizierung und Reporting sollten die folgenden Standards herangezogen werden:

- Gemeinsame Leitlinien der EANM, EANO, RANO und SNMMI für Gliome [4], Hirnmetastasen [13] und Meningeome [1]

Zum Einsatz von PET-Bildgebung bei Patienten mit Gliomen empfiehlt die NOA Aminosäure-PET unter Befolgung der technischen Standards, Zeitpunkte sowie Auswertung/Interpretation.[3,4,6]

Zum Einsatz von PET-Bildgebung bei Patienten mit Meningeomen empfiehlt die NOA SSTR PET. Hier existieren sowohl eine gemeinsame EANM/EANO/RANO/SNMMI Leitlinie als auch konsensbasierte Radiotherapie-Planungsempfehlungen, welche die Integration von SSTR PET zur präziseren Konturierung (u.a. postoperativ) unterstützen.[1,2] Standardisierte Kriterien zur Bewertung eines Therapieansprechens von Meningeomen mittels SSTR PET existieren derzeit nicht.

Zum Einsatz von PET-Bildgebung bei Patienten mit Hirnmetastasen empfiehlt die NOA Aminosäure-PET. Ganzkörper-FDG PET kann im Rahmen des Stagings bzw. Suche nach einem extrakraniellen Primarius von Nutzen sein.

LITERATUR

(1) Albert NL, Preusser M, Traub-Weidinger T, et al. Joint EANM/EANO/RANO/SNMMI practice guideline/procedure standards for diagnostics and therapy (theranostics) of meningiomas using radiolabeled somatostatin receptor ligands: version 1.0. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2024.

(2) Perlow HK, Raleigh DR, Wang TJC, et al. Consensus Radiation Treatment Planning Guidelines Using (68)Ga-DOTATATE PET/CT For Resected Meningiomas. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2025; 122(1):150-158.

(3) Galldiks N, Lohmann P, Aboian M, et al. Update to the RANO working group and EANO recommendations for the clinical use of PET imaging in gliomas. Lancet Oncol. 2025; 26(8):e436-e447.

(4) Law I, Albert NL, Arbizu J, et al. Joint EANM/EANO/RANO practice guidelines/SNMMI procedure standards for imaging of gliomas using PET with radiolabelled amino acids and [(18)F]FDG: version 1.0. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2019; 46(3):540-557.

(5) Karschnia P, Smits M, Reifenberger G, et al. A framework for standardised tissue sampling and processing during resection of diffuse intracranial glioma: joint recommendations from four RANO groups. Lancet Oncol. 2023; 24(11):e438-e450.

(6) Albert NL, Galldiks N, Ellingson BM, et al. PET-based response assessment criteria for diffuse gliomas (PET RANO 1.0): a report of the RANO group. The Lancet Oncology. 2024; 25(1):e29-e41.

(7) Albert NL, Galldiks N, Ellingson BM, et al. RANO criteria for response assessment of brain metastases based on amino acid PET imaging. Nat Med. 2025.

(8) Ferreri AJM, Illerhaus G, Doorduijn JK, et al. Primary central nervous system lymphomas: EHA-ESMO Clinical Practice Guideline for diagnosis, treatment and follow-up. Ann Oncol. 2024.

(9) Le Rhun E, Guckenberger M, Smits M, et al. EANO-ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up of patients with brain metastasis from solid tumours. Ann Oncol. 2021; 32(11):1332-1347.

(10) Harat M, Rakowska J, Harat M, et al. Combining amino acid PET and MRI imaging increases accuracy to define malignant areas in adult glioma. Nat Commun. 2023; 14(1):4572.

(11) Kunz M, Thon N, Eigenbrod S, et al. Hot spots in dynamic (18)FET-PET delineate malignant tumor parts within suspected WHO grade II gliomas. Neuro Oncol. 2011; 13(3):307-316.

(12) Pafundi DH, Laack NN, Youland RS, et al. Biopsy validation of 18F-DOPA PET and biodistribution in gliomas for neurosurgical planning and radiotherapy target delineation: results of a prospective pilot study. Neuro Oncol. 2013; 15(8):1058-1067.

(13) Verger A, Tolboom N, Cicone F, et al. Joint EANM/EANO/RANO/SNMMI practice guideline/procedure standard for PET imaging of brain metastases: version 1.0. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2025; 52(5):1822-1839.

(14) Galldiks et al., 2025 The Lancet Oncology; 26e436-e447 DOI: (10.1016/S1470-2045(25)00193-7). Open Access article under the CC BY 4.0 license Terms and Conditions