



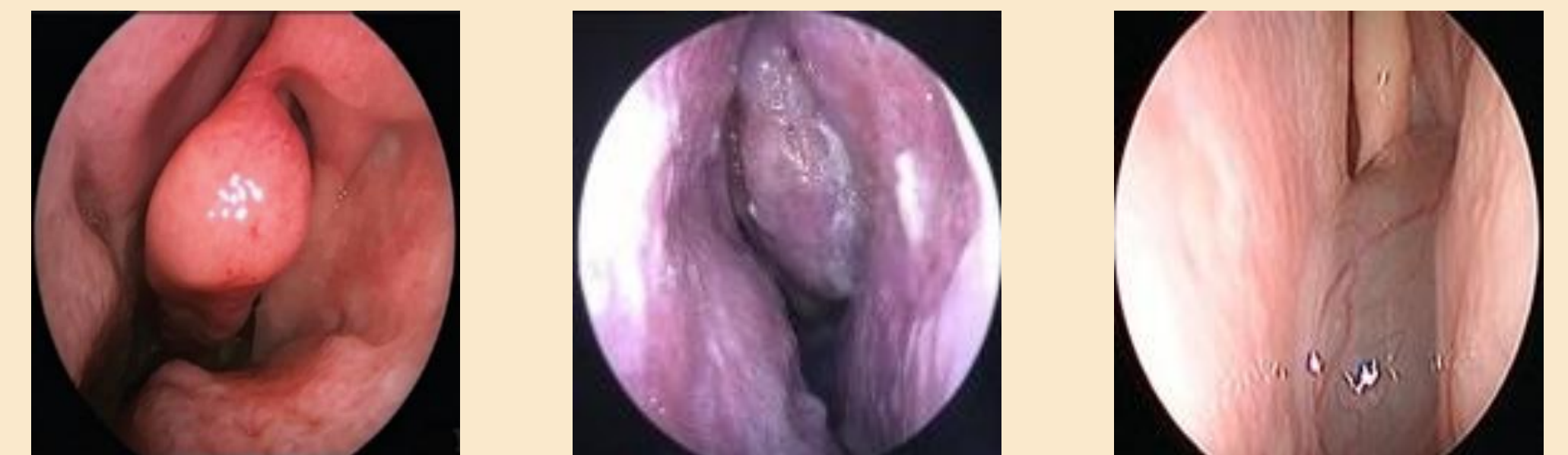
# Lukas Krautschick, Dr. Fabian Schwitzing

## PARASIDE: AI – Driven Paranasal Sinus Segmentation in MRI

Chronische Rhinosinusitis (CRS) betrifft **5–12 % der Bevölkerung** und vermindert die Lebensqualität. Die klinische Beurteilung bleibt **subjektiv**.

**PARASIDE<sup>2</sup>** ist das erste KI-gestützte Segmentierungstool für **16 Nasennebenhöhlen-Strukturen** in T1-MRT-Aufnahmen. Es automatisiert die Analyse, beseitigt **Subjektivität** und reduziert den **manuellen Aufwand**. Es erreicht eine **präzise Trennung von Luft- und Weichteilgewebe** und berechnet automatisch den **Lund-Mackay-Score**, eine wichtige Kennzahl zur Beurteilung von Nasennebenhöhlenerkrankungen.

**PARASIDE<sup>2</sup>** überwindet somit bisherige Einschränkungen durch automatisierte Sinussegmentierung in T1-MRT-Aufnahmen (**5.600 Fälle, SHIP-Studie**) und liefert **objektive, datenbasierte Erkenntnisse**.



### Manuelle Segmentierung

Zwei Experten segmentierten unabhängig voneinander manuell 16 Nasennebenhöhlen-Strukturen mithilfe von ITK-Snap<sup>1</sup>. Ein Datensatz, der aus den MRT-Daten der SHIP-Studie erstellt wurde, umfasste 100 Trainings- und 60 Testfälle. Zur Verbesserung der Genauigkeit wurden iterative Korrekturen auf Grundlage von Modellvorhersagen und Expertenbewertungen vorgenommen. Dieser Datensatz wurde verwendet, um das nnU-Net-Modell für eine zuverlässige MRT-Segmentierung zu trainieren.

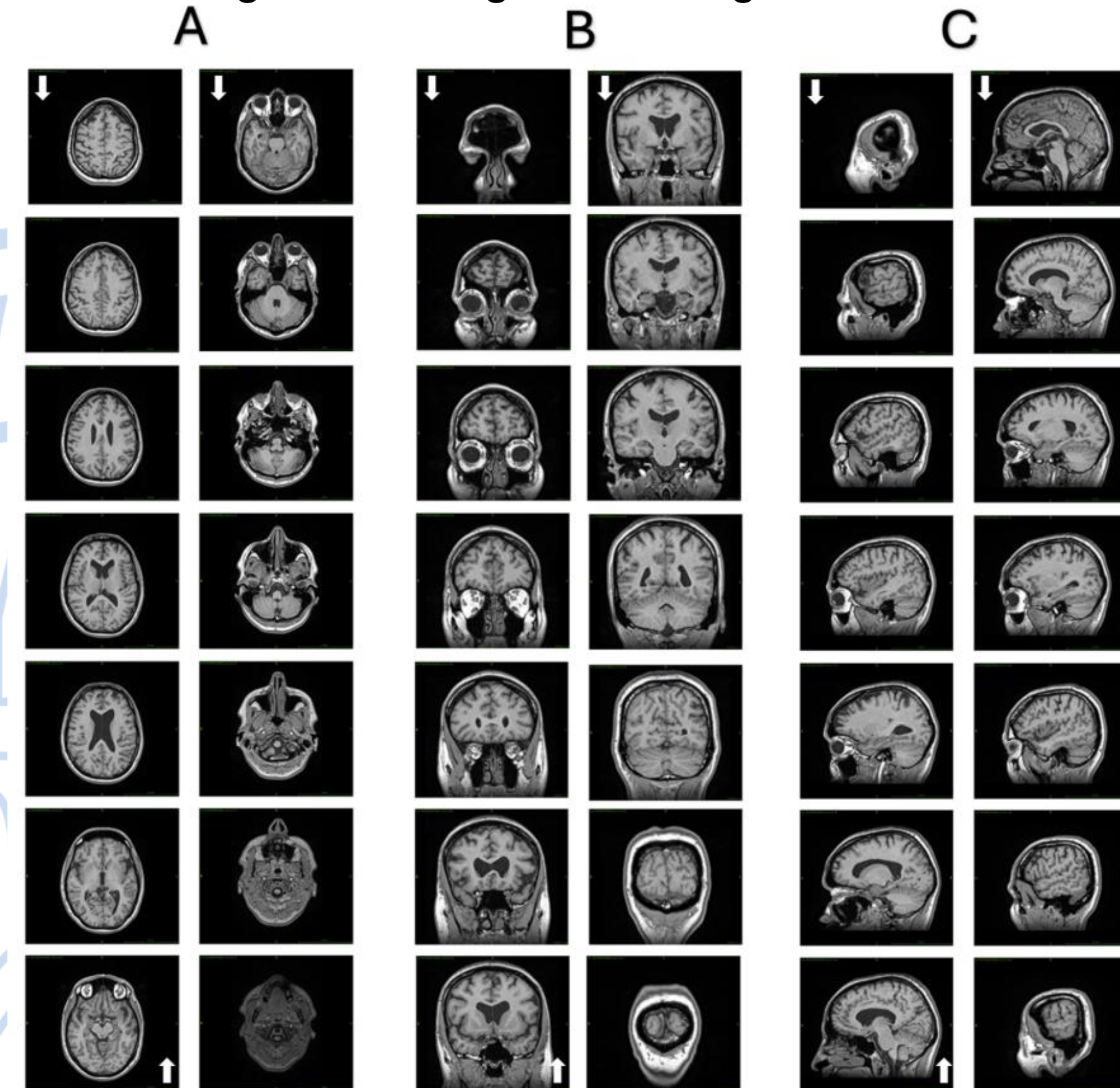


Abb. 1: Konventionelle Auswertung von MRT-DICOM-Datensätzen: jeder 10. Schnitt ist von oben nach unten (Pfeile): in axial (A), koronar (B) und sagittal (C)

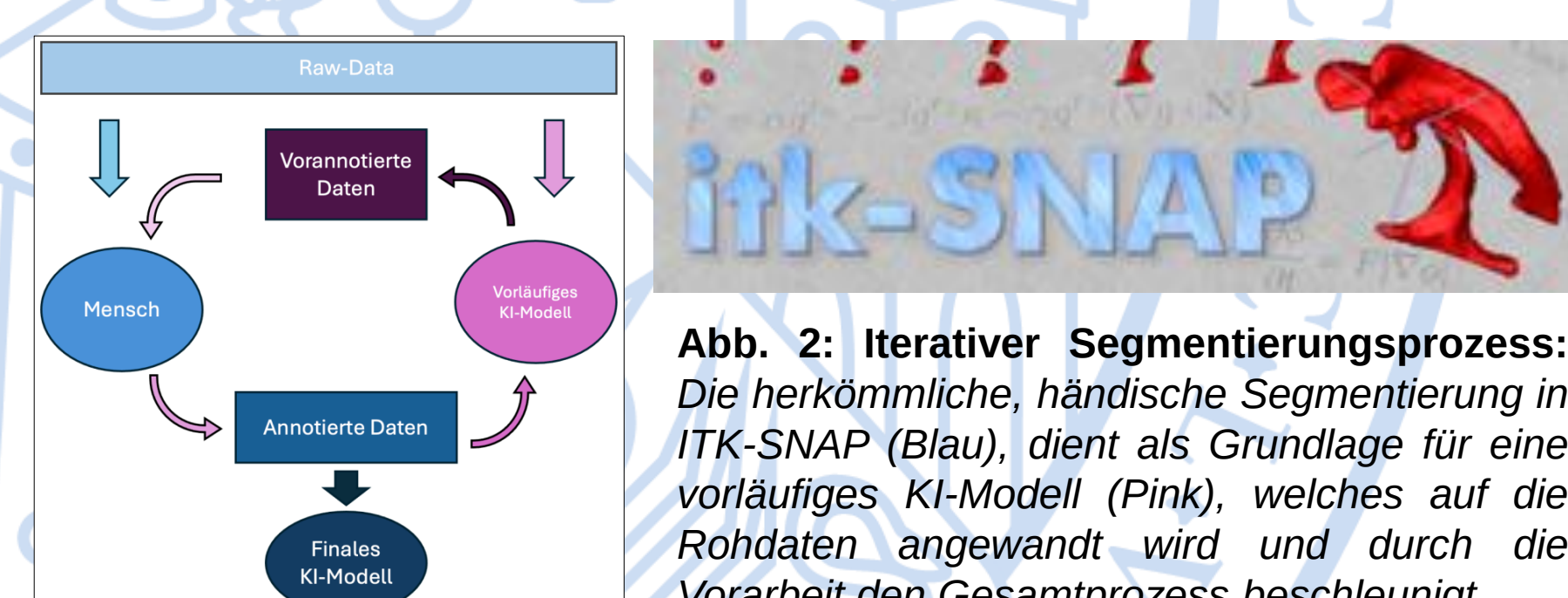


Abb. 2: Iterativer Segmentierungsprozess: Die herkömmliche, händische Segmentierung in ITK-SNAP (Blau), dient als Grundlage für eine vorläufiges KI-Modell (Pink), welches auf die Rohdaten angewandt wird und durch die Vorarbeit den Gesamtprozess beschleunigt.

### AI – basierte Segmentierung

Mithilfe von nnU-Net automatisierten wir die Segmentierung der Nasennebenhöhlen in T1-MRT-Aufnahmen. Das Modell wurde auf 100 annotierten Fällen trainiert und an 60 Fällen getestet. Dabei erreichte es hohe Ähnlichkeitskoeffizienten: DSC=0,95 (für luftgefüllte Strukturen) und DSC=0,56 (für Weichteilgewebe), wobei luftgefüllte Strukturen eine nahezu perfekte Trennbarkeit zeigten.

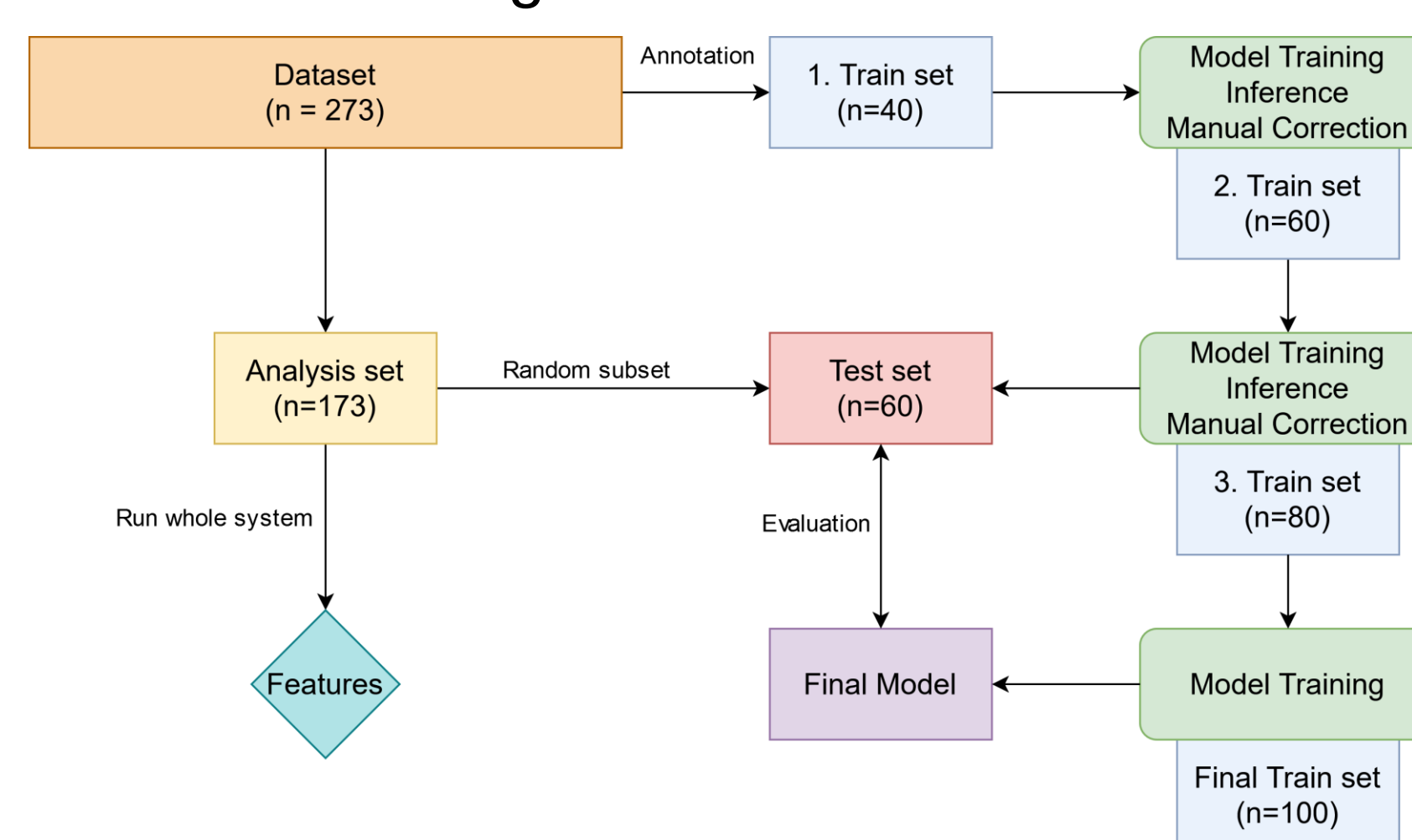


Abb. 3: Flussdiagramm Arbeitsprozess: Einzelner Datensatz mit iterativer Annotation und Qualitätskontrolle; finales Modell auf Testdatensatz evaluiert (n = Anzahl der Probanden).

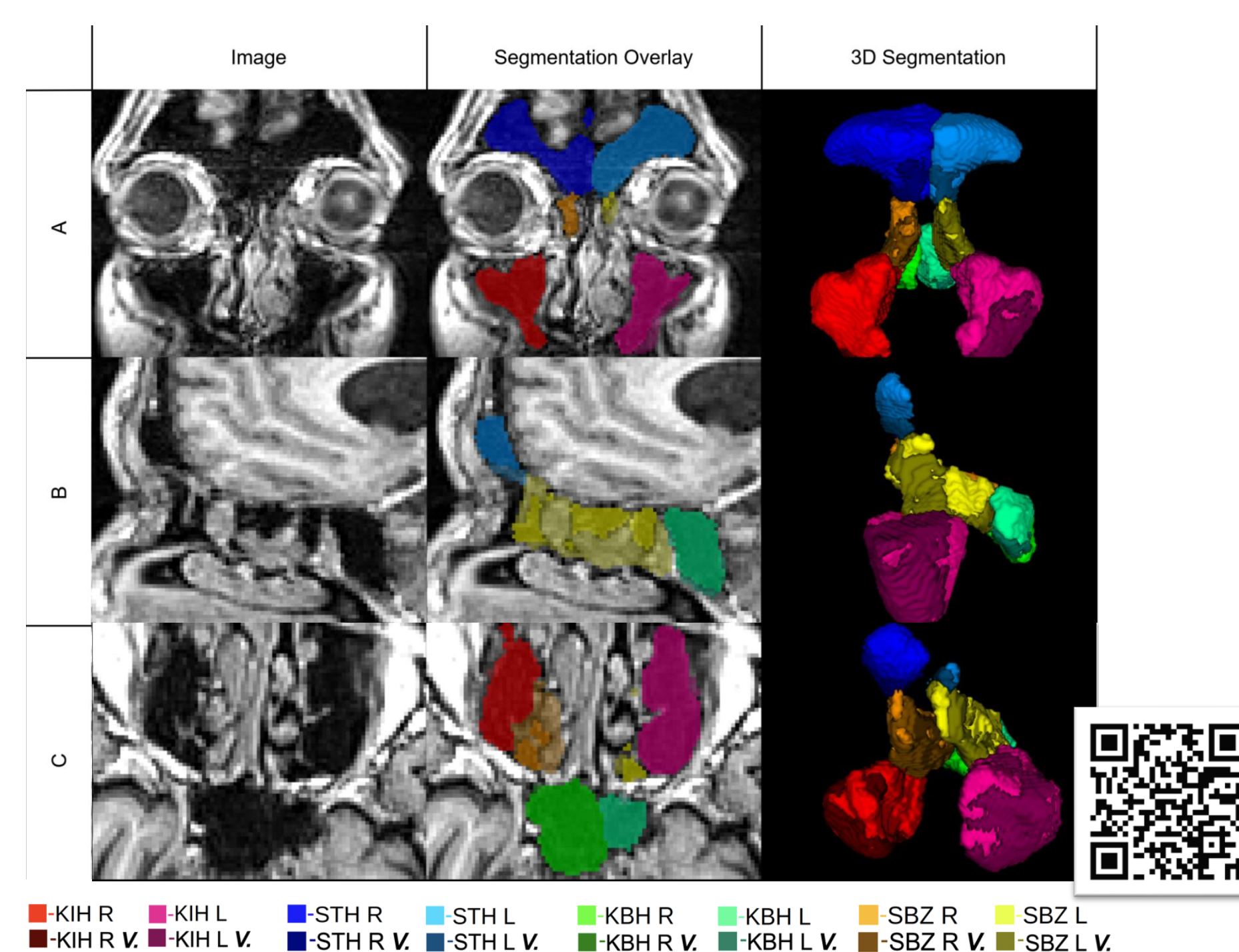


Abb. 4: Automatische Segmentierung der Nasennebenhöhlen: PARASIDE segmentiert MRT-Aufnahmen vom nativen Scan zum 3D-Modell. Hellere Farben zeigen belüftete Bereiche an; dunklere Farben weisen auf Weichteilgewebe hin.

### Ergebnisse/ Vorteile

| Structure             | DSC ↑       | ASSD ↓      |
|-----------------------|-------------|-------------|
| A. maxillaris         | 0.98 ± 0.02 | 0.12 ± 0.06 |
| A. frontalis          | 0.93 ± 0.10 | 0.33 ± 0.27 |
| A. sphenoidalis       | 0.96 ± 0.07 | 0.27 ± 0.49 |
| A. ethmoidalis        | 0.93 ± 0.04 | 0.29 ± 0.13 |
| ST. maxillaris        | 0.74 ± 0.20 | 1.07 ± 1.34 |
| ST. frontalis         | 0.50 ± 0.28 | 1.24 ± 1.13 |
| ST. sphenoidalis      | 0.25 ± 0.31 | 1.99 ± 1.90 |
| ST. ethmoidalis       | 0.78 ± 0.08 | 0.60 ± 0.30 |
| Average (Air)         | 0.95 ± 0.07 | 0.25 ± 0.30 |
| Average (Soft Tissue) | 0.56 ± 0.32 | 1.12 ± 1.28 |
| Average (overall)     | 0.76 ± 0.30 | 0.65 ± 0.99 |

Abb. 5: Leistungsvergleich der KI-Segmentierung anhand des Dice Similarity Coefficient (DSC, ↑ höher ist besser) und der Average Symmetric Surface Distance (ASSD, ↓ niedriger ist besser) für Luft- und Weichteilvolumina.

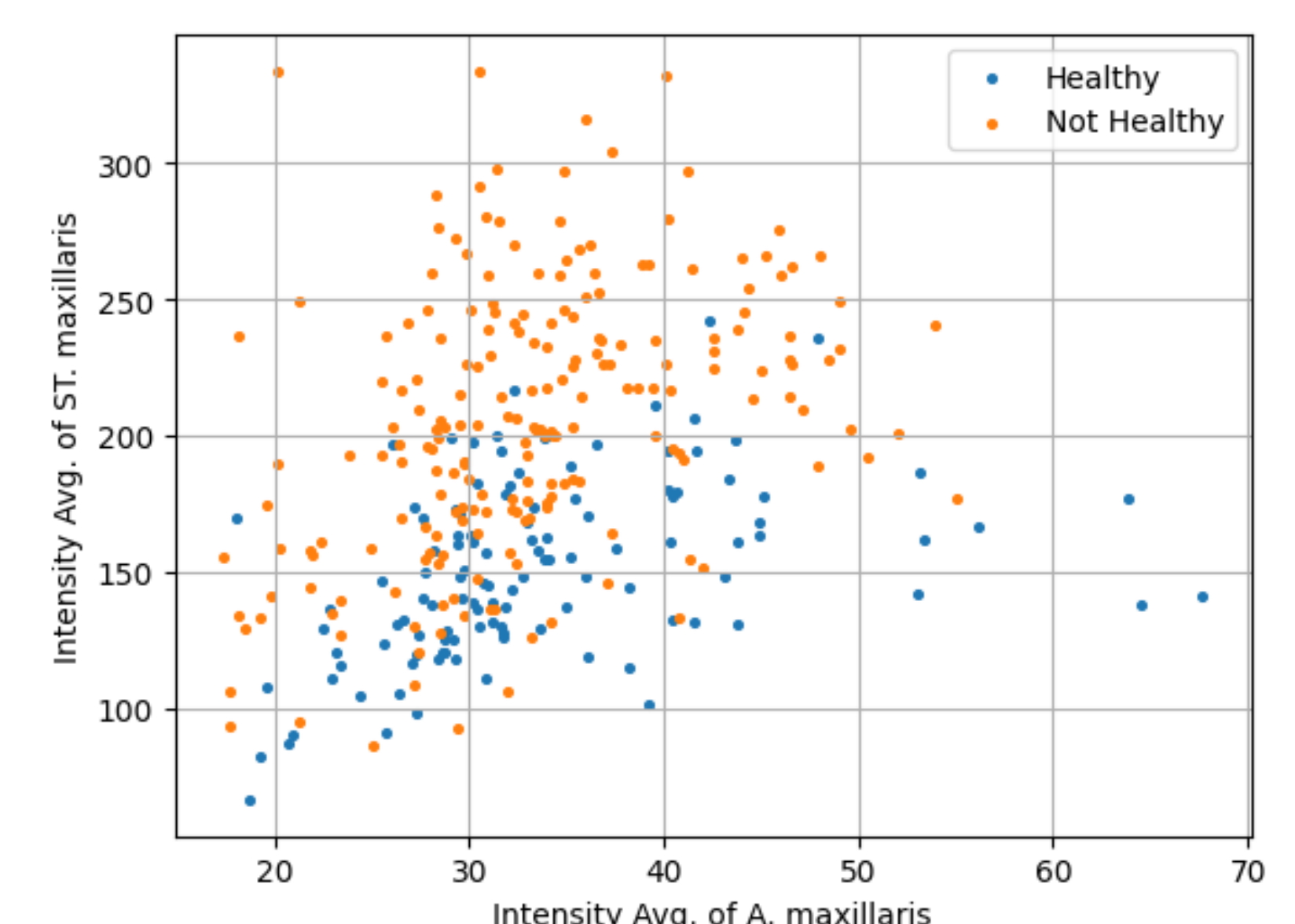


Abb. 6: Korrelation von Verschattungsintensitäten im Sinus maxillaris: von Luft (A. - Air) und Weichteilgewebe-Regionen (ST. - Soft Tissue) mit dem Datensatz der SHIP-Studie: gesund (blau) und pathologisch (orange).

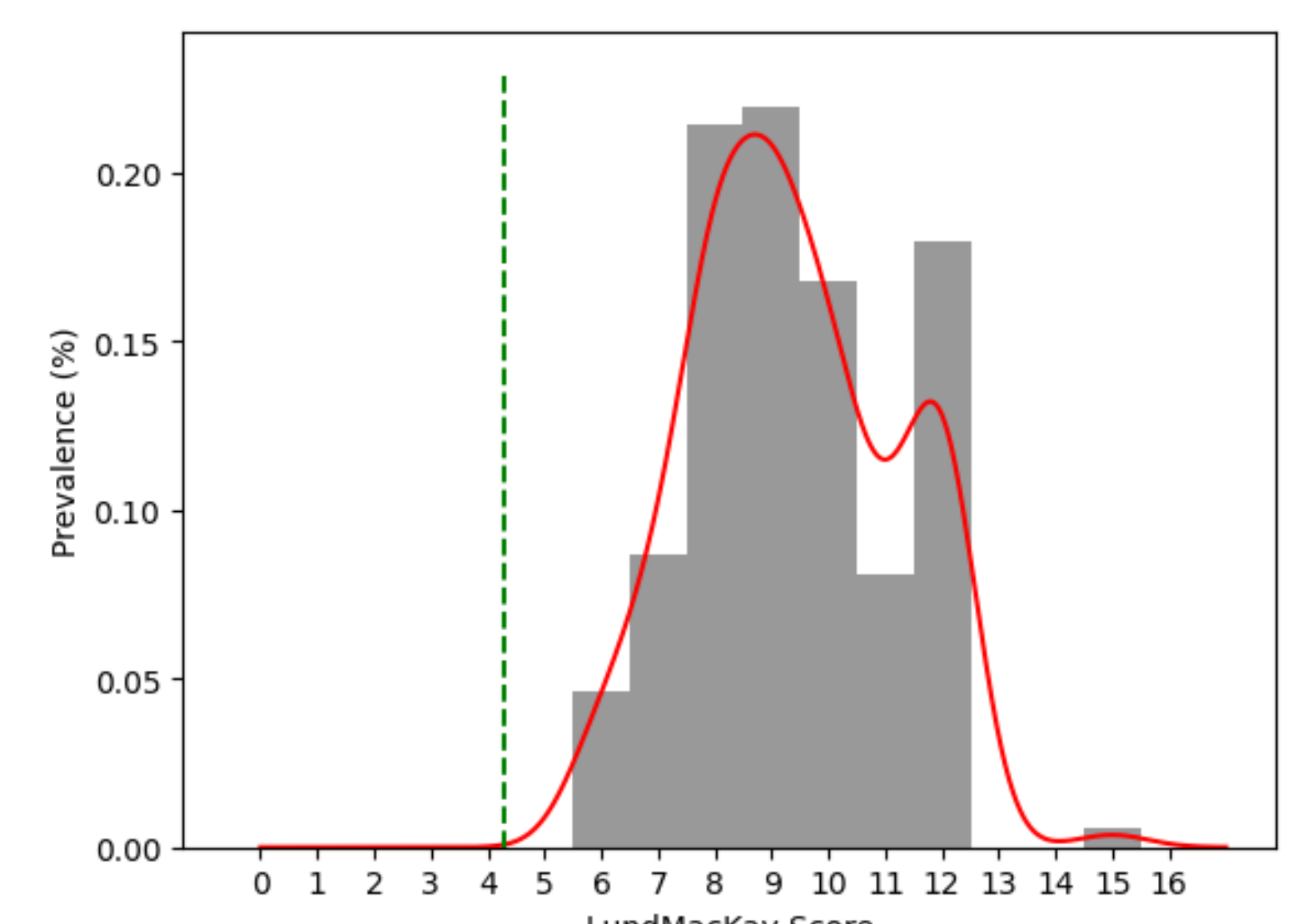


Abb. 7: Verteilung des modifizierten Lund-Mackay-Scores: Prävalenz (grau) und Einschätzung der Verschattung (rot) der vorhergesagten Scores. Die grüne gestrichelte Linie ist der durchschnittliche Normwert (4,3) aus früheren Studien.

<sup>1</sup>Yushkevich, P. A., Gao, Y., & Gerig, G. (2016). ITK-SNAP. EMBC/IEEE(pp. 3342-3345).

<sup>2</sup>Möller, H., Krautschick, L., ... & Schwitzing, F. (2025). PARASIDE. arXiv preprint arXiv:2501.14514.