MANUSKRIPT · RATGEBER

Prostate Commander

– ganz einfach erklärt

Prostata-MRT mit KI auswerten, prüfen und korrigieren –
ein Entwicklungsnachweis, verständlich erklärt



Dr. Herbert Schuster

deepnet.at

Stand: 14. Oktober 2026 · beschreibt Prostate Commander 1.0 (Vollversion und Testversion OPEN) · kein Medizinprodukt

Prostate Commander – ganz einfach erklärt

Prostata-MRT mit KI auswerten, prüfen und korrigieren – ein Entwicklungsnachweis, verständlich erklärt

Autor: Dr. Herbert Schuster, deepnet.at · Kontakt: herbert.schuster@deepnet.at oder das Kontaktformular auf deepnet.at · Pilotseite: https://deepnet.at/pilotprojekt.html

Manuskript, Stand 14. Oktober 2026. Beschrieben wird der Programmstand von Mitte Oktober 2026 – die Vollversion und die kostenlose Testversion „OPEN". Funktionen können sich ändern; maßgeblich sind jeweils das Programm, seine eingebaute Hilfe (F1) und die technische Dokumentation auf deepnet.at.

Rechtlicher Status – bitte zuerst lesen

Prostate Commander ist kein Medizinprodukt: keine CE-Kennzeichnung nach Verordnung (EU) 2017/745, keine FDA-Zulassung. Deshalb kein Einsatz in der Krankenversorgung, keine Diagnose, keine Therapie- oder Biopsieentscheidung und keine Abgabe zur klinischen Nutzung – auch nicht unentgeltlich. Das Programm ist ein Forschungs- und Entwicklungswerkzeug und der Nachweis einer Entwicklungsleistung. Es liefert prüfbare Vorschläge und ersetzt keine ärztliche Beurteilung. Dieses Buch ist keine medizinische Anleitung und keine Rechtsberatung.

Keine Leistungszahlen

Dieses Buch nennt bewusst keine Zahlen zur Treffsicherheit – weder für die KI-Kontur noch für die KI-Herdsuche oder die Einstufung. Die Netze und Regeln sind nicht klinisch validiert. Wo Zahlen stehen, sind es Programmparameter (Schwellen, Abstände, Größen) oder Laufzeiten, keine Gütemaße.

PI-RADS

Referenz für jede Einstufung ist das Dokument PI-RADS v2.1 des American College of Radiology (ACR). Die festen Schwellen, mit denen Prostate Commander dessen qualitativ formulierte Kriterien berechenbar macht, sind eine eigene Operationalisierung und stehen so nicht im ACR-Dokument.

Bilddaten und Beispiele

Dieses Buch enthält keine echten Patientendaten. Beispiele sind allgemein gehalten oder beziehen sich auf den öffentlichen Forschungsdatensatz PROSTATEx (Litjens et al., The Cancer Imaging Archive, DOI 10.7937/K9TCIA.2017.MURS5CL, CC BY 3.0).

Marken und Abbildungen

Microsoft, Windows, Word und Edge, LibreOffice, NVIDIA und CUDA, Google Chrome, Firefox, YouTube, Claude und Claude Code (Anthropic) sowie die in Kapitel 16 genannten Hersteller von Ultraschallgeräten sind Marken ihrer jeweiligen Inhaber; sie werden nur zur Beschreibung genannt. Sämtliche Symbole, Randzeichen, Skizzen und Sinnbilder in diesem Buch sind eigene Gestaltung. Logos, Wappen oder Produktfotos von Herstellern, Behörden und Organisationen werden bewusst nicht verwendet.

Zum Stil

Das Buch erklärt im lockeren Ton eines Ratgebers: kurze Absätze, Randsymbole, Kästen und am Ende ein Teil mit Zehnerlisten. Es gehört zu keiner Buchreihe und steht mit keinem Verlag in Verbindung. Aus fremden Werken steht je Quelle höchstens ein kurzes wörtliches Zitat; alles Übrige ist in eigenen Worten zusammengefasst.

✂ zum Heraustrennen

Der Spickzettel

Alles Wichtige zu Prostate Commander auf einer Seite – für den Rand des Befundmonitors.

Die wichtigsten Tasten

F1 / H	Hilfe ein und aus
P / F3	Pirads: ADC, Herdsuche, drei Ebenen
K	KI-Kontur neu rechnen
A	Konturansicht: Umrandung, Knoten, Maske
F5 / F6	drei Ebenen / Streifen mit ADC, DWI, DCE
L	Herdliste (in den drei Ebenen)
Umschalt + E	„Nur KI-Herde“ ein/aus
X	Ebenen frei kippen (experimentell)
F2	Befund erstellen
F7 / T	3D-Ansicht / Fusionsbiopsie-Simulation
Z · F12 · ESC	Zoom zurück · Tooltips · schließen

Eine Auswertung in sechs Schritten

1. DICOM-Ordner oder ZIP ins Fenster ziehen.
2. Die KI-Kontur ansehen; sitzt sie nicht, an den Griffen ziehen.
3. Pirads rechnet ADC und Herdsuche (startet meist von selbst).
4. Herde prüfen: Maus darauf = Messwerte, Rechtsklick = Urteil.
5. F2: Befund als HTML (oder Word/Writer) – ein Entwurf.
6. F7 / T: 3D-Ansicht und Simulation am Modell.

Farben, die Sie kennen sollten

Rot	KI-Herd, bestätigt
Orange	KI-Herd, nicht bestätigt – bitte prüfen
Grau, dünn	vom Arzt verworfen
Gelb	Umriss in Bearbeitung
Violett	P3-Areal der KI-Herdkarte (nur Modus „alle Herde“)
Blau	Diffusionscluster (nur Modus „alle Herde“)
Weiß / Gelb	Kategorie 5 / 4 (nur Modus „alle Herde“)
Grün	Zielkreuz; Schicht aktiv (Rahmen)

Wo finde ich was?

- **Befunde:** Ordner „Reports“ im Programmordner, Name_Datum.html.
- **Einstellungen, Protokoll, Lernbeispiele:** Ordner „daten“ im Programmordner.
- **Herdliste:** L oder Rechtsklick auf einen Herd.
- **Untersuchungsanalyse:** Knopf „Analyse“ in der roten Kopfzeile.
- **Arbeitsablauf als Diagramm:** F8.
- **Alle Schwellen:** technische Dokumentation auf deepnet.at.

Sechs Grundregeln

1. **Kein Medizinprodukt.** Erproben ja, am Patienten nein – keine Diagnose, keine Therapie- oder Biopsieentscheidung.
2. **Jede Ausgabe ist ein prüfbarer Vorschlag.** Kontur, Herde, Kategorie, Befund, Simulation: Das Urteil bleibt beim Arzt.
3. **Orange heißt prüfen.** Ein unbestätigter KI-Herd ist eine Frage, keine Antwort – und Rot ist keine Diagnose.
4. **Gemessen ist gemessen.** Die ADC entsteht nur aus gemessenen b-Bildern; Superauflösung und Zwischenbilder sind nur fürs Auge.
5. **PI-RADS mit Quelle.** Referenz ist PI-RADS v2.1 des ACR; die festen Schwellen sind eine eigene Operationalisierung.
6. **Die Simulation ist eine Orientierungshilfe.** Kein Navigationssystem – punktiert wird am zugelassenen Gerät.

Inhalt

Der Spickzettel 3

Einleitung 5

Teil I Darf ich vorstellen: Prostate Commander 7

1 Was Prostate Commander ist – und was nicht 8

2 Warum es ihn gibt: ein Pilot aus dem Alltag vor der Biopsie 10

3 Für wen er gedacht ist, was Sie brauchen, welche Edition 11

Teil II Die erste Auswertung 14

4 Ihre erste Auswertung in neun Stationen 15

5 Untersuchungen laden: DICOM, CD, ZIP, Drag & Drop 17

6 Tasten, Knöpfe, Hinweise und Hilfe 19

Teil III Unter der Haube: Kontur und Diffusion 22

7 Die KI-Drüsenkontur: zwei Netze, eine Umrandung 23

8 T2, Diffusion und ADC: gemessen ist gemessen 25

Teil IV Herde finden und einstufen 28

9 Die KI-Herdsuche: rot, orange, violett 29

10 PI-RADS 2.1: Einstufung nach ACR-Logik 31

11 Die Kontrastmitteldynamik (DCE) 33

Teil V Ansehen, prüfen, korrigieren 35

12 Drei Ebenen, Herdliste und gekippte Ebenen 36

13 Superauflösung und weiches Blättern: nur fürs Auge 38

14 Prüfen, korrigieren, nachlernen 39

Teil VI Das Ergebnis: Befund, 3D und Fusionsbiopsie 42

15 Der Befund: HTML, Word oder Writer 43

16 3D-Ansicht und Fusionsbiopsie-Simulation 45

Teil VII Installation, Freischaltung, Datenschutz 48

17 Demo anfordern und installieren 49

18 Freischalten mit zwei Schlüsseln 50

19 Datenschutz: Auswertung offline 52

Teil VIII Hintergründe: Recht, Quellen, Entstehung 54

20 Rechtsstatus: kein Medizinprodukt 55

21 Quellen, Daten und Lizenzen 56

22 Wie Prostate Commander entstanden ist 58

Teil IX Der Top-Ten-Teil 60

23 Zehn Dinge, die Prostate Commander nie tut 61

24 Zehn Tipps für eine saubere Auswertung 61

25 Zehn Fragen, bevor Sie loslegen 62

Glossar 64

Quellen dieses Buches 66

Stichwortverzeichnis 67

Einleitung

Seien wir ehrlich: Eine Prostata-MRT ist Fleißarbeit. Drei Ebenen T2, eine Diffusion mit mehreren b-Werten, eine ADC-Karte vom Gerät, vielleicht eine Kontrastmitteldynamik – und das alles von Geräten unterschiedlicher Hersteller, mit unterschiedlichen Protokollen, manchmal mit fehlenden Serien oder auf einer CD, die nur halb gebrannt wurde. Am Ende soll ein Befund stehen, den Radiologie und Urologie gleich verstehen, und vor der Fusionsbiopsie soll klar sein, wo der Herd liegt und wie die Nadel ihn erreicht.

Dieses Buch handelt von einem Programm, das genau aus diesem Alltag entstanden ist: **Prostate Commander**. Sie ziehen einen DICOM-Ordner ins Fenster, und das Programm erkennt die Serien, umfährt die Drüse mit KI, rechnet die ADC aus den gemessenen Bildern, lässt ein eigenes Herdnetz suchen und stuft jeden Herd nach einer offengelegten Umsetzung von PI-RADS 2.1 ein. Sie sehen alles in drei Ebenen, korrigieren, was nicht stimmt, erhalten einen Befund mit drehbarer 3D-Darstellung und können die Fusionsbiopsie am Modell durchspielen.



Bevor wir loslegen: Prostate Commander ist **kein Medizinprodukt**. Es ist ein Forschungs- und Entwicklungswerkzeug und der Nachweis einer Entwicklungsleistung – nicht zur Anwendung am Patienten. Alles, was das Programm ausgibt, ist ein prüfbarer Vorschlag. Warum das so ist und was ein klinischer Einsatz bräuchte, erklärt Kapitel 20.

Über dieses Buch

Ich erkläre hier das ganze Projekt – nicht nur, wo man klickt. Sie erfahren, was Prostate Commander ist und was ausdrücklich nicht, wie eine Auswertung abläuft, was zwischen dem Hineinziehen der Bilder und dem fertigen Befund im Hintergrund passiert, wie die KI-Kontur und die KI-Herdsuche arbeiten, wie aus Messwerten eine PI-RADS-Kategorie wird, wie Sie prüfen und korrigieren und was das Programm daraus lernt. Dazu kommen Installation und Freischaltung, Datenschutz, Lizenzen und Quellen – und die Geschichte, wie ein Radiologe mit einem KI-Programmierassistenten in zwei Wochen eine vollständige Fachanwendung gebaut hat.

Sie müssen das Buch nicht von vorne nach hinten lesen. Jedes Kapitel steht für sich; wo etwas an anderer Stelle genauer erklärt wird, sage ich es. Die eingebaute Hilfe und die technische Dokumentation auf deepnet.at gehen in vielen Punkten tiefer – dieses Buch ist die freundliche Einführung davor.

Konventionen in diesem Buch

- Tasten sehen so aus: F2, Tastenkombinationen so: Umschalt+E. Drücken Sie die Tasten gleichzeitig.
- Beschriftungen von Knöpfen, Menüs und Meldungen stehen in „Anführungszeichen“.
- Fachbegriffe sind beim ersten Auftreten *kursiv*; das Glossar im Anhang erklärt sie noch einmal in Ruhe.
- ADC-Werte gebe ich wie das Programm in 10^{-6} mm²/s an: „900“ heißt 900×10^{-6} mm²/s.
- Wo sich Vollversion und Testversion OPEN unterscheiden, steht es dabei. Ohne Hinweis gilt eine Beschreibung für beide.
- Verweise auf die technische Dokumentation nennen deren Abschnittsnummer, etwa „Abschnitt 2.10“.

Was ich über Sie annehme

Ich mache mir ein Bild von Ihnen – hoffentlich ein zutreffendes:

- Sie arbeiten in der Radiologie oder Urologie, als Radiologietechnologin oder Medizinphysiker, in Lehre und Forschung oder in der Medizininformatik – oder Sie überlegen, eine eigene Fachanwendung entwickeln zu lassen, und wollen sehen, wie so etwas aussieht.
- Sie kennen Windows und haben schon einmal ein MRT-Bild gesehen. Was eine ADC oder ein b-Wert ist, erkläre ich unterwegs – Kapitel 3 enthält eine kurze Einführung in die Prostata-MRT.
- Sie stehen KI-Versprechen skeptisch gegenüber. Sehr gut – genau diese Haltung braucht man, um mit einem Werkzeug wie diesem sinnvoll zu arbeiten.

- Sie wissen, dass die ärztliche Verantwortung bei Menschen liegt. Kein Programm nimmt sie Ihnen ab, und dieses versucht es auch gar nicht.

Wie dieses Buch aufgebaut ist

Teil I – Darf ich vorstellen erklärt, was Prostate Commander ist, warum es ihn gibt, für wen er gedacht ist und wie sich die beiden Editionen unterscheiden.

Teil II – Die erste Auswertung führt Sie in neun Stationen durch einen Fall, zeigt, wie Sie Untersuchungen laden, und stellt Tasten, Knöpfe und Hilfen vor.

Teil III – Kontur und Diffusion öffnet die Motorhaube: die KI-Drüsenkontur mit zwei Netzen und die Berechnung der ADC aus den gemessenen b-Bildern.

Teil IV – Herde finden und einstufen beschreibt die KI-Herdsuche mit ihren Farben, die Einstufung nach PI-RADS 2.1 und die Kontrastmitteldynamik.

Teil V – Ansehen, prüfen, korrigieren zeigt die drei Ebenen, die gekippten Ebenen, die Superauflösung der Anzeige und wie Ihre Korrekturen wirken und zu Lernbeispielen werden.

Teil VI – Befund, 3D und Fusionsbiopsie erklärt den Befund als HTML-, Word- oder Writer-Datei, die 3D-Ansicht und die Fusionsbiopsie-Simulation.

Teil VII – Installation und Datenschutz ist der praktische Teil: Demo anfordern, installieren, mit zwei Schlüsseln freischalten – und was dabei den Rechner verlässt.

Teil VIII – Hintergründe behandelt den Rechtsstatus, die Quellen und Lizenzen und die Entstehung in hybrider Entwicklung.

Teil IX – Der Top-Ten-Teil bringt drei Zehnerlisten zum schnellen Nachschlagen. Im **Anhang** finden Sie Glossar, Quellen und Stichwortverzeichnis; ganz vorne liegt der Spickzettel.

Symbole in diesem Buch

Am linken Rand begegnen Ihnen vier runde Zeichen. Sie sind eigens für dieses Buch gestaltet und bedeuten Folgendes:



Tipp. Hier steht etwas, das Ihnen Zeit oder Nerven spart. Kein Muss, aber meist ein Gewinn.



Achtung. Hier lauert eine Falle – rechtlich, datenschutzrechtlich, technisch oder bei der Deutung eines Bildes. Bitte nicht überblättern.



Merken. Ein Grundsatz, der an mehreren Stellen wichtig wird. Wenn Sie aus einem Kapitel nur eines mitnehmen, dann das.

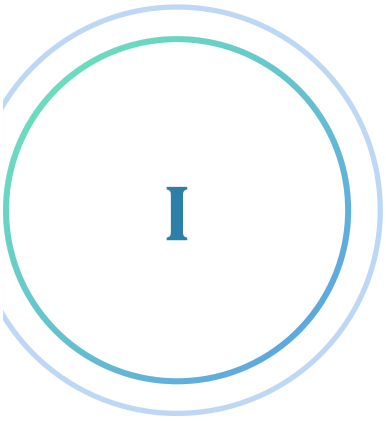


Technischer Hintergrund. Für Neugierige: wie etwas funktioniert. Sie können diese Absätze überspringen, ohne den Faden zu verlieren.

Daneben gibt es Kästen mit Beispielen, Hintergründen und Warnungen – erkennbar am Rahmen – und einige schematische Skizzen. Alle Skizzen sind gezeichnet, keine davon zeigt einen echten Patienten.

Wie es weitergeht

Wer sofort loslegen will, springt zu Kapitel 4 („Ihre erste Auswertung in neun Stationen“). Wer zuerst wissen will, was die KI eigentlich tut, beginnt mit Kapitel 7 und 9. Wer sich für die PI-RADS-Logik interessiert, liest Kapitel 10. Wer für Datenschutz oder Recht zuständig ist, liest Kapitel 19 und 20. Und wer einfach verstehen will, worum es geht, blättert um.



TEIL I

Darf ich vorstellen: Prostate Commander

In diesem Teil lernen Sie das Programm kennen: was es tut, was es ausdrücklich nicht tut, aus welchem Alltag es stammt und ob es zu Ihnen passt. Kein Klick, keine Formel – nur der Überblick, den man braucht, bevor man irgendetwas installiert.

Kapitel 1 Was Prostate Commander ist – und was nicht

Kapitel 2 Warum es ihn gibt: ein Pilot aus dem Alltag vor der Biopsie

Kapitel 3 Für wen er gedacht ist, was Sie brauchen, welche Edition

KAPITEL 1

Was Prostate Commander ist – und was nicht

In diesem Kapitel

- Eine Fachanwendung für die Prostata-MRT kennenlernen
- Verstehen, warum jede Ausgabe ein prüfbarer Vorschlag ist
- Die Liste der Dinge sehen, die das Programm nicht ist
- Die beiden Editionen grob einordnen

Stellen Sie sich eine sehr gründliche Assistenz vor. Sie erkennt jede Serie einer MRT-Untersuchung an ihren Kopfdaten, zieht die Kontur der Prostata in Sekunden, rechnet die ADC Bildpunkt für Bildpunkt nach, sucht verdächtige Areale, schreibt zu jedem Fund die Messwerte und eine Begründung dazu – und versieht alles mit einem freundlichen Hinweis: „Bitte prüfen." Ungefähr das ist Prostate Commander.

Eine Fachanwendung, kein Orakel

Prostate Commander ist eine eigenständige Windows-Anwendung für die Auswertung multiparametrischer Prostata-MRT-Untersuchungen. Die Pilotseite fasst den Zweck in einem Satz: Prostata-MRT mit KI auswerten, Herde prüfen und korrigieren, die Fusionsbiopsie am Modell durchspielen. Im Einzelnen:

- **Laden:** Sie ziehen einen DICOM-Ordner oder ein ZIP-Archiv ins Fenster. Das Programm erkennt T2 in allen Ebenen, die Diffusion mit ihren b-Werten, die ADC des Herstellers und die Kontrastmitteldynamik – und meldet, was fehlt.
- **Konturieren:** Ein öffentlich verfügbares KI-Netz umfährt die Drüse, ein eigenes Netz verfeinert Rand und Zonengrenze.
- **Rechnen:** Die ADC entsteht aus den gemessenen b-Bildern, ohne Filter, und wird gegen die Hersteller-ADC geprüft.
- **Suchen und einstufen:** Ein eigenes Herdnetz markiert verdächtige Areale; offengelegte Regeln ordnen jedem Herd eine Kategorie nach PI-RADS 2.1 zu.
- **Prüfen:** Alles erscheint in drei Ebenen. Sie bestätigen, verwerfen oder ändern – die Korrektur wirkt sofort.
- **Ergebnis:** ein Befund als HTML-Datei (wahlweise Word oder LibreOffice Writer) mit Herdtabelle, Beurteilung, PSA-Dichte und eingebetteter 3D-Darstellung – und von dort die Fusionsbiopsie-Simulation im Browser.

Die Auswertung läuft vollständig auf Ihrem Rechner, ohne Cloud und ohne Telemetrie. Bilddaten verlassen den Rechner nicht (Kapitel 19).

Drei Zutaten machen den Unterschied

KI-Netze für die Prostata gibt es mehrere, manche sogar frei verfügbar. Was dieses Programm ausmacht, ist das Zusammenspiel von drei Dingen:

- **Gelernte Netze, die vorschlagen.** Sie finden die Drüse und schlagen Herde vor. Was die KI nicht sicher weiß, zeigt sie anders an – orange statt rot.
- **Offengelegte Regeln, die einstufen.** Die PI-RADS-Kategorie stammt nie aus dem Netz, sondern aus nachlesbaren Regeln, angelehnt an das Dokument des American College of Radiology. Jede Schwelle steht in der technischen Dokumentation, jede Begründung im Hinweis am Herd.
- **Ihr Urteil, das zählt.** Jede Korrektur – an der Kontur wie am Herd – wirkt sofort in Bild, Herdliste, 3D und Befund und bleibt als namenloses Lernbeispiel auf Ihrem Rechner.

Was es ausdrücklich nicht ist

Damit keine falschen Erwartungen entstehen, hier die Liste der Dinge, die Prostate Commander *nicht* ist:

- **Kein Medizinprodukt.** Keine CE-Kennzeichnung, keine FDA-Zulassung. Deshalb kein Einsatz in der Krankenversorgung, keine Diagnose, keine Therapie- oder Biopsieentscheidung (Kapitel 20).
- **Kein Ersatz für die ärztliche Beurteilung.** Die Lizenztexte nennen jede Segmentierung, Herdmarkierung, Bewertung, jeden Bericht und jede Simulation einen technischen Vorschlag ohne medizinische Aussagekraft.
- **Kein validiertes Verfahren.** Die Herdsuche ist an Erprobungsfällen abgestimmt, die eigenen Netze an einem einzigen öffentlichen Datensatz gelernt. Dieses Buch nennt deshalb keine Trefferquoten.
- **Kein Fusionsbiopsie-System.** Die Simulation ist eine Orientierungshilfe am Modell, kein Navigationssystem. Punktiert wird am zugelassenen Gerät.
- **Kein Cloud-Dienst.** Kein Konto, keine Anmeldung, kein Server, der Ihre Bilder sieht.
- **Kein Marktprodukt.** Das Programm wird nicht vermarktet. Es ist der Nachweis einer Dienstleistung – der hybriden Softwareentwicklung (Kapitel 22).

MERKEN

Jede Ausgabe von Prostate Commander ist ein **prüfbarer Vorschlag**. Das Programm trifft keine Entscheidung, es bereitet sie vor. Jeder Zwischenstand – Kontur, Herde, Umrisse – ist sichtbar und änderbar.

▣ Der Anspruch in zwei Sätzen

Die Pilotseite beschreibt das Programm als vollständige Fachanwendung, in zwei Wochen „from scratch“ hybrid entwickelt und seither um eigene, lernende KI erweitert. Und sie fügt hinzu, worauf es ankommt: Schnell und verlässlich – entschieden wird vom Menschen.

Was der Name verspricht – und was nicht

„Commander“ klingt nach Kommandobrücke, und ein bisschen ist es das auch: Auf einem Bildschirm laufen Bilder, Konturen, Messwerte, Herde, Befund und Simulation zusammen, und Sie behalten den Überblick. Kommandiert wird aber nicht der Patient und nicht die Diagnose. Kommandiert werden Ansichten, Rechenwege und Vorschläge – und das letzte Wort hat, wer vor dem Bildschirm sitzt.

Das Sinnbild auf dem Umschlag greift das auf: ein grünes Zielkreuz über einer stilisierten Drüse. Ein solches Zielkreuz zeigt Ihnen auch das Programm – es markiert in allen drei Ebenen dieselbe Stelle.

Ein Pilot, zwei Editionen

Es gibt Prostate Commander in zwei Fassungen. Die **Vollversion** geht unter einer Lizenzvereinbarung an Partner – Unternehmen sowie Forschungs- und Bildungseinrichtungen, die das Programm weiterentwickeln oder ein eigenes Projekt anstoßen wollen. Die **Testversion OPEN** ist kostenlos und dient ausschließlich der Erprobung: Sie ist auf 30 PIRADS-Berechnungen begrenzt, führt keine Patientenliste und räumt ihre Arbeitsordner nach jeder Sitzung leer. Rechnen tun beide gleich. Die Unterschiede im Detail zeigt Kapitel 3.

TIPP

Rückmeldungen sind ausdrücklich erwünscht – über das Kontaktformular auf deepnet.at. Ein gut beschriebener Fehler hilft mehr als jedes Lob. Schicken Sie dabei aber keine Patientendaten mit, auch nicht in Bildschirmfotos oder Protokolldateien (Kapitel 19).

KAPITEL 2

Warum es ihn gibt: ein Pilot aus dem Alltag vor der Biopsie

In diesem Kapitel

- Den Weg von der MRT zur Fusionsbiopsie verstehen
- Die vier Beweggründe hinter dem Programm kennenlernen
- Sehen, warum ausgerechnet dieser Pilot ein Härtetest war

Am Anfang stand kein Geschäftsplan, sondern ein Arbeitsplatz. Ich bin Radiologe mit langjähriger Erfahrung in Software-Engineering und Informatik und führe gemeinsam mit einem Urologen Prostata-MR/US-Fusionsbiopsien durch. Vor jedem Eingriff liegen Untersuchungen und Befunde auf dem Tisch, die aus ganz verschiedenen Häusern stammen. Sie müssen so bewertet und vermittelt werden, dass alle Beteiligten dieselbe Erwartung haben. Aus genau diesem Ablauf stammen die Anforderungen an Prostate Commander – kein Konzept vom Reißbrett.

Von der MRT zur gezielten Biopsie

Die multiparametrische MRT der Prostata hat sich als Standard vor einer Biopsie etabliert. Die Befundung folgt dem Schema *PI-RADS* in der Version 2.1. Findet sich ein verdächtiger Herd, wird er heute überwiegend *MR/US-fusioniert* biopsiert: Der im MRT gefundene Herd wird auf das Ultraschallbild übertragen, und unter Ultraschallsicht wird gezielt punktiert. Dazwischen liegen viele kleine Schritte, bei denen etwas verloren gehen kann – eine fehlende Serie, ein ungenau beschriebener Ort, eine Lageänderung zwischen MRT und Eingriff.

Vier Beweggründe

Stichwort	Worum es geht
Datenlage: erkannt statt erraten	MRTs kommen von verschiedenen Geräten und Instituten, mit unterschiedlichen Protokollen, fehlenden Serien oder unvollständigen Datenträgern. Das Programm erkennt die Sequenzen selbst, richtet Diffusion und ADC auf die T2 aus, rechnet die ADC aus den gemessenen b-Bildern nach und meldet, was fehlt oder nicht zusammenpasst.
Verständigung: dasselbe Bild für alle	Wo sitzt der Herd, wie groß ist er, welche Kategorie nach PI-RADS 2.1, wie erreicht ihn die Nadel? Befund mit Begründung, drehbare 3D-Darstellung und Simulation machen das unter Fachleuten besprechbar – und eignen sich für Lehre und Einschulung.
Tempo: schnell, aber nicht hastig	Kontur, Herdsuche und Einstufung mit nachvollziehbarer Begründung in Minuten. Was die KI nicht sicher weiß, zeigt sie anders an. Die gewonnene Zeit bleibt für die Entscheidung und das Gespräch.
Nagelprobe: bewusst anspruchsvoll	KI-Bibliotheken, eigene an öffentlichen Daten trainierte Netze, Zugriffe auf die Grafikkarte, mehrere Threads, DICOM-Geometrie und eine 3D-Simulation im Browser in einer einzigen Anwendung – als Härtetest dafür, was ein Fachexperte mit agentischer KI bauen kann.

Warum gerade dieser Pilot

Für einen Nachweis, dass ein Fachexperte gemeinsam mit einem KI-Programmierassistenten echte Fachsoftware bauen kann, hätte ein einfacheres Thema genügt. Absichtlich gewählt wurde ein schwieriges. Medizinische Bilddaten sind geometrisch anspruchsvoll: Jede Schicht hat eine Lage im Raum, Serien haben unterschiedliche Auflösungen, der Patient bewegt sich zwischen zwei Messungen. Dazu kommen neuronale Netze, die auf der Grafikkarte rechnen sollen, aber auch ohne sie funktionieren müssen, und eine Simulation, die im Browser flüssig laufen soll. Wenn das gelingt, gelingt auch vieles andere.

MERKEN

Aufgabenstellung, Datenlage und Arbeitsschritte sind echt und stammen aus der Prostata-MRT-Befundung. Das Programm rechnet vollständig, erzeugt Befunde und läuft stabil. Rechtlich ist es dennoch ein **Entwicklungsnachweis**: Für die Anwendung am Patienten fehlt die Konformitätsbewertung.

Nachweis einer Dienstleistung

Prostate Commander wird nicht verkauft. Er zeigt, was die Arbeitsweise leisten kann, die hinter deepnet.at steht: Fachwissen wird im Gespräch in Software übersetzt – Radiologie und Urologie waren hier nur der Anlass. Dieselbe Schleife funktioniert für Technik, Labor, Verwaltung oder Handel. Der Lieferumfang ist dabei mehr als Code: Tests, Hilfe in zwei Sprachen, Befundvorlagen, Installer, Lizenztexte und Website entstehen im selben Prozess.

⚙ Hybride Entwicklung in einem Satz

Ein Fachexperte legt fest, *was* die Software können muss und wann ein Ergebnis fachlich stimmt; ein agentischer KI-Programmierassistent schreibt, testet und dokumentiert den Code, *wie* es umgesetzt wird. Wie das bei Prostate Commander konkret lief, erzählt Kapitel 22.

KAPITEL 3

Für wen er gedacht ist, was Sie brauchen, welche Edition

In diesem Kapitel

- Prüfen, ob das Programm zu Ihrer Frage passt
- Die Prostata-MRT in fünf Minuten auffrischen
- Die Voraussetzungen auf einen Blick sehen
- Vollversion und Testversion OPEN vergleichen

Die Zielgruppe

Prostate Commander richtet sich an Menschen, die sich beruflich mit der Prostata-MRT und der Fusionsbiopsie befassen – zum Erproben, Lernen und Weiterentwickeln:

- Radiologinnen und Radiologen, Urologinnen und Urologen, Teams, die Fusionsbiopsien vorbereiten,
- Radiologietechnologinnen und Medizinphysiker, die verstehen wollen, was aus ihren Sequenzen wird,
- Lehre und Einschulung – PI-RADS-Logik zeigen, Sondenführung am Modell üben,
- Forschung und Medizininformatik,
- und alle, die eine eigene Fachanwendung in Auftrag geben möchten und ein greifbares Beispiel suchen.

Allen gemeinsam ist der Zweck: Erprobung, Forschung, Lehre. Die Versorgung von Patientinnen und Patienten gehört nicht dazu.

Wofür man ihn typischerweise einsetzt

- **Den Weg nachvollziehen.** An einem öffentlichen Fall – etwa aus PROSTATEx – sehen, wie aus DICOM-Dateien Kontur, ADC, Herde, Kategorie und Befund werden. Jeder Schritt ist im Programm erklärt.
- **Lehren und üben.** Die Herdtabelle mit Begründung, die drehbare 3D-Darstellung und die Simulation machen sichtbar, was sonst nur im Kopf passiert.
- **Vergleichen.** Eigene Einschätzung neben den Vorschlag legen und sehen, wo und warum sie abweichen – der Hinweis am Herd nennt die verletzte oder erfüllte Regel.

- **Technik verstehen.** Was bedeutet es, wenn die eigene ADC von der Hersteller-ADC abweicht? Warum zeigt die Diffusion einen Versatz? Das Programm benennt es, statt es zu verstecken.
- **Ideen für eigene Projekte sammeln.** Wer überlegt, eine Fachanwendung bauen zu lassen, sieht hier den Umfang, der in wenigen Wochen möglich ist.

▣ Die Prostata-MRT in fünf Minuten

Zonen. Für die Befundung zählen vor allem zwei Zonen: die *periphere Zone* (PZ) hinten und seitlich und die *Transitionalzone* (TZ) um die Harnröhre, die mit dem Alter durch gutartige Knoten wächst. Oben liegt die Basis (zur Blase hin), unten der Apex.

Sequenzen. Die *T2*-gewichteten Bilder zeigen die Anatomie. Die Diffusion (*DWI*) misst, wie frei sich Wassermoleküle bewegen; sie wird mit mehreren *b-Werten* aufgenommen – je höher der b-Wert, desto stärker die Diffusionswichtung. Aus den b-Bildern entsteht die *ADC*-Karte: Dichtes Gewebe hat eine niedrige ADC. Die Kontrastmitteldynamik (*DCE*) zeigt, wie schnell und kräftig Gewebe Kontrastmittel aufnimmt.

PI-RADS. Das Schema des American College of Radiology ordnet einem Befund eine Kategorie von 1 bis 5 zu – von sehr geringer bis sehr hoher Wahrscheinlichkeit eines klinisch bedeutsamen Karzinoms. In der peripheren Zone ist die Diffusion führend, in der Transitionalzone die T2; die Dynamik dient in der peripheren Zone als Entscheidungshilfe zwischen 3 und 4.

Was Sie brauchen

Voraussetzung	Erläuterung
Windows, 64 Bit	Keine Adminrechte nötig; das Programm installiert sich in einen Ordner Ihrer Wahl, ohne Einträge in Registrierung oder Umgebung.
Platz auf dem Datenträger	Für das Programm und – mit KI-Umgebung – zusätzlich 2 bis 3 GB. Die Grafikkarten-Variante lädt bei der Installation rund 3 GB.
Grafikkarte (optional)	Mit einer NVIDIA-Grafikkarte rechnet die KI in Sekunden. Ohne sie rechnet derselbe Weg auf dem Prozessor, nur langsamer; einige reine Anzeigefunktionen entfallen (Kapitel 13).
Internet – nur dreimal	Für den Bezug der Demo, für die KI-Bibliotheken bei der Installation und für die Freischaltung. Die Auswertung selbst läuft offline.
Die Untersuchung	Pflicht ist eine axiale T2-Serie. Für die Herdsuche braucht es Diffusionsserien mit mindestens zwei b-Werten. Sagittale und coronale T2 verbessern die drei Ebenen (fehlen sie, wird aus der axialen rekonstruiert). Eine axiale T1-Kontrastmitteldynamik wird genutzt, wenn sie da ist.
Browser	Für Befund, 3D-Ansicht und Simulation: Chrome, Edge oder Firefox.
Word oder Writer (optional)	Der Befund ist ab Werk eine HTML-Datei. Wer ihn als Dokument will, braucht Microsoft Word oder LibreOffice Writer.

Vollversion und Testversion OPEN

Die beiden Editionen teilen sich denselben Rechenweg. Sie unterscheiden sich darin, was das Programm aufbewahrt, und darin, an wen es abgegeben wird:

Merkmal	Vollversion	Testversion OPEN
Zweck und Abgabe	an Partner unter einer Lizenzvereinbarung (Unternehmen, Forschungs- und Bildungseinrichtungen), ein Arbeitsplatz je Lizenz	kostenlos, ausschließlich zur Erprobung; persönlich freigegebener Download
Datenbestand	Patientenliste mit Suche nach Name oder Datum, Speichern, Sicherung	keine Patientenliste, kein Speichern; „Daten“ wählt nur einen Ordner

Merkmal	Vollversion	Testversion OPEN
Nach der Sitzung	Untersuchungen, Konturen und Ergebnisse bleiben im Bestand	importierte Bilder und Zwischenergebnisse werden gelöscht; es bleiben Einstellungen, Protokolle, Korrekturen, Lernbeispiele und erzeugte Befunde
Berechnungen	ohne Zähler	30 PIRADS-Berechnungen je Rechner, danach neu freischalten
Freischaltung	je Rechner nach dem Zwei-Schlüssel-Prinzip (Kapitel 18)	
Lizenztext	Lizenzvereinbarung Vollversion	Nutzungsbedingungen der Testversion



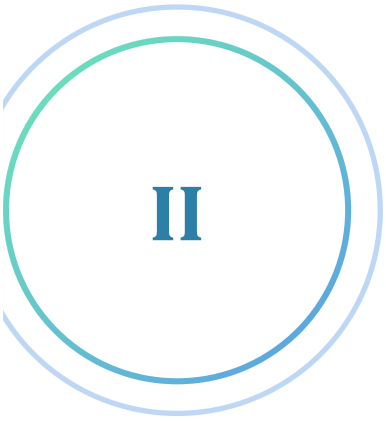
„OPEN“ heißt nicht „Open Source“. Die Nutzungsbedingungen stellen ausdrücklich klar, dass die Bezeichnung keine Open-Source-Lizenz begründet. Der Quellcode wird nicht überlassen, und der Berechnungszähler darf nicht umgangen werden.

Sprache

Programm, Hilfe, Befund und Installer gibt es auf Deutsch und Englisch. Ohne gespeicherte Wahl startet das Programm in der Anzeigesprache von Windows; der Chip „DE“/„EN“ rechts oben schaltet sofort um und merkt sich die Wahl.



Probieren Sie das Programm zuerst an einem Fall aus dem öffentlichen Datensatz PROSTATEx – so, wie es das Erklärvideo tut (Kapitel 4). So lernen Sie Ablauf, Farben und Befund kennen, ohne dass Daten echter Patienten im Spiel sind.



TEIL II

Die erste Auswertung

Genug der Vorrede. In diesem Teil ziehen Sie zum ersten Mal eine Untersuchung ins Fenster und gehen in neun Stationen bis zur Fusionsbiopsie am Modell. Danach erfahren Sie, wie das Programm Serien erkennt, was eine rote Kopfzeile bedeutet und welche Tasten, Knöpfe und Hilfen Ihnen die Arbeit erleichtern.

Kapitel 4 Ihre erste Auswertung in neun Stationen

Kapitel 5 Untersuchungen laden: DICOM, CD, ZIP, Drag & Drop

Kapitel 6 Tasten, Knöpfe, Hinweise und Hilfe

KAPITEL 4

Ihre erste Auswertung in neun Stationen

In diesem Kapitel

- Eine Untersuchung vom Laden bis zur Simulation begleiten
- Wissen, was das Programm von selbst startet
- Das Erklärvideo finden

Ich gehe davon aus, dass Prostate Commander installiert und freigeschaltet ist. Falls nicht: Kapitel 17 und 18 zeigen, wie das geht, und schicken Sie dann wieder hierher zurück. Als Fall eignet sich eine Untersuchung aus dem öffentlichen Datensatz PROSTATEx – genau so arbeitet auch das Erklärvideo.

1. **Laden.** Ziehen Sie den Ordner mit den DICOM-Dateien – oder ein ZIP-Archiv – auf das Programmfenster. Das Programm liest jede Datei am Kopf, nicht am Namen, und erkennt die Serien selbst: T2 axial, sagittal und coronal, die Diffusion mit ihren b-Werten, die ADC des Herstellers und die Kontrastmitteldynamik. Fehlt etwas oder passt etwas nicht zusammen, sagt es eine rote Kopfzeile (Kapitel 5).
2. **KI-Kontur.** Kaum sind die Bilder da, startet die KI-Segmentierung von selbst. Das Netz prostate158 umfährt die Drüse, danach verfeinert das eigene Drüsennetz Rand und Grenze zwischen Transitional- und peripherer Zone. Mit NVIDIA-Grafik dauert das wenige Sekunden, auf dem Prozessor etwas länger.
3. **Kontur prüfen.** Angezeigt wird eine glatte Umrandung. Sie ist ein Vorschlag, kein Ergebnis. Sitzt sie, geht es weiter; sitzt sie nicht, ziehen Sie an einem der Griffe – die Rechnung folgt (Kapitel 7).
4. **Diffusion und ADC.** Sobald genug Schichten konturiert sind, startet die PIRADS-Berechnung automatisch (sonst: P). Die ADC entsteht aus den gemessenen b-Bildern, ohne Filter, und wird gegen die Hersteller-ADC geprüft. Weicht sie ab, steht eine Warnung da – still geheilt wird nichts (Kapitel 8).
5. **KI-Herdsuche.** Das eigene Herdnetz liest T2, ADC und Diffusion mit je fünf Nachbarschichten und markiert verdächtige Areale. Ein roter Umriss heißt: bestätigt durch ein zweites Signal. Orange heißt: nicht bestätigt – bitte prüfen (Kapitel 9).
6. **Einstufung.** Jeder KI-Herd trägt die PI-RADS-2.1-Kategorie und die Messwerte des regelbasierten Herdes an derselben Stelle – nach einer eigenen, offengelegten Operationalisierung. Fahren Sie mit der Maus über den Herd: Sie sehen Messwerte und Begründung (Kapitel 10).
7. **Drei Ebenen.** Die Multiplanar-Ansicht öffnet sich fertig aufgebaut auf der Schicht des Herdes mit Rang 1, das grüne Zielkreuz steht auf ihm. Axial, sagittal und coronal stammen aus den echten Serien; F6 blendet darunter ADC, Diffusion und – falls vorhanden – die Dynamik ein (Kapitel 12).
8. **Prüfen und korrigieren.** Das Urteil bleibt beim Arzt. L öffnet die Herdliste; ein Rechtsklick auf einen KI-Herd bietet „richtig“, „falsch“ oder „Umriss / Größe ändern“. Ihr Urteil gilt sofort in Bild, Herdliste, 3D und Befund (Kapitel 14).
9. **Befund, 3D und Fusion.** F2 erstellt den Befund als HTML-Datei mit Herdtabelle, Beurteilung, PSA-Feld und eingebetteter 3D-Darstellung. F7 öffnet die 3D-Ansicht im Browser, T die Fusionsbiopsie-Simulation – eine Orientierungshilfe, kein Navigationssystem (Kapitel 15 und 16).

Was von selbst passiert – und was nicht

Bei einer frisch geladenen Untersuchung sind zunächst alle Schichten *inaktiv* (roter Rahmen). Die KI-Segmentierung schaltet die Schichten aktiv (grüner Rahmen), in denen sie die Prostata findet, und startet danach die PIRADS-Berechnung – sobald genug aktive Schichten vorliegen. Der Knopf „Pirads“ erscheint erst, wenn eine KI-Segmentierung vorliegt oder mindestens die Hälfte der axialen Schichten aktiv konturiert ist; vorher meldet P nur den Stand.

Während das Programm rechnet, zeigt die Fenstermitte einen halbtransparenten Laufbalken mit der verstrichenen Zeit und der Mauszeiger die Sanduhr. Klicks und Tasten aus dieser Zeit werden verworfen, nicht nachgeholt. Das ist Absicht: Ein versehentlicher Doppelklick soll nicht zwei Berechnungen auslösen.

ACHTUNG

In der Testversion OPEN zählt jede PIRADS-Berechnung einen von 30 Läufen herunter. Wer nur die Ansicht wechselt, eine Herdauswahl ändert oder F5 drückt, verbraucht nichts – neu gerechnet wird nur, wenn sich Konturen oder aktive Schichten geändert haben.

Wie lange das dauert

Die technische Dokumentation nennt Laufzeiten des Entwicklungsrechners mit starker NVIDIA-Grafikkarte: Der KI-Prozess braucht beim ersten Start rund eine Viertelminute, um sein Modell zu laden; danach liegt der Weg von der Segmentierung bis zur fertigen Multiplanar-Ansicht für einen typischen Fall bei rund zehn Sekunden, der HTML-Befund bei etwa zwei. Auf einem Rechner ohne Grafikkarte dauert die KI länger. Diese Zahlen beschreiben Rechenzeit, nicht Güte.

TIPP

F8 öffnet den Arbeitsablauf als Diagramm im Browser: acht Stufen vom Laden bis zur Punktionsplanung, mit den Entscheidungen dazwischen. Gut für den ersten Überblick – und für Kolleginnen, die „nur kurz“ wissen wollen, was das Programm macht.

▣ Das Erklärvideo

Ein Video zeigt die neun Stationen dieses Kapitels in rund viereinhalb Minuten – an einem frei verfügbaren Fall aus PROSTATEx (ProstateX-0319, The Cancer Imaging Archive, CC BY 3.0). Eine synthetische Stimme erklärt jede Station. Es läuft auf der Pilotseite und auf YouTube:

- Deutsch: https://youtu.be/SocaPmZ3-5o
- Englisch: https://youtu.be/Q4JkIvM9BlI

Der gezeigte Fall stammt aus dem Testteil von PROSTATEx; das Herdnetz wurde nur an der Trainingskohorte gelernt und kannte ihn nicht. Ein einzelner Fall ist eine Vorführung, kein Beleg für Treffsicherheit.

! Wenn „kein Herd gefunden“ dasteht

Findet die Suche nichts, steht „kein Herd gefunden“ oben in allen drei T2-Fenstern – erst, wenn die Herdkarte fertig gerechnet ist. Ist die Untersuchung unvollständig geladen, trägt die Meldung den Zusatz, dass das Ergebnis nicht verlässlich ist. Dann gilt: Datenquelle prüfen, vollständig neu laden. Und auch bei vollständigen Daten heißt „kein Herd gefunden“ nur, dass Netz und Regeln nichts vorschlagen – nicht, dass nichts da ist.

KAPITEL 5

Untersuchungen laden: DICOM, CD, ZIP, Drag & Drop

In diesem Kapitel

- Die Wege kennen, auf denen Bilder ins Programm kommen
- Verstehen, wie das Programm Serien erkennt
- Mit Patienten-CDs und mehreren Untersuchungen umgehen
- Die rote Kopfzeile und den Analysebericht lesen

Drei Wege ins Programm

- **Ziehen und loslassen.** Einen Ordner, eine DICOM-Datei oder ein ZIP-Archiv aus dem Explorer auf das Fenster ziehen. Archive werden automatisch entpackt, auch ein ZIP im ZIP. Ein defektes Archiv wird übersprungen.
- **Der Knopf „Daten".** Er trägt ein Bildstapel-Symbol. In der Testversion öffnet er direkt die Ordnerwahl, die im zuletzt gewählten Ordner beginnt – auch nach einem Neustart. In der Vollversion öffnet er ein Menü: externen Ordner wählen, gespeicherte Patienten, Bestand nach Schichtstatus, Sicherung.
- **Die Patientenliste (nur Vollversion).** Ein Suchfenster findet gespeicherte Untersuchungen nach Patientenname oder Datum; Enter lädt den Treffer. Beim Programmstart lädt die Vollversion die zuletzt bearbeitete Untersuchung.

Geladen ist immer genau **eine** Untersuchung; der Fenstertitel nennt den Patienten.



In der Testversion OPEN verwirft jedes neue Laden die bisherige Untersuchung sofort und unwiderruflich – samt Konturen und Zwischenergebnissen. Das ist so gewollt: OPEN hebt keine Bilder über die Sitzung hinaus auf. Befunde, die Sie mit F2 erzeugt haben, bleiben allerdings im Ordner „Reports" (Kapitel 19).

Wie das Programm Serien erkennt

Dateinamen sind auf Datenträgern oft nichtssagend: „IM0001", „1.3.12.2.1107…" oder gar keine Endung. Prostate Commander schaut deshalb in den Kopf jeder Datei – die DICOM-Merkmale, die Gerät, Serie, Lage und Messparameter beschreiben. Zuerst liest es nur diese Köpfe, ohne Bilddaten; erst die passenden Dateien werden vollständig geladen. Jede Datei wird dabei genau einmal geöffnet.

Serie	Woran sie erkannt wird – und was mit ihr geschieht
Axiale T2	Pflicht. Sie muss eine echte T2-Spinecho-Serie sein: „T2" in Beschreibung oder Sequenzname, kein Hinweis auf T2*, kein Diffusions-b-Wert, kein Übersichtsbild, ausreichend lange Echozeit. Gibt es mehrere – etwa eine Wiederholung nach Bewegung –, bleibt nur die nach PI-RADS-Technik passendste. Schichten verschiedener Serien werden nie gemischt.
Sagittale und coronale T2	Je Orientierung die größte Serie; sie dienen den drei Ebenen. Fehlen sie, wird aus der axialen rekonstruiert.
Diffusion	Alle Diffusionsserien, nach b-Wert sortiert, auch über mehrere Serien verteilt. Doppelt abgelegte Bilder zählen nur einmal. Vom Gerät berechnete b-Werte gelten nur als Anzeige (Kapitel 8).
Hersteller-ADC	Nur zum Vergleich mit der eigenen ADC – gerechnet wird mit ihr nicht.
T1-Dynamik	Die beste axiale T1-Serie mit mindestens vier Phasen; auch getrennte Serien je Phase werden zusammengefasst (Kapitel 11).

Patienten-CDs

Von einer CD oder DVD ziehen Sie den Ordner der CD – oder ihren Bildordner – ins Fenster. Liegt im Wurzelverzeichnis eine Datei namens DICOMDIR, nutzt das Programm sie als Inhaltsverzeichnis und folgt ihr; sonst durchsucht es alle Unterordner. Den Betrachter, der oft auf solchen CDs mitgeliefert wird, brauchen Sie nicht.

TECHNIK

Manche CDs speichern die Bilder komprimiert, etwa verlustfrei nach JPEG. Zum Entpacken braucht das Programm einen passenden Decoder. Meldet es „keine axiale T2-Serie“, obwohl eine auf der CD ist, lohnt ein Blick in das Protokoll (Kapitel 6): Steht dort, dass Dateien sich nicht dekomprimieren ließen, liegt es an der Kompression, nicht an der Untersuchung. Fragen Sie in diesem Fall nach einem aktuellen Programmstand.

Mehrere Untersuchungen in einem Ordner

Enthält ein Ordner Bilder mehrerer Patienten oder mehrerer Termine, unterscheiden sich die Editionen. Die Vollversion zeigt eine Auswahl, und Sie wählen genau eine Untersuchung. Die Testversion fragt nicht nach: Sie lädt die zuerst gefundene – die erste der nach Patient und Untersuchung sortierten Liste – und nennt sie in der Statuszeile. Wer gezielt einen bestimmten Fall sehen will, legt ihn am besten in einen eigenen Ordner.

Die rote Kopfzeile und der Analysebericht

Schon beim Laden erstellt das Programm eine Analyse der Untersuchung: Sequenzen, Geometrie, Vollständigkeit. Stimmt etwas nicht, erscheint eine rote Kopfzeile:

- **„Untersuchung unvollständig geladen“** – in einer Serie fehlen Schichten; die Kopfzeile nennt je Serie „vorhanden / erwartet“. Die Ursache ist praktisch immer ein unvollständiger Export oder ein ZIP, das gepackt wurde, bevor ein Cloud-Ordner fertig synchronisiert war. Über eine Lücke hinweg würde jede spätere Messung verfälscht – also: Quelle prüfen, vollständig neu laden.
- **Geringe Überlappung** zwischen sagittaler oder coronaler Serie und der axialen – eine Warnung für die drei Ebenen.
- **Sequenzen, die nicht zusammenpassen** – etwa eine Diffusion, die die T2-Schichten nicht abdeckt.
- **Nach der Berechnung** kommen weitere Meldungen dazu, etwa „ADC unplausibel“ (Kapitel 8) oder ein Symbol für eine automatische Positionskorrektur der Diffusion.

Der Knopf „Analyse“ in der roten Kopfzeile erzeugt daraus einen Bericht als Word-Dokument – Serie für Serie, mit allen Warnungen.

MERKEN

Prostate Commander rechnet nur mit dem, was wirklich da ist, und sagt, was fehlt. Eine Warnung ist kein Programmfehler, sondern eine Auskunft über Ihre Daten.

Was beim Laden sonst noch passiert

Die Schichten werden nach Patient, Untersuchung, Serie und Bild sortiert und anhand einer Prüfsumme der Bilddaten entdoppelt. Für die Anzeige kommen sie auf ein einheitliches Raster; die Originalgeometrie – Bildpunktgröße, Lage und Ausrichtung jeder Schicht – bleibt für alle Berechnungen erhalten. Schicht 1 ist die apikalste. Ob ein Herd basal, mittig oder apikal liegt, leitet das Programm später immer aus der echten Lage im Raum ab, nie aus der Schichtnummer.

KAPITEL 6

Tasten, Knöpfe, Hinweise und Hilfe

In diesem Kapitel

- Eingangsschirm, Menüleiste und Chips kennenlernen
- Alle wichtigen Tasten und Mausgesten auf einen Blick
- Hinweise, Hilfe und Protokoll nutzen

Der Eingangsschirm

Nach dem Start sehen Sie zunächst nur zwei Knöpfe: „Hilfe“ und „Daten“. Die Testversion zeigt dort außerdem, wie viele PIRADS-Berechnungen noch übrig sind, und – solange das Programm noch nicht freigeschaltet ist – den großen Hinweis „Freischaltung erforderlich“ mit einem Anforderungscode (Kapitel 18). Das Programmsymbol öffnet die Website deepnet.at in der Programmsprache.

Mit geladener Untersuchung kommen in der Menüleiste „Seg.“ (KI-Kontur), „Aktiv“/„Inaktiv“ und „Pirads“ dazu, in der Vollversion auch „Sichern“. Rechts oben sitzen kleine Chips: „SR“ und „RIFE“ für die Anzeige (Kapitel 13), „GPU“/„CPU“ für den Rechenmodus der KI, „DE“/„EN“ für die Sprache und – nur bei aktivem Zoom – eine Lupe mit „1:1“. In der Multiplanar-Ansicht stehen unten Fußknöpfe: „Hilfe“, „Report“, „Herde“, „Beenden“, ein Knopf mit Würfel- und Ultraschall-Symbol für die Simulation und einer mit Ebenen-Symbol für die gekippten Ebenen.

Die Tasten

Tasten im Überblick (Testversion OPEN; die Vollversion hat zusätzlich S = speichern und L = laden am Eingangsschirm)

Taste	Wirkung
F1 / H	Hilfe ein- und ausblenden; in der Hilfe sucht Strg+F
P / F3	Pirads: T2, Diffusion und ADC berechnen, Herde bewerten, drei Ebenen öffnen
F5	Multiplanar-Ansicht ein und aus (ohne Neuberechnung, solange sich nichts geändert hat)
F4	Herdeinblendung auf den T2-Bildern ein und aus
F6 / Umschalt+F6	Streifen mit ADC, Diffusion, DCE und PIRADS-3-Bild / erweitert um eADC, cDWI, IVIM-DKI
F2	Befund erstellen (nur in der Multiplanar-Ansicht)
F7 / T	3D-Ansicht im Browser / Fusionsbiopsie-Simulation im Vollbild
F8	Arbeitsablauf als Diagramm im Browser
F12	Kurzhinweise an den Knöpfen ein und aus (wird gemerkt)
K / G	KI-Kontur aller axialen Schichten neu / KI-Rechenmodus Grafikkarte ↔ Prozessor
D	Schicht aktiv oder inaktiv schalten
M / F / R	Kontur Punkt für Punkt / freihand zeichnen / Kontur zurücksetzen
+ / –	Knoten an der Maus hinzufügen / entfernen
A / B	Konturansicht wechseln (Umrandung → Knoten → Maske) / Glättungsart
Umschalt+E	„Nur KI-Herde“ ein und aus (ab Werk an)
E	KI-Herdkarte als zusätzliche Einblendung ein und aus (experimentell)
X	Ebenen frei kippen (experimentell, Kapitel 12)

Taste	Wirkung
V / Umschalt+V	Superauflösung der Anzeige ein und aus / nächstes Netz
N / U	Diffusionsbild nur für die Anzeige entrauschen / Rauschbodenkorrektur der b-Bilder vor dem ADC-Fit
W	Korrekturmodus der Regelherde (Kapitel 14)
Z	Zoom und Verschiebung aller Bilder zurücksetzen
Tab	aktives Bild wechseln (axial → sagittal → coronal)
, / .	vorige / nächste Schicht (auch Pfeiltasten, Bild auf/ab)
ESC	Hilfe, Vollbild, Zeichenmodus oder Multiplanar-Ansicht schließen; sonst Programm beenden

Die Maus

Geste	Wirkung
Bewegen	Werte-Hinweis: T2-Wert, im Streifen ADC oder Diffusion; über einem Herd Kategorie, Rang und Messwerte
Linksklick	Zielkreuz setzen (alle Ebenen folgen); an der Kontur: Knoten ziehen, Klick auf die Linie fügt einen Knoten ein
Rechtsklick auf einen Herd	Dialog des Herdes: Urteil, Umriss, Herdliste (Kapitel 14)
Rechtsklick neben einen Herd	Diagnose der Stelle: Welches Kriterium hat gefehlt? (Kapitel 14)
Mausrad	Schicht blättern; in der Kontur: Kontur größer oder kleiner
Strg+Rad / Strg+Ziehen	Zoom / Bildausschnitt verschieben (alle Bilder)
Strg+Klick	Knoten an die nächste Gewebegrenze setzen
Umschalt+Klick	Herdmarker: einmal im T2, einmal im ADC-Bild – richtet die Diffusion an dieser Stelle aus (Kapitel 8)

Hinweise, die mitdenken

Jeder Knopf zeigt beim Überfahren einen Kurzhinweis mit Funktion und Taste; F12 schaltet diese Hinweise aus und wieder ein. Über dem Titel eines Bildes im Streifen erklärt ein Hinweis, was das Bild zeigt, wie es gerechnet wird und welche Regeln daran hängen. Über einem Herd erscheint ein zweigeteilter Hinweis: oben die Messwerte, unten eine kurze Beurteilung in Worten (Kapitel 12). Die Hinweise schweigen, solange die Hilfe offen ist oder gerade gerechnet wird.



TIPP

Lassen Sie die Maus auf dem Hilfe-Knopf ruhen: Der Hinweis zeigt dann alle Tasten auf einen Blick – die schnellste Gedächtnisstütze im Programm.

Die eingebaute Hilfe

F1 öffnet die vollständige Betriebsanleitung im Programm, in Kapitel gegliedert, mit Suchfeld (Strg+F, Treffer markiert, Enter springt weiter). Sie enthält auch die Lizenztexte, eine Kurzfassung des Positionspapiers zur Superauflösung und eine Beschreibung der Programmlogik. Wenn dieses Buch und die Hilfe einmal voneinander abweichen, gilt die Hilfe – sie wächst mit dem Programm.

Das Protokoll

Alle Meldungen schreibt das Programm in eine Protokolldatei im Ordner „daten“ des Programmordners (in der Testversion `run_seg_open.log`, die vorige Sitzung daneben). Bei einem Problem hilft diese Datei bei der Suche nach der Ursache.



Protokolle und Bildschirmfotos können Patientennamen oder Untersuchungsangaben enthalten. Die Lizenztexte verlangen ausdrücklich, sie vor dem Versenden zu prüfen und zu bereinigen. Schicken Sie dem Entwickler nie personenbezogene Patientendaten.

III

TEIL III

Unter der Haube: Kontur und Diffusion

Bevor irgendein Herd gesucht werden kann, braucht das Programm zwei Dinge: eine Kontur der Drüse und eine verlässliche ADC. Dieser Teil zeigt, wie zwei KI-Netze die Kontur vorschlagen, wie Sie sie mit wenigen Griffen korrigieren und warum die ADC nur aus gemessenen Bildern entsteht.

Kapitel 7 Die KI-Drüsenkontur: zwei Netze, eine Umrandung

Kapitel 8 T2, Diffusion und ADC: gemessen ist gemessen

KAPITEL 7

Die KI-Drüsenkontur: zwei Netze, eine Umrandung

In diesem Kapitel

- Verstehen, wie prostate158 und das eigene Drüsennetz zusammenarbeiten
- Die unsichtbare Zonenkarte kennenlernen
- Die Kontur mit Griffen, Knoten oder freihand korrigieren
- Wissen, was aus Ihren Korrekturen wird

Die Kontur ist das Fundament jeder Auswertung. Nur was innerhalb der Kontur liegt, geht in die ADC-Berechnung und die Herdsuche ein; die Zonen bestimmen, womit ein Herd verglichen wird. Ein Fehler hier pflanzt sich durch alles fort. Deshalb arbeiten zwei Netze nacheinander – und deshalb sehen Sie das Ergebnis, bevor gerechnet wird.

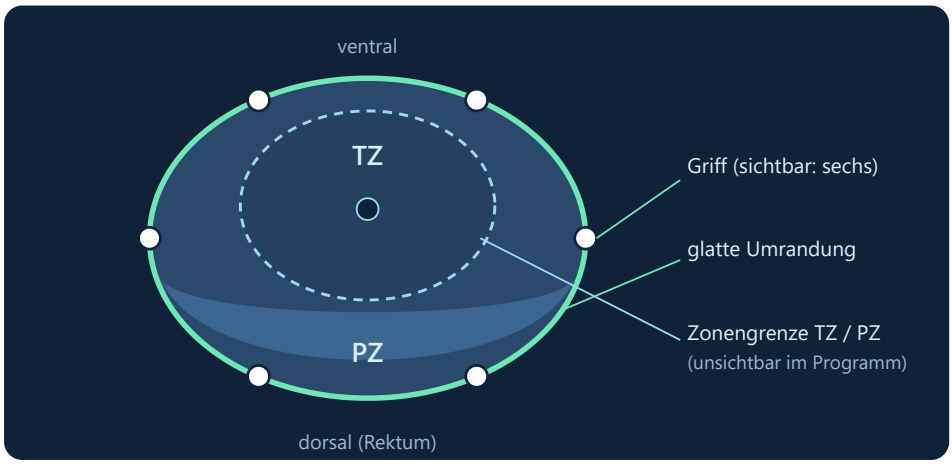
Zwei Netze, eine Aufgabe

Erster Schritt: prostate158. Ein öffentlich verfügbares Netz der Arbeitsgruppe um L. C. Adams und Keno Bressem (Charité – Universitätsmedizin Berlin) findet die Drüse in der axialen T2 als Ganzes und unterscheidet dabei Transitional- und periphere Zone. Es ist ein sogenanntes *U-Netz*, das die ganze Serie dreidimensional betrachtet. Die Gewichte stehen unter der offenen Lizenz CC BY 4.0 und werden beim ersten KI-Aufruf geladen.

Zweiter Schritt: das eigene Drüsennetz. Danach verfeinert ein eigenes, kleineres Netz den Rand und die Grenze zwischen den Zonen. Es betrachtet jede Schicht zusammen mit je zwei Nachbarschichten darüber und darunter – Fachleute sagen *2,5D* – und bekommt die Vorlage von prostate158 als Hilfe mit. Gelernt hat es an den öffentlichen PROSTATEx-Daten mit den Referenzumrandungen von Cuocolo et al. Die Statuszeile meldet danach: „Rand und Zonen vom Drüsennetz verfeinert“.

TECHNIK

Das eigene Netz hat einen **Volumenwächter**: Weicht das Volumen seines Ergebnisses zu weit von der Vorlage ab, wird es verworfen, und die Kontur von prostate158 bleibt. Schichten, auf denen das Netz nichts findet, behalten die Vorlage. Das Drüsennetz kann also keine Schicht hinzufügen oder wegnehmen – es darf nur Rand und Zone innerhalb der Schichten ändern, die prostate158 gefunden hat. Außerdem verwirft das Programm Teile einer Segmentierung, die weit seitlich der Körpermitte liegen, damit nicht etwa ein Stück Beckenmuskulatur als „Prostata“ übrig bleibt.



Schema einer axialen Schicht: glatte Umrandung mit sechs Griffen, darin Transitionalzone (TZ) und periphere Zone (PZ). Eigene Skizze, kein Patientenbild.

Die unsichtbare Zonenkarte

Die Zonen sehen Sie im Programm nicht als Linie – sie arbeiten im Hintergrund. Für die Herdsuche ist das entscheidend: Die periphere Zone ist im T2 hell und hat eine hohe ADC, die Transitionalzone ist dunkler und hat eine niedrigere. Ein Herd in der peripheren Zone wird deshalb gegen das Gewebe der peripheren Zone gemessen, einer in der Transitionalzone gegen die Transitionalzone. Ohne Zonenkarte würde ein Herd im Vorderhorn gegen die dunkle Zentraldrüse verglichen – und womöglich übersehen.

Dabei bleibt Ihre Kontur die Autorität: Die Transitionalzone ist, was das Netz innerhalb Ihrer Kontur als solche erkennt; alles andere innerhalb der Kontur zählt zur peripheren Zone. Steht keine KI zur Verfügung, gilt eine gemeinsame Referenz für die ganze Drüse.

Umrandung, Griffe, Knoten

Ab Werk zeigt das Programm die Kontur als glatte Umrandung ohne Knoten. Nur unter der Maus erscheint der Knoten, den ein Klick greifen würde. Die Taste A schaltet reihum:

1. **Umrandung** – glatt, ohne Knoten (Standard),
2. **Polygon mit Knoten** – zum genauen Bearbeiten,
3. **Maske** – als transparente Fläche, hellgrün für aktive und rot für inaktive Schichten,

und dann wieder zurück zur Umrandung. Bearbeiten können Sie in jeder dieser Ansichten.

Handgriff	Wirkung
Griff ziehen	Im Hintergrund trägt die Kontur bis zu zwölf Punkte; sichtbar sind sechs Griffe. Ziehen Sie einen, folgen die verborgenen Punkte bis zu den Nachbargriffen anteilig – die Form bleibt glatt.
Innenfläche ziehen	verschiebt die ganze Kontur
Mausrad in der Kontur	vergrößert oder verkleinert sie
Klick auf die Linie / +	fügt einen Griff ein
Rechtsklick auf einen Knoten / –	entfernt ihn
Strg **+Klick**	zieht die Knoten nach innen an die nächste Gewebegrenze
R	setzt die Kontur der Schicht zurück
B	wechselt die Glättung (kubische B-Spline oder Catmull-Rom)

Selbst zeichnen

Manchmal ist Neuzeichnen schneller als Korrigieren. M startet den Punkt-für-Punkt-Modus: Die alte Kontur verschwindet, jeder Linksklick setzt einen Punkt, auch konkave Formen sind möglich; Rechtsklick oder erneut M übernimmt das Polygon. F startet das Freihandzeichnen: Nach dem ersten Klick folgt die Linie dem Mauszeiger ohne gedrückte Taste, wird laufend geglättet und schließt sich nahe am Startpunkt von selbst; eine Rückwärtsbewegung radiert. Mit D schalten Sie eine Schicht aktiv oder inaktiv. Nur aktive, konturierte Schichten gehen in Maske, ADC und Herdsuche ein.

ACHTUNG

Solange der Streifen unter den Bildern (F6) sichtbar ist, ist die Kontur gesperrt – das ist der Prüfmodus. In der Drei-Ebenen-Ansicht setzt ein Klick ins axiale Bild nur das Zielkreuz; bearbeitet wird in der Einzelansicht. Ändern Sie eine bereits gerechnete Kontur, fragt das Programm einmal nach: „Ja“ verwirft das bisherige ADC- und Herdergebnis, und die nächste PIRADS-Berechnung rechnet neu – in der Testversion kostet das einen der 30 Läufe.

Jede Korrektur ist ein Lernbeispiel

Ändern Sie eine KI-Kontur von Hand oder schalten Sie Schichten der KI mit D aus, legt das Programm ein Lernbeispiel für das Drüsennetz ab: den Bildausschnitt, die Vorlage, die Netzkontur und Ihre Kontur als Ziel, dazu die Liste der korrigierten Schichten. Namen und DICOM-Kopfdaten enthält es nicht. Gespeichert wird nach dem nächsten Herdlauf, beim Untersuchungswechsel und beim Programmende; die Statuszeile nennt, wie viele Untersuchungen schon abgelegt sind. Alles bleibt auf diesem Rechner. Was man damit anfangen kann, erklärt Kapitel 14.

TIPP

Ohne KI-Umgebung – sie ist bei der Installation abwählbar – fehlen die KI-Funktionen. Dann zeichnen Sie die Prostata von Hand mit M oder F, und die Herde kommen allein aus den Regeln. Für ein erstes Ausprobieren empfiehlt sich aber die KI-Umgebung.

KAPITEL 8

T2, Diffusion und ADC: gemessen ist gemessen

In diesem Kapitel

- Verstehen, warum das Programm die ADC selbst rechnet
- Gemessene und berechnete b-Bilder unterscheiden
- Die Gegenprobe mit der Hersteller-ADC lesen
- Sehen, wie Diffusion und T2 zueinander ausgerichtet werden

Die Diffusion ist in der peripheren Zone die führende Sequenz, und die ADC ist ihre Zahl. Kein Wunder also, dass Prostate Commander mit der ADC besonders pingelig umgeht. Der Grundsatz lautet: Gerechnet wird nur mit dem, was gemessen wurde – und was gerechnet wurde, wird gegengeprüft.

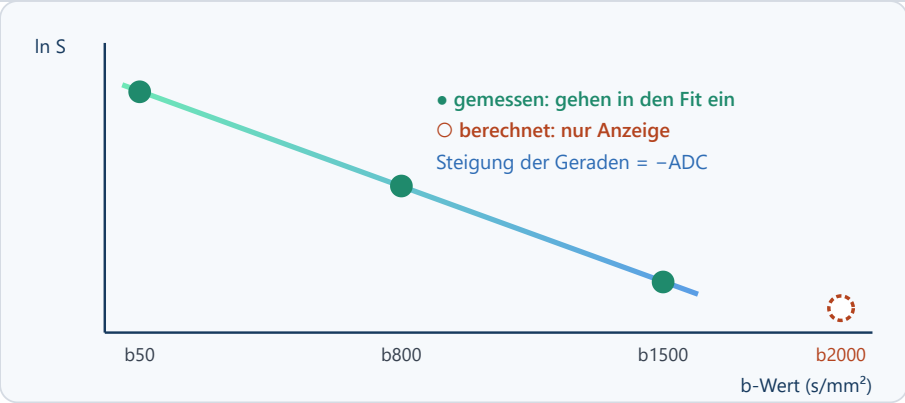
Warum eine eigene ADC?

Fast jedes MRT-Gerät liefert eine fertige ADC-Karte mit. Warum also selbst rechnen? Erstens weiß man bei der Geräte-ADC nicht immer, aus welchen b-Werten sie entstand und ob sie geglättet wurde. Zweitens muss die ADC auf dasselbe Gitter wie die T2 und die Kontur, damit sich Herde Bildpunkt für Bildpunkt vergleichen lassen. Drittens kann man nur prüfen, was man selbst nachgerechnet hat. Die Hersteller-ADC dient deshalb als Gegenprobe, nicht als Rechengrundlage.

Nur gemessene b-Bilder

Viele Geräte erzeugen zusätzlich *berechnete Hoch-b-Bilder* – etwa ein b1400 oder b2000, das aus den gemessenen Bildern hochgerechnet wurde. Für das Auge sind sie wertvoll, weil Herde darauf deutlicher leuchten. In die ADC dürfen sie nicht: Sie enthalten keine neue Messung, und eine ADC aus ihnen würde sich im Kreis drehen.

Prostate Commander trennt deshalb streng: Die ADC entsteht **nur aus gemessenen b-Bildern**. Berechnete Hoch-b-Serien dienen nur der Anzeige und als Hoch-b-Bild der Herdsuche. Ein Beispiel aus der technischen Dokumentation: Liegen gemessene Bilder mit b50 und b1500 und ein berechnetes b2000 vor, wird die ADC aus b50 und b1500 gerechnet; das b2000 wird gezeigt.



Schema: Die ADC ist die (negative) Steigung des logarithmierten Signals über dem b-Wert. Nur gemessene Punkte bestimmen die Gerade. Eigene Skizze, keine Messwerte.

TECHNIK

Gerechnet wird Bildpunkt für Bildpunkt ein gewichteter log-linearer Fit über alle gemessenen b-Werte ab 100 s/mm². Liegen die hohen b-Werte zu eng beieinander (etwa nur b1300 und b1500), nimmt das Programm den größten niedrigen b-Wert hinzu. Bildpunkte, deren Signal im Rauschen untergeht, gelten als Rauschen. Der Befund nennt die verwendete Serie und die b-Werte.

Ohne Filter, ohne Interpolation

Die Diffusion hat meist gröbere Bildpunkte als die T2. Um beide übereinanderzulegen, könnte man die Diffusion weich auf das T2-Gitter interpolieren. Das tut Prostate Commander bewusst nicht: Jeder T2-Bildpunkt übernimmt genau einen echten Diffusionsbildpunkt – den nächstgelegenen. Der Grund ist handfest: Mischt man Nachbarpunkte, hebt der Rand eines kleinen Herdes mit niedriger ADC dessen Werte an, und der Herd wird blasser, als er ist. Fachleute nennen das *Partialvolumen*.

MERKEN

Die ADC wird **nie gefiltert** – kein Median, kein Glätten, keine Interpolation. Anzeige und Werte-Hinweis zeigen immer den rohen Wert. Wenn das Bild am Bildschirm trotzdem weich aussieht, liegt das an der Darstellung (Kapitel 13), nicht an der Rechnung.

Die Gegenprobe mit der Hersteller-ADC

Nach jeder Berechnung vergleicht das Programm die eigene ADC mit der ADC des Herstellers derselben Messung – an denselben Stellen in der Prostata. Passen beide zusammen, wird das im Bericht dokumentiert. Weichen sie deutlich voneinander ab, erscheint die rote Kopfzeile „ADC unplausibel“, eine Befundzeile im Qualitätsblock und ein Hinweis am ADC-Bild. Korrigiert wird nichts heimlich: Abweichungen werden benannt, nie stillschweigend korrigiert.

Typische Ursachen einer Abweichung sind eine unvollständig geladene Serie, eine Diffusionsserie, die nicht zur T2 passt, oder eine Geräte-ADC aus anderen b-Werten. Der Analysebericht (Kapitel 5) hilft beim Eingrenzen.

Diffusion und T2 zueinander ausrichten

Zwischen der T2- und der Diffusionsmessung vergehen Minuten, und Patienten bewegen sich. Diese Bewegung steht in keinem DICOM-Kopf. Das Programm schätzt sie deshalb selbst: Je Diffusionsschicht vergleicht es das Bild mit dem niedrigsten b-Wert – das der T2 am ähnlichsten sieht – mit der passenden T2-Schicht und ermittelt eine Verschiebung. Die Schätzungen werden über alle Schichten zu einem glatten Verlauf zusammengefasst; einzelne Ausreißer fallen weg. Eine Verschiebung durch die Schichten hindurch wird nur übernommen, wenn sie klar belegt ist. Der Leitsatz: lieber keine Korrektur als eine falsche. Ein Symbol in der roten Kopfzeile zeigt an, dass korrigiert wurde.

Sie können auch selbst nachhelfen, und Ihre Korrektur hat immer Vorrang:

- **Rechtsklick auf das Diffusionsbild im Streifen** öffnet das Original-Diffusionsbild mit der T2-Kontur. Ziehen Sie die Kontur über den Herd; „OK“ rechnet ADC und Herde neu.
- Umschalt **+Klick** auf denselben Herd im T2 und im ADC-Bild derselben Schicht: Die Differenz ist die Verschiebung, und an der Stelle wird ein Herd verankert.

Die T1-Dynamik wird auf ähnliche Weise ausgerichtet, allerdings über Kanten statt über Helligkeiten – Kontrastmittelbilder ähneln der T2 zu wenig.

▣ „DWI-Schicht x mm entfernt“ – kein Fehler

Dieser Hinweis im ADC- oder Diffusionsbild beschreibt Geometrie: Jede T2-Schicht bekommt ihre Diffusion aus der Diffusionsschicht, deren Mitte ihr räumlich am nächsten liegt. Haben T2 und Diffusion verschiedene Schichtdicken oder Startpunkte, liegen die Mitten nicht genau übereinander; ab 1,5 mm Abstand nennt das Programm es. Ein kleiner Herd kann dann etwas schwächer oder erst auf der Nachbarschicht erscheinen. Korrigieren lässt sich das nicht – so wurden die Sequenzen aufgenommen.

Was es sonst noch gibt

Mit Umschalt + F6 erweitern Sie den Streifen um zusätzliche Karten:

- **eADC** – eine exponentielle Umrechnung der ADC, die Herde hell statt dunkel zeigt,
- **cDWI** – ein aus der ADC synthetisch errechnetes Hoch-b-Bild,
- **IVIM-DKI** – eine um Durchblutung und Kurtosis korrigierte ADC, nur wenn mindestens drei hohe und zwei niedrige b-Werte gemessen wurden; sonst nennt das Bild den Grund.

⚙ Interne Kopien für die Herdsuche

Für die Suche nach Herden – und nur dafür – legt das Programm Kopien an: ein Hoch-b-Bild, bei dem das Helligkeitsprofil der Empfangsspule herausgerechnet und Einzelpixel-Rauschen leicht gedämpft ist, und eine ADC-Kopie ohne Einzelpixel-Ausreißer. Auch die Eingabe der KI-Herdsuche ist eine solche Kopie. Angezeigt werden diese Kopien nie, und alle Messwerte im Hinweis und im Befund stammen aus den rohen Daten. Zwei Schalter wirken ausdrücklich nur auf Wunsch: N entrauscht das Diffusionsbild ausschließlich für die Anzeige; U schaltet eine Rauschbodenkorrektur der gemessenen b-Bilder vor dem ADC-Fit zu, und der Befund nennt den Stand.

IV

TEIL IV

Herde finden und einstufen

Jetzt wird es spannend: Ein gelerntes Netz schlägt Herde vor, ein zweites Signal bestätigt sie, und offengelegte Regeln ordnen ihnen eine Kategorie nach PI-RADS 2.1 zu. Dieser Teil erklärt die Farben, die Regeln und die Rolle der Kontrastmitteldynamik – und warum eine Netzwahrscheinlichkeit keine Kategorie ist.

Kapitel 9 Die KI-Herdsuche: rot, orange, violett

Kapitel 10 PI-RADS 2.1: Einstufung nach ACR-Logik

Kapitel 11 Die Kontrastmitteldynamik (DCE)

KAPITEL 9

Die KI-Herdsuche: rot, orange, violett

In diesem Kapitel

- Das Herdnetz und seine Eingaben kennenlernen
- Verstehen, wann ein KI-Herd als bestätigt gilt
- Die Farben im Bild sicher lesen
- Zwischen „Nur KI-Herde“ und „alle Herde nach PI-RADS“ wechseln

In Prostate Commander arbeiten zwei Wege zusammen: Ein gelerntes *Herdnetz* findet die Herde, offengelegte Regeln stufen sie ein. Das Netz entscheidet, *wo* etwas vorgeschlagen und *was* gezeigt wird – nicht, welche PI-RADS-Kategorie es bekommt. Dieses Kapitel handelt vom ersten Weg, Kapitel 10 vom zweiten.

Das Herdnetz

Das Herdnetz ist wie das Drüsennetz ein 2,5D-U-Netz. Es liest für jede Schicht drei Bildarten – T2, ADC und das Hoch-b-Bild der Diffusion –, jeweils mit zwei Nachbarschichten zu jeder Seite, dazu Drüse und Zonen aus Kontur und Zonenkarte. Daraus gibt es für jeden Bildpunkt eine Herdwahrscheinlichkeit aus. Gelernt hat es an der Trainingskohorte des öffentlichen Datensatzes PROSTATEx mit den Umrandungen von Cuocolo et al.; einzelne Referenzumrandungen, die bei der Durchsicht als fehlerhaft beurteilt wurden, sind von jedem Training ausgeschlossen.

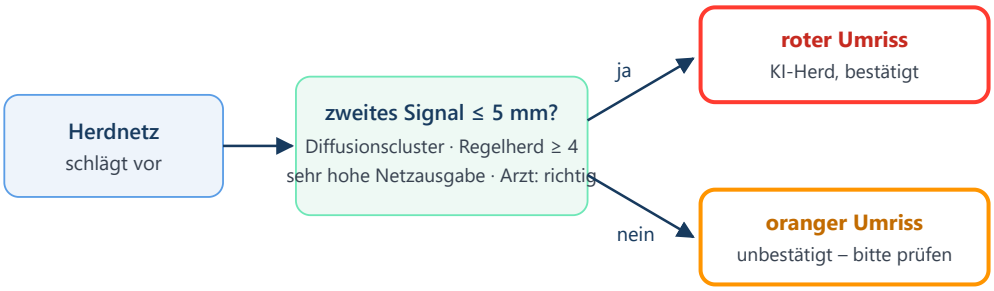
Ein KI-Herd ist ein zusammenhängendes Gebiet, das in der Ebene mindestens 5 mm misst und dessen höchster Wert eine feste Schwelle erreicht. Ein zweites, kleineres Netz achtet nur auf die T2 und markiert Areale, die dort abgrenzbar dunkel sind – die *P3-Areale*.

Bestätigt oder nicht: das zweite Signal

Ein Netz kann sich irren, und es kann nicht sagen, warum es etwas gefunden hat. Deshalb verlangt das Programm für jeden KI-Herd ein zweites, unabhängiges Signal. Als bestätigt gilt ein KI-Herd, wenn höchstens 5 mm entfernt

- ein *Diffusionscluster* liegt – eine dichte Ansammlung von Bildpunkten mit niedriger ADC und heller Diffusion über mindestens zwei Schichten (in der Transitionalzone nur dort, wo das T2-Netz ein P3-Areal sieht), oder
- ein regelbasierter Herd der Kategorie 4 oder 5 liegt (Kapitel 10),

oder wenn die Netzwahrscheinlichkeit sehr hoch ist – oder wenn Sie ihn als richtig beurteilt haben. Sonst bleibt er unbestätigt und wird so gekennzeichnet: „unbestätigt – bitte prüfen“.



Schema der Bestätigung eines KI-Herdes. Die PI-RADS-Kategorie kommt in beiden Fällen vom Regelherd am selben Ort (Kapitel 10). Eigene Skizze.

Die Farben im Bild

Farbe	Bedeutung
○ Rot	KI-Herd, bestätigt – mit Rangnummer
○ Orange	KI-Herd, nicht bestätigt – bitte prüfen
○ Grau, dünn	vom Arzt verworfen (mit dem Vermerk „verworfen“)
○ Gelb (Umriss)	Umriss gerade in Bearbeitung (Kapitel 14)
○ Violett	P3-Areal des T2-Netzes – nur sichtbar, wenn „Nur KI-Herde“ aus und die KI-Herdkarte an ist
○ Blau	Diffusionscluster – ebenfalls nur in diesem Modus
○ Weiß / ○ Gelb (Fläche)	regelbasierter Herd der Kategorie 5 / 4 – nur im Modus „alle Herde nach PI-RADS“

MERKEN

Rot ist keine Diagnose, Orange keine Entwarnung. Rot heißt: Netz und ein zweites Signal zeigen auf dieselbe Stelle. Orange heißt: Das Netz allein zeigt darauf – sehen Sie selbst hin. In beiden Fällen entscheidet der Mensch.

Der Modus „Nur KI-Herde“

Ab Werk ist der Modus „Nur KI-Herde“ eingeschaltet (Umschalt+E). Dann zeigen Bild, drei Ebenen, Streifen, Herdliste, 3D-Ansicht und Befund nur die KI-Herde. Regelherde, Diffusionscluster und P3-Areale werden trotzdem berechnet – sie bestätigen die KI-Herde und liefern deren Einstufung –, aber nicht gezeigt. Vom Arzt verworfene KI-Herde fallen weg, vom Arzt ergänzte kommen dazu.

- **Reihenfolge:** bestätigte vor unbestätigten Herden, dann nach PI-RADS-Kategorie, dann nach Netzwahrscheinlichkeit, dann nach Volumen.
- **Sichtbarkeit:** Jeder KI-Herd wird gezeigt. Die Größen- und Sichtbarkeitsregeln der Regelherde (Kapitel 10) wirken hier nur auf die übernommene Kategorie, nicht auf den Fund der KI.
- **Während gerechnet wird**, steht „KI-Herdsuche läuft …“. Ist die KI nicht verfügbar, zeigt das Programm die Regelherde mit dem Hinweis „KI nicht verfügbar – PI-RADS-Herde angezeigt“. Eine leere Anzeige ohne Hinweis gibt es nicht.

Mit Umschalt+E schalten Sie auf „alle Herde nach PI-RADS“ zurück. Dann sehen Sie die Regelherde in den Farben ihrer Kategorie – 5 weiß, 4 gelb –, wie sie die Regeln aus Kapitel 10 finden.

Die KI-Herdkarte (Taste E)

Die Taste E schaltet eine zusätzliche, ausdrücklich experimentelle Einblendung im axialen T2-Bild. Im Modus „Nur KI-Herde“ trägt dann jeder KI-Herd seine Netzwahrscheinlichkeit und gegebenenfalls den Vermerk „unbestätigt“ oder „Arzt: richtig“. Ist der Modus aus, legt E die KI-Herdkarte über die Regelherde: KI-Herde rot oder orange, Diffusionscluster blau, P3-Areale violett. Bestätigte KI-Herde stehen dann als eigener Abschnitt **„KI-Zweitmeinung“** in Herdliste und Befund – getrennt von den PI-RADS-Herden, deren Kategorie und Rang sich dadurch nicht ändern.

! Was die Netzwahrscheinlichkeit ist – und was nicht

Die Zahl am KI-Herd ist die Ausgabe des Netzes für dieses Gebiet. Sie ist **keine PI-RADS-Kategorie** und **keine Trefferquote**; sie sagt nicht, wie oft das Netz recht hat. Das Netz wurde an einem einzigen öffentlichen Datensatz gelernt – ein Hersteller, 3 Tesla, b-Werte bis 800 s/mm². Ob es auf anderen Geräten, mit anderen Protokollen oder höheren b-Werten ähnlich arbeitet, ist nicht geprüft. Deshalb ist die KI-Herdkarte als experimentell gekennzeichnet, und deshalb steht im Befund ausdrücklich, dass die ärztliche Beurteilung maßgeblich bleibt.

TECHNIK

Die KI-Herdsuche läuft im Hintergrund in einem eigenen KI-Prozess und wird je Untersuchung und Berechnung einmal angestoßen; auf einer Grafikkarte dauert sie um eine Sekunde. Ihre Eingabe ist eine interne Kopie der Bilder in einem Ausschnitt um die Drüse – genau so aufbereitet wie beim Lernen. Die angezeigte ADC und alle Messwerte bleiben roh.

KAPITEL 10

PI-RADS 2.1: Einstufung nach ACR-Logik

In diesem Kapitel

- Verstehen, was PI-RADS 2.1 regelt – und was nicht
- Die eigene Operationalisierung kennenlernen
- Die Regeln je Zone und die Größenregel lesen
- Sehen, wie ein KI-Herd zu seiner Kategorie kommt

PI-RADS – das *Prostate Imaging Reporting and Data System* – ist das Schema, nach dem Prostata-MRTs weltweit befundet werden. Herausgegeben wird es vom American College of Radiology (ACR); die aktuelle Fassung ist die Version 2.1. Es ordnet jedem Befund eine Kategorie von 1 bis 5 zu und legt fest, welche Sequenz in welcher Zone den Ausschlag gibt.

Vom Wort zur Zahl

PI-RADS 2.1 beschreibt seine Kriterien in Worten: „fokal“, „leicht“, „deutlich“, „linsenförmig“, „umschrieben“. Ein Mensch liest das mit Erfahrung. Ein Programm braucht Zahlen. Die Regeln von Prostate Commander wurden deshalb im Dialog erarbeitet: Zuerst wurde radiologisch festgelegt, *was* einen verdächtigen Herd ausmacht; dann wurde gemeinsam mit dem KI-Programmierassistenten übersetzt, *wie* sich das in berechenbare Schwellen fassen lässt.

ACHTUNG

Referenz ist das offizielle Dokument des ACR. Die festen Schwellen sind eine **eigene Operationalisierung** der qualitativ formulierten Kriterien und stehen so nicht im ACR-Dokument. Wer PI-RADS lernen will, liest das ACR-Dokument – nicht dieses Buch und nicht die Programmregeln.

Was je Herd gemessen wird

Erst das Zusammentreffen mehrerer Merkmale macht ein Areal verdächtig: deutliche Diffusionsrestriktion, fokal erniedrigte ADC, ein im T2 dunkles Areal, eine rundliche Form und eine plausible Größe. Gemessen wird dafür je Herd:

- **DWI-Säule** – wie hell der Herd im Hoch-b-Bild ist, verglichen mit der übrigen Prostata dieser Untersuchung,
- **ADC-Kern** – der Wert, unter dem das dunkelste Zehntel der Herdpunkte liegt (das *10. Perzentil*). Er beschreibt den Kern der Restriktion: robuster als das Minimum, strenger als der Median,
- **T2-Kontrast** – wie viel dunkler der Herd ist als ein Ring von 2 bis 7 mm um ihn herum, in seiner eigenen Zone.

Alle Werte sind relativ zu dieser Untersuchung und – dank Zonenkarte – zur eigenen Zone. Ein Herd der peripheren Zone wird also an der peripheren Zone gemessen, einer der Transitionalzone an der Transitionalzone.

Die Regeln in Kurzform – eigene Operationalisierung, Referenz: ACR PI-RADS v2.1

Regel	Umsetzung im Programm
DWI-Kategorie 4	deutlich helle Diffusion und ein bedeutsamer ADC-Kern ≤ 900
DWI-Kategorie 5	wie 4 und mindestens 15 mm groß (axial, kraniokaudal oder im Raum) oder Überschreiten der Organkontur
DWI-Kategorie 3	fokale Diffusionsstörung, aber nur mäßig ausgeprägt

Regel	Umsetzung im Programm
T2-Kategorie 4 / 5	fokal deutlich dunkler: Kontrast ab 30 % zum Ring, unter 15 mm / ab 15 mm oder Kapselüberschreitung
T2-Kategorie 3 / 2	Kontrast 20 bis 30 % / darunter
Periphere Zone	Die DWI-Kategorie entscheidet; bei 3 entscheidet die Dynamik: positiv → 4 (Kapitel 11).
Transitionalzone	Die T2-Kategorie entscheidet; eine T2 3 wird durch DWI 5 zur 4. Dazu kommt eine eigene Zusatzregel für fokal dunkle Areale (siehe unten).
KI-Herd	übernimmt Kategorie, Messwerte und Begründung des Regelherdes im Umkreis von 5 mm; bei mehreren den mit der höchsten Kategorie. Sonst steht „ohne PI-RADS-Einstufung“.

Alle Schwellen im Detail: technische Dokumentation, Abschnitte 2.8 bis 2.10 und Anhang A. ADC-Werte in 10^{-6} mm²/s.

Fokal heißt fokal

Ein niedriger ADC-Wert allein genügt nicht. Als bedeutsam gilt ein ADC-Kern nur, wenn drei Dinge zusammenkommen: Er ist niedrig genug, der Herd hebt sich als Ganzes von seiner Zone ab, und die niedrigen Werte bilden einen zusammenhängenden Fleck, nicht nur ein paar verstreute Punkte. Das klingt pedantisch, hat aber einen guten Grund: In einer Transitionalzone mit vielen gutartigen Knoten liegt die ADC insgesamt niedrig. Ein Areal, das dort nur ein wenig dunkler ist als seine ohnehin dunkle Umgebung, ist kein fokaler Herd. Werte zwischen 750 und 900 gelten als Graubereich; eine ausgeprägte Restriktion beginnt erst darunter.

Für die Transitionalzone kennt das Programm eine eigene, ausdrücklich als solche gekennzeichnete Zusatzregel: Ein fokal dunkles Areal (T2-Kategorie 3) wird zur 4, wenn zusätzlich eine starke Diffusionsstörung vorliegt – ein ADC-Kern bis 750 – oder die Dynamik positiv ist. Auch sie ist eine eigene Operationalisierung, abgeleitet aus dem ACR-Dokument.

Die Größenregel

PI-RADS 2.1 nennt keine Mindestgröße; seine einzige Größenangabe ist die Grenze von 1,5 cm zwischen den Kategorien 4 und 5. Seine Beschreibungen setzen aber eine abgrenzbare Form voraus, ein Befund muss in mehreren Sequenzen übereinstimmen, und er muss für eine gezielte Biopsie ansteuerbar sein. Prostate Commander legt deshalb fest:

- Herde unter **5 mm** in der Ebene erhalten keine Kategorie,
- Herde unter **10 mm** gelten als unsicher.

Beide erscheinen nicht von selbst, lassen sich aber in der Herdliste zuschalten. Hinweis und Befund begründen die Regel je Herd mit den Zahlen der Untersuchung: Bildpunktgröße und Schichtdicke der Diffusion und das Rauschen im Verhältnis zum Gewebesignal. Die Beurteilung nennt ausgeblendete Herde der Kategorie 4 oder 5 ausdrücklich. Im Modus „Nur KI-Herde“ wirkt die Größenregel nur auf die übernommene Kategorie.

Was gezeigt wird – und in welcher Reihenfolge

Im Modus „alle Herde nach PI-RADS“ zeigt das Programm zunächst, was ein Befunder beim Durchsehen erkannt hätte – die Hilfe nennt das das „radiologische Auge“: Herde der Kategorie 4 und 5 mit fokaler T2-Dunkelheit und ausreichender Größe, dazu die relativ größten. Rein im T2 sichtbare Areale ohne Diffusionsstörung erscheinen als rote Fläche mit der Bezeichnung „PI-RADS 3 (T2)“. Alle übrigen Herde behalten Rang und Bewertung und sind in der Herdliste zuschaltbar.

Der **Rang** ordnet nach Verdacht: zuerst die Kategorie (5 vor 4 vor 3), dann fokal dunkle Herde vor Diffusionsstörungen ohne T2-Korrelat, dann die DWI-Kategorie, dann der ADC-Kern in Hunderterstufen, schließlich Diffusionsstärke und Größe. Das Herdvolumen wird als Ellipsoid aus den drei T2-Ebenen berechnet. Wer es genau wissen will: Der Knopf „Begründung des Rankings“ in der Herdliste schreibt für jedes Nachbarpaar das Kriterium auf, das die Reihenfolge entschieden hat.

▣ Warum die Kategorie aus Regeln kommt, nicht aus dem Netz

Ein Netz kann sagen, dass ein Gebiet einem Herd ähnelt. Es kann nicht sagen, ob die Diffusion „deutlich“ und die T2 „fokal“ ist – und es kann seine Antwort nicht begründen. Die Regeln können das: Jede Entscheidung über Zone, Säulen und Schwellen steht im Hinweis am Herd, im Befund und in der technischen Dokumentation. Deshalb bleibt die Einstufung regelbasiert und nachvollziehbar, und deshalb ist die Netzwahrscheinlichkeit keine Kategorie.

TECHNIK

Wie der ADC-Kern in die DWI-Kategorie eingeht, lässt sich in der Herdliste unter „ADC-Bewertung“ wählen: absolut (Standard), über das Verhältnis zur ADC des gesunden Gewebes derselben Zone und Schichten (*ADC-Ratio*), beides zusammen oder eines von beiden. Die Ratio gleicht Unterschiede zwischen Geräten aus. Ein Wechsel bewertet die Herde sofort neu, ohne neue Berechnung – und zählt in der Testversion nicht als Lauf.

KAPITEL 11

Die Kontrastmitteldynamik (DCE)

In diesem Kapitel

- Die Rolle der Dynamik nach PI-RADS 2.1 kennen
- Verstehen, welche Karten das Programm daraus rechnet
- Wissen, wann ein Herd „DCE positiv“ ist

Bei der dynamischen Kontrastmitteluntersuchung werden in kurzen Abständen immer wieder dieselben T1-Schichten aufgenommen, während Kontrastmittel einströmt. Tumorgewebe nimmt es oft früher und kräftiger auf als seine Umgebung. In PI-RADS 2.1 hat die Dynamik eine klar begrenzte Rolle: Sie entscheidet in der peripheren Zone, ob ein Herd mit DWI-Kategorie 3 zur 4 wird.

Was das Programm braucht

Eine axiale T1-Dynamik mit mindestens vier Phasen. Auch getrennte Serien je Phase werden erkannt und zusammengefasst, wenn Beschreibung und Geometrie gleich sind. Fehlt die Dynamik, arbeitet das Programm ohne sie weiter – als sogenannte biparametrische MRT – und vermerkt „DCE: nicht ausgewertet“ mit dem Grund.

Was daraus gerechnet wird

Alle Phasen werden gelesen und starr auf die T2 ausgerichtet. Aus einer Gefäßkurve – den hellsten Bildpunkten der letzten Phase – bestimmt das Programm, wann das Kontrastmittel ankommt. Dann rechnet es für jeden Bildpunkt die relative Anreicherung gegenüber den Phasen vor der Ankunft und leitet drei Karten ab:

Karte	Was sie zeigt
Frühe Anreicherung	die stärkste relative Anreicherung in der ersten Minute nach Ankunft
Beginn	nach wie vielen Sekunden die Anreicherung deutlich einsetzt
Wash-out	wie stark das Signal vom Maximum bis zum Ende der Dynamik wieder abfällt

Wann ein Herd „DCE positiv“ ist

Je Herd vergleicht das Programm die frühe Anreicherung mit einem Ring von 2 bis 7 mm um den Herd: Reichert er fokal, deutlich stärker und nicht später als seine Umgebung an, ist er positiv, sonst negativ. Gewertet wird das nur in Herden mit fokaler T2-Dunkelheit; bei den übrigen steht „nicht gewertet“. Hinweis und Befund nennen je Herd das

Ergebnis mit den Anreicherungswerten von Herd und Umgebung, der Befund außerdem die Daten der Dynamik – Serie, Phasen, Abstand, Ankunft.

Die Wirkung folgt PI-RADS 2.1: Ein Herd der peripheren Zone mit DWI-Kategorie 3 wird durch eine positive Dynamik zur 4. In der Transitionalzone sieht PI-RADS 2.1 keine Aufwertung durch die Dynamik vor; die Zusatzregel des Programms für fokal dunkle Areale (Kapitel 10) ist dort ausdrücklich als eigene Erweiterung gekennzeichnet.

Was Sie im Streifen sehen

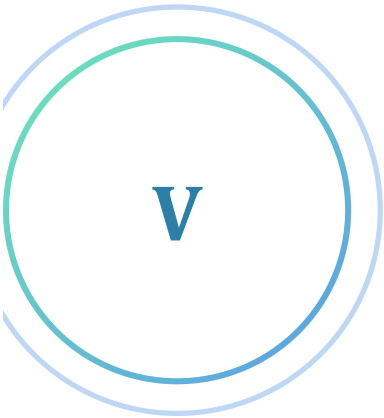
- Das Bild „DCE“ im Streifen unter den T2-Bildern zeigt die frühe Anreicherung – aber nur, wenn die Dynamik einen sicher auffälligen Befund zeigt. Sonst bleibt es ausgeblendet, und unten im PIRADS-3-Bild steht „DCE: kein sicher pathologischer Herd“.
- Herde mit positiver Dynamik sind im DCE-Bild gelb umrandet; negative erscheinen dort nicht.
- Zusätzlich markiert das Programm im DCE-Bild Areale mit fokaler früher Anreicherung und schnellem Wash-out – nur innerhalb der T2-auffälligen Bereiche. Sie sind ein Blickfang, keine Herde des Befunds, und ändern weder Kategorie noch Rang.



Fahren Sie mit der Maus über den Titel „DCE“: Ein Hinweis erklärt, was das Bild zeigt, wie es gerechnet wurde und welche Regel daran hängt – samt den Daten Ihrer Dynamik.



Die Dynamik ist in PI-RADS 2.1 eine Entscheidungshilfe, kein eigener Weg zur Kategorie. Prostate Commander hält sich daran: Eine positive Dynamik kann eine 3 der peripheren Zone zur 4 machen – einen Herd erfinden kann sie nicht.



TEIL V

Ansehen, prüfen, korrigieren

Ein Vorschlag ist nur so gut wie seine Prüfung. In diesem Teil lernen Sie die drei Ebenen, die Herdliste und die frei kippbaren Ebenen kennen, erfahren, warum Superauflösung und Zwischenbilder nur fürs Auge da sind, und sehen, wie Ihr Urteil sofort wirkt – und was das Programm daraus lernen darf.

Kapitel 12 Drei Ebenen, Herdliste und gekippte Ebenen

Kapitel 13 Superauflösung und weiches Blättern: nur fürs Auge

Kapitel 14 Prüfen, korrigieren, nachlernen

KAPITEL 12

Drei Ebenen, Herdliste und gekippte Ebenen

In diesem Kapitel

- Sich in der Multiplanar-Ansicht zurechtfinden
- Den Streifen mit ADC, Diffusion und Dynamik nutzen
- Die Herdliste und den Hinweis am Herd lesen
- Die Ebenen frei kippen – experimentell

Die Multiplanar-Ansicht

Nach der PIRADS-Berechnung öffnet sich die Ansicht mit drei T2-Bildern nebeneinander: axial, sagittal und coronal. Sie stammen aus den echten Serien und werden auf ein gemeinsames Gitter gebracht; fehlt eine sagittale oder coronale Serie, wird aus der axialen rekonstruiert. Die Ansicht erscheint erst fertig aufgebaut – auf der Schicht des Herdes mit Rang 1, das grüne Zielkreuz auf ihm.

- **Zielkreuz:** Ein Linksklick setzt die Position in allen drei Bildern; die axiale Schicht zieht mit. Das Kreuz besteht aus vier kurzen Strichen um eine freie Mitte, damit es nichts verdeckt, und wählt seinen Grünton nach dem Hintergrund.
- **Aktives Bild:** Das Bild unter der Maus trägt einen hellblauen Rahmen; das Mausrad blättert dort – axial durch die Schichten, sagittal und coronal durch die Schnittebenen. Tab wechselt.
- **Orientierung:** Kleine Beschriftungen an den Rändern nennen rechts/links, ventral/dorsal und basal/apikal. Wie in der Radiologie üblich, liegt die rechte Patientenseite im Bild links.
- **Vollbild:** Das kleine Symbol links oben in jedem T2-Bild zeigt dieses Bild fensterfüllend; dasselbe Symbol oder ESC führt zurück.
- **Schließen:** ESC oder „Beenden“ schließt die Ansicht, geänderte Konturen werden im Hintergrund gesichert. F5 öffnet sie wieder – ohne Neuberechnung, solange sich nichts geändert hat.

Auf den sagittalen und coronalen Bildern erscheint die axiale Kontur, zwischen den Schichten glatt interpoliert, und es erscheinen genau die Herde, die auch axial eingeblendet sind – an derselben anatomischen Stelle.

Der Streifen unter den Bildern

F6 blendet unter der T2-Reihe einen Streifen ein, kompakt mit dem Nötigsten: ADC, das höchste Diffusionsbild, die Dynamik (nur wenn sie etwas Auffälliges zeigt, Kapitel 11) und das Bild „PIRADS 3“ – ein T2-Ausschnitt, in dem das Herdareal jedes eingeblendeten Herdes rot und mit Rangnummer liegt. Umschalt+F6 erweitert um eADC, cDWI und IVIM-DKI. Im Modus „Nur KI-Herde“ tragen ADC- und Diffusionsbild die Umrisse der KI-Herde, und das PIRADS-3-Bild meldet „P3-Karte aus – nur KI-Herde“.

Strg+Mausrad vergrößert alle Bilder gemeinsam, Strg+Ziehen verschiebt den Ausschnitt; Z oder der Lupen-Chip „1:1“ setzt beides zurück.

Die Herdliste

Die Taste L, der Fußknopf „Herde“ oder ein Rechtsklick auf einen Herd öffnet ein Fenster, das alle Herde der Untersuchung als Tabelle zeigt – je Herd eine Zeile:

Spalte	Inhalt
An, Rang	Haken zum Ein- und Ausblenden; Rangnummer wie im Bild
Kategorie	PI-RADS-Kategorie in der Schriftfarbe des Bildes
Zone und Seite	periphere oder Transitionalzone; rechts, links oder beidseits, wenn der Herd die Mittellinie deutlich überschreitet

Spalte	Inhalt
Lage	basales, mittleres oder apikales Drittel; ventral oder dorsal – aus der echten Lage im Raum
Größe	Durchmesser in mm, Volumen in ml
ADC-Kern, DWI/T2, DCE	ADC-Kern samt Verhältnis zur Zone, Teilkategorien, Ergebnis der Dynamik
Hinweis	etwa „unsicher", „nachrangig" oder „Korrektur"
KI-Zeile	im Modus „Nur KI-Herde": Netzwahrscheinlichkeit oder „vom Arzt ergänzt", Bestätigung, PI-RADS-Kategorie am Ort

Ein Klick auf eine Zeile zeigt eine Detailzeile mit Regel, Messwerten und Schichten; ein Doppelklick springt zum Herd. Schnellwahlen blenden „alle ein", „alle aus", „nur Kategorie 4/5" oder „nur Rang 1". Das Fenster ist nicht modal: Sie können weiter blättern und zoomen, und jeder Haken wirkt sofort in allen drei Ebenen. Der Schalter „Umkreis" zeichnet auf Wunsch einen roten Kreis um jeden eingeblendeten Herd – ab Werk ist er aus.



Was Sie in der Herdliste ausblenden, fehlt auch im Befund – in Tabelle, Beurteilung und 3D. Die Rangnummern bleiben dabei die ursprünglichen. Prüfen Sie vor F2, ob die Auswahl stimmt.

Der Hinweis am Herd

Fahren Sie mit der Maus über einen Herd, erscheint ein zweigeteilter Hinweis. Oben stehen die **Messwerte**: die Teilkategorien „DWI x / T2 y" mit der Regel, die daraus die Endkategorie macht; der ADC-Kern; wie viel heller der Herd im Hoch-b-Bild ist als seine Zone; um wie viel dunkler er im T2 ist als seine Umgebung; Größe, Volumen und gegebenenfalls Kapselkontakt; das Ergebnis der Dynamik. Unter „Am Cursor" stehen außerdem die ADC und das Rohsignal genau unter der Maus – bewusst andere Zahlen als die Herdwerte, denn sie beschreiben einen einzigen Bildpunkt.

Unten steht die **Beurteilung** in kurzer Prosa: Lage in der Prostata, Befund, Kategorie und Zusätze. Längliche, kleine ADC-Herde tragen den Zusatz „unsicher" – ihre Form spricht eher für ein Artefakt oder eine anatomische Struktur.

Ebenen frei kippen (experimentell)

Die Prostata liegt selten genau in den Achsen des Geräts. Mit X – oder dem Fußknopf mit dem Ebenen-Symbol – werden die drei T2-Bilder zu frei kippbaren Ebenen: drei zueinander senkrechte Schnitte durch einen gemeinsamen Kreuzungspunkt. Ungekippt sieht alles aus wie gewohnt.

Bedienung	Wirkung
Griff am Ende einer Linie ziehen	kippt die beiden anderen Ebenen um die Achse dieses Bildes – beliebig doppelt schräg
Klick	setzt den Kreuzungspunkt
Mausrad (Umschalt: fünffach)	verschiebt die Ebene entlang ihrer Normalen
R / P	gerade stellen / sagittal an der Längsachse der Prostata ausrichten
O / I	Quelle wechseln / Interpolation zwischen den Schichten ein und aus
C	Prostatakontur einblenden (ab Werk aus)
X oder ESC	zurück; die gewohnte Ansicht übernimmt den Kreuzungspunkt

Die **Quelle** ist ab Werk „Original": Jede Ebene stammt nur aus ihrer eigenen gemessenen Serie – die axiale aus der axialen, die sagittale aus der sagittalen, die coronale aus der coronalen – ohne Punkte der anderen Serien. O wechselt reihum zu „nur axial", „nur sagittal", „nur coronal" und einer Rekonstruktion aus allen drei Serien, die im Hintergrund nur im Quader um die Prostata gerechnet wird. Der Kreuzungspunkt bleibt immer innerhalb des gemessenen Bereichs der jeweiligen Serie – die Darstellung geht nie über das hinaus, was gemessen wurde.

MERKEN

Gekippte Ebenen sind eine **Ansicht**. ADC, Herdsuche, KI-Netze und Messwerte rechnen weiter mit den Originaldaten. Kontur und Herde werden in jeder Ebene genau geschnitten eingezeichnet; ADC und Diffusion im Streifen kippen mit, werden dafür aber nur für die Anzeige geglättet.

KAPITEL 13

Superauflösung und weiches Blättern: nur fürs Auge

In diesem Kapitel

- Den Unterschied zwischen Mess- und Darstellungsschicht verstehen
- Superauflösung und Zwischenbilder ein- und ausschalten
- Wissen, wofür die schönen Bilder taugen – und wofür nicht

MRT-Schichtstapel sind ungleichmäßig scharf: In der Ebene messen die Bildpunkte oft nur einen halben Millimeter, zwischen den Schichten liegen drei. Sagittale und coronale Rekonstruktionen sehen deshalb treppig aus, und beim Blättern springt das Bild. KI-Verfahren können das gefälliger machen. Prostate Commander nutzt zwei davon – mit einer klaren Grenze.

Zwei Schichten: Messen und Ansehen

Ein Positionspapier zum Projekt begründet die Grenze mit einem Befund aus der Bildverarbeitung, dem Zielkonflikt zwischen Wahrnehmung und Verzerrung (Blau und Michaeli, 2018): Ein Bild kann nicht zugleich optimal zum Messen und optimal zum Ansehen sein. Wer beides will, braucht zwei Bilder. Das Programm trennt deshalb eine **Mess-Schicht** – nur Originaldaten für Konturen, ADC, Herdsuche, Messwerte und Befund – von einer **Darstellungs-Schicht** mit Superauflösung und Zwischenbildern. Ein Rückfluss von der Darstellung in die Messung ist ausgeschlossen. Konturen, Herde und Marker werden in Originalgeometrie als Linien darübergelegt.

Superauflösung (Chip „SR“)

Ab Werk eingeschaltet, mit V oder einem Klick auf den Chip „SR“ ein- und ausschaltbar. Die T2-Bilder in allen drei Ebenen sowie das DCE- und das PIRADS-3-Bild werden mit dem frei verfügbaren Verfahren *Real-ESRGAN* hochgerechnet und beim Vergrößern statt der üblichen weichen Interpolation gezeichnet – nur dort, wo keine Kontur und kein Herd liegt. Für die sagittale und coronale Ebene wird dafür die echte sagittale bzw. coronale Serie fein neu aufbereitet; die KI schärft nur nach.

- **Nie hochgerechnet** werden ADC und Diffusion – auch nicht in gekippten Ebenen.
- **Netzwahl:** Ein Rechtsklick auf den Chip öffnet ein Menü mit mehreren Netzen; ab Werk gilt ein kompaktes Modell. Eines davon erzeugt einen gezeichneten Look und ist für die Befundung ungeeignet – das sagt auch die Hilfe.
- **Ohne Grafikkarte** bleibt die Superauflösung erhalten, aber fest mit dem kompakten Modell und nur im Ausschnitt um die Prostata.

Weiches Blättern (Chip „RIFE“)

Beim Blättern um eine Schicht rechnet das Verfahren *RIFE* aus der Bewegung zwischen zwei Bildern Zwischenbilder und blendet sie in Sekundenbruchteilen über. Kontur und Herde gleiten dabei mit. Ein Klick auf den Chip schaltet an und aus; ein Rechtsklick wählt die Zahl der Zwischenbilder, die Dauer und ob das auch in den gekippten Ebenen gelten soll. Weiches Blättern gibt es nur mit Grafikkarte; bei schnellem Blättern entfällt die Überblendung.

ACHTUNG

Zwischenbilder sind **keine gemessene Anatomie**, sondern ein Bewegungseindruck für das Auge. Und eine Superauflösung kann Strukturen glätten oder Binnenzeichnung erzeugen, die es nicht gibt. Beurteilen Sie kleine Herde, eine Kapselüberschreitung oder die Unversehrtheit einer Grenze nie auf hochgerechneten Bildern. Schalten Sie im Zweifel mit V auf die Originaldarstellung.

Wofür das gut ist – und wofür nicht

Geeignet (nur Darstellung)	Nicht geeignet
räumliche Orientierung und Verläufe	Befundung nach Schemata – PI-RADS bleibt auf den Originalsequenzen
sagittale und coronale Ebenen, gekippte Ebenen	jede Messung und Quantifizierung
Planung des Zugangs, Lehre	Unversehrtheit einer Grenze, Kapselüberschreitung
Lage einer Organgrenze	kleine fokale Herde – sie können geglättet oder erzeugt werden

Das Positionspapier fasst den Grund in einem Bild: Solche Verfahren behaupten die Regelmäßigkeit, an der sie gelernt haben – scharfe Kanten, durchlaufende Linien, gleichmäßige Textur. Normale Anatomie ist regelmäßig; Krankhaftes ist oft gerade ein Bruch der Regelmäßigkeit. Ein Verfahren, das Brüche repariert, ist zum Ansehen angenehm und zum Befunden gefährlich.

MERKEN

ADC, Diffusion, Herdsuche, KI-Netze, Messwerte und Befund sehen die hochgerechneten Bilder und die Zwischenbilder **nie**. Das gilt in allen Ansichten.

TECHNIK

Auch ohne Superauflösung zeigt die Multiplanar-Ansicht ihre Bilder für das Auge weich interpoliert statt in Blöckchen – ADC, Diffusion und Dynamik dabei vom eigenen Bildraster der jeweiligen Serie aus. Gerechnet wird weiter mit den Originaldaten, nie mit dem Anzeigebild. Konturen und Herdflächen werden in Fensterauflösung als glatte Linien gezeichnet, damit sie auch im starken Zoom keine Treppen haben.

KAPITEL 14

Prüfen, korrigieren, nachlernen

In diesem Kapitel

- Einen KI-Herd bestätigen, verwerfen oder ergänzen
- Umriss und Größe eines Herdes ändern
- Korrekturen an den regelbasierten Herden nutzen
- Verstehen, was Lernbeispiele und Nachlernen bedeuten

Das Urteil bleibt beim Arzt – das ist kein Satz für das Kleingedruckte, sondern ein Bedienkonzept. Jede Korrektur wirkt sofort in Bild, Herdliste, 3D und Befund. Und sie geht nicht verloren: Sie bleibt je Untersuchung gespeichert und wird als namenloses Lernbeispiel abgelegt.

Ihr Urteil zu einem KI-Herd

Ein Rechtsklick genau auf einen KI-Herd im axialen Bild öffnet den Dialog „KI-Herd beurteilen“. Er nennt die Netzwahrscheinlichkeit, die Quelle der Bestätigung und ein bisheriges Urteil und bietet:

- **„KI-Herd richtig“** – der Herd gilt als bestätigt, auch ohne zweites Signal.

- **„KI-Herd falsch“** – der Herd fällt aus Herdliste, 3D und Befund; auf der KI-Herdkarte erscheint er grau mit dem Vermerk „verworfen“.
- **„Umriss / Größe ändern“** – im Modus „Nur KI-Herde“ (siehe unten).
- **„Urteil zurücknehmen“** – wenn schon ein Urteil vorliegt.
- **„PI-RADS-Herdliste“** – öffnet die Herdliste.

Die PI-RADS-Kategorien der Regelherde ändern sich durch Ihr Urteil nicht. Sie entscheiden, was gezeigt und als bestätigt geführt wird.

Wenn die KI etwas übersehen hat

Zwei Wege führen zum Ziel. Liegt an der Stelle ein Regelherd ohne KI-Herd in der Nähe, wählen Sie in der Herdliste „KI hat übersehen“. Ist die KI-Herdkarte eingeschaltet, genügt ein Rechtsklick neben den Herd und „KI hat übersehen – Herd hier“: Das Programm legt eine kleine Kugel von 5 mm um den Punkt, auf die Drüse begrenzt. Bei ausgeschaltetem Modus „Nur KI-Herde“ lassen sich auch Diffusionscluster und P3-Areale direkt beurteilen. Ergänzte Herde erscheinen als bestätigt, mit dem Vermerk „vom Arzt ergänzt (KI hat übersehen)“.

Umriss und Größe ändern

Passt die Form eines KI-Herdes nicht, startet „Umriss / Größe ändern“ die Bearbeitung im axialen Bild. Der Umriss wird gelb; die gekippten Ebenen werden dafür ausgeschaltet.

Bedienung	Wirkung
Mausrad	Herd um je 1 mm größer oder kleiner – dreidimensional, begrenzt gegenüber dem Ausgangsumriss und nur wenig über die Drüsenkontur hinaus
Griffe ziehen	Umriss je Schicht formen; sichtbar sind vier Griffe bei Herden ab 10 mm, sonst zwei – die übrigen Punkte folgen anteilig
Umschalt + Mausrad	Schicht wechseln
Enter / Esc	übernehmen / verwerfen

Die Titelzeile nennt Durchmesser und Volumen vorher und nachher. Der neue Umriss ersetzt den Herd in Anzeige, 3D und Befund – dort steht „Umriss vom Arzt korrigiert“ – und gilt als bestätigt. Ein Fall- oder Ansichtswechsel bricht die Bearbeitung ab.

Wo Ihre Urteile bleiben

Urteile werden je Untersuchung gespeichert, zusammen mit der Lage des Herdes im Raum. So hängt ein Urteil auch nach einer Neuberechnung am selben Herd. Die Ablage liegt im Ordner „daten“ des Programmordners. Zu jeder beurteilten Untersuchung kommt ein Lernbeispiel dazu: der Bildausschnitt, wie ihn das Netz sieht, die beurteilten Gebiete und je Gebiet ein Code für Ihr Urteil – ohne Namen und ohne DICOM-Kopfdaten.

Ihr Urteil	Bedeutung im Lernbeispiel
„KI-Herd richtig“	Herd – im Gebiet des KI-Herdes
„KI-Herd falsch“, „kein Herd“	kein Herd
„KI hat übersehen“	Herd – im Gebiet des Regelherdes bzw. der Markierung
„KI hat übersehen – Herd hier“	Herd, Umriss nur geschätzt
„Umriss / Größe ändern“	Herd mit genauem Umriss; der Saum darum und das Weggenommene als „kein Herd“

Gelernt würde nur in den beurteilten Gebieten; der übrige Bildausschnitt bleibt außen vor. Nach technischer Dokumentation, Abschnitt 2.11.

Korrekturen an den regelbasierten Herden

Auch die Regelherde – sichtbar im Modus „alle Herde nach PI-RADS“ – lassen sich korrigieren, und zwar mit einer Erklärung dazu. Ein Rechtsklick *neben* einen Herd, also auf die Stelle, an der Sie einen Herd sehen, öffnet eine Diagnose: Zone, Messwerte im Umkreis und das **erste verletzte Kriterium** samt Abstand zur Schwelle – etwa, dass der T2-Kontrast unter der Pflicht liegt oder die ADC über dem Suchband. „Herd fehlt hier – speichern“ legt dann für diese Untersuchung einen erzwungenen Herd an. Er wird mit seinen echten Messwerten bewertet, nicht schöngerechnet; er fällt nur nicht mehr durch die Filter. Ein Rechtsklick *auf* einen Herd erlaubt „Falscher Herd“; er wird für diese Untersuchung ausgeblendet. Der Befund nennt die Zahl erzwungener und ausgeblendeter Herde.

Die Taste W öffnet den Korrekturmodus mit Erklärung und Stand. In der Vollversion lassen sich die gesammelten Korrekturen dort auswerten: Das Programm probiert die Schwellen des jeweils verletzten Kriteriums in festen Grenzen durch, zeigt alt gegen neu samt Nebenwirkungen auf andere Untersuchungen – und übernimmt erst nach Ihrem „Übernehmen“. Der Befund weist angepasste Schwellen aus.

TECHNIK

Aus allen bisher bewerteten Herden rechnet das Programm im Hintergrund außerdem eine kleine statistische **Zweitmeinung**: wie sehr ein Herd mit diesen Messwerten den bisher bestätigten ähnelt. Sie steht als Zusatzzeile im Hinweis und im Befund, ist bei wenigen Fällen als vorläufig gekennzeichnet und ändert weder Kategorie noch Sichtbarkeit. Ohne Ihre Korrekturen lernt sie nur die bestehenden Regeln nach.

Nachlernen – mit strenger Prüfung

Lernbeispiele sind die Grundlage, um die eigenen Netze mit eigenen Bildern nachzulernen. Das geschieht bewusst **nicht** in der Programmoberfläche, sondern mit einem eigenen Werkzeug außerhalb davon – auch nicht in der Testversion. Nachgelernt werden nur das eigene Drüsennetz und das eigene Herdnetz, nie das prostate158-Modell.

1. **Ausgangspunkt** ist immer der eingebaute Stand des Netzes.
2. **Gemischt** werden Ihre Lernbeispiele mit dem PROSTATEx-Trainingsbestand – als Gedächtnis, damit das Netz Gelerntes nicht vergisst. Als fehlerhaft beurteilte Referenzumrandungen bleiben ausgeschlossen.
3. **Geprüft** wird an einer festen Gruppe von PROSTATEx-Fällen, die nie nachgelernt wird, und an Ihren eigenen Beispielen, die das Netz dabei nicht gesehen hat.
4. **Übernommen** wird nur, was nicht schlechter ist als vorher. Ohne ausdrückliche Anweisung entsteht nur eine Probe mit Bericht.
5. **Gesichert** bleibt das alte Netz; die neue Fassung bekommt eine eigene Prüfsumme und einen Verlaufseintrag.

ACHTUNG

Ein Nachlernen mit wenigen eigenen Beispielen kann Bereiche verschieben, die Sie gar nicht korrigiert haben. Deshalb die strenge Übernahmeprüfung – und deshalb gilt auch für ein nachgelerntes Netz alles, was in Kapitel 9 steht: Es liefert Vorschläge, keine Diagnosen, und es ist nicht klinisch validiert.

MERKEN

Urteile, Umrisse und Lernbeispiele bleiben auf Ihrem Rechner. Nichts davon wird übertragen – weder an den Entwickler noch an sonst jemanden.

VI

TEIL VI

Das Ergebnis: Befund, 3D und Fusionsbiopsie

Am Ende einer Auswertung steht ein Befund – als HTML-Datei, als Word- oder Writer-Dokument. Er sagt, wo ein Herd liegt. Die 3D-Ansicht und die Fusionsbiopsie-Simulation zeigen, wie man ihn erreichen würde. Dieser Teil erklärt beides – und wo die Grenzen einer Simulation liegen.

Kapitel 15 Der Befund: HTML, Word oder Writer

Kapitel 16 3D-Ansicht und Fusionsbiopsie-Simulation

KAPITEL 15

Der Befund: HTML, Word oder Writer

In diesem Kapitel

- Einen Befund mit einem Tastendruck erstellen
- Aufbau, PSA-Feld und technischen Anhang kennenlernen
- Zwischen HTML, Word und LibreOffice Writer wählen
- Wissen, wo Befunde abgelegt werden

In der Multiplanar-Ansicht erstellt F2 – oder der Fußknopf „Report“ – den Befund. Das läuft im Hintergrund; eine Box „Befund wird erstellt“ zeigt die Phase und die verstrichene Zeit. Ab Werk entsteht eine einzige HTML-Datei, die sich im Standardbrowser öffnet. Auf dem Entwicklungsrechner dauert das etwa zwei Sekunden.

MERKEN

Der Befund ist ein **Entwurf**, der ärztlich geprüft wird. Er fasst zusammen, was Netze und Regeln vorschlagen und was Sie korrigiert haben – nicht mehr und nicht weniger.

Was im Befund steht

Abschnitt	Inhalt
Kopf	Patient und Untersuchung, wie sie in den DICOM-Daten stehen
Prostata und Untersuchung	Volumen und Maße der Drüse, Qualität der Untersuchung – und ein Feld für den PSA-Wert
Herdtabelle	je Herd Rangnummer, Lage, Schichten, Durchmesser, Volumen, ADC und Bewertung
Beurteilung	eine Zusammenfassung in Worten; ausgeblendete Herde der Kategorie 4 oder 5 werden ausdrücklich genannt
3D-Darstellung	die frei drehbare 3D-Ansicht samt Simulation, direkt eingebettet (Kapitel 16), und eine Schlüsselbild-Tafel
Technischer Anhang	A1 Qualität und Sequenzen, A2 Messwerte und Erläuterungen je Herd, A3 Weg der Herdfindung

Im Modus „Nur KI-Herde“ führt die Herdtabelle die KI-Herde mit ihrem Stand – etwa „bestätigt“, „vom Arzt ergänzt (KI hat übersehen)“ oder „Umriss vom Arzt korrigiert“ –, darunter ein Vermerk zur Herkunft der Kategorie. Die Beurteilung nennt die Zahl der bestätigten und unbestätigten KI-Herde und je Herd Ort, Größe, Bestätigung und die PI-RADS-Kategorie des Regelherdes am Ort mit Begründung – oder „ohne PI-RADS-Einstufung“. Ein Hinweis hält fest, dass die Einstufung in Anlehnung an PI-RADS 2.1 erfolgt, dass die Netzwahrscheinlichkeit keine PI-RADS-Kategorie ist und dass die ärztliche Beurteilung maßgeblich bleibt. Unten steht der Hinweis auf das KI-Modell und seine Lizenz.

Die Kopfleiste

Am oberen Rand des HTML-Befunds steht eine feste Leiste: ein Verweis zurück zum Befund, Schaltknöpfe „3D“, „A1“, „A2“ und „A3“, die die jeweilige Einblendung ein- und ausschalten, Verweise auf die Website und das Kontaktformular sowie „Drucken / PDF“. Ab Werk ist die 3D-Ansicht eingeblendet und der Anhang zugeklappt; ein Klick blendet ein und springt an die Stelle.

TIPP

Gedruckt wird, was eingeblendet ist. Wollen Sie den technischen Anhang im PDF haben, blenden Sie A1 bis A3 vor dem Drucken ein. Statt der drehbaren 3D-Ansicht erscheint im Druck die Schlüsselbild-Tafel.

Das PSA-Feld

Im Abschnitt „Prostata und Untersuchung“ wartet ein Feld auf den PSA-Wert. Tippen Sie ihn ein, erscheint sofort die *PSA-Dichte* – der PSA-Wert geteilt durch das Prostatavolumen, das das Programm aus der Kontur berechnet hat. Werte ab 0,15 ng/ml je ml hebt das Programm als auffällig hervor; das ist eine fest hinterlegte Markierungsschwelle, keine Bewertung des Einzelfalls. Der Dezimaltrenner richtet sich nach der Sprache.

Die Schlüsselbild-Tafel

Vier fest gerechnete Ansichten der 3D-Skizze im gleichen Maßstab: von ventral, von links, von kaudal und schräg von vorn oben – mit Umrissen, Herdnummern, einem 1-cm-Balken und einem Achsenkreuz. Die Tafel macht den Befund druckbar, ohne dass jemand eine 3D-Ansicht bedienen muss.

Word oder LibreOffice Writer

Ein Rechtsklick auf „Report“ wählt reihum HTML, Word oder LibreOffice Writer; nicht installierte Programme werden übersprungen, und die Wahl wird gemerkt. Die Beschriftung des Knopfs nennt die aktuelle Wahl.

- **Gleicher Aufbau:** Der Dokument-Befund enthält dieselben Daten und Texte wie der HTML-Befund, mit Verweisen, die per Strg+Klick zu den Abschnitten springen.
- **3D auf Seite 2:** Ein rotierendes 3D-Bild (GIF) und die Schlüsselbild-Tafel. Das GIF liegt zusätzlich als eigene Datei neben dem Befund.
- **PSA in Word:** Ein graues Formularfeld; PSA eintragen und Tab drücken – Word rechnet die PSA-Dichte mit eigenen Feldern aus, ganz ohne Makros. Geschützt ist nur der kleine Abschnitt mit diesem Feld; alles andere bleibt frei bearbeitbar.
- **LibreOffice Writer** zeigt das PSA-Feld, rechnet aber nicht mit.
- **Technischer Anhang** steht im Dokument immer offen auf einer eigenen Seite, mit „zurück zum Befund“ an jedem Abschnitt.

⚙ Was ausprobiert und verworfen wurde

Ein echtes 3D-Modell in Word und ein eingebettetes Paket mit der drehbaren Ansicht wurden erprobt – und verworfen, weil sie sich in der Bedienung nicht bewährt haben: Word dreht ein solches Modell nur über ein kleines Symbol, das eingebettete Paket öffnet sich erst nach Doppelklick und Rückfrage. Auch zuklappbare Überschriften wurden verworfen, weil zugeklappte Abschnitte nicht gedruckt werden. Interaktiv drehen können Sie deshalb im HTML-Befund und mit F7.

Wo der Befund landet

Jeder Befund wird im Ordner „Reports“ des Programmordners abgelegt, benannt nach dem Patientennamen aus den DICOM-Daten und dem Tag der Auswertung – etwa `Nachname_Vorname_2026-10-14.html`. Ein zweiter Befund am selben Tag bekommt den Zusatz _2, _3 und so weiter: Nichts wird überschrieben. Nach dem Speichern nennt eine Einblendung den Pfad. Die Lageangaben im Befund – basal, mittleres Drittel, apikal – folgen der echten Lage der Schichten im Raum, nicht ihrer Nummer.



Befunde tragen den Patientennamen und bleiben auch in der Testversion über die Sitzung hinaus im Ordner „Reports“ liegen. Schützen Sie diesen Ordner wie jede andere Ablage mit Patientendaten, und löschen Sie Befunde, die Sie nicht mehr brauchen (Kapitel 19).

KAPITEL 16

3D-Ansicht und Fusionsbiopsie-Simulation

In diesem Kapitel

- Prostata und Herde im Browser frei drehen
- Eine virtuelle Ultraschallsonde führen
- Zielwerte, Nadelweg und virtuelle Punktion lesen
- Die Grenzen der Simulation kennen

Der Befund sagt, *wo* ein Herd liegt; die Simulation zeigt, *wie* ihn die Nadel erreichen würde. Beides läuft im Browser, ohne Zusatzprogramme – aus der Anwendung heraus mit den Herden Ihrer Auswertung.

Die 3D-Ansicht

F7 – oder der Knopf „3D“ im Befund – öffnet eine eigenständige Seite im Browser. Sie zeigt den Schichtstapel der Prostata als zarte Flächen, getönt nach basalem, mittlerem und apikalem Drittel, beschriftet mit Basis und Apex, rechts und links, ventral und dorsal. Die Herde erscheinen als farbige Körper, aus den Konturen der einzelnen Schichten zu einem geschlossenen Volumen verbunden. Gezeigt werden genau die Herde, die in der Herdliste eingeblendet sind.

- **Ziehen** dreht das Ganze wie einen Ball in der Hand, in jede Richtung, ohne Grenze.
- **Mausrad** zoomt, Strg+Ziehen verschiebt.
- **Klick auf eine Beschriftung** dreht die Ansicht dorthin, etwa „ventral“.
- **Klick auf einen Herd** wählt ihn für die Punktion und dreht ihn nach vorn in die Bildmitte.

TECHNIK

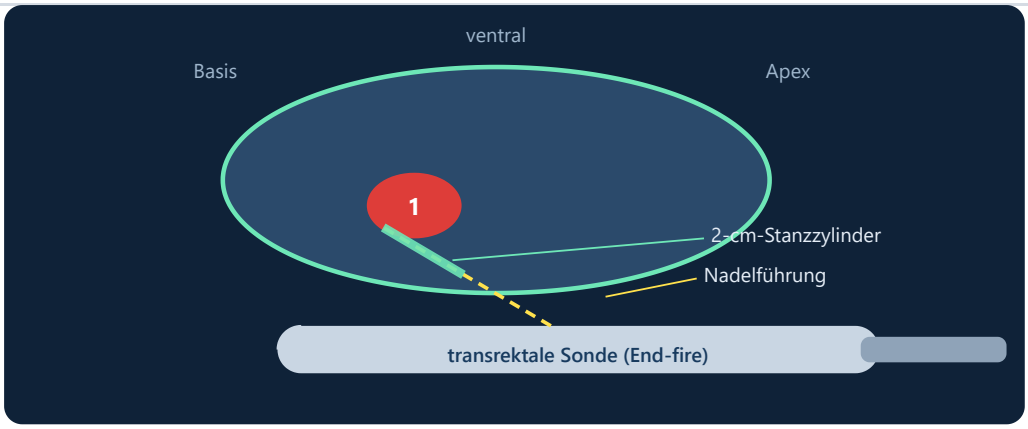
Gezeichnet wird mit der Grafikkarte über WebGL. Fehlt eine geeignete Grafikkarte oder wäre es dort langsamer, zeichnet die Seite automatisch auf dem herkömmlichen Weg. Beim ersten Einsatz misst sie beide Wege und nimmt den schnelleren.

Die Fusionsbiopsie-Simulation

T, der Fußknopf mit Würfel- und Ultraschall-Symbol oder der Knopf „3D US“ in der 3D-Ansicht öffnet die Simulation im Vollbild des Browsers. Sie überträgt die Herde aus dem MRT in die Geometrie des Ultraschalls, legt eine virtuelle Sonde an die Prostata und zeigt den Schnitt, wie er am Gerät erscheinen würde. Zwei gleich große Bildfelder stehen nebeneinander:

- **3D-Bildfeld:** Prostata, Herde mit Rangnummer und die Sonde als dreidimensionaler Körper samt Schallebene und Punktionslinie.
- **Ultraschall-Bildfeld:** der Sektor mit Kapsel, Herden, Zentimeterskala und Maßlinien – bei End-fire-Sonden die Längsebene, bei Side-fire- und Biplan-Sonden axial, sagittal oder beides.

Geführt wird die Sonde mit gedrückter Maustaste, in beiden Bildfeldern gleich: Entlang der Sondenachse ziehen schiebt sie vor oder zurück, quer dazu dreht sie – beides in einem Zug, wie bei der echten Untersuchung. Vier Tasten direkt auf dem Schallkopf bewegen in kleinen Schritten. Ein „Sweep“ fährt die Sonde automatisch von Apex zu Basis und zurück. Jedes Bedienelement erklärt sich beim Überfahren mit der Maus selbst.



Schema einer Längsebene wie im Ultraschall-Bildfeld der Simulation: Basis links, Apex rechts, Sonde unten, Nadelführung auf Herd 1. Eigene Skizze, keine Patientendaten, kein Herstellermodell.

Zielwerte statt Bauchgefühl

Wählen Sie einen Herd – über die Liste in der linken Seitenleiste, die Tabelle rechts oder einen Klick ins Bild –, richtet sich die Sonde so aus, dass die gepunktete Nadelführung durch die Mitte des Herdes läuft, und die Nadelspitze steht einen Zentimeter davor. Die rechte Seitenleiste zeigt je Herd die Zielwerte:

Zielwert	Bedeutung
Tiefe ab Apex, Einschub	wie weit die Sonde vom Apex aus vorgeschoben wird
Rotation, Uhrzeit	Drehung der Sonde ab der Mittellinie; Lage des Herdes als Uhrzeigerposition im Querschnitt
Abstand, Seite	Abstand des Herdes von der Sondenoberfläche; rechts oder links
Nadelweg	Strecke von der Nadelspitze bis zur Vorderkante des Herdes

„Punktion“ fährt den Schlitten zwei Zentimeter aus und wertet den virtuellen Stanzzylinder Millimeter für Millimeter aus. Die Fußzeile meldet das Ergebnis – zum Beispiel, wie viele Millimeter in der Prostata und wie viele im Herd lagen, oder „kein Herd getroffen“.

Sonden, Zugänge, Lagerung

Sonden von elf Herstellern. Die Herstellerliste – BK, Hitachi/Fujifilm, Philips, GE, Siemens, Canon, Esaote, Mindray, Samsung, Koelis und ExactVu – setzt Sondentyp und typische Winkel der Nadelführung; eigene Werte sind möglich. Es sind ungefähre Werte, keine Herstellerangaben: Gleichen Sie sie mit der Gebrauchsanweisung Ihrer Führung ab. Die Sonden sind eigene, stilisierte Modelle in herstellertypischen Proportionen – ohne Produktfotos und ohne Logos.

Transrektal oder transperineal. Transrektal läuft die Nadel durch die Führung an der Sonde in einem einstellbaren Winkel. Transperineal bleibt die Sonde im Rektum, die Nadel tritt am Damm ein und läuft parallel zur Sondenachse – wie mit einem Stepper und einem Raster von 5 mm. Statt des Winkels stellen Sie dann die Nadelhöhe ein. Die Nadel steht dabei fest im Raum; verlässt die Bildebene die Nadel, erscheint sie blass, und die Fußzeile meldet „Nadel außerhalb der Bildebene“.

Der Lagerungswechsel zählt. Das MRT entsteht in Rückenlage, die Biopsie in Steinschnitt- oder Seitenlage, und der Druck der Sonde verformt die Drüse. Die Simulation bewegt die Prostata deshalb starr um ihre Mitte – Kippung, Seitneigung, Verlagerung, Kompression –, und Bilder und Zielwerte folgen der gewählten Lage:

Lage	Kippung	seitlich	Kompression
Rückenlage (MRT)	0°	0 mm	keine
Steinschnittlage	10°	0 mm	ein Zehntel
Linke / rechte Seitenlage	8°	3 mm zur Liegeseite	knapp ein Zehntel

Näherungswerte aus der Literatur zur MR/TRUS-Fusion, keine Patientenmessung – alle Werte lassen sich anpassen.

! Eine Orientierungshilfe, kein Navigationssystem

Die Simulation ist schematisch: Die Sondenlage wird aus der Kontur geschätzt, das Gewebe verformt sich nicht, es gibt keine Bildregistrierung und kein echtes Ultraschallsignal. Sie ersetzt kein Fusionsbiopsie-System. Punktiert wird am zugelassenen Gerät, nach dessen Bildern und dessen Gebrauchsanweisung.

Wofür die Simulation gut ist

- **Erreichbarkeit vorab klären:** Man sieht am Modell, ob ein Herd mit einem bestimmten Ultraschallgerät und seiner Nadelführung erreichbar wäre – herstellerübergreifend, auch ohne Fusionsgerät.
- **Lehre und Einschulung:** Sondenführung, Wahl der Ebene, transrektaler und transperinealer Zugang und die Punktion lassen sich beliebig oft üben – mit derselben Herdnummerierung wie im Befund.
- **Verständigung:** Radiologie und Urologie sehen dasselbe Bild und dieselben Zahlen.

TIPP

Die Simulation lässt sich ohne Installation ausprobieren: Die Pilotseite auf deepnet.at startet sie im Browser mit synthetischen Testdaten – drei fiktive Herde, kein Patientenbezug. Aus der Anwendung heraus öffnet sich dieselbe Simulation mit den Herden Ihres Befunds.

VII

TEIL VII

Installation, Freischaltung, Datenschutz

Der praktische Teil: wie Sie die Demo bekommen, sicher installieren und mit zwei Schlüsseln freischalten – und was dabei den Rechner verlässt. Denn die Auswertung läuft offline, aber ganz ohne Internet geht es an drei Stellen nicht.

Kapitel 17 Demo anfordern und installieren

Kapitel 18 Freischalten mit zwei Schlüsseln

Kapitel 19 Datenschutz: Auswertung offline

KAPITEL 17

Demo anfordern und installieren

In diesem Kapitel

- Die Testversion persönlich anfordern
- Die Datei vor dem Start prüfen
- Den Installer Schritt für Schritt bedienen

Die Demo anfordern

Die Testversion OPEN liegt nicht zum offenen Herunterladen bereit, sondern wird persönlich freigegeben. Das Formular steht auf der Pilotseite:

1. **Formular abschicken.** Name und E-Mail-Adresse, freiwillig Einrichtung oder Fachgebiet und wofür Sie die Demo ansehen möchten. Sie bestätigen, dass Sie die Software auf einem privaten Rechner und ausschließlich zu Test- und Forschungszwecken erproben und wissen, dass sie kein Medizinprodukt ist.
2. **Adresse bestätigen.** Sie bekommen eine E-Mail mit einem Bestätigungslink, der 48 Stunden gilt. Ohne Bestätigung wird Ihr Eintrag nach wenigen Tagen automatisch gelöscht.
3. **Herunterladen.** Der Link führt direkt zum Download. Er ist persönlich, gilt 14 Tage und lässt sich jederzeit zurückziehen. Dieselbe Nachricht enthält die Prüfsumme der Datei.

Wer kein Formular mag, kann die Demo auch formlos per E-Mail anfragen. Abgegeben wird die Testversion laut Nutzungsbedingungen an Unternehmer, Freiberufler sowie Forschungs- und Bildungseinrichtungen, nicht an Verbraucher.

Vor dem Start: die Prüfsumme

Die Installationsdateien sind nicht digital signiert; ein Zertifikat dafür ist für den Piloten nicht vorgesehen. Windows SmartScreen meldet die Datei deshalb als unbekannt. Prüfen Sie stattdessen die SHA-256-Prüfsumme: In der PowerShell ermittelt

```
Get-FileHash .\Prostate_Commander_Open.exe -Algorithm SHA256
```

den Wert Ihrer Datei. Er muss mit dem Wert in der E-Mail bzw. auf der Pilotseite übereinstimmen. Stimmt er nicht, führen Sie die Datei nicht aus.

ACHTUNG

Installieren Sie nur die Datei, die Sie direkt vom Lizenzgeber erhalten haben – und erproben Sie sie, wie die Pilotseite bittet, auf einem privaten Rechner mit offenem Internetzugang, nicht im Klinik- oder Firmennetz.

Installation in sechs Schritten

1. **Installer starten.** Ein Doppelklick auf `Prostate_Commander_Open.exe` entpackt die Datei in einen temporären Ordner und öffnet sofort den Installer; alternativ das ZIP-Paket entpacken und den Installer darin starten. Adminrechte sind nicht nötig. Die Sprache lässt sich oben rechts umschalten.
2. **Nutzungsbedingungen bestätigen.** Der Installer zeigt den geltenden Text. Erst der Haken, dass Sie ihn gelesen haben und ohne Einschränkung akzeptieren, gibt die Installation frei. Der Text wird in den Installationsordner geschrieben.
3. **Ordner und Optionen wählen.** Standard ist `C:\Prostate Commander`; ein kurzer Pfad ist ratsam, weil die KI-Umgebung tief verschachtelte Dateien anlegt. Verknüpfungen auf dem Desktop und im Startmenü sind schlichte Verknüpfungsdateien. Die KI-Umgebung (ab Werk an) braucht 2 bis 3 GB im Installationsordner. Als KI-Version wählen Sie „GPU“, wenn eine NVIDIA-Karte erkannt wurde, sonst „nur CPU“. Jede Option erklärt sich beim Zeigen mit der Maus.

4. **„Installation starten“.** Eine Schrittliste zeigt den Fortschritt: Programmdateien kopieren, Lizenztexte und Verknüpfungen, KI-Python bereitstellen, KI-Bibliotheken installieren, Vorbereitung mit Selbsttest und erstem KI-Lauf, Abschluss. Das Protokoll ist aufklappbar.
5. **Programm starten.** Direkt mit „Programm starten“ oder später über die Desktop-Verknüpfung „Prostate Commander Open 1.0“.
6. **Freischalten.** Beim ersten Start verlangt das Programm einen Freischaltschlüssel für Ihren Rechner – das nächste Kapitel zeigt, wie das geht.

✓ TIPP

Die Wahl zwischen Grafikkarte und Prozessor ist nicht endgültig: Ein erneutes Ausführen des Installers ändert sie. Arbeitsordner, KI-Umgebung und Einstellungen bleiben beim Ersetzen einer Installation erhalten.

▣ Was der Installer tut – und was nicht

- Er braucht keine Adminrechte und schreibt keine Einträge in die Registrierung oder die Umgebungsvariablen; alles liegt im gewählten Ordner.
- Er richtet die KI-Umgebung als eigenes Python im Installationsordner ein – passend zum Grafiktreiber oder als reine Prozessor-Version. Die Bibliotheken dafür lädt er aus dem Internet; sie sind nicht Teil der Lieferung und stehen unter den Lizenzen ihrer Anbieter.
- Er legt zwei kleine, signierte Markendateien in rechnerweiten Ordnern ab. Sie sorgen dafür, dass das Programm je Rechner nur einmal installiert wird und der Berechnungszähler eine Neuinstallation überlebt.
- Ohne KI-Umgebung fehlen die KI-Funktionen – Kontur, Zonenkarte, KI-Herdsuche und Superauflösung. Konturen zeichnen Sie dann von Hand, und die Herde kommen allein aus den Regeln.

Und die Vollversion?

Die Vollversion geht an Partner unter einer Lizenzvereinbarung; die Bedingungen der Überlassung werden gesondert vereinbart. Installation und Freischaltung laufen nach demselben Prinzip. Das Ziel ist ausdrücklich die Zusammenarbeit – für die Weiterentwicklung des Programms und für neue Projekte (Kapitel 20).

KAPITEL 18

Freischalten mit zwei Schlüsseln

In diesem Kapitel

- Das Zwei-Schlüssel-Prinzip verstehen
- Den Rechner beim ersten Start freischalten
- Verlängern, Zähler zurücksetzen, neu installieren
- Wissen, was dabei übertragen wird

Prostate Commander braucht kein Konto und keine Anmeldung. Trotzdem muss jeder Rechner einmal freigeschaltet werden – damit die Testversion bei denen bleibt, die sie angefordert haben, und damit Zähler und Fristen nicht beliebig umgangen werden. Das geschieht nach dem *Zwei-Schlüssel-Prinzip*.

Das Prinzip

Ihr Programm erzeugt eine kleine *Markendatei* mit einem *Anforderungscode*. Der Code enthält den Zweck der Freischaltung, einen aus der Kennung Ihres Rechners abgeleiteten Wert und eine laufende Nummer. Der Lizenzgeber signiert daraus mit seinem privaten Schlüssel einen *Freischaltschlüssel*. Ihr Programm prüft diese Signatur mit einem

eingebauten öffentlichen Schlüssel – ohne Internetverbindung, ohne Konto. Weil die laufende Nummer danach weiterzählt, gilt jeder Schlüssel genau einmal auf genau einem Rechner.



Das Verfahren ist eine digitale Signatur nach RSA: Signieren kann nur, wer den privaten Schlüssel hat; prüfen kann jeder mit dem öffentlichen. Ein abgeschriebener oder auf einem anderen Rechner verwendeter Schlüssel passt deshalb nicht.

Der erste Start

Solange der Rechner nicht freigeschaltet ist, lädt das Programm keine Untersuchung. Der Eingangsschirm zeigt „Freischaltung erforderlich“ und den Anforderungscode.

1. **Dialog öffnen.** Ein Klick auf diese Karte, auf „Daten“ oder ein hineingezogener Ordner öffnet den Freischaltdialog.
2. **Markendatei senden.** Prüfen Sie die vorgeschlagene E-Mail-Adresse – dorthin kommt der Schlüssel – und klicken Sie „Markendatei senden“. Die Datei geht automatisch an den Lizenzgeber. Klappt das nicht, öffnet sich Ihr Mailprogramm mit der Datei als Anhang; notfalls geht es von Hand über „E-Mail vorbereiten“ und „Markendatei anzeigen“.
3. **Schlüssel einfügen.** Den Freischaltschlüssel, den Sie per E-Mail erhalten, in das Feld einfügen (oder „Schlüssel aus Datei …“) und OK. Die Meldung „Programm freigeschaltet“ bestätigt es – ab jetzt lassen sich Untersuchungen laden.



Sie dürfen die ganze E-Mail mit dem Schlüssel einfügen – das Programm löst den Schlüssel selbst heraus.

Drei Monate – und dann?

Die Freischaltung der Testversion gilt drei Monate. Vierzehn Tage vor Ablauf weist das Programm darauf hin; danach zeigt der Eingangsschirm „Freischaltung abgelaufen“. Verlängert wird genauso wie beim ersten Mal: Markendatei senden, neuen Schlüssel einfügen. Bereits ausgewertete Untersuchungen und alle Einstellungen bleiben unberührt. Einen Anspruch auf Verlängerung geben die Nutzungsbedingungen allerdings nicht.

30 Berechnungen und eine erneute Installation

Jede PIRADS-Berechnung zählt einen von 30 Läufen herunter – sichtbar am Eingangsschirm und in der Statuszeile. Steht der Zähler auf null, zeigt es der Eingangsschirm deutlich an, und es wird nicht mehr gerechnet. Der Zähler ist an den Rechner gebunden: Eine Neuinstallation, in welchen Ordner auch immer, setzt ihn nicht zurück.

Zurückgesetzt wird er nach demselben Prinzip: Am Eingangsschirm, ohne geladene Untersuchung, öffnet ein Klick auf die Zeile „Freischaltung: Anforderungscode …“ – oder Strg + Umschalt + R – denselben Dialog. Markendatei senden, Schlüssel einfügen, und der Zähler steht wieder auf 30. Ebenso beim Installer: Meldet er „Bereits installiert“, gibt ein Freischaltschlüssel die erneute Installation frei.

Wenn ein Schlüssel abgelehnt wird

Der Dialog nennt den Grund. Die häufigsten:

- Statt des Schlüssels wurde der Anforderungscode eingefügt.
- Was eingefügt wurde, hat nicht die Form eines Schlüssels.
- Der Schlüssel wurde schon verwendet – er passt zu einem früheren Stand.
- Er gilt für einen anderen Zweck (Programm, Installation oder PIRADS-Berechnungen).
- Er wurde für einen anderen Rechner ausgestellt oder beim Kopieren verändert.

Der Anforderungscode am Eingangsschirm nennt immer den aktuellen Stand, und der Schlüssel passt nur zu genau diesem Code.

▣ Was beim Senden übertragen wird

Beim Senden aus dem Programm gehen an die Website des Lizenzgebers: Ihre E-Mail-Adresse (als Antwortadresse, von Ihnen im Dialog bestätigt), der Anforderungscode, der Zweck der Freischaltung, die Sprache, der Windows-Rechnername und die Markendatei. Der Server sieht dabei Ihre IP-Adresse. Die Markendatei enthält nur Verwaltungsangaben – Zweck, einen aus der Rechnerkennung abgeleiteten Wert, Zählerstand, je nach Fall Zeitpunkt, Ablaufdatum und Prüfsignatur, bei einer Verlängerung den bisherigen Schlüssel. Keine Bilddaten, keine Patientendaten. Die Angaben gehen per E-Mail an den Lizenzgeber und werden aufbewahrt, solange die Freischaltung nachvollziehbar sein muss.

Ohne Übermittlung geht es auch: Sie können den Anforderungscode selbst kopieren und formlos per E-Mail schicken – dann erhält der Lizenzgeber nur, was in Ihrer E-Mail steht. Einzelheiten: Datenschutzerklärung auf deepnet.at, Abschnitt 5.

! ACHTUNG

Die Nutzungsbedingungen untersagen jede Umgehung oder Veränderung des Berechnungszählers und anderer technischer Schutzmaßnahmen. Bei einem Verstoß erlischt das Nutzungsrecht sofort.

KAPITEL 19

Datenschutz: Auswertung offline

In diesem Kapitel

- Sehen, was den Rechner nie verlässt
- Die drei Anlässe kennen, zu denen das Programm ins Internet geht
- Wissen, was auf dem Rechner bleibt – und wer dafür verantwortlich ist

Die kurze Antwort zuerst: Die Auswertung arbeitet offline. Keine Cloud, keine Telemetrie, Bilddaten verlassen den Rechner nie. Die Lizenztexte sagen es nüchtern: Die Software arbeitet lokal und überträgt keine Daten an den Anbieter. Die lange Antwort steht in diesem Kapitel – denn „offline“ heißt nicht „ohne jede Verbindung“, und „lokal“ heißt nicht „ohne Verantwortung“.

Datenfluss auf einen Blick

Anlass	Was übertragen wird	Wohin
Demo anfordern	Name, E-Mail-Adresse, freiwillige Angaben; dazu Zeitpunkt und IP-Adresse von Anforderung und Bestätigung, Browserkennung, Zeitpunkt und Zahl der Abrufe	Webserver von deepnet.at
Installation	Abruf der KI-Bibliotheken	Bezugsquellen dieser Bibliotheken
Erster KI-Einsatz	Abruf von Modellgewichten (laut Hilfe: prostate158 von Zenodo, Anzeige-Netze von GitHub)	diese Plattformen
Freischaltung	E-Mail-Adresse, Anforderungscode, Zweck, Sprache, Windows-Rechnername, Markendatei; der Server sieht die IP-Adresse	Webserver von deepnet.at, weiter per E-Mail an den Lizenzgeber
Auswertung	nichts	–

Grundlage: Datenschutzerklärung auf deepnet.at (Abschnitte 4 und 5, Stand 14. 10. 2026), Pilotseite und Programmhilfe. Klicken Sie im Programm auf das Programmsymbol oder im Befund auf „Kontakt“, öffnet sich zusätzlich die Website im Browser – nur auf Ihren Klick.

Was auf dem Rechner bleibt

In der **Testversion OPEN** werden die Sitzungsdaten – importierte Bilder, Konturen und Zwischenergebnisse – beim Programmende, beim nächsten Start und vor jedem neuen Import restlos gelöscht. Über die Sitzung hinaus bleiben im Programmordner:

- im Ordner **„daten“**: Einstellungen, Protokolle, Korrekturen, ein Fall-Register mit Kennzahlen je Auswertung (ohne Bilddaten), Ihre Urteile samt korrigierten Herdumrissen und die namenlosen Lernbeispiele,
- im Ordner **„Reports“**: die erzeugten Befunde – mit Patientenname und Datum.

Die **Vollversion** bewahrt darüber hinaus ihren Datenbestand auf: Untersuchungen, Konturen und Ergebnisse, auf Wunsch auch Sicherungen.

ACHTUNG

Befunde, Fall-Register und Protokolle können Patientennamen und Untersuchungsangaben enthalten. Behandeln Sie den Programmordner wie jede andere Ablage mit Patientendaten: Zugriff schützen, nicht Benötigtes löschen, nichts unbereinigt weitergeben.

Namenlos ist nicht automatisch anonym

Lernbeispiele enthalten keine Namen und keine DICOM-Kopfdaten; ihr Dateiname ist eine aus der Untersuchungskennung abgeleitete Prüfzahl. Das ist datensparsam. Ob ein Bildausschnitt einer Prostata im Rechtssinn anonym ist, ist aber eine eigene Frage, die dieses Buch nicht beantworten kann. Behandeln Sie die Lernablage im Zweifel wie Patientendaten.

Wer verantwortlich ist

Beide Lizenztexte sind hier eindeutig: Verantwortlicher im Sinne der Datenschutz-Grundverordnung für alle verarbeiteten Patientendaten ist allein, wer das Programm nutzt – einschließlich Berichten, Exporten, Sicherungen, Zugriffsschutz und Löschung. Dem Anbieter werden keine personenbezogenen Patientendaten übermittelt, auch nicht für Anfragen und Unterstützung; Protokolle und Bildschirmfotos sind vorher zu prüfen und zu bereinigen.

TIPP

Der einfachste Datenschutz ist, gar keine Patientendaten zu verwenden: Für das Kennenlernen genügen die öffentlichen Fälle aus PROSTATEx. Sie sind anonymisiert und unter CC BY 3.0 frei nutzbar – mit Namensnennung (Kapitel 21).

▣ Und die Website?

Die Website deepnet.at setzt nach ihrer Datenschutzerklärung keine Cookies, bindet keine Schriften, Karten oder Skripte Dritter ein und verwendet kein Tracking. Seitenaufrufe werden rein anonym gezählt – welche Seite an welchem Tag wie oft aufgerufen wurde, ohne IP-Adresse und ohne Wiedererkennen. Die Fusionsbiopsie-Simulation auf der Pilotseite arbeitet nur mit synthetischen Testdaten.

VIII

TEIL VIII

Hintergründe: Recht, Quellen, Entstehung

Was darf man mit Prostate Commander – und was nicht? Auf wessen Schultern steht das Programm? Und wie baut ein Radiologe mit einem KI-Programmierassistenten in zwei Wochen eine vollständige Fachanwendung? Dieser Teil liefert die Hintergründe.

Kapitel 20 Rechtsstatus: kein Medizinprodukt

Kapitel 21 Quellen, Daten und Lizenzen

Kapitel 22 Wie Prostate Commander entstanden ist

KAPITEL 20

Rechtsstatus: kein Medizinprodukt

In diesem Kapitel

- Den Rechtsstatus im Wortlaut kennen
- Verstehen, was einem klinischen Einsatz fehlt
- Die Kernpunkte von Lizenzvereinbarung und Nutzungsbedingungen überblicken

Die Pilotseite beginnt die Beschreibung des Programms mit einem Hinweis auf seinen rechtlichen Status, nicht mit seinen Funktionen. Das ist Absicht. Hier steht er im Wortlaut:

> *Kein Medizinprodukt: Keine CE-Kennzeichnung nach Verordnung (EU) 2017/745, keine FDA-Zulassung. Deshalb kein Einsatz in der Krankenversorgung, keine Diagnose, keine Therapie- oder Biopsieentscheidung und keine Abgabe zur klinischen Nutzung – auch nicht unentgeltlich. Kein Ersatz für ein Fusionsbiopsie-System: punktiert wird am zugelassenen Gerät.*
>
> Pilotseite deepnet.at, Abschnitt „Rechtlicher Status", Stand 14. Oktober 2026

Ein Entwicklungsnachweis

Aufgabenstellung, Datenlage und Arbeitsschritte sind echt und stammen aus der Prostata-MRT-Befundung. Die Anwendung rechnet vollständig, erzeugt Befunde und läuft stabil. Rechtlich ist sie trotzdem ein *Entwicklungsnachweis*: Für die Anwendung am Patienten fehlt die Konformitätsbewertung. Die Lizenztexte nennen das Programm ein Forschungs- und Entwicklungswerkzeug und jede seiner Ausgaben einen technischen Vorschlag ohne medizinische Aussagekraft.

Was für einen klinischen Einsatz nötig wäre

Wer eine solche Software in der Versorgung einsetzen will, braucht deutlich mehr als funktionierenden Code. Die Pilotseite zählt auf:

- eine **Zweckbestimmung**, die festlegt, wofür das Produkt gedacht ist,
- **Risikomanagement** nach ISO 14971,
- einen geregelten **Software-Lebenszyklus** nach IEC 62304,
- eine **klinische Bewertung**,
- ein **Qualitätsmanagement** nach ISO 13485
- und eine **Konformitätsbewertung mit einer benannten Stelle** – nach Regel 11 der europäischen Medizinprodukteverordnung (*MDR*), der Klassifizierungsregel für Software, realistisch in Klasse IIa.

Diesen Weg möchte der Entwickler gern gemeinsam mit einem Partner gehen, der ihn beschreiten will. Bis dahin bleibt es beim Entwicklungsnachweis.

MERKEN

Erproben ja, Patientenversorgung nein. Forschung, Lehre und Erprobung mit geeigneten Daten sind der Zweck. Diagnostik, Therapieentscheidung und Patientenversorgung sind ausgeschlossen – in beiden Editionen.

Die Lizenzvereinbarung der Vollversion – Kernpunkte

Punkt	Inhalt in eigenen Worten
Zweck	Forschungs- und Entwicklungswerkzeug; kein Medizinprodukt; jede Ausgabe ein technischer Vorschlag. Der Lizenznehmer prüft jedes Ergebnis selbst und stellt sicher, dass die Nutzung in seinem Umfeld zulässig ist – insbesondere nach Medizinprodukte-, Berufs- und Datenschutzrecht.

Punkt	Inhalt in eigenen Worten
Umfang	einfaches, nicht übertragbares Nutzungsrecht für die Versionsreihe 1.x auf einem Arbeitsplatz; eine Sicherungskopie. Untersagt sind Weitergabe, Vermietung, Nutzung für Dritte als Dienstleistung, Rückübersetzung des Codes und das Umgehen von Schutzmaßnahmen.
Eigene Modelle	Mit der Software nachgelernte Modelle stehen dem Lizenznehmer zu; er verantwortet die dafür verwendeten Daten und die Bedingungen der zugrunde liegenden Fremdmodelle.
Überlassung	Gegenleistung und Umfang werden gesondert vereinbart; Ziel ist die Zusammenarbeit mit Partnern.
Gewähr und Haftung	Überlassung „wie besehen"; keine Haftung für leichte Fahrlässigkeit außer bei Personenschäden, keine Haftung für Schäden aus medizinischen Entscheidungen, die auf Ausgaben der Software gestützt wurden, soweit gesetzlich zulässig.
Daten	Die Software arbeitet lokal; der Lizenznehmer ist allein Verantwortlicher im Sinne der DSGVO.
Wer und wo	nur an Unternehmer, Freiberufler sowie Forschungs- und Bildungseinrichtungen, nicht an Verbraucher; keine Überlassung für die Krankenversorgung vor einer Konformitätsbewertung. Österreichisches Recht; die deutsche Fassung ist maßgeblich.

Die Nutzungsbedingungen der Testversion – Kernpunkte

- **Kostenlos und nur zur Erprobung**, begrenzt auf 30 PIRADS-Berechnungen; die Freischaltung gilt drei Monate. Einen Anspruch auf Bereitstellung, Verlängerung, Aktualisierung oder Unterstützung gibt es nicht.
- **Kein Medizinprodukt**; jede Ausgabe ein technischer Vorschlag ohne medizinische Aussagekraft. Die Nutzung für Diagnostik, Therapieentscheidung oder Patientenversorgung ist untersagt.
- **Untersagt** sind unter anderem Weitergabe, Rückübersetzung und jede Umgehung des Berechnungszählers. „OPEN" begründet keine Open-Source-Lizenz.
- **Wie besehen**, Haftung für leichte Fahrlässigkeit ausgeschlossen (außer Personenschäden).
- **Lokal:** keine Datenübertragung an den Anbieter; der Nutzer ist Verantwortlicher für alle Patientendaten.



Diese Übersicht ist eine Zusammenfassung in eigenen Worten, keine Rechtsberatung. Maßgeblich sind die Volltexte. Sie liegen jeder Installation bei, stehen in der Programmhilfe (F1) und auf deepnet.at unter „Lizenztexte".

KAPITEL 21

Quellen, Daten und Lizenzen

In diesem Kapitel

- Die öffentlichen Daten und Modelle kennenlernen, auf denen das Programm aufbaut
- Ihre Lizenzen und Pflichtangaben kennen
- Wissen, wo die Liste aller Fremdkomponenten steht

Prostate Commander steht auf den Schultern anderer: öffentlicher Datensätze, frei verfügbarer Modelle und offener Software. Viele davon stehen unter Lizenzen, die eine Namensnennung verlangen. Das Programm nennt sie deshalb in der Hilfe, im Befund, auf der Website und im Erklärvideo – und dieses Buch tut es hier.

PROSTATEx – die Lerndaten

PROSTATEx ist ein öffentlicher Datensatz multiparametrischer Prostata-MRTs, bereitgestellt über The Cancer Imaging Archive (TCIA). Die Daten sind anonymisiert und stehen unter der Lizenz CC BY 3.0. Das eigene Drüsennetz und das eigene Herdnetz wurden an diesen Daten gelernt; der Fall im Erklärvideo stammt aus ihrem Testteil.

Litjens G, Debats O, Barentsz J, Karssemeijer N, Huisman H. SPIE-AAPM-NCI PROSTATEx Challenges. The Cancer Imaging Archive. DOI 10.7937/K9TCIA.2017.MURS5CL – CC BY 3.0.

Die Referenzumrandungen von Cuocolo et al.

Damit ein Netz lernen kann, braucht es Vorlagen: Umrandungen von Drüse, Zonen und Herden, die Fachleute gezeichnet haben. Für PROSTATEx hat eine Arbeitsgruppe um R. Cuocolo solche Umrandungen samt Qualitätskontrolle veröffentlicht, unter CC BY 4.0. Einzelne Umrandungen, die bei der Durchsicht als fehlerhaft beurteilt wurden, sind von jedem Training ausgeschlossen.

Cuocolo R, Stanzione A, Castaldo A et al. Quality control and whole-gland, zonal and lesion annotations for the PROSTATEx challenge public dataset. Eur J Radiol 2021;138:109647 – CC BY 4.0.

prostate158 – das Konturmodell

Die erste KI-Kontur stammt aus den frei verfügbaren „Models for Prostate158“ von Keno Bressem (Charité – Universitätsmedizin Berlin), veröffentlicht unter CC BY 4.0. Die Gewichte sind nicht Gegenstand der Lizenzvereinbarung von Prostate Commander; sie werden beim ersten KI-Aufruf geladen und stehen Ihnen unter CC BY 4.0 zur Verfügung – deren Bedingungen halten Sie ein. Nachgelernt wird ausschließlich das eigene Drüsennetz, nie das prostate158-Modell.

Models for Prostate158, doi:10.5281/zenodo.6397057 – CC BY 4.0. Adams LC, Makowski MR, Engel G et al. Prostate158 – An expert-annotated 3T MRI dataset and algorithm for prostate cancer detection. Comput Biol Med 2022;148:105817.

PI-RADS v2.1 – die Referenz der Einstufung

Grundlage jeder Kategorie ist das Dokument PI-RADS v2.1 des American College of Radiology, beschrieben auch bei Turkbey et al. 2019. Die festen Schwellen des Programms sind eine eigene Operationalisierung und stehen so nicht im ACR-Dokument (Kapitel 10).

Bausteine im Überblick

Baustein	Herkunft	Lizenz	Verwendung
PROSTATEx	Litjens et al., TCIA	CC BY 3.0	Lerndaten der eigenen Netze, Fall im Video
Referenzumrandungen	Cuocolo et al. 2021	CC BY 4.0	Lernvorlagen für Drüse, Zonen, Herde
Models for Prostate158	Bressem, Charité; Adams et al. 2022	CC BY 4.0	erste KI-Kontur und Zonen
Drüsen- und Herdnetz	eigene Netze	–	Kontur verfeinern, Herde vorschlagen
Real-ESRGAN	Wang et al., Tencent ARC Lab	BSD-3-Clause	Superauflösung, nur Anzeige
RIFE	Huang et al.	MIT	Zwischenbilder, nur Anzeige
PyTorch, MONAI	offene KI-Bibliotheken	eigene Lizenzen	optionale KI-Umgebung
Python, OpenCV, NumPy, SciPy, pydicom, Pillow u. a.	offene Software	eigene Lizenzen	Programm, DICOM, Bildverarbeitung

Die vollständige Liste aller Fremdkomponenten mit ihren Lizenztexten steht in der Datei `Drittanbieter-Lizenzen.txt` jeder Installation. Für die jeweilige Komponente gehen diese Lizenzen der Lizenzvereinbarung vor.

Das Erklärvideo

Auch das Video nennt seine Quellen im Abspann: den PROSTATEx-Fall, das Konturmodell, die Referenzumrandungen und den PI-RADS-Bezug. Die Sprecherin ist eine synthetische Stimme, lokal erzeugt – in der deutschen Fassung mit Chatterbox (Resemble AI, MIT-Lizenz) und einer frei lizenzierten Stimmvorlage (CC0), in der englischen mit Piper (MIT) und einer gemeinfreien Stimme.

MERKEN

Ohne öffentliche Daten und offene Modelle gäbe es diesen Piloten nicht. Die Namensnennung ist deshalb keine Pflichtübung, sondern Dank – und eine Bedingung der Lizenzen, die auch für Sie gilt, wenn Sie Bilder aus PROSTATEx zeigen.

KAPITEL 22

Wie Prostate Commander entstanden ist

In diesem Kapitel

- Erfahren, was „hybride Entwicklung“ konkret heißt
- Die Grundsätze kennen, die sich durch das Programm ziehen
- Die Grenzen und den Ausblick nüchtern einordnen

Prostate Commander ist in zwei Wochen „from scratch“ entstanden – geschrieben in Python von einem Fachexperten mit dem agentischen Programmierassistenten Claude Code (Anthropic). Seither ist er um eigene, lernende KI erweitert worden: das Drüsennetz, die KI-Herdsuche, die ärztliche Korrektur mit Lernablage und Nachlernen, den HTML-Befund und die frei kippbaren Ebenen.

Was „hybride Entwicklung“ heißt

Hybride Entwicklung ist die Arbeitsweise hinter deepnet.at: Mensch und *agentische KI* bauen gemeinsam Software. Agentisch heißt, dass die KI nicht nur Fragen beantwortet, sondern selbstständig Arbeitsschritte ausführt – Dateien lesen, Code schreiben, Tests laufen lassen, Dokumente erzeugen. Die Rollen sind klar verteilt:

Der Fachexperte	Der KI-Programmierassistent
legt fest, was das Programm können muss	schlägt vor, wie es sich umsetzen lässt
entscheidet, wann ein Ergebnis fachlich stimmt	schreibt Code, Tests und Dokumentation
prüft am echten Programm, verwirft, was sich nicht bewährt	baut um, misst nach, hält die Regeln fest

Ein Beispiel dafür sind die PI-RADS-Regeln: Zuerst wurde radiologisch festgelegt, *was* einen verdächtigen Herd ausmacht; dann wurde im Dialog übersetzt, *wie* sich das in berechenbare Schwellen fassen lässt (Kapitel 10). Werkzeuge zur Regressionsprüfung sichern seither, dass Änderungen an der Herdsuche die gezeigten Herde der Referenzfälle nicht unbemerkt verändern; Ende-zu-Ende-Tests steuern das Programm wie ein Mensch und werten Protokoll und Bildschirmabzüge aus.

Vier Grundsätze

Die technische Dokumentation fasst die Entwurfsentscheidungen in vier Grundsätzen zusammen. Sie ziehen sich durch dieses ganze Buch:

1. **Messwerte bleiben unangetastet.** ADC aus gemessenen b-Werten, ohne Filter, nächster Nachbar statt Interpolation, Gegenprobe mit der Hersteller-ADC mit Warnung statt Korrektur.
2. **Regeln für die Einstufung.** Netze schlagen vor und verfeinern, bestimmen aber nicht die PI-RADS-Kategorie; jede Entscheidung ist im Hinweis nachlesbar.
3. **Anzeige und Rechnung sind getrennt.** Superauflösung, Zwischenbilder und gekippte Ebenen dienen nur dem Auge.
4. **Der Arzt bleibt die Autorität.** Die Kontur des Nutzers geht der KI vor, Urteile wirken sofort, und ein Nachlernen wird nur nach bestandener Prüfung übernommen.

Mehr als Code

Zum Lieferumfang eines solchen Projekts gehört mehr als ein Programm: Tests, eine Hilfe in zwei Sprachen, Befundvorlagen, ein Installer ohne Systemeinträge, Lizenztexte, eine technische Dokumentation, ein Positionspapier, ein Erklärvideo und eine Website – alles im selben Prozess entstanden. Und es gehört dazu, Dinge zu verwerfen, die sich nicht bewähren: das 3D-Modell in Word etwa (Kapitel 15). Aus derselben Arbeitsweise sind inzwischen auch der RAD Reporter für die radiologische Befundung und der IUCOM Reporter für rechtliche Voranalysen entstanden.

Grenzen – nüchtern betrachtet

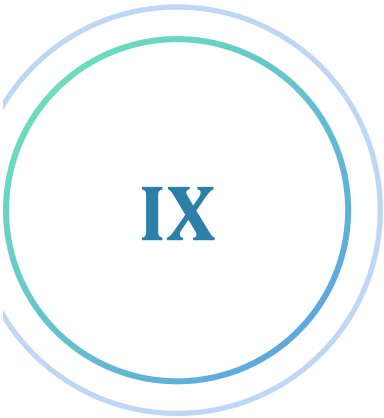
Die technische Dokumentation benennt die Grenzen offen, und ich übernehme sie hier:

- Die regelbasierte Herdsuche ist an Erprobungsfällen abgestimmt und **nicht klinisch validiert**; ihre Schwellen sind aus Regelwerk und Beispielfällen abgeleitet.
- Die eigenen Netze wurden an **einem** öffentlichen Datensatz gelernt – ein Hersteller, 3 Tesla, b-Werte bis 800 s/mm². Die Übertragbarkeit auf andere Geräte, Protokolle und höhere b-Werte ist nicht geprüft.
- Die Ausrichtung von Diffusion und T2 ist starr; Verformungen werden nicht modelliert.
- Die gekippten Ebenen sind experimentell; mit der Quelle „Original“ zeigt jede Ebene nur die Auflösung ihrer eigenen Serie.
- Die Simulation bildet die Lageänderung nur starr mit Literaturwerten ab und erzeugt kein echtes Ultraschallsignal.

Denkbar wären eine verformbare Registrierung von MRT und Ultraschall, eine systematische Prüfung gegen feingewebliche Ergebnisse, ein Nachlernen aus der Programmoberfläche und systematische Biopsieschemata in der Simulation. Die Dokumentation sagt ausdrücklich: Diese Punkte sind nicht Teil des Pilotprojekts.

▣ Übertragbar auf Ihr Fachgebiet

Die Pilotseite zieht drei Schlüsse: dieselbe Methode – Fachwissen wird im Gespräch in Software übersetzt; derselbe Lieferumfang – von den Tests bis zur Website; derselbe Zeitrahmen – erste lauffähige Teilstände in Tagen, eine vollständige Fachanwendung in Wochen. Der Pilot brauchte zwei. Wer ein eigenes Projekt überlegt, findet auf deepnet.at das Kontaktformular; der Einstieg ist ein Machbarkeitsnachweis in drei Arbeitstagen.



TEIL IX

Der Top-Ten-Teil

Kurz, knapp, zum Nachschlagen: drei Zehnerlisten mit dem Wichtigsten aus diesem Buch. Ideal für die Pause zwischen zwei Untersuchungen – oder für den Kollegen, der „nur ganz kurz“ wissen will, was dieses Programm eigentlich macht.

Kapitel 23 Zehn Dinge, die Prostate Commander nie tut

Kapitel 24 Zehn Tipps für eine saubere Auswertung

Kapitel 25 Zehn Fragen, bevor Sie loslegen

KAPITEL 23

Zehn Dinge, die Prostate Commander nie tut

1. **Er stellt keine Diagnose.**
   Kontur, Herde, Kategorie, Befund und Simulation sind prüfbare Vorschläge. Das Urteil bleibt beim Arzt – so steht es in beiden Lizenztexten.
2. **Er entscheidet nicht über Biopsie oder Therapie.**
   Er bereitet Entscheidungen vor; treffen muss sie ein Mensch, und am Patienten darf er ohnehin nicht eingesetzt werden.
3. **Er schickt keine Bilddaten ins Internet.**
   Die Auswertung läuft offline, ohne Cloud und ohne Telemetrie. Beim Freischalten gehen nur Verwaltungsangaben hinaus.
4. **Er rechnet die ADC nicht aus berechneten Bildern.**
   Nur gemessene b-Bilder gehen in den Fit; berechnete Hoch-b-Bilder dienen der Anzeige.
5. **Er filtert die ADC nicht – und korrigiert nichts stillschweigend.**
   Weicht die eigene ADC von der des Herstellers ab, steht eine Warnung da.
6. **Er misst nicht auf hochgerechneten Bildern.**
   Superauflösung und Zwischenbilder sind nur fürs Auge; Messwerte, Herdsuche und Befund sehen sie nie.
7. **Er lässt das Netz keine PI-RADS-Kategorie vergeben.**
   Die Kategorie kommt aus offengelegten Regeln mit Bezug auf PI-RADS v2.1 des ACR; die Netzwahrscheinlichkeit ist keine Kategorie.
8. **Er zeigt keine leere Anzeige ohne Hinweis.**
   Ist die KI nicht verfügbar, sagt er es und zeigt die Regelherde; findet er nichts, steht „kein Herd gefunden“ da – mit dem Zusatz, wenn die Daten unvollständig sind.
9. **Er übernimmt kein nachgelerntes Netz ohne strenge Prüfung.**
   Und das prostate158-Modell lernt er nie nach; das alte Netz bleibt immer gesichert.
10. **Er ersetzt kein Fusionsbiopsie-System.**
    Die Simulation ist eine Orientierungshilfe am Modell. Punktiert wird am zugelassenen Gerät.

KAPITEL 24

Zehn Tipps für eine saubere Auswertung

1. **Laden Sie vollständig.**
   Eine rote Kopfzeile „unvollständig geladen“ ist kein Schönheitsfehler. Prüfen Sie die Quelle – oft ist es ein halb synchronisierter Cloud-Ordner – und laden Sie neu.
2. **Erst die Kontur, dann alles andere.**
   Sehen Sie sich basal und apikal besonders an; dort sind Konturen am schwierigsten. Ein Griff gezogen ist schneller als ein falscher Herd erklärt.

3. **Lesen Sie die ADC-Warnung.**
„ADC unplausibel“ heißt: Eigene und Hersteller-ADC passen nicht zusammen. Der Analysebericht hilft beim Eingrenzen.

4. **Prüfen Sie Orange – und Rot genauso.**
Orange heißt „unbestätigt“, Rot heißt „zweites Signal vorhanden“. Keines von beiden heißt „sicher“.

5. **Fahren Sie mit der Maus über den Herd.**
Messwerte und Begründung zeigen, warum er die Kategorie hat, die er hat – und wo die Regel knapp war.

6. **Schalten Sie für kleine Herde auf das Original.**
V schaltet die Superauflösung aus. Kapsel, Grenzen und kleine Herde beurteilen Sie auf den Originalbildern.

7. **Nutzen Sie alle drei Ebenen.**
Ein Herd, der nur in einer Ebene auf einer Schicht auffällt, verdient einen zweiten Blick in den anderen.

8. **Prüfen Sie die Herdliste vor dem Befund.**
Was dort ausgeblendet ist, fehlt im Befund. Was dort fehlt, fehlt auch in 3D und Simulation.

9. **Setzen Sie Ihr Urteil.**
„Richtig“, „falsch“, „übersehen“ und ein korrigierter Umriss wirken sofort, dokumentieren Ihre Prüfung im Befund und werden zu Lernbeispielen.

10. **Üben Sie mit öffentlichen Daten.**
PROSTATEx, das Erklärvideo und F8 zeigen den Ablauf, bevor Sie überlegen, eigene Daten zu verwenden.

KAPITEL 25

Zehn Fragen, bevor Sie loslegen

Diese Liste ersetzt keine Beratung in eigener Sache. Sie sammelt die Fragen, die Sie geklärt haben sollten, bevor Sie Prostate Commander erproben – erst recht, bevor andere als öffentliche Daten durch das Programm laufen.

1. **Ist die Erprobung in meinem Umfeld zulässig?**
Medizinprodukte-, Berufs- und Datenschutzrecht – die Lizenztexte legen diese Prüfung ausdrücklich in Ihre Hände.

2. **Ist ausgeschlossen, dass Ergebnisse in die Versorgung einfließen?**
Kein Befund aus diesem Programm gehört in eine Patientenakte oder in eine Biopsieplanung.

3. **Welche Daten verwende ich?**
Öffentliche Fälle aus PROSTATEx genügen zum Kennenlernen. Für alles andere brauchen Sie eine Rechtsgrundlage.

4. **Auf welchem Rechner?**
Die Pilotseite bittet um einen privaten Rechner mit offenem Internetzugang, nicht um einen im Klinik- oder Firmennetz.

5. **Habe ich die Prüfsumme verglichen?**
Die Installationsdatei ist nicht signiert; die SHA-256-Prüfsumme ist Ihr Echtheitsnachweis.

6. **Habe ich die Nutzungsbedingungen gelesen?**
Der Installer verlangt die Zustimmung – lesen Sie, wozu Sie zustimmen.

7 Weiß ich, was beim Freischalten übertragen wird?

E-Mail-Adresse, Anforderungscode, Zweck, Sprache, Rechnername und Markendatei; der Server sieht die IP-Adresse. Wer das nicht will, schickt den Code selbst per E-Mail.

8 Wer hat Zugriff auf den Programmordner?

Befunde, Fall-Register und Protokolle können Patientenangaben enthalten.

9 Wie räume ich nach der Erprobung auf?

Befunde im Ordner „Reports“, Lernbeispiele und Protokolle im Ordner „daten“ – löschen, was nicht mehr gebraucht wird.

10 Wie gebe ich Rückmeldung?

Gern und ausführlich – über das Kontaktformular auf deepnet.at, aber ohne Patientendaten und mit bereinigten Protokollen.

ANHANG A

Glossar

ACR
American College of Radiology – die Fachgesellschaft, die PI-RADS herausgibt. Ihr Dokument PI-RADS v2.1 ist die Referenz jeder Einstufung im Programm.

ADC
Apparent Diffusion Coefficient – ein Maß dafür, wie frei sich Wasser im Gewebe bewegt, gerechnet aus mehreren b-Bildern. Dichtes Gewebe hat eine niedrige ADC. Angabe im Programm in 10^{-6} mm²/s.

ADC-Kern
Das 10. Perzentil der ADC in einem Herd: der Wert, unter dem das dunkelste Zehntel seiner Bildpunkte liegt. Robuster als das Minimum, strenger als der Median.

ADC-Ratio
Mittlere ADC eines Herdes geteilt durch die mittlere ADC des gesunden Gewebes derselben Zone und Schichten; wählbare Bewertungsart in der Herdliste.

Agentische KI
Ein Sprachmodell, das selbstständig Arbeitsschritte ausführt – Dateien lesen, Code schreiben, testen, dokumentieren – statt nur Fragen zu beantworten. Prostate Commander wurde so entwickelt (Kapitel 22).

Anforderungscode
Code in der Markendatei, gebildet aus Zweck, einem aus der Rechnerkennung abgeleiteten Wert und einer laufenden Nummer; Grundlage der Freischaltung.

Apex, Basis
Die Spitze der Prostata unten (zum Beckenboden) und ihr breiter oberer Teil (zur Blase). Drittel – basal, mittig, apikal – leitet das Programm aus der echten Lage im Raum ab.

b-Wert
Stärke der Diffusionswichtung einer Aufnahme in s/mm². Aus Bildern mit mehreren b-Werten entsteht die ADC.

Berechnetes Hoch-b-Bild
Vom Gerät aus gemessenen Bildern hochgerechnetes Diffusionsbild mit hohem b-Wert. Im Programm nur Anzeige und Hoch-b-Bild der Herdsuche, nie Teil der ADC.

CC BY
Creative-Commons-Lizenz, die die Nutzung mit Namensnennung erlaubt. PROSTATEx steht unter CC BY 3.0, prostate158-Gewichte und Cuocolo-Umrandungen unter CC BY 4.0.

cDWI, eADC
Zusatzkarten im erweiterten Streifen: ein aus der ADC synthetisch errechnetes Hoch-b-Bild und eine exponentielle Umrechnung der ADC, die Herde hell zeigt.

DCE
Dynamic Contrast Enhancement – die Kontrastmitteldynamik. Nach PI-RADS 2.1 Entscheidungshilfe zwischen Kategorie 3 und 4 in der peripheren Zone.

DICOM, DICOMDIR
Der Standard für medizinische Bilddaten samt Kopfangaben zu Gerät, Serie und Lage. Eine DICOMDIR-Datei ist das Inhaltsverzeichnis eines Datenträgers.

Diffusionscluster
Dichte Ansammlung von Bildpunkten mit niedriger ADC und heller Diffusion über mindestens zwei Schichten; zweites Signal zur Bestätigung eines KI-Herdes. Im Modus „alle Herde“ blau.

Drüsennetz
Eigenes, an PROSTATEx gelerntes Netz, das Rand und Zonengrenze der prostate158-Kontur verfeinert; mit Volumenwächter.

DWI
Diffusion Weighted Imaging – diffusionsgewichtete Bilder. In der peripheren Zone die führende Sequenz nach PI-RADS 2.1.

End-fire, Side-fire
Bauformen transrektaler Sonden: Schallebene ab der Spitze bzw. seitlich; Biplan-Sonden zeigen axial und sagittal zugleich.

Entwicklungsnachweis
Rechtlicher Status von Prostate Commander: eine voll arbeitsfähige Anwendung, die eine Entwicklungsleistung belegt, aber ohne Konformitätsbewertung nicht am Patienten eingesetzt werden darf.

Freischaltschlüssel
Vom Lizenzgeber digital signierter Schlüssel, der genau zu einem Anforderungscode und einem Rechner passt und genau einmal gilt.

Fusionsbiopsie
Gezielte Prostatabiopsie, bei der ein im MRT gefundener Herd auf das Ultraschallbild übertragen und unter Ultraschallsicht punktiert wird (MR/US-Fusion).

Herdnetz
Eigenes 2,5D-U-Netz, das aus T2, ADC und Diffusion je Bildpunkt eine Herdwahrscheinlichkeit ausgibt; gelernt an der PROSTATEx-Trainingskohorte.

Hersteller-ADC
Die vom MRT-Gerät mitgelieferte ADC-Karte; im Programm nur Gegenprobe, nie Rechengrundlage.

Hybride Entwicklung
Softwareentwicklung im Zusammenspiel von Fachexperte und agentischer KI: Der Mensch legt fest und prüft, die KI setzt um und dokumentiert.

IVIM-DKI
Eine um Durchblutung (IVIM) und Kurtosis (DKI) korrigierte ADC; nur bei mindestens drei hohen und zwei niedrigen b-Werten.

KI-Herd
Vom Herdnetz vorgeschlagenes Gebiet; rot, wenn ein zweites Signal es bestätigt, sonst orange.

KI-Herdkarte
Experimentelle Zusatzeinblendung (Taste E) mit KI-Herden, Diffusionsclustern und P3-Arealen.

KI-Zweitmeinung
Abschnitt in Herdliste und Befund mit den bestätigten KI-Herden, wenn der Modus „Nur KI-Herde“ aus ist; ändert die PI-RADS-Herde nicht.

Lernbeispiel
Namenlose Ablage einer Korrektur – Bildausschnitt, Vorlage, Ihr Ergebnis bzw. Urteil – im Ordner „daten“; Grundlage für das Nachlernen.

Markendatei
Kleine signierte Datei mit Verwaltungsangaben (Zweck, Rechnerwert, Zählerstand u. a.) für die Freischaltung; keine Bild- oder Patientendaten.

MDR
Medical Device Regulation – die Verordnung (EU) 2017/745 über Medizinprodukte. Regel 11 regelt die Einstufung von Software.

Multiplanar-Ansicht
Die Ansicht mit axialer, sagittaler und coronaler T2 nebeneinander, gekoppelt über ein grünes Zielkreuz.

Nachlernen
Feinabstimmung der eigenen Netze mit eigenen Lernbeispielen in einem Werkzeug außerhalb der Programmoberfläche; Übernahme nur nach strenger Prüfung.

Netzwahrscheinlichkeit
Die Ausgabe des Herdnetzes für ein Gebiet. Keine PI-RADS-Kategorie und keine Trefferquote.

Nur KI-Herde
Ab Werk eingeschalteter Modus (Umschalt+E): Bild, Herdliste, 3D und Befund zeigen nur die KI-Herde; Regelherde rechnen im Hintergrund.

OPEN
Die kostenlose Testversion: 30 PIRADS-Berechnungen, keine Patientenliste, Sitzungsdaten werden gelöscht. Keine Open-Source-Lizenz.

Operationalisierung
Übersetzung qualitativ beschriebener Kriterien („deutlich“, „fokal“) in berechenbare Schwellen. Die Schwellen des Programms sind eine eigene Operationalisierung von PI-RADS v2.1.

Out-of-plane
Frei kippbare Ebenen in den drei T2-Bildern (Taste X), experimentell und nur Anzeige.

P3-Areal
Im T2 abgrenzbar dunkles Areal, vom T2-Netz markiert; im Modus „alle Herde“ auf der KI-Herdkarte violett.

Partialvolumen
Vermischung von Signalen benachbarter Gewebe in einem Bildpunkt. Hebt bei Interpolation die ADC kleiner Herde an – deshalb nimmt das Programm den nächsten Nachbarn.

Periphere Zone (PZ)
Hinterer und seitlicher Teil der Prostata; im T2 hell, ADC hoch. Führend ist hier die Diffusion.

PI-RADS
Prostate Imaging Reporting and Data System des ACR, Version 2.1: Kategorien 1 bis 5 für die Wahrscheinlichkeit eines klinisch bedeutsamen Karzinoms.

prostate158
Öffentlich verfügbares KI-Modell (Bressem, Charité; Adams et al. 2022) für die Drüsenkontur und die Zonen; Gewichte unter CC BY 4.0.

PROSTATEx
Öffentlicher Datensatz multiparametrischer Prostata-MRTs (Litjens et al., TCIA, CC BY 3.0); Lerndaten der eigenen Netze.

PSA-Dichte
PSA-Wert geteilt durch das Prostatavolumen; im Befund sofort gerechnet, sobald Sie den PSA-Wert eintragen.

Real-ESRGAN
Frei verfügbares Verfahren zur Superauflösung (BSD-3-Clause); im Programm nur für die Anzeige.

Regelherd
Herd, den die regelbasierte Suche findet und nach PI-RADS-Logik einstuft; liefert Kategorie und Messwerte für den KI-Herd am selben Ort.

RIFE
Frei verfügbares Verfahren für Zwischenbilder aus dem optischen Fluss (MIT); im Programm nur für das weiche Blättern.

Schlüsselbild-Tafel
Vier fest gerechnete Ansichten der 3D-Skizze im gleichen Maßstab; ersetzt im Druck die drehbare 3D-Ansicht.

Superauflösung
KI-Hochrechnung eines Bildes auf feinere Bildpunkte. Nur Darstellung – nie für Messung oder Befundung.

T2
T2-gewichtete MRT-Bilder, die die Anatomie zeigen; führend in der Transitionalzone.

Transitionalzone (TZ)
Zone um die Harnröhre, die mit dem Alter durch gutartige Knoten wächst; im T2 dunkler, ADC niedriger. Führend ist hier die T2.

Transrektal, transperineal
Zugangswege der Biopsie: durch die Darmwand neben der Sonde oder durch den Damm parallel zur Sondenachse.

TRUS
Transrektaler Ultraschall – das Bild, unter dem bei der Fusionsbiopsie punktiert wird.

U-Netz
Bauart neuronaler Netze für die Bildsegmentierung (Ronneberger et al. 2015); 2,5D heißt: eine Schicht samt Nachbarschichten als Eingabe.

Volumenwächter
Sicherheitsnetz des Drüsennetzes: Weicht dessen Ergebnis zu stark von der Vorlage ab, bleibt die prostate158-Kontur.

Vollversion
Edition für Partner unter einer Lizenzvereinbarung, mit Patientenliste, Speichern und Sicherung.

Zonenkarte
Unsichtbare Einteilung der Drüse in TZ und PZ, damit jeder Herd an seiner eigenen Zone gemessen wird.

Zwei-Schlüssel-Prinzip
Freischaltung per digitaler Signatur: privater Schlüssel beim Lizenzgeber, öffentlicher Schlüssel im Programm; Prüfung ohne Internet.

Zwischenbild
Von RIFE errechnetes Bild zwischen zwei Schichten – ein Bewegungseindruck, keine gemessene Anatomie.

ANHANG B

Quellen dieses Buches

Dieses Manuskript stützt sich ausschließlich auf die folgenden Unterlagen. Wo Angaben aus verschiedenen Quellen voneinander abwichen, gibt es den jüngeren veröffentlichten Stand wieder oder formuliert vorsichtig.

Zu Prostate Commander

- Pilotseite „Prostate Commander“ auf deepnet.at, deutsch und englisch (Stand 14. 10. 2026), einschließlich Rechtlichem Status, Arbeitsablauf, Funktionen, Herdanalyse, Fusionsbiopsie-Simulation, Installation und häufiger Fragen.
- Technische Dokumentation „Prostate Commander Open – Technischer Ablauf von der DICOM-Untersuchung bis zur MR/US-Fusionspunktions-Simulation“, Stand 14. 10. 2026.
- Positionspapier „Zwischenbildsynthese und generative Super-Resolution in der MR-Bilddarstellung“, Fassung 1.0 vom 21. 9. 2026, in der Kurzfassung der Programmhilfe.
- Eingebaute Hilfe (F1) der Vollversion und der Testversion OPEN sowie Bedienoberfläche des Programms, Programmstand Mitte Oktober 2026.
- Lizenzvereinbarung Prostate Commander (Vollversion), Version 1.3, Stand 14. 10. 2026; Nutzungsbedingungen der Testversion OPEN, Version 1.3, Stand 14. 10. 2026.
- Datenschutzerklärung auf deepnet.at, Stand 14. 10. 2026, insbesondere Abschnitte 4 (Demo anfordern) und 5 (Freischaltung installierter Programme).
- Erklärvideo „Prostate Commander – Ablauf einer Auswertung“, deutsch https://youtu.be/SocaPmZ3-5o, englisch https://youtu.be/Q4JkIvM9BlI, und dessen Drehbuch.

Daten, Modelle und Regelwerk

- American College of Radiology: PI-RADS – Prostate Imaging Reporting and Data System, Version 2.1 (acr.org).
- Turkbey B, Rosenkrantz AB, Haider MA et al. Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2.1: 2019 Update of Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2. Eur Urol 2019;76:340–351.
- Litjens G, Debats O, Barentsz J, Karssemeijer N, Huisman H. SPIE-AAPM-NCI PROSTATEx Challenges. The Cancer Imaging Archive. DOI 10.7937/K9TCIA.2017.MURS5CL (CC BY 3.0).
- Cuocolo R, Stanzione A, Castaldo A et al. Quality control and whole-gland, zonal and lesion annotations for the PROSTATEx challenge public dataset. Eur J Radiol 2021;138:109647 (CC BY 4.0).
- Bressem K. Models for Prostate158. Zenodo, doi:10.5281/zenodo.6397057 (CC BY 4.0); Adams LC, Makowski MR, Engel G et al. Prostate158 – An expert-annotated 3T MRI dataset and algorithm for prostate cancer detection. Comput Biol Med 2022;148:105817.

- Ronneberger O, Fischer P, Brox T. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. MICCAI 2015, LNCS 9351:234–241.
- Cardoso MJ et al. MONAI: An open-source framework for deep learning in healthcare. arXiv:2211.02701, 2022.

Anzeige

- Wang X, Xie L, Dong C, Shan Y. Real-ESRGAN: Training Real-World Blind Super-Resolution with Pure Synthetic Data. ICCV Workshops 2021 (BSD-3-Clause).
- Huang Z, Zhang T, Heng W, Shi B, Zhou S. Real-Time Intermediate Flow Estimation for Video Frame Interpolation (RIFE). ECCV 2022 (MIT).
- Blau Y, Michaeli T. The Perception-Distortion Tradeoff. CVPR 2018.

ANHANG C

Stichwortverzeichnis

Angegeben sind die Seiten, auf denen ein Begriff am häufigsten vorkommt – höchstens acht je Stichwort.

2

2,5D-Netz 23, 29, 64, 66

3

3D-Ansicht 3, 5, 6, 8, 15, 42, 43, 45

A

ACR (American College of Radiology) 3, 8, 12, 28, 31, 32, 57, 64
ADC 3, 15, 25, 26, 27, 32, 37, 64
ADC-Kern 31, 32, 33, 37, 64
ADC-Ratio 33, 64
Agentische KI 10, 11, 58, 64
Analysebericht 3, 17, 18, 26, 62
Anforderungscode 19, 50, 51, 52, 63, 64
Ausrichtung Diffusion – T2 18, 26, 37, 59

B

b-Wert 5, 8, 12, 17, 25, 26, 27, 64
Befund 3, 5, 12, 15, 30, 43, 44, 62
Berechnete Hoch-b-Bilder 25, 61, 64
Bestätigung (zweites Signal) 3, 15, 28, 29, 30, 40, 43, 65

C

CC BY 16, 23, 53, 56, 57, 64, 65, 66
Claude Code 58
Cuocolo et al. 23, 29, 57, 64, 66

D

Datenschutz 5, 6, 48, 52, 53, 55, 62, 66
DCE (Kontrastmitteldynamik) 3, 5, 6, 12, 28, 33, 34, 64
DICOM 3, 5, 8, 10, 11, 14, 17, 64
DICOMDIR 18, 64
Diffusionscluster 3, 29, 30, 40, 64, 65
Drag & Drop 3, 5, 8, 14, 17, 18
Drei Ebenen (Multiplanar) 3, 5, 6, 8, 15, 19, 35, 36
Drüsennetz 15, 23, 25, 29, 41, 56, 57, 58
DSGVO 53, 56
DWI (Diffusion) 12, 15, 25, 26, 27, 31, 32, 64

E

Entwicklungsnachweis 11, 55, 64
Erklärvideo 13, 15, 16, 56, 57, 59, 62, 66

F

Fall-Register 53, 63
Freihand 19, 23, 24
Freischaltung 5, 12, 48, 50, 51, 52, 64, 66
Fusionsbiopsie 5, 6, 8, 10, 11, 42, 45, 66

G

Griffe (Kontur) 3, 15, 22, 23, 24, 37, 40, 61
Größenregel 31, 32

H

Herdliste 3, 15, 30, 32, 35, 36, 40, 65
Herdnetz 5, 8, 15, 16, 29, 41, 56, 65
Hersteller-ADC 8, 12, 15, 17, 25, 26, 58, 62
Hilfe (F1) 3, 5, 11, 13, 14, 19, 20, 23
Hinweis am Herd 8, 11, 19, 20, 33, 36, 37
Hybride Entwicklung 6, 9, 11, 58, 64

I

Installation 5, 6, 11, 12, 49, 50, 51, 62
IVIM-DKI 19, 27, 36, 65

K

KI-Herd 3, 29, 30, 36, 39, 40, 43, 65
KI-Herdkarte 3, 19, 30, 40, 65
KI-Herdsuche 5, 6, 15, 27, 28, 29, 30, 31
KI-Zweitmeinung 30, 41, 65
Kontur 3, 15, 19, 20, 23, 24, 25, 57
Korrekturmodus 20, 41

L

Lernbeispiel 3, 6, 25, 39, 40, 41, 53, 65
LibreOffice Writer 3, 6, 8, 12, 42, 43, 44
Lizenzvereinbarung 9, 12, 13, 50, 55, 57, 66

M

Markendatei 50, 51, 52, 63, 64, 65
MDR, Verordnung (EU) 2017/745 55, 65
Medizinprodukt 3, 5, 9, 49, 54, 55, 56, 62

N

Nachlernen 35, 39, 41, 56, 58, 59, 61, 65
Netzwahrscheinlichkeit 28, 29, 30, 33, 37, 39, 43, 61
Nur KI-Herde (Modus) 3, 19, 29, 30, 32, 36, 40, 65
Nutzungsbedingungen 13, 49, 51, 52, 55, 56, 62, 66
NVIDIA-Grafikkarte 10, 12, 15, 16, 19, 31, 38, 45

O

OPEN (Testversion) 5, 9, 12, 13, 17, 19, 49, 66
Operationalisierung 3, 15, 31, 32, 57, 65
Orange (unbestätigt) 3, 8, 15, 28, 29, 30, 62, 65
Out-of-plane (gekippte Ebenen) 6, 19, 35, 36, 37, 38, 58, 65

P

P3-Areal 3, 29, 30, 40, 65
Partialvolumen 26, 65
Periphere Zone (PZ) 12, 15, 23, 24, 31, 34, 64, 65
PI-RADS 29, 30, 31, 32, 34, 43, 57, 64
PIRADS-Berechnung 9, 13, 15, 16, 19, 24, 36, 51
Positionspapier 20, 38, 39, 59, 66
prostate158 15, 23, 41, 52, 57, 61, 64, 66
PROSTATEx 11, 16, 41, 56, 57, 62, 64, 66
Protokoll (Logdatei) 3, 5, 9, 10, 13, 21, 53, 63
Prüfsumme (SHA-256) 18, 41, 49, 62
PSA-Dichte 8, 15, 43, 44, 65

R

Real-ESRGAN 38, 57, 65
Rechtsstatus 6, 54, 55, 64
Regelherd 20, 29, 30, 32, 40, 41, 43, 65
Reports (Ordner) 3, 17, 44, 53, 63
RIFE 19, 38, 57, 65, 66
Rot (bestätigt) 3, 8, 15, 18, 26, 29, 30, 62
Rote Kopfzeile 3, 14, 15, 17, 18, 26, 61

S

Schlüsselbild-Tafel 43, 44, 65
Simulation 3, 9, 10, 15, 19, 42, 45, 47
Sonde (Ultraschall) 11, 45, 46, 47, 64, 65
Superauflösung 3, 6, 20, 35, 38, 39, 50, 65

T

T2 12, 17, 25, 26, 32, 36, 37, 65
Tasten 3, 5, 6, 14, 16, 19, 20, 43
Transitionalzone (TZ) 12, 23, 24, 29, 31, 32, 34, 65
Transperineal, transrektal 46, 47, 64, 65, 66
TRUS 47, 66

V

Violett (P3-Areal) 3, 28, 29, 30, 65
Vollversion 5, 9, 12, 13, 17, 19, 50, 66
Volumenwächter 23, 64, 66

W

Word (Microsoft) 3, 6, 8, 12, 18, 42, 43, 44

Z

Zielkreuz 3, 9, 15, 20, 24, 36, 65
Zielwerte 45, 46
Zonenkarte 23, 24, 29, 31, 50, 66
Zwei-Schlüssel-Prinzip 13, 50, 66
Zwischenbilder 3, 35, 38, 39, 57, 58, 61, 66